

REVISIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN DE REGISTROS BIOLÓGICOS DE PLANTAS
MEDICINALES Y ALIMENTICIAS NATIVAS DE COLOMBIA

PRODUCTO No 5B
INFORME FINAL DE ACTIVIDADES
CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS No 12-12-151-208PS

RUBÉN DARÍO ALBARRACÍN CARO
GEÓGRAFO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
TARJETA PROFESIONAL 201 DE 2009

INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT
BOGOTÁ D.C.
ENERO DE 2013

TABLA DE CONTENIDO

1. MARCO TEÓRICO GENERAL.....	7
1.1. ¿Qué es georreferenciación?.....	7
1.1.1. Georreferenciación de registros biológicos.....	8
1.1.1.1. Definición de localidad.....	9
1.2. Métodos y Representación de Georreferenciación	10
1.2.1. Representación Poligonal.....	10
1.2.2. Representación Cuadrangular.....	13
1.2.3. Representación Puntual.....	15
1.2.3.1. Representación Puntual con Atributos.....	15
1.2.3.2. Representación Puntual – Radial.....	16
1.3. Representación de la Extensión.....	18
1.3.2. Concepto de Incertidumbre.....	18
1.3.3. Importancia de la Incertidumbre.....	19
1.3.4. Diferencias entre métodos.....	20
1.3.5. Localidades Malas y Grados de conflicto.....	21
1.4. Sistema de Proyección y Datum.....	23
2. ACTIVIDADES.....	24
2.2.1. FASE 1. Componente Técnico.....	24
2.2.1.1. Inventario de Software.....	24
2.2.2. FASE 2 Componente Informativo.....	24
2.2.3. FASE 3 Proceso de Asignación de Coordenadas.....	25
2.2.3.1. Registros con coordenadas.....	25
2.2.3.1.1. Verificación.....	26
2.2.3.1.2. Reasignación.....	27
2.2.3.2. Registros sin coordenadas.....	27

3. CONCLUSIONES.....	28
4. RECOMENDACIONES.....	28
5. BIBLIOGRAFÍA.....	30
6. RECURSOS Y MATERIALES.....	31
6.1. Materiales.....	31
6.2. Recursos.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Georreferenciación Formal.....	8
Figura 2. Georreferenciación de la Localidad denominada “Laguna de Tota”.....	11
Figura 3. Vectores o vértices de un octágono.....	12
Figura 4. Intersección de dos Entidades (altitud y vereda Yerbabuena).....	13
Figura 5. Vértices del Cuadrante de la Laguna de Tota.....	14
Figura 6. Método Radio-Punto.....	17
Figura 7. Calidad de una localidad Vs. Incertidumbre.....	18
Figura 8. Críticas al Método Radio-Punto.....	21
Figura 9. Esquema de Superposición y conflicto.....	22

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Diferencias de área entre los principales métodos de Georreferenciación. Ejemplo: Laguna de Tota.....	19
---	----

INTRODUCCIÓN

Dentro del Convenio sobre la Diversidad Biológica de la Organización de las Naciones Unidas de 1992, El Instituto Alexander von Humboldt tiene como propósito atender a las obligaciones acordadas en el mencionado convenio, como parte de la iniciativa nacional de suscribir tal convenio. De esta manera, se hace especial énfasis en el párrafo siguiente:

“Conscientes de que la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica tienen importancia crítica para satisfacer las necesidades alimentarias, de salud y de otra naturaleza de la población mundial en crecimiento, para lo que son esenciales el acceso a los recursos genéticos y a las tecnologías, y la participación en esos recursos y tecnologías” (ONU 1992;2)

De igual manera, el Instituto Alexander von Humboldt busca acompañar las pautas establecidas en la Estrategia Nacional de Conservación de Plantas, donde se establece la necesidad de proteger el patrimonio nacional referido a la biodiversidad vegetal. Para ello, el Instituto Alexander von Humboldt hace especial énfasis por medio de una iniciativa por la consolidación de monografías, registros biológicos e información primaria que permitan el inventario de los recursos vegetales medicinales y alimenticios que sirvan de base para entender la presencia de especies determinantes en el área medicinal y alimenticia.

Parte de la importancia de identificar la presencia de estas especies se relaciona con la necesidad de asignar un lenguaje objetivo y cartesiano a la información espacial expresada en cada uno de los registros inscritos en la base de datos del contrato.

Para ello, es necesario recurrir a protocolos de georreferenciación que permitan la ubicación de cada uno de los registros en un estándar cartográfico, que en este caso, implicaría la asignación de coordenadas geográficas y su respectiva metainformación.

OBJETIVOS

Los objetivos propuestos para la ejecución del contrato N°12-12-151-208PS son los siguientes:

- Elaborar un plan de trabajo y un cronograma de actividades los cuales deberá entregar dentro de los cinco días calendario siguientes al perfeccionamiento y legalización del contrato, para la aprobación del supervisor del contrato;
- Asignar y revisar las coordenadas geográficas a 4000 registros biológicos de plantas medicinales y alimenticias entregados por el Instituto;
- Revisar localidades asignando la referencia geográfica o reasignando la referencia establecida;
- Realizar la documentación de los metadatos de todos los conjuntos de datos que se generen en el marco del presente contrato, de acuerdo con el estándar adoptado y propuesto por el Instituto Humboldt en el desarrollo del sistema de Información sobre Biodiversidad, y con base en la herramienta de captura en línea (SISTEMA CATALOGADOR DE METADATOS) disponible para tal fin;
- Redactar y presentar un informe de avance y un informe final que de cuenta de las actividades y productos realizados durante la ejecución del contrato;

- Elaborar un documento en resumen ejecutivo sobre el producto final.

PRODUCTOS ESPERADOS

- Cronograma y plan de trabajo para la ejecución del presente contrato;
- Base de datos con 4000 registro biológicos entregados por el Instituto, con las coordenadas geográficas asignadas y revisadas;
- Documento en donde se relacionen las localidades revisadas y se señale a cuántas se les asignó la referencia geográfica, a cuáles se les modificó la referencia geográfica y las razones de esto;
- Presentación de la certificación de inclusión de metadatos expedida por el sistema de información sobre Biodiversidad del Instituto;
- Informe de avance y final de actividades debidamente aprobados por el supervisor del contrato, conforme a lo establecido en el cronograma pactado;
- Resumen Ejecutivo sobre el producto final.

1. MARCO TEÓRICO GENERAL

1.1. ¿Qué es georreferenciación?

Antiguamente, la palabra en griego geometría hacía referencia a la ciencia que estudiaba las representación y la forma de La Tierra, de ahí su etimología en castellano, la cual, γη - γεο significa "Tierra", y μέτρο significa "Medir". Es decir, Medir la Tierra. Sin embargo, la geometría, en su búsqueda por representar dichas dimensiones con mayor eficiencia se transforma en una ciencia de mayor universalidad, y con mayores aplicaciones a la diversidad de ciencias y técnicas. En la actualidad, el término georreferencia hace referencia según Linda Hill (2006) a "la georreferenciación está estableciendo una relación entre la información (p.e., documentos, conjuntos de datos, mapas, imágenes, información biogeográfica), localidades geográficas a través de los nombres de los lugares (p.e., topónimos) o códigos de localización (p.e., códigos postales) o a través de referenciación geoespacial (p.e., coordenadas de longitud y latitud)" (Hill, L. 2006; 230). Es decir, georreferenciar es la relación entre las diferentes clases de información espacial y el respectivo proceso de referenciación espacial, al que ella sugiere un diferencia. Es decir, que para Hill, la referenciación espacial se describe como : "La referenciación geoespacial (georreferenciación formal) es el uso de valores matemáticos para describir localidades sobre La Tierra y localizarlos dentro de una estructura que cubra el globo (p.e., coordenadas de longitud y latitud, daderos UTM) o un área local (sistemas de daderos nacionales, y sistemas de cobertura y municipales)." (Hill, L. 2006; 230). Esto significa, que la georreferenciación formal o referenciación geoespacial es el proceso técnico bajo el cual se asocia la ubicación de un lugar específico a un lenguaje representado por un sistema de coordenadas. Por su parte, el Instituto Alexander von Humboldt describe a la georreferenciación como: "Proceso de asignación de coordenadas geográficas o planas mediante una Georreferencia. Puede ser de dos tipos, por esquinas o por puntos de control (GCP)" (SUA, S., MATEUS, R.D. y VARGAS, J.C. 2004). Sin embargo, la georreferenciación vista desde una perspectiva de vista general, se presenta como una acción de asociación diferente de los métodos mediante los cuales se haga la relación, de manera, que es la relación suscitada entre de lenguaje común y el lenguaje matemático lo que constituye la definición del término. Esta idea es compartida con la definición propuesta por Chapman y Wieczorek (2006) en la cual sugieren que una Georreferencia es: "la transcripción de la descripción de una localidad hacia una representación cartográfica de un entidad"(Glosario, pág. 5)

Sin embargo, Hill aclara que este proceso de relacionar el lenguaje común con el lenguaje matemático es lo que se considera como "georreferenciación formal", que en los procesos asociados a la manipulación de información geoespacial es a lo que respecta como término. Por otra parte, aunque en algunos medios de comunicación y el lenguaje popular la palabra georreferenciación se ha convertido equivocadamente en un sinónimo de otros términos como "ubicación", o "localización", Hill amplía el significado del término georreferenciación para sugerir a la "georreferenciación informal" como "La georreferenciación informal es referenciar localidades por los topónimos, los códigos de lugares (p.e., códigos postales), direcciones de calles, y referencias topológicas (p.e., en, cerca, adentro, a la izquierda o a la derecha). (Hill, L. 2006; 231). De esta manera, la georreferenciación informal, es según Hill, el proceso mediante el cual una población

relaciona los lugares mediante un lenguaje de ubicación específico, no necesariamente matemático, pero si ordenado, o incluso sujeto a las preposiciones del idioma en cuestión.

