

## METODOLOGÍA PARA LA GEORREFERENCIACIÓN DE ELEMENTOS EMISORES Y SU IMPLEMENTACIÓN A TRAVÉS DE UN SIG.

Methodological proposal for the georeferencing of elements issuers and its implementation through a GIS

Dayhann Araya Muñoz.  
Facultad de Recursos Naturales. Carrera de Geografía.  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile  
[dayhann@gmail.com](mailto:dayhann@gmail.com)

Recibido: 29-11-08. Aceptado: 27-03-2009.

**RESUMEN:** Actualmente la degradación ambiental es una problemática global que no se puede obviar, es por ello que muchas naciones se han dado a la tarea de contener y mitigar los efectos de ésta. El país inserto en la firma de acuerdos y tratados internacionales ha recogido esta inquietud, tomando medidas tendientes a mejorar las condiciones ambientales a nivel nacional. En este contexto surge el Registro Nacional de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), administrado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile (CONAMA), el cual busca generar un inventario de emisiones de sustancias químicas y el seguimiento de sustancias químicas peligrosas a lo largo de todo su ciclo de vida. La estandarización de la información proporciona la posibilidad de generar bases de datos con las estimaciones de emisiones a lo largo del país, lo cual permite entre otras: la creación de normativas sobre las líneas bases de emisiones, la verificación del cumplimiento de normas ambientales, la generación de planes de prevención y descontaminación, la aplicación de instrumentos económicos tales como: los bonos de carbono (locales como globales) y el fortalecimiento de la participación ciudadana. Pero la elaboración del RETC, es compleja y requiere de una importante cantidad de información proveniente de instituciones públicas o privadas que debe ser seleccionada, analizada, normalizada y posteriormente administrada de manera que la base de datos proporcione a nivel nacional información estandarizada, actualizada y confiable. En este sentido surge la necesidad de espacializar la información y cuantificar los efectos de los contaminantes en el territorio, logrando establecer el perfil de contaminación, las sustancias a las que se está expuesto y las medidas de su control, ofreciendo al gobierno y a la ciudadanía la posibilidad de tomar decisiones informadas con respecto a sus vidas en materia ambiental.

**Palabras claves:** Georreferenciación – SIG - Normas de Información Geográficas - Gestión Ambiental - (RETC) Registro Nacional de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

**ABSTRACT:** Nowadays, the environmental degradation is a global issue that can not be ignored, that is because many nations have been given the task of containing and mitigating the effects that the environmental degradation is doing to our planet. For this reason our country is inserted in international treaties, takes decisions to improve the environmental conditions at national level. In this context, is created the RETC "Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes" (National Register of Pollutant Release and Transfer) administered for CONAMA (National Commission national of the environment), this is an inventory of emissions of chemicals substances and monitoring of hazardous chemicals throughout their life cycle. This standardization of information gives the possibility to generate data bases with emission's estimations in the country, this permits the creation of regulations related to the Emission levels, verification of environmental regulations, the generation of preventing plans for contamination, the application of economic instruments such as Certified Emission Reductions (locals or global) and the strengthening of citizen participation. But the creation of RETC is a complex task that requires a significant amount of information from various institutions public or private, which must be analyzed, standardized and subsequently administrated, so that database provides a standard information, updated and reliable information at a national level. Here arises the need for spatialization the information to quantify the effects of pollutants in the territory, being able to establish the profile of pollution, substances that are exposed and the control measures, enabling the government and citizenship to make informed decisions regarding their lives on the environment issue.

**Key words:** Georeferencing – GIS - Geographic Information Standards - Environmental Management - Register National Pollutant Release and Transfer.

## INTRODUCCIÓN

Los datos del RETC requieren necesariamente de una expresión física o geográfica que los vincule con la realidad, ya sea regional o comunal, esto solo se logra con la localización de los elementos emisores en el espacio (establecimientos, industrias, chimeneas, ductos, puntos de descarga, entre otros); esta tarea se lleva a cabo para alimentar el Sistema de Información Geográfico Ambiental (Sinia Territorial), el cual almacena la localización de las actividades industriales y sus emisarios en todo Chile.

Para llevar a cabo el proceso georreferenciación de esta gran y compleja base de datos, de manera óptima, sin que se produzcan errores de localización e imprecisiones en las coordenadas, se requiere de un marco común para la georreferenciación de los inventarios de elementos emisores, esto se refiere a que todos los elementos posean las mismas características básicas de proyección, datum, escala, entre otras propiedades técnicas, que aseguren que la información sea homologable y puedan ser analizados y observados al unísono en un Sistema de Información Geográfico (SIG), proporcionando la posibilidad de hacer interactuar toda la información entre si y con otras capas de Información Geográfica (IG).

Todo esto se ve expresado en la búsqueda de métodos directos e indirectos de georreferenciación, los cuales abarcan desde la captura de puntos mediante GPS, hasta el uso de imágenes satelitales, indicadores geográficos, monitoreo satelital, cálculo de áreas de localización y maestros de calles; además del trabajo previo de estandarización de los catastros de coordenadas existentes y la exploración del marco legal que sustente la nueva base cartográfica.

La espacialización de la información del RETC en un SIG genera un sin número de beneficios: la optimización del período de búsqueda al localizar los elementos, ya sea por el nombre, código postal o dirección, comuna o región, permitiendo además la visualización de sus atributos; la mejora en la gestión de la información ya sea por parte de CONAMA o cualquier organismo institucional, los cuales pueden generar un infinito número de aplicaciones a través de los SIG: cálculo de áreas de propagación de sustancias químicas en suelos, establecer áreas de riesgo por dispersión de contaminantes atmosféricos, entre muchas otras. Al interactuar distintos tipos de información, se logra predecir escenarios futuros de riesgo para la salud de las personas y el ambiente, estableciendo el estado del sistema ambiental que puede ser prevenido. El SIG, además, favorece el rápido enlace de los datos con Internet por medio de servidores de mapas, situación que conlleva la apertura de este tipo de información a la población, proporcionando la posibilidad de conocer las plantas industriales ubicadas en las cercanías del hogar, escuela o centro de trabajo y el perfil de contaminación, las sustancias a las que se encuentra expuesta, las medidas de control que le permitan tomar decisiones informadas con respecto a sus vidas en materia ambiental, lo que favorece, además, su participación en la agenda ambiental nacional.

### **RETC: Registro de emisiones y transferencia de contaminantes en Chile.**

El RETC es básicamente una base de datos nacional que incorpora regularmente la información sobre las emisiones y transferencia al ambiente de sustancias químicas potencialmente perjudicial para la salud de las personas y del medio, incluyendo la naturaleza y cantidad de las emisiones o transferencias. La importancia de su aplicación se ve corroborada por la firma del Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos, que incorpora en los proyectos de cooperación ambiental, el desarrollo de un RETC en Chile.