Es de este modo, que teniendo en cuenta lo expresado por Hill, se puede considerar a las localidades descritas en los ejemplares de las colecciones de biodiversidad como información que ha sido georreferenciada informalmente, ya que expresa la jerarquía, y las condiciones para identificar los lugares en los cuales un ejemplar ha sido colectado.

Sin embargo, para relacionar ese lenguaje de “georreferenciación informal” al lenguaje utilizado en los Software de Sistemas de Información Geográfica (SSIG) que a su vez, comprende un lenguaje matemático y ordenado se requiere de un proceso adicional de georreferenciación formal, es decir, convertir la información informal de las localidades a la información formal.

De esta manera, la necesidad de adquirir y controlar datos de naturaleza espacial implica la urgencia por contextualizar la información dentro de unos parámetros sistémicos que el SSIG esté en capacidad de entender. Por lo tanto, la información espacial contenida en localidades y bitácoras no es inteligible en el ámbito de los SIG, de ahí la necesidad de “georreferenciar formalmente” localidades.

En términos generales la georreferenciación de localidades equivale a traspasar la información localizada informalmente a través de un Lenguaje “Subjetivo” al Lenguaje “Objetivo” que un Sistema de Coordenadas proporciona (Ver Figura 1. Georreferenciación Formal).

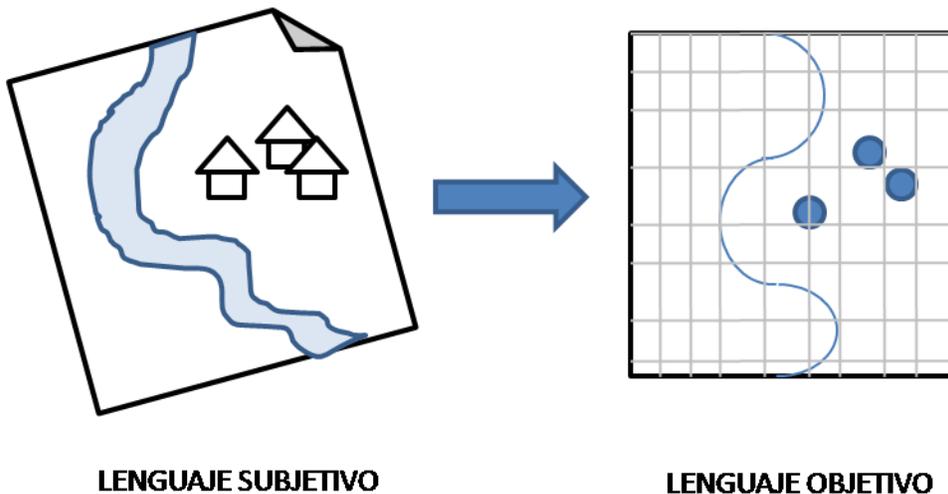


Figura 1. Georreferenciación Formal

1.1.1. Georreferenciación de registros biológicos

Cabe anotar que el método tradicional para expresar la localización de un registro de biodiversidad para colectar se hace a través de de la georreferenciación informal, es decir, a través de la enunciación de una oración, la cual indica los lugares y pasos a seguir para documentar la localización del ejemplar colectado.

Este tipo de georreferenciación informal es necesario en campo para tener presente la ubicación de un conjunto de especímenes, sin embargo, para relacionar la información colectada dentro de un sistema de información o base de datos, es necesario que dicha información informal sea inteligible ante el lenguaje de los Sistemas de Información Geográfica.

1.1.1.1. Definición de localidad

De acuerdo a las indicaciones mencionadas por Arthur D. Chapman y John Wieczorek una localidad se define como “a) La posición de un entidad en el espacio; y b) La representación verbal de su posición” (2006; Glosario, Pág. 5). De esta forma se puede determinar a la localidad como la descripción o indicaciones que un individuo (en este caso un colector) señala acerca de un lugar. De esta manera, la localidad se enmarca dentro de la ubicación espacial otorgada por el colector.

En este orden de ideas, la idea de localidad se relaciona con el concepto de bitácora concebido por la obra de Crone (1966) en el cual se propone que: “En un comienzo competían los mapas y las bitácoras; por describir mejor el terreno”. Esta concepción espacial revisada anteriormente es compartida por las obras de Arno, P. (1992), y Thrower, N.(1996). Esto permite validar el concepto de localidad como una de las formas de representación espacial que el individuo utiliza como mecanismo de percepción del territorio.

De acuerdo a esta idea, la localidad podría considerarse como el resultado de las bitácoras utilizadas en las expediciones botánicas y demás, y surge como mecanismo de ubicación espacial democrático si se tiene en cuenta el costo con respecto a los materiales cartográficos como teodolitos, brújulas, sextantes o mapas. Así, esta práctica determinó la identidad y forma de representación espacial de los especímenes colectados en campo.

Sin embargo, con la revaluación de la teoría regional arraigadas en las Ciencias Naturales (Delgado 2003) y el auge del positivismo lógico y posteriormente de la Teoría General de Sistemas se impulsó la necesidad de estructurar la teoría y los métodos científicos a partir de un enfoque sistémico. Con respecto a esta idea, surge el concepto de Sistemas de Información y de Sistemas de Información Geográfica.

A partir de este enfoque sistémico se revisa la vigencia de las localidades como forma de representación espacial y la necesidad de adaptar la información a un enfoque interoperable y relacionable. La vigencia de las localidades se cuestionó a medida que la tendencias sistémicas de la información permitían darle mayores aplicaciones en comparación con el uso que se venía dando a las localidades.

De igual modo, la revolución de la información y de la tecnología espacial como los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) y de los software SIG (SSIG) sugirieron un cambio en el proceso de captura y transformación de la información de tipo espacial que hasta ahora se venía desarrollando.

Con respecto a esto, las localidades presentaron deficiencias en cuanto al alcance de su precisión, debido a que en algunos casos su ausencia de rigurosidad y de un marco de referencia para elaborarlas significó la pérdida de información espacial de alta calidad. En este orden de ideas para un modelamiento de precisión es necesario determinar con mayor rigurosidad el alcance que se requiere de las localidades.

En conclusión, una localidad se define como la expresión constituida por una oración mediante la cual se expresa la ubicación de un objeto. Ésta normalmente constituida por la enunciación de la Unidad de la división político- administrativa del país, y del orden administrativo jerárquico (departamento, estado, provincia), y las indicaciones de distancia, rumbo, código de la carretera, nombre de la unidad fluvial o marítima, el nombre de lugares poblados y otras entidades o elementos que el colector desee indicar. Un ejemplo de localidad es la siguiente: "Bogota, D. E., Ciudad Universitaria, cerca al ICN."; "Carretera de Cumaral (Meta) a Paratebuena (Cundinamarca) Puente sobre Rio Humea". Milton Santos, en su obra *La Metamorfosis del Espacio Habitado* (1995) dice lo siguiente: "El paisaje es el conjunto de objetos que nuestro cuerpo alcanza a percibir e identificar. Como simples peatones, sería el jardín, la calle o el conjunto de casa de enfrente. Una fracción más extensa de espacio que nuestra vista alcanza a ver desde lo alto de un edificio."

1.2. Métodos y Representación de Georreferenciación

Como es posible ver, la localidad suele ser una expresión simple de identificar, sin embargo, su complejidad es dependiente de la percepción del espacio del colector, y además de su capacidad de expresión del lenguaje, sin contar, que dicha información depende de las indicaciones de los pobladores, o de cartografía no verídica. Acorde con ello, retomando a Santos, se agrega lo siguiente: "La percepción es siempre un proceso selectivo de aprehensión. Si la realidad es apenas una, cada persona la ve de forma diferente; por eso, la visión del hombre de las cosas materiales está siempre deformada. Nuestra tarea es la de superar el paisaje como aspecto, para llegar a su significado. La percepción no es aún conocimiento, que depende de su interpretación y será tanto más válida cuanto más limitemos el riesgo de considera verdadero lo que sólo es apariencia." (Santos 1995)

De esta forma, la Georreferencia representa la ubicación puntual de una localidad. Esta idea difiere a la concepción común que se tiene del concepto tan general como puede ser el de "Georreferencia", por lo cual, debe destacarse que la "Georreferenciación de colecciones biológicas" presenta métodos propios o concernientes a ésta. Grosso Modo los métodos más comunes en la "Georreferenciación de colecciones biológicas" pueden diferenciarse en tres grandes grupos dependiendo de su topología, es decir, de su forma, de acuerdo a esto son los siguientes:

- Representación Poligonal;
- Representación Cuadrangular
- Representación Puntual

Esta división infiere que dependiendo del método se pueden obtener resultados alternos. Por lo tanto la elección del método obedece al uso que se vaya a dar a la información espacial. Con este propósito se explicarán los métodos a continuación:

1.2.1. Representación Poligonal

Tal como lo menciona Chapman y Wieczorek (2006) el método de forma, más conocido en la literatura como método de *shapes* en realidad debería ser denominado Método topológico debido a que su objetivo es la representación con la mayor fidelidad posible de la realidad. Es decir, que no solamente el método busca la ubicación de la entidad a georreferenciar sino que también se esmera por adecuar la forma de la entidad que se

está desarrollando. Por lo tanto, sus bases se ciñen de acuerdo a las bases de la cartografía en las cuales la representación de los entidades corresponde a la visualización por medio del punto, la línea y el polígono.

Por lo tanto, si la localidad describe que el lugar de colección fue la laguna de Tota, es de esperarse que al igual que en la cartografía, el método de forma la represente con su topología original (Ver Figura 2). De este modo se espera que la entidad georreferenciado corresponda a la forma original. Sin embargo, debe tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

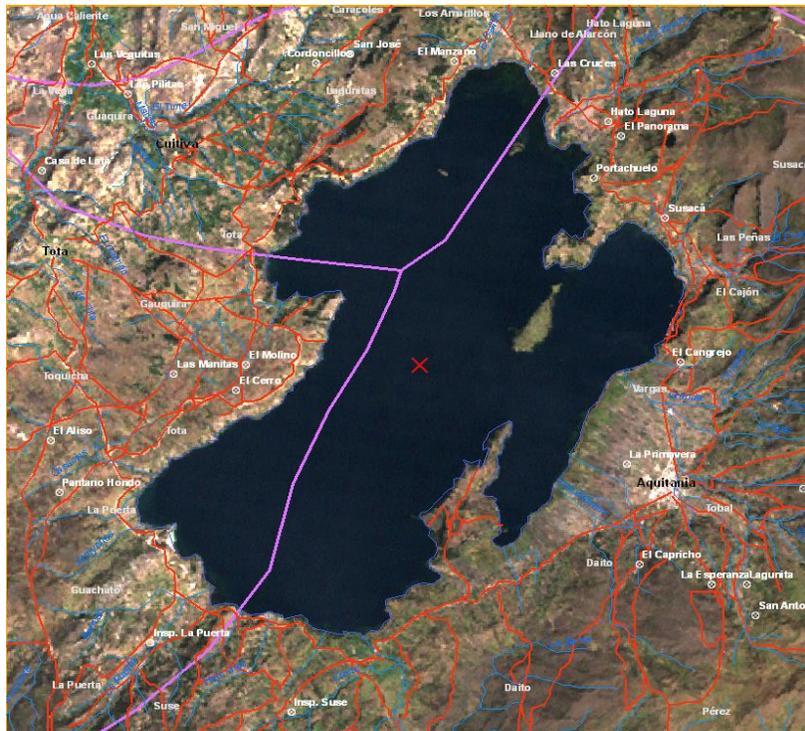


Figura 2. Georreferenciación de la Localidad denominada “Laguna de Tota”. Mapa IGAC.

Si uno de los objetivos es la disposición de datos por medio de tablas de cálculo o bases de datos, se debe tener en cuenta que en las celdas correspondientes a la Georreferencia se deben utilizar los vectores de la entidad¹ (Ver figura 3). Sin embargo; dependiendo de la escala que se utilice el número y calidad de los vectores será distinto, de modo que, la Georreferenciación con un GPS se le proporcionará un número mayor de vectores con respecto a los 330 vectores que le resultarán de este ejercicio en un escala 1:100.000.

¹ Se le denomina vector a los vértices que conforman un entidad, mediante los cuales se establece la topología del mismo. Los vértices se expresan por medio de coordenadas.

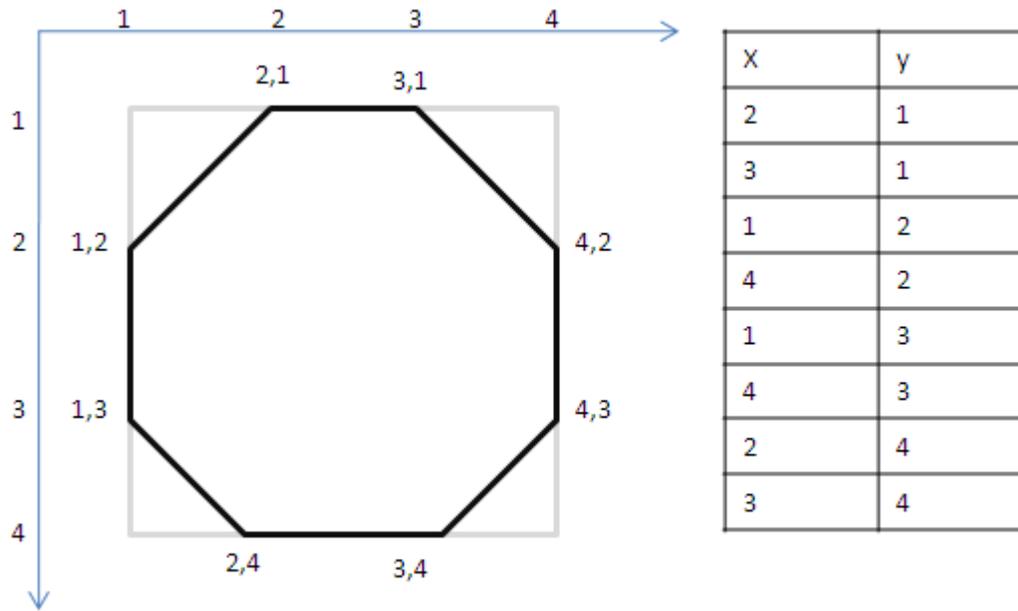


Figura 3. Vectores o vértices de un octágono.

Pese a que en todos los métodos debe existir la mejor cartografía posible, en este método la ausencia de cartografía de precisión denota un fracaso, pues siempre debe existir claridad de los límites de las entidades que se están utilizando. Un ejemplo para este caso es la discusión en torno a cuál es el océano que baña la costa de Buena Esperanza, si el océano Atlántico o el Océano Índico, esto significa que si no hay claridad acerca de los límites, de igual manera habrá dificultades al delimitar los vértices de esta área.

Por medio de este método puede representarse cartográficamente con la mayor fidelidad pero también la visualización y análisis espacial de estos elementos puede considerarse de alguna manera incómoda, ya que las georreferencias presentarán tamaños y formas distintas.

De acuerdo a la fidelidad que el método tiene con la representación física del espacio se debe tener en cuenta que su Georreferenciación implica el dibujo de las entidades ya cartografiadas, es decir, que si la localidad señala a la Laguna de Tota como el lugar de colección el ejercicio consiste de dibujar nuevamente esta entidad, esto significa una inversión de tiempo no justificada. De este modo es recomendable utilizar este método cuando se dispone de cartografía digital en formatos vectoriales (por ejemplo shapefile) en los cuales el SIG pueda disponer los vectores de la entidad de una manera efectiva.

Por medio de los SIG es posible realizar operaciones de conjunto como superposiciones, en las cuales se concreta el área en la cual se pudo colectar el espécimen. De este modo, por medio de la unión, la intersección, y otras herramientas se simplifica el área de colección con menor error humano. Esto se debe a que si existe una cobertura digital no es necesario redibujar las entidades ya existentes en un mapa sino que por medio de la superposición puede ejecutarse la localidad (Ver figura 4).

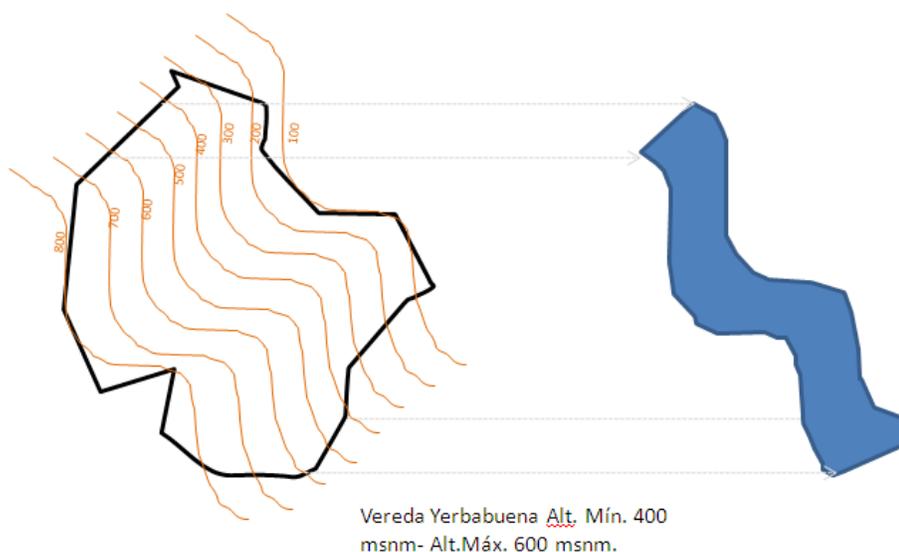


Figura 4. Intersección de dos Entidades (altitud y vereda Yerbabuena).