Numerosas organizaciones internacionales apoyan la creación de RETC en países en vías de desarrollo "...El Instituto de las Naciones Unidas para la Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR), en cooperación con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE), la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI),..."<sup>1</sup>. Pero finalmente es la alianza con Canadá a través de la Comisión para la Cooperación Ambiental, la que establece las bases de investigación para la aplicación del RETC en Chile, revisando para ello, las experiencias internacionales de Canadá y México. (Último país que elaboró su RETC gracias a la cooperación internacional).

Las características de cada registro varían de un país a otro de acuerdo a la legislación ambiental vigente, las condiciones del medio y los acuerdos internacionales que deba cumplir, sin embargo, se consideran ciertos elementos básicos que abordar, según lo establece la CONAMA (2005): *Listado de*

---

<sup>1</sup> CONAMA, 2005, Propuesta Nacional de Implementación del Registro Nacional de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) en Chile, Gobierno de Chile, Santiago, Chile, Pág. 6.-

*sustancias químicas específicas. Identificación del establecimiento o fuente del contaminante. Datos que describen la naturaleza y cantidad de las sustancias químicas emitidas o transferencias.*

Toda la información sectorial nacional será estandarizada en un marco normativo (metodologías de estimación de emisiones a nivel nacional) y actualizada periódicamente, ésta posteriormente se lleva a un NODO CENTRAL que procesa la información disponible y que será conocida por el público en general a través de distintos medios, siendo el punto de encuentro para el sector público y privado la página Web [www.retc.cl](http://www.retc.cl), la que rescata los reportes de información actualizada, la declaración de las empresas, documentación técnica, planes de prevención, entre otra información.

Los registros de emisiones generalmente incluyen sustancias químicas emitidas o transferidas al medio aire, agua, suelo y, adicionalmente, las trasferencias de residuos. Para establecer el contenido de químicos en el RETC fue necesario abordar las experiencias internacionales y las características legales en materia ambiental en Chile. A partir de esto se originó un listado de 120 químicos y parámetros de origen múltiple, que incluye familias y grupos de sustancias inespecíficas generadas a partir de determinadas actividades. También se cuentan parámetros de tipo físico y de importancia bacteriológica en la contaminación por descargas líquidas.

Las sustancias definidas en el RETC deben ser reportadas por las fuentes sectoriales de información o bien por las empresas y se incorporan a la base de datos (BD) del RETC, la cual puede ser consultada por su localización geográfica, fuente, establecimiento industrial que la emite, en la página Web, o bien en reportes anuales preparados por el RETC. También contiene registro del establecimiento o fuente contaminante, con datos del declarante o generador, antecedentes referidos a la producción, combustible utilizado, declaración de emisiones atmosféricas, condición de operación de la fuente, régimen de operación, ciclos diarios, característica de la descarga de emisión, equipo de control asociado a la fuente, etc. La información permite generar un sistema de control que evalúa el cambio a nivel ambiental y alimenta el sistema de gestión.

### **Fuentes de información del RETC.**

La fuente de información del RETC es sectorial y su estadística anual incrementa la BD del NODO CENTRAL. Parte importante de ella proviene de encuestas, estimaciones de emisiones o de declaración de la empresa la cual se acoge a un formato estandarizado bajo normas internacionales. La base de datos intenta ser clara y fácil de utilizar porque posee distintos niveles de acceso dependiendo del tipo de usuario y de las acciones que se desee llevar a cabo. Por este motivo, la información declarada como privada por la empresa, tendrá un carácter de Nominada, mientras que otro segmento de ésta, será Innominada para el acceso público. Las fuentes de información se ilustran en el tabla 1 y en ellas destaca el INE a través de la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) y el MINSAL correspondiente a Fuentes Fijas Atmosféricas.

Tabla 1. Fuentes de Información del RETC.

Información Sectorial	
Organismo	Sistema de Información
Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR)	Sistema de Información Georreferenciada Ambiental Acuático, SIGAA
Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)	Sistemas de RILES Aguas Servidas
Servicios de Salud, Ministerio de Salud (MINSAL)	Fuentes Fijas Atmosféricas
Secretaría Interministerial de Planificación y Transporte (SECTRA)	Modelo de Transporte
Secretaría de Medio Ambiente y Territorio del MOP (SEMAT)	MODEM
Instituto Nacional de Estadísticas INE	Encuesta Nacional Industrial Anual, ENIA
CONAMAs regionales	Sistema de Administración de Inventarios de Emisiones, SAIE

<b>NODO CENTRAL RECT</b>
<b>CONAMA Nacional</b>

Fuente: Elaborado partir de La Propuesta Nacional de Implementación del RETC, CONAMA, Gobierno de Chile. Santiago, Chile. 2005.

El RETC reúne diversos tipos de información sobre contaminantes, declarados según sus características. Las fuentes fijas declaran anualmente, pero, el material particulado, algunas sustancias químicas, residuos líquidos, entre otros, requiere de mayor monitoreo, por ello la temporalidad en la información del RETC es muy variable, por lo que genera estadísticas anuales ponderadas. La información en la BD cubre fuentes móviles, puntuales y difusas de emisiones al aire, agua, suelo y residuos peligrosos transportados para su tratamiento o disposición final.

- Entre las fuentes puntuales se hallan industrias con sus chimeneas y sus emisarios que pueden ser georreferenciadas fácilmente y mantenidas en una base de datos que no presentan grandes cambios en el tiempo.
- Las fuentes móviles en su mayoría referidas a emisiones atmosféricas por vehículos, pueden ser monitoreadas a través de su ruta de desplazamiento asociada a distintos niveles de emisiones y traslados de residuos peligrosos.
- Las fuentes difusas incorporan sectores como la ganadería (uso de pesticidas) y líquidos percolados, asociadas a áreas más que a puntos y es posible georreferenciarlas, pero tienen un carácter temporal muy limitado y se requiere de mayores recursos para la actualización en la BD.

### **Características cartográficas.**

Para llevar a cabo el proceso de espacialización de la información es necesario considerar el sistema de coordenadas, la escala de representación, el uso de la cartografía digital y la normativa legal para la implementación del sistema.

A lo largo de los años han surgido varias proyecciones cartográficas. Sin lugar a dudas, elegir una óptima a los intereses del usuario, resulta complejo. Las proyecciones a lo largo del mundo, no son comparables y no calzan, impidiendo, en muchos casos, contrastar información de forma precisa. Los métodos de conversión de proyecciones son complejos y muchas veces inexactos si el usuario no los maneja. Actualmente se busca unificar la cartografía a nivel mundial a través de la Asociación Internacional de Geodesia que propone la proyección Universal Transversal Mercator (UTM).