Si uno de los objetivos es la disposición pública de los datos se debe tener en cuenta que algún software de base de datos solo permiten almacenar una o dos coordenadas por celda, por lo que el almacenamiento de vértices o vectores debe ser una de las prioridades en el momento de elegir un método.

El alto costo de la cartografía digital (de calidad) significa un obstáculo para la adquisición de suficiente cartografía.

Este método presenta dificultades si se desea trabajar con gaceteros o con Herramientas de Georreferenciación Masiva (HGM)², debido a que estas últimas herramientas presentan sus datos (y lógica espacial) bajo una estructura puntual.

1.2.2. Representación Cuadrangular

Según Chapman y Wieczorek (2006) el método de cuadrante busca representar por medio de un rectángulo el área de colección. Esta forma de Georreferenciación significa la inclusión plena de la entidad a georreferenciar en esta figura geométrica. Debido a que la Georreferencia es un rectángulo las coordenadas que se buscan almacenar son las los cuatro vértices o esquinas de la figura. Con respecto a esto el área de colección aumenta y no se ajusta a la morfología de la entidad. Por ejemplo, si se Georreferencia la Localidad denominada “Laguna de Tota” bajo este método, el área de colección aumenta ya incluye todos los lugares que se encuentren en dicho cuadrante (Ver Figura 5).

² Una Herramienta de Georreferenciación masiva (HGM) es aquel software o aplicación que está en la capacidad de elaborar automáticamente las coordenadas (en método puntual) de algunos tipos de localidad.

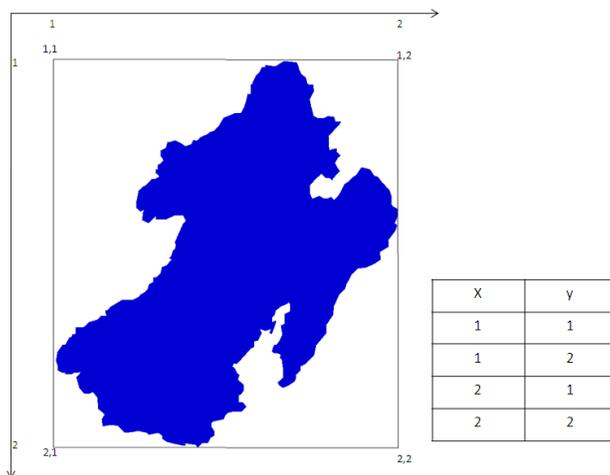


Figura 5. Vértices del Cuadrante de la Laguna de Tota

De forma similar a la Georreferenciación por el método de Forma, existen ventajas y desventajas. Estas son las siguientes:

1. En el método de forma (dibujado en una escala 1:100.000) el área es de 56,1 km² mientras que en el método de Cuadrante el área de la localidad denominada "Laguna de Tota" tiene un área de 117,3 km². Es decir, que para este caso con el método de cuadrante el área de la localidad dobla el valor en comparación con el área del método de forma.
2. A pesar de simplicidad de este método se necesita un software de base de datos que soporte por lo menos 4 coordenadas en la misma celda. Por lo que presenta un problema similar al del método anterior.
3. Al igual que en el método de forma se requiere de una cartografía de una calidad aceptable, ya que la extensión y los vértices del cuadrante dependen de la localidad y de la cartografía con la cual se trabaje.
4. En el momento de realizar un análisis espacial, la visualización de los entidades resultará incómoda, pues todos presentarán tamaños diferentes y en algunos casos presentarán traslapes e incluso cubren áreas adicionales al lugar de colección.
5. De forma similar al método anterior, el formato de los gaceteros y de las HGM no es compatible con este método, por lo que la cartografía es la única herramienta mediante la cual se puede desarrollar este método.
6. Para áreas que no presentan límites claros o cuando se haga un muestreo con unidades de tamaño similar (como parcelas) este método es de utilidad. Esto depende de la escala en la cual se trabaje, por lo que es recomendable utilizar escalas grandes en este método.

1.2.3. Representación Puntual

El Método de Punto busca representar la localidad bajo la geometría de un punto. De esta manera, todas las clases de localidades se someten a la Georreferenciación por medio de una coordenada asignada. Para el caso en el cual una localidad señale un lugar exacto como el cruce de una vía sobre un río (puente) es posible inferir un punto, pero si la localidad representa un área (como una reserva, un parque o un municipio) es obvio que la geometría de un punto no será suficiente para un análisis espacial suficiente.

Sin embargo, algunas Instituciones complementan este método adjuntando algunas condiciones de uso denominados *niveles de precisión* (Sua et al. 2004).

1.2.3.1. Representación Puntual con Atributos

Al igual que en la representación puntual, la localidad es expresada a través de una única coordenada en latitud o longitud, debido a que fue en lugar puntual donde se colectó el ejemplar. Adicionalmente, la coordenada debe ir presentando un metadato, el cual indica valores o atributos relacionados a su colección, y a su georreferenciación. Por su parte, el Instituto Alexander Von Humboldt (Sua et al. 2004) propone el siguiente listado para la categorización de las localidades a georreferenciar:

- Discriminar las localidades entre las que presentan coordenadas “geográficas” de campo y las que no presentan.
- Ubicar en la cartografía análoga y digital los lugares mencionados en la jerarquía político-administrativa (País-Departamento-Municipio), y jerarquía de tamaño, volumen y área de las entidades implicadas (Río-Quebrada-Arroyo).
- Ajustar el punto de ubicación de acuerdo a la descripción específica del colector.
- Extraer las coordenadas indicadas en el proceso de ubicación.
- Determinar la precisión de las coordenadas asignadas, a través de los atributos presentes en la localidad y del método utilizado para la georreferenciación.

A su vez, para indicar los parámetros de determinación de los niveles de precisión de la localidad el Instituto Alexander von Humboldt (Sua et al. 2004) sugiere lo siguiente:

- Nivel 1: Coordenadas tomadas en campo con ayuda de un GPS (Sistema de Posicionamiento Global), y que se encuentran en el lugar indicado por la localidad, siendo corroborado en la cartografía. Adicionalmente es recomendable llevar la marca y grado de error del instrumento.
- Nivel 2: Coordenadas tomadas de revistas científicas, bases de datos especializadas, y literatura científica y que se encuentran en el lugar indicado por la localidad, siendo corroborado en la cartografía.
- Nivel 3: Coordenadas proveídas a través de la georreferenciación formal a través de cartografía digital, tomando en cuenta la intersección de una entidad y su respectiva altitud.
- Nivel 4: Coordenadas proveídas a través de la georreferenciación formal a través de cartografía digital, tomando en cuenta la entidad, en casos en los cuales la localidad no presente altitud.
- Nivel 5: Coordenadas proveídas a través de la georreferenciación formal a través de cartografía digital, tomando en cuenta la cabecera urbana del Departamento, Municipio, o Centro Poblado.

- Nivel 6: Coordenadas proveídas a través de la georreferenciación formal a través de cartografía digital, tomando en cuenta entidades administrativas sin mayor especificación, como Parques Naturales, Regiones, Ecosistemas, etc.
- Nivel 7: Coordenadas definidas a partir de localidades con información definida, refiriéndose a Regiones, Ríos de gran extensión, etc.
- Nivel 8: Localidades Malas, o con información insuficiente para su georreferenciación.

Información Insuficiente y Niveles de Precisión

Los niveles propuestos por Sua, S *et al.* (2004) permiten definir claramente la calidad de la georreferencia de un registro tomando como base la fuente de georreferencia. Sin embargo, dadas las falencias cartográficas presentadas en la ejecución de este contrato, se sugiere de forma alterna considerar la pertinencia de señalar cinco nuevos niveles. Estos niveles alternos tienen el propósito de informar la calidad de la georreferencia en los casos donde la localidad es considerada “incorrecta” o donde la información cartografía disponible es insuficiente para garantizar la calidad de las coordenadas sugeridas.

Los niveles alternos sugeridos son los siguientes:

- Nivel 8: Localidades Malas o Incorrectas. Son localidades que presentan información confusa o insuficiente para su correcta interpretación.
- Nivel 9: Coordenadas georreferenciadas a partir de gaceteros y de recursos de internet de no especializados.
- Nivel 10: Coordenadas georreferenciadas aproximadamente, sus coordenadas están asignadas a otros atributos de la localidad en los casos donde la información cartográfica disponible no es suficiente para identificar la totalidad de la ubicación de la localidad.
- Nivel 11: Coordenadas verificadas_ a partir de las coordenadas de etiqueta de una forma aproximada, su verificación está soportada por atributos de la localidad que sí están soportados por la cartografía disponible. Algunos atributos no están totalmente soportados.
- Nivel 12: Coordenadas georreferenciadas aproximadamente, donde la mayor parte de los atributos de la localidad no están soportados en la cartografía disponible. Las coordenadas solo indican atributos poco específicos.

1.2.3.2. Representación Puntual – Radial

El método Radio-Punto es un procedimiento en el cual se desarrollan los parámetros necesarios para lograr una Georreferenciación de tipo puntual, bajo el supuesto de que la colección de un espécimen se efectuó en un solo lugar y no en un área. Este hecho se resalta en la medida que por medio de la descripción de la localidad se supone un punto de colección. Sin embargo, algunas localidades no se refieren a un lugar puntual sino a un área. De ahí se desprenden los tres componentes principales que hacen parte del método radio-punto. Estos son los siguientes:

- Punto de Georreferencia: coordenadas asignadas que equivalen a lo mencionado por la localidad. Es necesario que este punto de Georreferencia contenga otros entidades adicionales a las coordenadas como el datum.
- Extensión: Es la longitud o distancia que hay en metros entre el punto de Georreferencia y el extremo de la entidad a georreferenciar.
- Incertidumbre: Es la representación en metros de la localidad bajo la cual se presume pudo haber sido colectado el espécimen.

En esta medida el método radio-punto es complementado ya que no hace referencia a una coordenada como lugar de la colección sino que además supone un área o radio asociado a la coordenada que representa el área bajo la cual pudo haber sido colectado el espécimen (Chapman y Wieczorek 2006). A este radio se le denomina incertidumbre. Esto significa que si las indicaciones del colector no son suficientes para precisar un punto exacto, se generará un área circundante al punto donde hay mayor probabilidad de haber sido colectado. Un ejemplo, para este método es la representación de la laguna de Tota si la localidad solo indica esta entidad. Para esto se debe tener en cuenta que la coordenada asignada es el centroide de la laguna, y la extensión es de 6300 m. Es decir que 6,3 km a la redonda del punto de Georreferencia (el centroide) existe la posibilidad de encontrar el espécimen es decir que es el área descrita en la localidad (Figura 6).

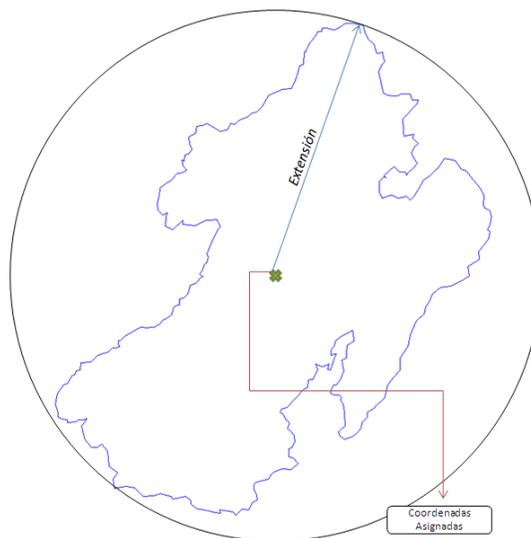


Figura 6. Método Radio-Punto

Para este caso particular, la incertidumbre es la misma extensión debido a que la longitud de la entidad coincide con el área bajo la cual se supone hubo colección. Sin embargo, para otras localidades el concepto de extensión difiere en gran medida de lo que representa la incertidumbre. Por ejemplo, las localidades que demarcan una trayectoria por una ruta con respecto a un punto como *kilómetro 12 de la vía que va desde Fosca a Gutiérrez*. Para este caso, la extensión de la localidad es de 6.600 m ya que ésta abarca desde el km 13 hasta Fosca; pero la incertidumbre es de apenas 1000 m, ya que el

colector hace referencia a que colectó el espécimen en el km 12, y para una cabecera municipal del tamaño de fosca se puede inferir que el error de la medición se encuentra en el rango de 1 km. De esta forma, se diferencian los conceptos mencionados.

Por otra parte, no todas las localidades son iguales, y cada localidad puede tener un proceso de Georreferenciación diferente. Por lo tanto, se recomienda, que para cada caso se haga una división consciente de las categorías que cada localidad tiene, como por ejemplo reconocer la calidad y la cantidad de elementos que ofrece ésta para la Georreferenciación. Esto conlleva a determinar que método específico y que pasos se pueden seguir para la actividad.

1.3. Representación de la Extensión

1.3.1. Concepto de Extensión

El concepto de Extensión está relacionado a la representación espacial del área descrita en la localidad. A diferencia de la representación de punto, la representación radio – punto define de dos formas la representación espacial, debido a que el lugar de colección se define como un lugar puntual, la localidad expresa en la mayoría de los casos un área en la que es posible encontrar el espécimen. Es decir, que la extensión se presenta como el área en la cual es posible encontrar el espécimen, en relación con el método poligonal. Chapman y Wieczorek describen a la localidad como "El Rango Geográfico, de magnitud, o de la distancia en la cual un lugar puede ser representado actualmente. Con un pueblo, la extensión es el polígono que compasa el área dentro de los límites del pueblo. En este documento, nosotros nos referimos usualmente a la extensión lineal - la distancia desde el centro geográfico al punto más lejano del lugar en la representación del (mismo)" (Chapman, A.D., Wieczorek ,J. 2006. IV)

Sin embargo, como Chapman y Wieczorek (2006), advierten, la extensión no solo se mide como un valor espacial adicional, sino que a su vez proponen medirla como una distancia, una longitud lineal, o como un radio, bajo el cual surge desde la coordenada asignada hasta los límites de la entidad mencionada en la localidad.

Dicha distancia medida como un radio, y no como un área presenta las siguientes ventajas:

- Es más fácil de medir que áreas compuestas por vértices;
- Es más rápido de medir que áreas compuestas por vértices;
- Es más eficiente en el tiempo de georreferenciación de registros;
- Solo requiere una medida de longitud, mientras no es necesario indicar vértices para la representación del mismo;
- En campo, es de mayor facilidad imaginar una distancia con respecto a un punto, que imaginar un valor situado por vértices.

1.3.2. Concepto de Incertidumbre

Aunque el concepto de incertidumbre suele estar muy asociado, y a veces confundido con el término de extensión, la incertidumbre se constituye como el área bajo la cual se desconoce la ubicación del registro, teniendo en cuenta, que a diferencia de la extensión, la incertidumbre no solo tiene en cuenta la extensión de la localidad sino que también abarca la precisión de la misma y su grado de error. Cullen y Frey, por su parte describen

la incertidumbre como: "(La) Medida de la insuficiencia del conocimiento del mismo, o la información de (la) cantidad desconocida del valor verdadero (en que) podría ser establecido si una medida perfecta del recurso estuviera disponible" (Cullen , y Frey 1999).

Chapman y Wieczorek "El valor numérico de un límite superior de la distancia desde las coordenadas de una localidad hasta el límite más extremo del área (frecuentemente un círculo) dentro del cual todo lo de la localidad descrita miente.". (2006) Esto significa que la incertidumbre es la propiedad de identificar el grado de "mentira" o de imprecisión en la descripción de una localidad. Un ejemplo de ello, es frecuente en las localidades en las que se hace una referencia general o "redondeo" de una cantidad numérica o de cantidad, por ejemplo, hacer referencia a una altitud exacta (2600 msnm) o a una distancia exacta (Kilómetro 9), implica wn la mayoría de los casos, que el colector hace una aproximación de la altura, distancia u otro punto del cual estaba realmente. Esto significa que en caso de que el colector haga aproximaciones en las estimaciones de su descripción del lugar en el cual se ubicó, la incertidumbre busca estimar ese grado de error o aproximación.

1.3.3. Importancia de la Incertidumbre

La incertidumbre es el parámetro que estima la calidad de una localidad por lo que entre mayor sea su valor Chapman y Wieczorek (2006), de igual forma menor será su calidad, recordemos que la relación entre la calidad de la localidad es inversa al aumento de la incertidumbre (Figura 7).

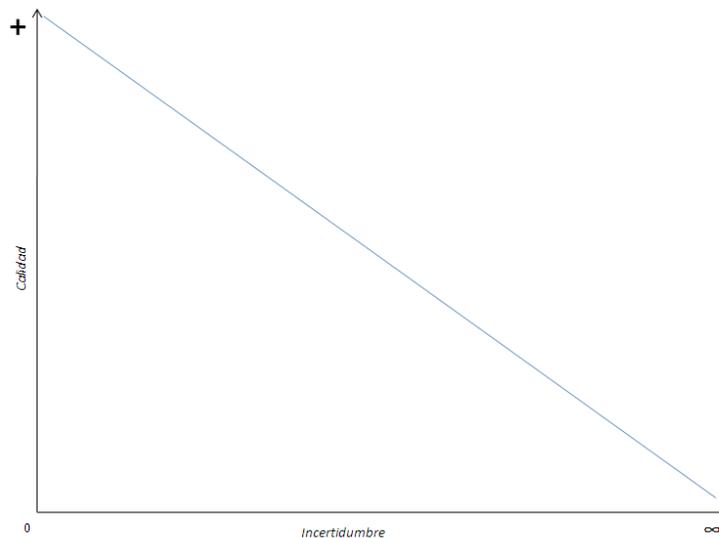


Figura 7. Calidad de una localidad Vs. Incertidumbre

Como se venía diciendo en algunas instituciones acompañan cada registro georreferenciado con un nivel de precisión asignado cualitativamente. En el método radio-punto se busca usar la incertidumbre porque tiene ventajas como las siguientes:

Gracias al concepto de incertidumbre se puede hacer modelos de distribución de datos y de esta manera, es posible hacer inferencias estadísticas en torno al control de los datos.