El sistema oficial para la representación y el cálculo de coordenadas en Chile, es el sistema de coordenadas UTM, retícula comúnmente utilizada, junto con la proyección en que se basa, coordenadas cartesianas que permiten por medio de la dirección y distancia establecer la localización de un punto, a través de la malla coordenada. Al respecto, Rovinson et al. (1987, pp. 69), establecen lo siguiente: *“En este sistema de cuadrícula, la superficie terrestre comprendidas entre latitudes 84° N y 80° S ha sido dividida en columnas Norte-Sur de un ancho de 6° de longitud, llamadas zonas. Se enumeran de 1 a 60 hacia el Este empezando en el meridiano 180°. Cada columna es dividida en cuadriláteros de una altura de 8° de latitud. Las hileras de cuadriláteros tienen asignadas letras consecutivas de la C a la X (omitiendo la I y la O), empezando en los 80° de latitud Sur...Cada cuadrilátero tiene asignado una combinación número-letra. Como siempre, una red de referencia se lee hacia arriba y hacia la derecha. Cada cuadrilátero es dividido en cuadrados de 100.000 Mtrs. designados mediante un sistema de combinación de letras”.*

*“Dentro de cada zona, el meridiano central de la zona toma un valor de 500.000 Mtrs Este. El Ecuador, es asignado como teniendo un valor de 0 Mtrs Norte para el hemisferio Norte, y un valor arbitrario de 10 millones de Mtrs Norte para el hemisferio Sur. Para la red UTM, es empleada la Proyección Transversal Mercator”, “por lo que a lo largo de cualquier línea Norte-Sur de la cuadrícula (solo la línea central de la cuadrícula de cada zona es un meridiano)...”*

Se debe tener en consideración que la cuadrícula UTM no concuerda con las coordenadas geográficas de latitud y longitud, y en la medida que se crece en latitud, éstas aumentan sus diferencias.

La cartografía oficial en Chile generada por el Instituto Geográfico Militar (IGM), incluye la relación entre los Nortes Geográficos, UTM y Magnético, además de la información del ángulo de convergencia (ángulo que se forma entre la cuadrícula UTM y el Geográfico) y la declinación magnética (relación entre el Norte Magnético y el Norte Geográfico que varía en el tiempo).

### **Cartografía Digital.**

Los recursos tecnológicos han permitido grandes avances en la creación y disponibilidad de cartografía digital de gran calidad, beneficiada por la necesidad de representar actualizadamente, fenómenos antrópicos o naturales.

Existen muchas ofertas de software, para la creación o manipulación de cartografía en conjunto con una BD. Entre éstos, en el nivel más avanzado, están los SIG, que incluyen topología de los elementos y sus características geométricas. Este tipo de cartografía suele ser más amigable con el usuario y flexible pudiéndose realizar análisis de problemas complejos de forma rápida.

La transformación de cartografía analógica a digital o la creación de la misma, puede ser realizada manualmente o automáticamente, registrando los datos de forma vectorial o raster, la primera, se refiere a datos rectilíneos, con fronteras bien definidas, el segundo, se construye a través de filas y columnas y poseen una frontera poco definida, cada una de las celdas tiene información asociada. Lo importante a tener en cuenta, es el uso adecuado de las bases de información, éstas deben ser almacenadas de forma adecuada y estructuradas de acuerdo al tipo de cartografía que se desee. El real valor de este tipo de cartografía es que posee información inserta en su BD la cual puede ser rápidamente actualizada, analizada, interpretada o transmitida.

La realización de este tipo de cartografía requiere, de un proceso esquematizado en su generación, así lo establece Rovinson (1987, pp.78): *“Captura de datos: se trata de transformar los datos disponibles a un formato idóneo para el tratamiento automático. En esta fase del proceso es fácil cometer errores, lo que provoca una disminución en el valor de los datos. Es, por tanto, necesario establecer un procedimiento de detección y corrección de de tales errores, denominado edición de datos y que generalmente se considera como parte integrante del proceso de digitalización. Proceso de datos: esta fase comprende todas las operaciones realizadas, desde la salida de datos del digitalizador o cualquier otro instrumento de captura, hasta la introducción de los mismos en el sistema de representación gráfica. Las operaciones realizadas con los datos dependen, lógicamente, del propósito de la cartografía y de la forma con la que se quiere representar el resultado. Las opciones son variadas: seleccionar y ampliar una cierta parte del mapa, clasificar el territorio, generar modelos digitales de terreno, obtener mapas de distancia, etc. Representación de los datos: el sistema de representación empleado vendrá condicionado por el tipo de dato que se haya manipulado en la fase anterior... Almacenamiento de datos: proceso que permite asegurar que los datos podrán ser empleados en usos posteriores, ya sea la revisión del mapa actual o la generación de un mapa completamente nuevo...”*

### **Marco Legal de la Cartografía en Chile.**

En la actualidad el traspaso de la información territorial es algo muy usual, por ello se espera que la calidad de la misma sea la óptima. Se han tomado medidas tendientes a la normalización de la información a nivel mundial mediante la aplicación de las normas ISO, TC 211<sup>2</sup> 19100<sup>3</sup> que se refieren a la calidad de la IG, estableciendo claramente qué se representa y cómo se representa. Existen varios estándares que se refieren a la IG en el mundo, pero entre éstos, se destacan las normas ISO 19100 las cuales contemplan la calidad en la generación y traspaso de la IG. Ellas son: • ISO 19105: Conformidad y pruebas. • ISO 19107: Esquemas espaciales. • ISO 19108: Esquemas Temporales. • ISO 19109: Normas para la Aplicación Schema. • ISO 19110: Presentar metodología de catalogación. ISO 19111: Referencia espacial por medio de coordenadas • ISO 19112: Geographic Information-Spatial referencing by Geographic Identifiers • ISO 19113: Principios de Calidad • ISO 19115: Metadatos • ISO 19119: Servicios

<sup>2</sup> Comité Técnico 211, en ISO. Se encarga de la normalización en el tema de la Información Geográfica. <http://www.isotc211.org>

<sup>3</sup> International Standardization Organization. <http://www.iso.ch/>

• ISO 19123: Las coberturas de esquemas • ISO 19128: Web Map Service • ISO 19136: Geography Markup Language • ISO 19139: Metadatos - esquema XML aplicación<sup>4</sup>

Las tres instituciones reconocidas por su labor en la generación de este tipo de estándares en el campo de la IG, son: Organización Mundial de Normas (International Standards Organization) ISO; Comité Federal de Datos Geográficos (Federal Geographic Data Committee) FGDC; Comité para un Sistema de Información Geográfico Abierto (Open Geospatial Consortium) OGC.<sup>5</sup>

No todas las normas anteriormente descritas han sido asumidas en Chile. El proceso de normalización de la IG ha comenzado hace muy poco en el país. Actualmente el Gobierno de Chile a través del Ministerio de Bienes Nacionales, definió la Política para la Gestión de la Información Territorial en el año 2006, con la creación del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT), que intenta gestionar y administrar este tipo de información, dando respuesta a la demanda de información territorial, gestionando las descoordinaciones y disparidades en la creación, manejo, administración y uso de la información territorial.