En la figura 20 es posible observar que la mayoría de los registros se concentran en rangos inferiores a 2,5 km de incertidumbre.

1.3.4. Diferencias entre Métodos

A pesar de que el método radio-punto genera una idea exagerada del área de la incertidumbre, ésta área no llega a exceder en demasía lo propuesto por el método de cuadrante y ofrece una mayor simplicidad comparado con éste último. De igual forma, es más inteligible para un colector en campo citar un radio con respecto a un punto que mencionar las 4 coordenadas de un cuadrante. Sin embargo, siempre debe estar presente, que el área con mayor similitud al área real de la localidad es el método de forma, mientras que en el método radio-punto y en el cuadrante se exagerará la incertidumbre de la localidad (Ver cuadro 1).

MÉTODO	INCERTIDUMBRE	% DE INCREMENTO CON RESPECTO A FORMA
Forma	56,1	
Cuadrante	117,3	209,09
Radio-punto	118,65	211,5

Cuadro 1. Diferencias de área entre los principales métodos de Georreferenciación. Ejemplo: Laguna de Tota.

Una de las principales críticas que se efectúan al método de radio-punto se debe a que la falta de rigurosidad con la morfología del espacio conlleva a cometer errores de interpretación, debido a que el radio mencionado por éste método cubre un área superior al hábitat de la especie. Un ejemplo claro de esta idea es la alusión a una localidad cuya descripción solo mencione al territorio continental de la República de Chile. Para este caso se debe observar que el punto de Georreferencia dista apenas unos 22,8 km de la frontera con Argentina. Este puede considerarse un grave error si se tiene en cuenta la dinámica geográfica y paisajística que posee el territorio chileno. Adicionalmente, otro error de gravedad consiste en el área mencionado por el método radio-punto y la realidad. Es decir, que mientras la República de Chile cuenta con 756.950 km² de área, el método radio-punto asigna a la localidad un área de 51'054.430 km². Esto significaría que según el método radio-punto el área de la localidad es 67,45 veces comparada con el área real, por lo tanto ese espécimen podría encontrarse en un área que corresponde a 67,45 veces el territorio de Chile. De igual forma, esta extensión también abarca la totalidad del territorio argentino, parte del Océano Pacífico y parte de la República de Bolivia y Paraguay (Ver Figura 8).



Figura 8. Críticas al Método Radio-Punto.

Con respecto a este orden de ideas, Wieczorek J. argumenta que para casos similares es recomendable que el colector tenga disponible la localidad del espécimen de manera que sea consciente que su búsqueda se refiere únicamente a los entes mencionados por la localidad. Esta aclaración es útil si tiene en cuenta localidades en las cuales la incertidumbre abarca altitudes no correspondientes a la mencionada. De esta manera, si la localidad hace referencia a rangos de altitud de 2500 a 3000 y la incertidumbre cubre altitudes de 2350 msnm el colector debe tener presente que a pesar de la incertidumbre su búsqueda debe limitarse a los valores de altitud citados en la localidad.

Por otra parte, Chapman y Wieczorek declara que por medio de la superposición es posible delimitar el área de colección, por lo que añade lo siguiente: "La introducción de polígonos permitirá, por ejemplo, recortar un círculo donde se superponen el océano y la información terrestre, de tal modo provee más precisión a la representación de la localidad" (2006; 23). Esto significa que si retomamos el ejemplo de Chile, cuando el colector desee hacer un análisis con base en las incertidumbres debe tomar un shapefile de la República de Chile y por medio de él recortar la parte de la localidad que corresponde al territorio continental.

1.3.5. Localidades Malas y Grados de Conflicto.

En los ejemplos anteriores se expuso como georreferenciar localidades simples. A grandes rasgos estas componen el mayor tipo de localidades a georreferenciar. Sin embargo, existen localidades que pueden tener otras características y permitir una buena georreferenciación y una mayor precisión. Pero de otro modo, hay localidades que no se pueden georreferenciar. A estas localidades se les conoce en la literatura como localidades malas. Un ejemplo de estas localidades malas es que se asigne un rumbo pero no una longitud (p.e. "al N de Guasca"), o una longitud pero sin rumbo (p.e. a 8 km

de Guasca). Para estos dos casos no hay suficiente información en la localidad para precisar un punto.

En la literatura también se habla de localidades malas cuando los entes no coinciden en un punto preciso. Es decir que la Georreferenciación depende de la triangulación de tres aristas bajo las cuales se precisará un punto, el cual significa el lugar en el cual una persona realizó la colección. Sin embargo, a pesar de que una persona no pueda coleccionar un espécimen en diferentes lugares al mismo tiempo tampoco es natural la heterogeneidad de algunas localidades al describir dos lugares de colección, disímiles entre sí. Un ejemplo de una localidad mala es “Laguna de Fúquene, Llanos del Meta” Esto significa que los entes no se encuentran alineados y no tiene una superposición satisfactoria o que los elementos que hacen parte de la localidad no tienen la compatibilidad espacial para definir un punto (Ver Figura 9).

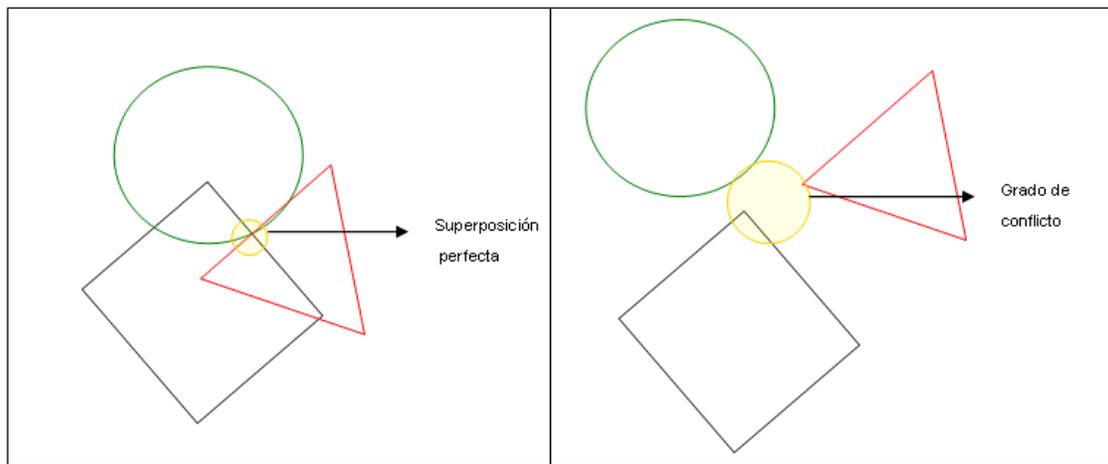


Figura 9. Esquema de Superposición y conflicto.

Debido a que las localidades resultan (en su mayoría) de la descripción no premeditada de la situación de colección de igual forma, existen diferentes tipos de localidades, por lo tanto, es de esperarse que no todas las localidades pueden considerarse igualmente buenas o igualmente malas. De este modo se concluye que si no existe una homogeneidad en cuanto a la imprecisión de estas localidades es posible pensar en la heterogeneidad de posibilidades que estas ofrecen para *rescatar* parte de la información espacial que dispone la localidad

De esta manera, se parte del fundamento en el cual hay localidades que a pesar de ser consideradas malas pueden señalar lugares óptimos para su Georreferenciación. Por el contrario hay localidades como la mencionada bajo las cuales el señalamiento de dos lugares disímiles entre sí descarta su Georreferenciación. Por ende la imprecisión de una localidad es gradual y no discreta y de ello depende que existan grados de imprecisión o de conflicto.

De acuerdo a esto, el grado de conflicto se define como el estado o medida en metros que hay entre las aristas de los entidades para que estos definan un lugar preciso. En el Instituto de Ciencias Naturales se especifican tres grados, son los siguientes: bajo, medio y alto.

Grado de Conflicto Bajo:

Es la distancia menor a 500 metros que hay en entidades que no presentan una intersección de sus aristas.

Grado de Conflicto Medio:

Es la distancia entre 500 y 1000 metros que hay en entidades que no presentan una intersección de sus aristas.

Grado de Conflicto Alto:

Es la distancia mayor a 1500 metros que hay en entidades que no presentan una intersección de sus aristas.

Como es posible evidenciar, la Georreferenciación de una localidad, cuyos entidades distan 500 m es infructuosa si se desea hacer un modelamiento espacial pero en la escala de un colector se puede considerar viable. Sin embargo para el conflicto alto no puede estimarse su Georreferenciación.