La única norma que actualmente es operativa para la mayoría de las instituciones Chilenas es la ISO 9001 que se refiere a la gestión de la calidad de los procesos productivos y de gestión, aunque su aplicación es un real aporte, no está orientada a la estandarización en los campos de la IG como las normas ISO 19100. Finalmente las normas que han sido estudiadas para posteriormente ser aplicadas en Chile son, las ISO 19104, 19111, 19112, 19113, 19114, 19115, 19120, 19121, 19126, 19136<sup>6</sup>.

Las normas 19113 y 19114 establecen los principios para la organización, descripción y calidad de los datos geográficos y especifican los componentes de información para la presentación de informes y calidad del producto cartográfico en precisión posicional, temática temporal, coherencia lógica y complejión.

La norma ISO 19115, metadatos, surge debido a la gran disponibilidad de información espacial en la red que conlleva cuestionamientos sobre su calidad. Se origina la necesidad de registrar campos básicos de información, con lenguaje amistoso que facilita al usuario documentar y localizar conjuntos de datos de diversa índole en una organización, catálogo de servicios, centros u otras fuentes externas facilitando la interpretación y uso de la información.

Los metadatos están organizados en paquetes UML (packages). Cada paquete contiene una o más entidades que pueden ser descritas con detalle o en general. Las entidades contienen elementos, que identifican unidades discretas de metadatos y pueden estar relacionadas con una o más entidades. Los elementos que forman las entidades pueden ser obligatorios u opcionales.

Los beneficios de la utilización de los metadatos son los siguientes: Proporciona a los productores, la información necesaria para describir correctamente sus datos. Facilita la organización y mantenimiento de los metadatos de datos geográficos. Permite a los usuarios utilizar los datos geográficos de forma eficiente, debido a que se conocen sus características básicas. Facilita el descubrimiento, la recuperación y la reutilización de los datos. A los usuarios les será más fácil localizar, acceder, evaluar, traspasar, comprar y utilizar los datos. Permiten conocer si los datos son o no útiles a los usuarios, disminuyendo los periodos de búsqueda.

## **Análisis Espacial.**

El análisis espacial "Es la denominación empleada para referirse a un amplio conjunto de procedimientos de estudio de los datos geográficos en las que se considera de alguna manera sus características espaciales."(Gámir, 1995, pp.9). Engloba un conjunto de técnicas basadas en la localización de los elementos o hechos geográficos que se analizan, requiriendo acceso directo al

---

<sup>4</sup> <http://www.iso.org>

<sup>5</sup> [http://www.snit.cl/normas\\_estandares\\_int.aspx](http://www.snit.cl/normas_estandares_int.aspx)

<sup>6</sup> Avances del Grupo de Trabajo Estándares de Información Territorial del SNIT, Estandarización de Procesos de Datos Geoespaciales, [www.snit.cl](http://www.snit.cl)

componente localizacional y temático de la información. Abarca desde una simple consulta de localización hasta complejos resultados estadísticos.

El procesamiento, captación, gestión, análisis y representación de la información se realiza a través de los SIG, que permiten representar la realidad y dar paso al análisis para el desarrollo de posibles soluciones a los problemas planteados. Desde su aparición hace tres décadas atrás en Canadá, cuando se establece un banco de datos territorial para la gestión de los recursos naturales, de una gran área forestal, denominada Canadian Geographic Information System (CGIS), se ha logrado un gran avance en la manipulación de la información espacial.

Existen bastantes definiciones para un SIG, las cuales reúne Gámir (1995, pp.252). Desde una perspectiva funcional estructural: "Conjunto de operadores que manipulan una base de datos espacial. El SIG, es un soporte entre el "mundo real" y el usuario." (Guevara, 1983). "Un SIG es un sistema informatizado de propósito general, para el manejo de (captación, almacenamiento, consulta, análisis y representación) de la información localizada geográficamente." (Rhind, 1981). Definiciones basadas en sus aplicaciones y objetivos: "*Sistema de información asistido por computador para la captura, y presentación de la información espacial dentro de una organización, con función de servir de soporte racionalizados a la toma de dediciones.*" (Boaerts, 1989). "*la mejor definición de un SIG, es la de un sistema que utiliza una base de datos espacial para proporcionar respuestas a consultas de naturaleza geográfica. El SIG, genérico puede entenderse como un número de rutinas espaciales específicas, construidas sobre un sistema de gestión de bancos de datos relacional.*" (Goodchild, 1985)

El éxito en la aplicación de los SIG, se encuentra en la capacidad del operador, de interpretar los fenómenos espaciales e identificar las variables que sean adecuadas, la observación requiere a lo menos de tres perspectivas: la lógica formal, a través de las matemáticas, del tiempo y del espacio.

El SIG muestra una representación de la realidad. En sus comienzos ofrecía respuesta simplificadas a preguntas complejas hoy, ofrece distintos niveles de dificultad en sus respuestas. En su análisis es clave tener claro lo que se requiere de él, "*¿Cómo se comporta una variable geográfica?, ¿Significa algo el tipo de distribución espacial obtenida por una variable?, ¿Es una significación real o el resultado a sido aleatorio?, ¿Cuál podrá ser la causa de un determinado modelo de distribución espacial?, ¿Pueden modelarse o predecirse las distribuciones espaciales?*" (Gámir, 1995, pp.301)

### **Base de Datos Espaciales (BD)**

El sistema de administración de las BD o Spatial Database, es la herramienta de manejo de los datos existentes en el espacio. Este espacio definirá la localización y la relación entre elementos, como se mencionó anteriormente. La BD constituye la pieza fundamental en el SIG, entregándole el peso al instrumento, mediante la inteligencia en la información que posee. La construcción de la misma es, por lo general, la que absorbe más tiempo y recursos económicos. La creación de un SIG, su continua actualización o su nivel de integración con otras bases de datos es lo que asegura el éxito del sistema. El análisis de la información ocupa el nivel jerárquico superior dentro de las funciones llevadas a cabo en un SIG. (Captación, gestión y análisis). Por este motivo, disponer de una base de datos con información exacta y precisa, que sea operativa y significativa con los objetivos marcados es indispensable.

Existen diversos formatos de bases de datos según las necesidades del cliente, las cuales están construidas para ser consultadas, esto se debe a algoritmos y algebra relacional, que permiten calcular las respuestas que poseen diversos niveles de complejidad. Existen categorías de consultas, relacionadas a: Propiedades espaciales. Ejemplo: "Traer todos los pueblos que son cruzados por el río Rapel". Propiedades no espaciales. Ejemplo: "Cuántas personas viven en Valdivia". Combinación de propiedades espaciales y no espaciales. Ej.: "Traer todos los vecinos de un cuadra localizada en Los Ángeles"

### **Estructura de Base de Datos.**

Existen conceptos que deben ser manejados por la base de datos ejemplos: *Entidad Geográfica u objeto cartográfico, es la imagen digital de una unidad geográfica individualizada que puede extenderse*

sin limitaciones de dominio por todo el terreno a cartografiar. A su vez, puede ser: Puntual, lineal o superficial. Nodo: es el punto de discontinuidad en un objeto cartográfico lineal, que origina la partición de éste en tramos. Tramo: es la unidad homogénea y continua de información geográfica lineal dentro de un objeto cartográfico, limitada por dos nodos consecutivos. Atributo: son características cualitativas y cuantitativas que pueden referirse a las entidades o a sus tramos. Relaciones Topológicas: de vecindad de áreas o tramos bordes y tramos cerrados áreas (recintos), además de las existentes entre tramos y entre puntos y tramos definidos por los nodos. Descripción Geométrica: en dos o tres dimensiones de la información geográfica recogida a nivel de tramo lineal. Mallas Regulares de valores escalares: constituye el sistema habitualmente utilizado para presentar los modelos digitales del terreno. (Berríos Mena, 1992, pp.134)

Las BD deben ser elaboradas de manera que puedan relacionarse con otras BD, es por ello que se construyen identificadores en común que permiten generar la interconexión entre las mismas, para esto se debe presentar las tablas ordenadas de forma tabular de manera que dos BD con columnas comunes puedan relacionarse, asociando también datos no comunes entre tablas. Debido a lo anterior, la codificación entre ellas es de gran importancia. Cada elemento posee atributos que lo complementan, que deben ser capaces de entender las relaciones jerárquicas y topológicas entre sus diferentes sujetos.

Por último, el control y fiscalización de la información es clave, por ello, se deben chequear los siguientes puntos: *“Validación de los datos en cuanto a su consistencia relativa a una serie de normas sobre formatos, codificaciones, etc. Comprobación de la correcta codificación de cada uno de los elementos, no admitiendo indeterminaciones en los datos. Comprobación de uniones e intersecciones de los tramos que conforman las distintas entidades. Comprobación de exigencias geométricas específicas de los métodos de numeración empleados. Comprobación de la consistencia en la formación de entidades lineales. Comprobación de la existencia en la formación de entidades superficiales, y por tanto del cierre topológico de todos y cada uno de los polígonos formados. Comprobación del posicionamiento referencial de áreas colindantes en cuanto a la línea que define el límite entre ambas y en cuanto a las entidades que rebasan dicho límite. Comprobación y, en su caso, resolución de la asociación efectiva entre las claves de los datos gráficos y alfanuméricos”* (Berríos Mena, 1992, pp.141)

## **Geocoding.**

La geocodificación o asignación de códigos geográficos, es un proceso de aplicación de algún tipo de referencia geográfica, como la dirección de una casa en su formato más común, coordenadas o bien la ubicación descriptiva, tales como los códigos postales o censales, los cuales permiten distinguir a un lugar. Existen numerosos métodos y herramientas para la asignación de códigos geográficos, pero la mayoría de ellos se basan en información cartográfica que posee una base de datos con la dirección de los elementos, debido a que a diferencia de otros métodos de localización, es más universal y relativamente fácil de entender reduciendo los tiempos de búsqueda. *“An address is simply a method used to describe a location. Unlike a coordinate value, an address describes how to reference a location based on existing features in your GIS database”* (ESRI, 2004, pp.35)

La asignación de una dirección a un punto específico de ubicación en el mapa a través de un código geográfico, permite una serie de aplicaciones imposibles, como la gestión de clientes, realización de negocios de empresas, análisis de datos privados o públicos, seguridad (MSAG 911), entre otras muchas utilidades, realizando de manera sencilla la búsqueda de información y patrones a través de distintas herramientas de software. Para que el resultado sea óptimo, se requiere que la calidad de las direcciones sea apropiada; calles con nombres repetidos, numeraciones saltadas, o que no establecen claramente la numeración par o impar por frente de manzana, causan problemas al momento de generar la interpolación, es por ello que en algunos países se ha dado paso al proceso de normalización de las direcciones tomando en consideración su importancia. Por este motivo, se disponen en un único formato, el cual está compuesto por, la dirección de la casa, edificio o lugar, dirección de la calle (direcciones cardinales), nombre de la calle, ciudad, código postal, entre otras. Otro factor a tener en cuenta es la estandarización de la información en su forma (tipo de letra, mayúscula). A continuación observamos un ejemplo de formato de dirección.



Tabla 2. Formato de Dirección.

26376	W	ROSAS	AVE	SAN CARLOS	SAN CARLOS	VII	92391
NÚMERO DE CASA	DIRECCIÓN DE LA CALLE	NOMBRE DE LA CALLE	TIPO DE CALLE	CIUDAD	COMUNA	REGIÓN	CÓDIGO POSTAL

Fuente: Elaboración propia a partir de Geocoding in Arc Gis 9, ESRI, 2004, Pág. 30.-

En los métodos de IG, existen dos maneras de obtener la localización de una dirección a través de un software, una de ellas se realiza a través de un algoritmo que calcula la posible posición de una dirección sin poseer mucha información y, la segunda, entrega la localización por medio de directorios de calles actualizados.

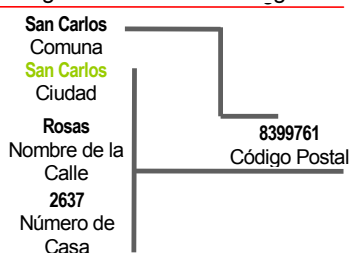
$\frac{Dir*100}{Alt.W.Izq - Alt.W.Der}$

En el primer caso se calcula una determinada ubicación a través de un algoritmo sencillo que identifica el material de referencia, el nombre de la calle, la numeración del comienzo y del fin de ambos lados de las calles en una cuadra, dos puntos que se reconocen como equidistantes, interpolando posibles resultados, situación que permite establecer la dirección de aumento en la numeración y el lado opuesto de la calle par e impar. Por medio de esta información se dispone la localización exacta de un establecimiento y sus coordenadas. El segundo caso atiende a directorios de calles o bien cartografía geocodificada muy completa que posee bases de datos actualizados, con todas las direcciones que contienen un frente de manzana, que permiten establecer la localización de una dirección específica.

También puede suceder que teniendo el directorio, sea otro el proceso de búsqueda de lugares, sobre la base de los atributos que caen fuera de la dirección. Por ejemplo, es posible que tenga que buscar una zona particular o un código postal o censo. Si lo desea, puede realizar una búsqueda basada en el nombre del lugar, como un centro comercial. Los elementos descriptivos acerca del lugar pueden tener una variedad de formas.

El código postal es una serie de números que se asigna a un frente de manzana el cual permite identificar una dirección. (Figura 1)

Fig. 1. Formato del Código Postal.



Cada país organiza su código postal de acuerdo a las características de sus direcciones y al estado en que se encuentran. El caso chileno comprende un código diseñado bajo la base de 7 dígitos, el cual permite identificar y ubicar una determinada área geográfica. Este sistema no identifica direcciones particulares, motivo por el cual todas las casas de un lado de la misma cuadra comparten código postal. En promedio, un código postal agrupa 20 direcciones.