1.4. Sistema de Proyección y Datum

Para el desarrollo de este contrato se elaboró un inventario de los sistemas de proyección y los respectivos datum que mejor se ajusten a las necesidades de los usuarios. Esto significa que a pesar de que dentro de las políticas cartográficas del Instituto Alexander von Humboldt se encuentre el almacenamiento de información espacial en Magna Sirgas, y éste datum tenga mayor rigurosidad en el alcance de la precisión espacial, cabe destacar que el datum WGS84 por su carácter universal le permite tener mas fácil acceso a usuarios que no están familiarizados con la cartografía.

De igual manera, se considera, según los resultados, que pese a que el 49% de la información de la base de datos se encuentra en un nivel óptimo de calidad espacial esta precisión no es suficiente para considerar el cambio a otro datum. De igual forma, las instituciones ambientales podrán aprovechar las ventajas de información compatible con el resto del mundo y a la vez, lograr la conversión para sus propósitos específicos.

2. ACTIVIDADES

Para iniciar el proceso de georreferenciación, fue necesario tener en cuenta 3 elementos constitutivos que fueron fundamentales. Son los siguientes:

2.2.1. FASE 1. Componente Técnico

El componente técnico está conformado por los equipos y herramientas que permitieron ejecutar las acciones relativas al proceso. En él se inscriben los equipos de computación, GPS, entre otras herramientas. En el componente técnico se efectuaron todos los procedimientos de instalación de software, adecuación de sistemas de proyección, datum, entre otros.

En el proceso de ejecución del contrato, el componente técnico fue resuelto mediante el uso de las herramientas del contratista, que fueron adaptadas al desarrollo de las actividades del proyecto.

Dentro del componente técnico se establece los siguientes procesos:

2.2.1.1. Inventario de Software:

En el inventario de software se hizo una breve investigación donde se establecieron las ventajas de diferentes tipos de software SIG que permitieran el desarrollo eficaz del contrato.

Previo a la georreferenciación de registros biológicos en el desarrollo del proyecto, fue necesario georreferenciar la cartografía (formato .TIFF) y demás recursos. Para esto, se optó por utilizar un software SIG con la capacidad de realizar el procedimiento de georreferenciación adecuadamente. El software escogido fue GvSIG dada la confiabilidad y precisión.

De igual manera se utilizó el software SIG DIVA-GIS, el cual tiene la capacidad de relacionar los campos de una hoja de cálculo o base de datos y un archivo vectorial (shapefile) de manera que la revisión y verificación de información espacial resulte más eficiente.

Para el proceso de georreferenciación de la cartografía digital se utilizó el software GeoTrans.

El inventario de software se desarrolló previamente a la adquisición de la base de datos del contrato.

2.2.2. FASE 2 Componente Informativo

El componente informativo está constituido por los recursos que soportan la información. La componen la base de datos de los proyectos y los recursos cartográficos y espaciales que sirvieron para la identificación de la ubicación espacial de los registros.

Por su parte, la base de datos fue recibida el día 20 de noviembre de 2012, por lo cual, se identifica el contenido de la información, verificando que contenga la información espacial suficiente para iniciar el respectivo proceso de georreferenciación.

La información suficiente requerida para la georreferenciación está vinculada a la presentación de las entidades territoriales como departamento y municipio, pero sobretodo, la importancia de que los registros contengan la información descriptiva del lugar de colección (denominado localidad). De igual manera, la base de datos fue presentada con la respectiva información de altitud (mínima y máxima) e información de georreferencia original del registro (coordenadas de etiqueta).

Por parte del contratista una vez revisada la base de datos, se procedió a elaborar un mapa previo de la distribución de los registros de la base de datos por medio de la información contenida en los campos de Excel de las entidades territoriales.

Esto permitió identificar las áreas de mayor concentración de puntos, por lo que se establecieron las áreas de mayor confluencia de registros como prioritarias para adquirir cartografía de esas zonas.

Para el caso se obtuvo cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en escala 1:100.000 en formato PDF. Una vez obtenidas, se recortaron y se convirtieron a formato .TIFF por medio del software Photoshop.

Posteriormente, se digitaron en Excel los 117 vértices de las coordenadas planas de las planchas IGAC. Para utilizarlas en WGS84 se convirtieron las coordenadas planas a geográficas por medio del software GeoTrans.

Por último, se georreferenció cada imagen .TIFF en GvSIG donde a cada punto de control (que correspondía a cada vértice de las coordenadas planas de la plancha) se le asignó una de las coordenadas geográficas.

Este proceso se efectuó entre el 20 de noviembre de 2012 y el 9 de diciembre de 2012.

2.2.3. FASE 3 Proceso de Asignación de Coordenadas

Finalizados los procesos de preparación de materiales, recursos y equipos, se inició el procedimiento de edición en la base de datos. Para ello, fue importante esclarecer los conjuntos de datos que la integraran, para de esta forma identificar patrones de digitación de la información depositada ya su vez que facilitarían la tarea de verificación de la información. Para esto, se dividió la información en 5 conjuntos dentro de los cuales se encontraron coordenadas sexagesimales con formato sexagesimal (grados, minutos y segundos); sexagesimal con errores tipográficos; sexagesimales con formato decimal y coordenadas decimales.

Una vez se identificaron los conjuntos de datos, se dio inicio al proceso de verificación, siendo simultáneo con el proceso de corrección.

2.2.3.1. Registros con coordenadas

2.2.3.1.1. Verificación

De acuerdo al cronograma establecido, se programó como primer paso en el proceso de georreferenciación la revisión y correspondiente verificación de las coordenadas que presentaban coordenadas de etiqueta.

El primer conjunto de coordenadas a verificar fueron las coordenadas sexagesimales con formato sexagesimal, donde se tenía como propósito convertir las coordenadas sexagesimales en decimales, y posteriormente desplegarlas sobre la cartografía digital. Sin embargo, dada la diversidad de formatos presente en la base de datos para expresar la información espacial se optó por filtrar la información que contenía coordenadas sexagesimales en formato sexagesimal.

Posteriormente se hizo la conversión automáticamente de cada una de ellas hacia el formato decimal. Una vez desplegadas las coordenadas en la cartografía digital se evaluó cada registro en la cartografía disponible revisando que esta cumpliera con las condiciones mínimas que exige la metodología. Sin embargo, cabe destacar que muchas de esas coordenadas aunque efectivamente no coinciden con los parámetros técnicos del método si responden a una coherencia toponímica válida.

Para esto se copió el nombre de la localidad desde la tabla de atributos y buscó el respectivo registro en la base de datos. Continuando con el proceso, se señaló el datum WGS84 para todos los registros, se eligió este datum porque es el de mayor universalidad y permite a usuarios de todo el mundo manipular información espacial de una manera rápida y eficaz, teniendo en cuenta que la georreferenciación de información proporcionada por localidades no es suficientemente precisa para aprovechar el datum Magna-Sirgas. De igual manera, una vez se obtienen las coordenadas, se identifica la extensión de la localidad, como también el nivel de precisión, entre otros campos.

Una vez revisados las coordenadas sexagesimales en formato sexagesimal se elaboró un nuevo filtro con el objetivo de discriminar todos los registros que tenían coordenadas sexagesimales en formato sexagesimal pero que tenían errores de tipografía. Debido a la diversidad de combinaciones fue necesario emplear fórmulas y procedimientos individuales para identificar cada uno de los registros. Una vez completados se georreferenciaron.

El mayor contratiempo se identificó en la diferenciación de coordenadas que eran decimales y de otras que en apariencia siendo decimales tenían información sexagesimal. Para resolverlo fue necesario revisar cada una de las localidades sin utilizar ningún mecanismo de despliegue de información masivo en la cartografía digital.

Este proceso se desarrolló entre el 9 de diciembre y 31 de diciembre de 2012.

2.2.3.1.2. Reasignación

Una vez, revisadas y verificadas las coordenadas previamente presentadas en la base de datos que tenían coherencia toponímica se procedió a establecer la ubicación de los registros que no estaban suficientemente relacionados a la ubicación descrita en la localidad.

Para ello, una vez ubicadas las coordenadas de etiqueta, se realizó la búsqueda de los atributos descritos por la localidad en la cartografía digital.

Como se describió anteriormente, el proceso de reasignación fue simultáneo al de verificación, teniendo en cuenta que las coordenadas cuya georreferencia de etiqueta no tuviera coherencia espacial serían acompañadas de unas nuevas coordenadas georreferenciadas a partir de las herramientas y la metodología disponibles.

2.2.3.2. Registros sin coordenadas

Para desarrollar el proceso de asignación de coordenadas se hizo un nuevo filtro, esta vez con las localidades que no presentaban ninguna coordenada por lo que para este caso, se utilizó la lista de subtotales de mayor cantidad de localidades repetidas y se georreferenciaron una por una mediante el método radio-punto.