Los elementos de la estructura de una dirección, deben ser estandarizados para lograr construir un código postal. Para ello, se identifican factores en común en las direcciones, tales como: Calle, Avenida, Callejón, Pasaje, Edificio, Cuidad, Provincia y Región, entre otros. Estos elementos se codifican de manera que sean rápidamente identificados al interior de una dirección. Posteriormente se organizan en distintas columnas y se comparan con las bases de datos. Por ejemplo, si la dirección de un establecimiento es "Rosas N° 26376 San Carlos, Concepción", se identifica primero la comuna y se concluye con el frente de manzana, así los 3 primeros dígitos corresponden a los datos de la comuna y los 4 siguientes, a la búsqueda del frente de manzana a través de los datos de la ciudad, calle y el

número de la vivienda, frente de manzana. El código está asociado a los sectores de distribución de correspondencia.

El mecanismo de identificación debe ser lo suficientemente amplio como para identificar, direcciones escritas a mano o impresas, errores ortográficos entre otras, es por ello que cada vez que ingresa una nueva dirección es normalizada de manera automática y validada. El proceso de validación no es más que la comparación de la dirección con el Maestro de Calles, Maestro de Rango de Alturas, o Maestro de Direcciones, en donde se valida ya sea por la comparación con rangos de altura o bien por la dirección exacta. Posterior a esta tarea, se asigna el código postal y puede ser despachada la correspondencia.

### **Georreferenciación de los inventarios de emisiones.**

Para implementar la plataforma SIG o cartográfica del RETC en Chile, fue necesario estudiar numerosos casos internacionales tales como el programa Toxic Release Inventory (TRI) de Estados Unidos, National Pollutant Release Inventory (NPRI) de Canadá, National Pollutant Inventory (NPI) de Australia, entre otros. En ellos se reconoce la forma de administrar, la calidad, la estandarización del proceso de georreferenciación y la generación de una metodología para el manejo de la información extremadamente variada en Chile.

La información se divide en dos, aquella que tiene un catastro previo de coordenadas a disposición del RETC entregada voluntariamente por las empresas o bien catastradas por algunas de las fuentes de información sectorial, y otra, que no tiene ningún tipo de coordenada. En el primer caso se hace necesario llevar a cabo el proceso de normalización y, en el segundo, se requiere buscar distintos métodos y herramientas que permitan llevar a cabo la georreferenciación ya sea directa o indirecta.

Para que la información sea homologable se requiere de aspectos técnicos comunes, por este motivo, se define la aplicación de un protocolo de levantamiento conforme la política del gobierno: DATUM WGS84 UTM huso único 19 escala de expansión máxima 1:20.000 teniendo en consideración el traspaso de coordenadas en la zona austral del huso 18 al 19.

### **Georreferenciación de emisores a través de coordenadas conocidas.**

Cuando existe un catastro de coordenadas a disposición del RETC, ya sea entregado voluntariamente por las empresas o bien catastrado por algunas de las fuentes de información sectorial, está la posibilidad que la calidad no sea adecuada, o no cumpla con los requerimientos de las bases de datos ya existentes, o bien, halla duplicación de coordenadas (un establecimiento posee más de una coordenada proveniente de distintas fuentes de información sectorial), ello requiere revisión sea automática o manual de los catastros, para luego normalizar las coordenadas y dar paso a la espacialización de las bases de datos a través del SIG del RETC.

La tarea de normalización de catastros de coordenadas de establecimientos se lleva a cabo cuando exista: diferencia de proyección, diferencia de DATUM, duplicación de coordenadas por establecimiento, sospecha sobre la calidad de la misma (en el origen y levantamiento) y, sospecha de errores de localización.

Para conocer la calidad de las coordenadas es necesario contar con el METADATA de los catastros que indique las características del mismo, la fuente de origen, la fecha de creación, la proyección, el datum y observaciones. Es muy común que las coordenadas sean proyectadas, por lo que es necesario, conocer la manera en que se llevó a cabo. De no existir esa información, se dificulta su utilización y la normalización de las coordenadas conforme la Norma ISO 19100, aludida anteriormente.

Actualmente numerosa información cartográfica posee características técnicas distintas. Es el caso de algunos datos sectoriales que presentan información en coordenadas geográficas, ejemplos, son el SISS y el SIGAA (Tabla 1), cuyas coordenadas deben ser transformadas a la proyección UTM y al DATUM WGS84. Los datos se llevan a una tabla de coordenadas la cual será asociada a través del software ARC GIS, a un elemento físico un "punto", de manera que cada emisario esté representado. (Fig.

2)

Fig. 2. Base de datos SIGAA.

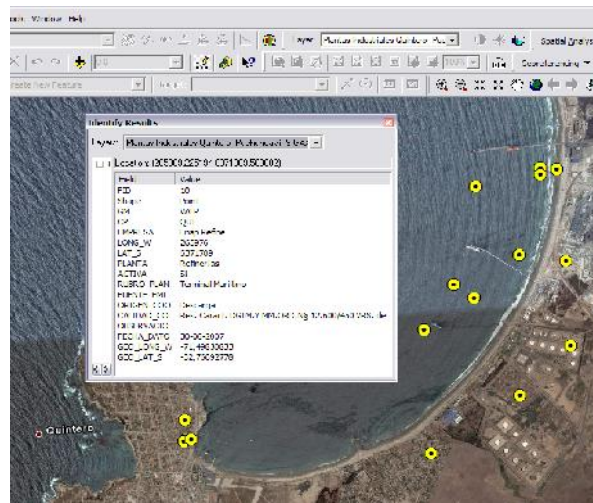
D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Planta	Activa	Rubro Planta SPIMAA	Fuente Emisora	Long_W	Lat_S	Origen_Coord	Res. Caract. DGTM Y MM ORD N° 12 600/405 de 06.04.2006	Observaciones
2	Quintero	Si	Termoeléctrica	-	-71.4845917	-32.7508028	Descarga 1	Aprox. de Google Earth	
3	Quintero	Si	Termoeléctrica	Si	-71.4827528	-32.7510444	Planta	Res. Caract. DGTM Y MM ORD N° 12 600/405 de 06.04.2006	
4	Quintero	Si	Termoeléctrica	-	-71.484675	-32.7514944	Descarga 2	Aprox. de Google Earth	
5	Hotel División	Si	Otros	-	-71.4431861	-32.6504222	Descarga	Res. Caract. DGTM Y MM ORD N° 12 600/593 VRS. de 18.05.2006	Hotel con descarga de aguas servidas en la orilla
6	Ventanas	Si	Minera	Si	-71.4819917	-32.7602472	Planta	Formulario Monitoreo Autocontrol completado por la empresa en 2006	Ex Fundición y Refinería Ventanas. Ex Enami División Ventanas
7	Ventanas	Si	Minera	-	-71.4872556	-32.7595556	Emisario	Aprox. de Google Earth	Puerto con transferencia de graneles líquidos y sólidos
8	Ventanas	Si	Puerto	No	-71.4920528	-32.7525389	Planta	Aprox. de Google Earth	

Para que el proceso de conversión a los parámetros establecidos previamente sea óptimo, se deben respetar: Las propiedades de la cartografía deben cumplir con la normativa acerca de su calidad, para ello se define el Shape de Localización de Emisores en la proyección UTM y el datum de WGS84. En la creación del Shape se debe establecer sus propiedades o bien éstas pueden ser asumidas de un elemento creado correctamente desde programas como ARC GIS. Obtenidas las coordenadas deben corroborarse en ortofotos o fotografías satelitales ortorectificadas que permitan determinar si la localización de las coordenadas es la correcta. (Fig. 3)  
 Procedimiento: Revisión, Corrección, Transformación, Estandarización, Reingreso, Espacialización.