Para este caso se hizo uso de la herramienta "Localizador por Atributo" de GvSIG donde se señala el archivo vectorial de la división político administrativa y se escoge el municipio o departamento correspondiente. Paso seguido, se hace una nueva búsqueda a través de "Nomenclator" una herramienta de GvSIG que incorpora un gacetero que redefine las búsquedas más específicas. Una vez se han definido mejores niveles de zoom para proceder se despliegan los mapas, y se hace una identificación de los atributos descritos en la localidad. En este caso se hace referencia al método radio-punto y se procede según explica la metodología. Finalmente se digita la información de precisión y metainformación en la base de datos.

Posteriormente se georreferenciaron las localidades que tenían información de entidad territorial pero sin información de localidad. Es decir, contenían departamento y/o municipio pero no tenían información específica de la localidad. Para estos casos se indicaron como coordenadas el centro del municipio o departamento y la extensión de toda la entidad territorial.

Por último se georreferenciaron las localidades que se encontraban en estado de revisión, es decir, localidades cuya información no había sido encontrada y que en el estado final de proceso se inicia una nueva búsqueda para georreferenciarlas. La mitad de esta se georreferenciaron con óptimos niveles de precisión, sin embargo, algunas tuvieron que asignar con coordenadas aproximadas.

Durante el proceso se presentó un inconveniente de configuración regional puesto que en un proceso de reinstalación de Excel se hicieron cambios de la misma, motivo que afectó la coherencia de la información espacial.

Una vez georreferenciada la totalidad de los registros se desplegaron en DIVA-GIS, software SIG donde se puede evaluar fácilmente la correspondencia de la georreferenciación. Ante ello, se identificaron algunos registros con errores de georreferenciación por causa tipográfica.

Este proceso se desarrolló entre el 1 de enero y el 20 de enero de 2013.

3. CONCLUSIONES

- La georreferenciación de registros biológicos es una actividad que considera la interpretación de información descriptiva y subjetiva en un entorno objetivo. Sin embargo, la precisión de las coordenadas asignadas dependen del grado de certidumbre que la localidad pueda expresar.
- El método radio – punto permite visualizar oportunamente el grado de certidumbre o la extensión espacial que una localidad describe. De este modo, las localidades que carecen de información específica o que hacen relación a un área pueden relacionarse directamente con la extensión que el colector propone.
- El método radio – punto presenta insuficiencias en la determinación de extensiones de localidades con atributos difusos, por lo que presenta gran dificultad en el momento de consensuar las interpretaciones relacionadas a la descripción de un límite difuso y/o continuo.
- Los niveles de precisión sugeridos por SUA, S., MATEUS, R.D. y VARGAS, J.C. (2004) permiten acompañar efectivamente la información de georreferenciación, por lo cual genera un valor agregado respecto a otros métodos de georreferenciación carentes de metainformación relacionado al procedimiento y a la calidad de la misma.

4. RECOMENDACIONES

- Revisar la información depositada en entidades territoriales respecto a la hoja de cálculo suministrada, mediante la cual las entidades territoriales se ajusten a los parámetros oficiales.
- Tener en cuenta que las coordenadas sexagesimales presentadas en formato decimal pueden significar la pérdida de información espacial óptima, por lo que se sugiere revisar la base de datos fuente en caso de que sean utilizados datos de esa fuente respectiva.
- Se evidenció información ubicada en registros diferentes a los cuales corresponden, por lo que se sugiere revisar la veracidad de la información debido a que se presentan errores tipográficos y ortográficos.
- La georreferenciación es un proceso que busca acompañar las tareas de identificación de áreas propicias para la cobertura o distribución de especies concretas. Sin embargo, el proceso está permeado por la calidad tanto de las localidades, como de la cartografía utilizada, la interpretación del técnico de georreferenciación, por lo que es recomendable que una vez iniciado un proceso de modelamiento se revise la coherencia de la información presentada y se filtren los elementos que permitan tomar conclusiones más acertadas.
- Los procesos de georreferenciación permiten identificar la ubicación de información biológica eficazmente, además posibilitan el esclarecimiento de información geográfica poco específica, por cuanto facilitan el trabajo y la investigación de estudiantes e investigadores.
- Es recomendable siempre acompañar un proceso de georreferenciación con información que plasme la calidad y las herramientas que soportaron la actividad. El proceso de georreferenciación desarrollado únicamente con la asignación de

coordinadas es insuficiente y desestima la capacidad de los modelos de alcanzar un nivel óptimo de precisión.

- Las coordenadas e información suministrada en el presente contrato son una guía para facilitar la contextualización espacial de cada uno de los registros referidos, sin embargo, son los investigadores quienes pueden determinar la pertinencia de cada uno de esos datos con respecto al hábitat y a las condiciones ambientales relacionadas.
- La georreferenciación no debe entenderse como un proceso de sustitución con respecto a información espacial descrita originalmente en los registros biológicos, sino que es un procedimiento que busca facilitar y estandarizar la información espacial de los registros de biodiversidad a los respectivos usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

- BIOGEOMANCER Project. *What is the biogeomancer project?*. 2007. Disponible en [HTTP://WWW.BIOGEOMANCER.ORG/](http://www.biogeomancer.org/)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (Conabio). Manual de procedimientos para Georreferenciar localidades de colecciones biológicas. México. 2006
- CHAPMAN A.D. and J. Wieczorek (eds). Guide to best Practices for Georeferencing. Copenhagen: Global biodiversity Information Facility. 2006
- CRONE, G.R., Historia de los mapas. Fondo de Cultura Económica. Traducción de Luis Alaminos y Jorge Herrán de Campos. México. 1966
- DELGADO M, Ovidio. Debates sobre el espacio en la geografía contemporánea. Red de Estudios de Espacio y Territorio. Universidad Nacional de Colombia. Unibiblos. Bogotá DC. 2003.
- HILL, Linda L. (2006). Georeferencing. The MIT Press. ISBN 0-262-08354-6.
- IGAC. 2002. Atlas de Colombia. Bogotá D.C.
- IGAC. 1996. Diccionario Geográfico de Colombia. Tercera Edición. Bogotá D.C.
- JURAN, J.M. 1964. Managerial Breakthrough. New York. McGraw-Hill.
- HIJMANS, R., Guarino, L., Bussink, C., Mathur, P., Cruz, M., Barrantes, I., Rojas, E. Sistema de Información Geográfica para el Análisis de Datos de Distribución de Especies. Manual Versión 4. Enero de 2004.
- MAPSTEDI. Why georeference? A Guide to Georeferencing. 2003-2004 [University of Colorado Regents](http://mapstedi.colorado.edu/georeferencing.html). Disponible en: <http://mapstedi.colorado.edu/georeferencing.html> Última Actualización: 02/10/04
- PETERS, Arno. La Nueva Cartografía. Traducción de Paloma Fernández de la Hoz. Viceno vives Editorial. Barcelona, España. 1992
- SANTOS, M. Metamorfosis del espacio habitado. Traducción de Vargas López de Mesa, Gloria María. Revisión de Martínez Rigol, Sergi. Oikos Tau. Barcelona, España. 1995
- SANTOS, Milton. Técnica Espaço Tempo. Globalização e meio técnico-científico informacional
- 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 D.C. 69pg.
- THROWER, Norman. Maps and civilization. Cartography in cultura and society. Second Edition. The University of Chicago press. Chicago IL- London UK.1996
- WIECZOREK, J. 2001. MaNIS/HerpNet/ORNIS Georeferencing Guidelines. University of California, Berkeley: Museum of Vertebrate Zoology. Berkeley, CA. Disponible en: <http://manisnet.org/GeorefGuide.html>.
- WIECZOREK, J. 2002. *Manual for Georeferencing Calculator*. MaNIS/HerpNet/ORNIS. University of California, Berkeley: Museum of Vertebrate Zoology. Berkeley, CA. Disponible en: <http://manisnet.org/CoordCalcManual.html>

6.1. Materiales

- Software SIG: GvSIG, DIVA-GIS, Geotrans.
- Software otros usos: Excel, Word.
- Cartografía: Planchas topográficas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi escala 1:100.000. En formato PDF georreferenciadas en TIFF.
- Cartografía: Coberturas GEODIV del Instituto Geográfico Agustín Codazzi escala 1:500.000. En formato E00 convertidas en Shapefile.
- Cartografía: Gacetero digital, en formato shapefile NGA GEOnet Names Server.

6.2. Recursos

- Centro de Arqueología, historia y patrimonio HerenciaMIA. 2010-2013. Disponible en <http://www.herenciamia.org/ricaurte/items/show/73>
- Alcaldía del Municipio de Paipa. Disponible en <http://www.paipa-boyaca.gov.co/sitio.shtml?apc=msHist%F3ricos-1-&x=1364762>
- Portal Casa de Descanso. Disponible en <http://www.casadescanso.com/villadeleyva.htm>
- Centro Ambiental Chimayoy. Disponible en <http://centrochimayoy.jimdo.com/> de Parques Naturales. 2002-2008. Disponible en <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/php/decide.php?patron=02.010910> Fundación Natura Colombia. 2008. Disponible en <http://www.natura.org.co/general/reserva-biologica-del-encenillo.html>
- Alcaldía del Municipio de La Uvita. http://lauvita-boyaca.gov.co/apc-aa-files/30376334633332346134616663656561/MAPA_DIVISION_POLITICA_LA_UVITA.jpg
- Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. <http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>