Fig. 3. Traspaso de coordenadas.

Sistema: Geográficos Datum : WGS 1984	→	Sistema: Universal Transverse Mercator Datum : WGS 1984 Zona : 19 H 72W al 66°W	
-71.4845917	-32.7508028	267279.840	6373093.034
-71.4827528	-32.7510444	267822.900	6373584.275
-71.484675	-32.7514944	267215.835	6373536.143
-71.4431861	-32.6504222	276842.710	6384426.285
-71.4819917	-32.7602472	267487.262	6372965.395
-71.4872556	-32.7595556	266902.308	6372936.481
-71.4820528	-32.7525389	266524.261	6373306.034
-71.4878636	-32.7733187	266049.898	6370415.590
-71.4893272	-31.2510444	262720.944	6364302.391
-71.4830556	-32.2510444	266073.969	6426831.601
-71.4893083	-32.7698278	265975.815	6371788.598
-71.4878167	-32.7738006	266905.203	6371965.229
-71.5341887	-32.7553111	262585.806	6372996.890
-71.5320528	-32.6547222	262819.111	6371942.692
-71.4825083	-32.7617506	266109.974	6372155.124
-71.4816444	-32.7638111	267542.488	6371616.397
-71.4898722	-32.7422333	265933.284	6374523.843
-71.5257894	-32.7754981	263425.200	6370705.832
-71.4848278	-32.783375	266260.624	6372201.187
-71.4891	-32.7476	266662.546	6373906.194
-71.5258894	-32.7775556	263421.532	6370348.533
-71.5251222	-32.7773417	263489.989	6370575.847
-71.4486636	-32.6491972	271022.888	6380984.998

Fig. 4. Plantas Industriales Quintero-Puchuncaví. Arc Gis Aplicación base de datos SIGAA de Directemar.



## **Georreferenciación de emisores a través de coordenadas desconocidas.**

Georreferenciación de elementos en áreas no urbanas. De existir plantas, emisarios, ductos o chimeneas que no estén registradas en los catastros de coordenadas y se localicen en áreas que no presentan cartografía a nivel de manzana, ellos sólo pueden ser localizados a través de la captura de puntos por medio de GPS, o bien, utilizando imágenes satelitales u ortofotos apoyadas de referencias emitidas por las industrias sobre los elementos a georreferenciar.

Georreferenciación por Medio de GPS. Si la georreferenciación de elementos por medio de GPS se lleva a cabo de manera voluntaria por la empresa o por personal del RETC, el proceso debe ser óptimo y asegurar la calidad del resultado; los datos deben responder a un criterio adecuado de captura de puntos, por ello se atiende a un protocolo de levantamiento de la información, para eliminar errores en la captura y digitalización de la información.

El GPS Navegador, es el mayormente utilizado. Los reportes voluntarios o de información sectorial, deben corregirse en las coordenadas, tarea que se realiza en el post proceso a través del cálculo de las diferenciales Norte y Este, en relación a puntos monumentados que poseen coordenadas exactas para contrastar las coordenadas obtenidas en ese GPS. El error en coordenadas varía a lo largo del país y por ello se requiere que sean calculadas para el área donde se capturan los puntos. Este procedimiento óptimo, puede obviarse si existe aporte de coordenadas de mejores equipos o si se asume el margen de error de las coordenadas

Características técnicas en la configuración del equipo: Situar el GPS en el DATUM WGS84. Establecer el GPS en Proyección UTM (Huso 19 o bien 18) dependiendo si se encuentra al norte o al sur del país. El cambio de huso afecta de manera oblicua al territorio nacional a 72° de longitud. Establecer la hora - 4.00 UTM. Establecer Unidades de medida METROS. Establecer el tipo de orientación VERDADERA.

Una vez configurado el GPS, por sí solo se inicializa mediante la recepción de señales de los satélites dando la posición del usuario, fecha y hora y datos adicionales que varían entre uno y otro GPS.

Características técnicas en la toma de datos: El receptor GPS, debe estar ubicado en una zona que esté libre de los elementos generales (áreas boscosas o zonas urbanas ocupadas por construcciones en altura o con obstrucciones de superficies reflectantes) se debe tener un buen campo de visión al horizonte. Situarse en un lugar central al interior de la industria, o bien sobre ductos en su desembocadura, la idea es captar el punto de descarga del elemento, está es la situación ideal, de no ser posible, se podrán captar otros sectores al interior de la industria, realizando la observación en el METADATA del catastro. Captar a lo menos 4 satélites antes de tomar el punto. (Fig. 5)

Figura 5. Captura de Puntos. Comuna La Calera, Valparaíso, Chile. (Google Earth)

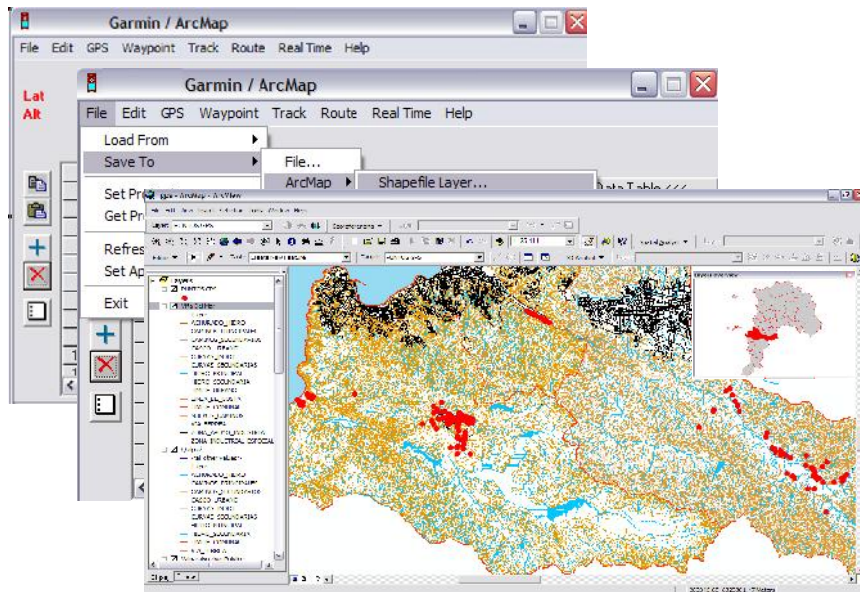


No es recomendable descargar directamente las coordenadas del GPS al ordenador. Debido a la alta posibilidad de error, si se digitaliza manualmente esa información. Es posible usar varios software al traspasar la información y transformar rápidamente los waypoint a formato SHP. Posteriormente se evalúan los catastros de coordenadas corrigiendo posibles errores en la información. Finalmente se enlaza con el software de espacialización y se atributa la información.

A continuación se revisa un ejemplo de descarga de coordenadas capturadas por medio de un GPS Garmin modelo Etrex Leyend, el cual fue configurado de acuerdo a las características previamente

planteadas, posteriormente fueron descargadas directamente al ordenador a través de un software que ofrece los servicios de vinculación entre GPS-GIS-Mapping. De esta manera se evitaron errores en el proceso, permitiendo transformar instantáneamente los waypoint a formato SHP. Realizada esta tarea se despliega el catastro de coordenadas inmediatamente en el SIG. (Fig. 6)

Fig. 6. Traspaso de Información desde GPS al SIG.



### Georreferenciación por medio de imágenes.

De no existir por parte de la empresa las coordenadas declaradas y no puedan ser determinadas por medio de maestros de calles o existir dudas sobre la calidad de las ya enviadas, se puede dar paso a la georreferenciación a través de imágenes, este procedimiento es muy sencillo, solo se requiere que el encargado o representante de la empresa para el RETC, identifique al interior de una imagen satelital con un punto en el centro, la localización del elemento, este sistema es particularmente útil al momento de georreferenciar chimeneas, ductos o puntos de descarga, debido a que muchas veces se localizan en lugares inaccesibles. Una vez extraídas y tratadas las coordenadas, deben ser sometidas a revisión.

Este método facilita la tarea particularmente en áreas rurales o lejanas, difícil de ser catastradas directamente por organismos sectoriales del RETC y, de llevarse correctamente a cabo, se obtiene muy bajo margen de error en las coordenadas resultantes. Pero solo puede ser utilizado en casos particulares como el ya mencionado, porque no resulta conveniente repetir esta metodología a una extensa base de datos.

Un ejemplo de su utilización, es el llevado a cabo con el SIGAA, el cual utiliza en algunos casos de difícil localización o corrección de plantas, datos obtenidos desde Google Earth, ya que comparten características de proyección y Datum. Este método entrega resultados óptimos, en la localización de plantas y emisarios en áreas de fiordos y canales, además, se utiliza para corregir coordenadas erradas, principalmente en chimeneas y puntos de descarga.

La utilización de ortofoto o de bien imagen satelital como las de Google Earth Pro, ofrece gran nivel de detalle y permite georreferenciar, a través de la localización aproximada del elemento (Identificadores Geográficos). En caso de utilizar imágenes de Google, es posible consultar toda la Metadata de la imagen, nombre o código, fecha de captación, autor o propietario, referencia espacial, entre otra información de interés actualizada, además es posible de conectar ArcGis con Google Earth a través de la extensión ARC2EARTH, disminuyendo los tiempos en el traspaso de información.



Una vez georreferenciados los catastros de coordenadas, es posible identificar errores. Un ejemplo de ello, son las coordenadas aportadas por una empresa localizada en la localidad de Laguna Verde, comuna de Valparaíso: Se observa que la coordenada se posiciona directamente en el mar, al no ser un punto de descarga sino una CALDERA ACUOTUBULAR DE PARRILLA, se sospecha de la calidad de la misma y se consulta al representante de la empresa la posibilidad de localizar la caldera en una imagen y se envía la ficha de los identificadores geográficos, previamente entregada. (Fig. 7)

Fig. 7. Ejemplo de desplazamiento de coordenadas.



Obtenida la imagen con la posición del elemento se da paso a la ortorectificación de la misma. Para ello, se debe contar con los puntos de control o cartografía que los posea, estos están disponibles a través de todo Chile como puntos monumentados y pueden adquirirse en el IGM, o en otras instituciones públicas. A través de ellos se lleva a cabo la ortorectificación de la imagen de acuerdo a los parámetros de la proyección seleccionada.

Puntos de control Valparaíso, Sector laguna Verde, Cartografía IGM Valparaíso 1:25.000  
 HM BRISA 4 (1-53) 63339#### N 2541#### E 129### MSNM  
 GRUTA 63331#### N 2531#### E 16### MSNM

Finalmente, sobre la imagen correctamente posicionada, se marca la nueva coordenada sobre el punto indicado por el representante de la empresa. (Fig. 8)

Fig. 8. Corrección de coordenadas.



### Georreferenciación de elementos en áreas urbanas.

Al interior del radio urbano se pueden llevar a cabo dos formas de georreferenciación directa e indirecta. El primer caso se refiere a la captura de la coordenada mediante GPS, sea declarada por la empresa o bien capturada por alguna fuente de información sectorial, como se distinguió en el punto anterior. El segundo caso, da lugar a la utilización de la base de datos con direcciones de industrias, la disponibilidad de una base de cartografía geocodificada o bien, maestros de calles en todas sus

variantes, que permiten determinar la coordenada de un establecimiento a través de su dirección exacta.

El RETC, cubre todo el territorio nacional y este contiene una importante concentración industrial al interior de áreas urbanas o bien en su entorno. Por ello la dirección se convierte en un importante instrumento a la hora de localizarlas, particularmente edificios e infraestructura de importancia, que posean una dirección. Éste no es el caso de análisis detallados tal como captura de coordenadas de ductos o chimeneas las cuales pueden ser tomadas desde otras herramientas como se advirtió anteriormente.

El uso de maestros de calles facilita la tarea de localización de establecimientos e industrias en áreas urbanas, ya que sólo se requiere de la dirección del establecimiento declarada al momento de ser ingresada a cualquier BD sectorial del RETC. Existe completa BD de direcciones de establecimientos sin importar su naturaleza que puede contrastarse con la base de datos del maestro de calles para obtener su localización.

La optimización de coordenadas de establecimientos implica el uso de maestros de calles, aportados por Correos de Chile, empresa que cuenta con ese servicio para mejorar la eficiencia en el despacho de correspondencia, determinando el lado de la cuadra donde vive el destinatario a través del uso del código postal. Por este motivo se firmó un convenio entre la CONAMA Nacional y Correos de Chile, para el traspaso de información que contempló la validación de los directorios de empresas, la incorporación del código postal y la asignación de coordenadas de origen por establecimiento. De esta manera, Correos de Chile logró la masificación del uso del código postal y CONAMA incorporó esta herramienta en la identificación de coordenadas de establecimientos en 114 comunas de Chile.

El método de georreferenciación se aplicó al sector industrial de la comuna de Quilicura en la Región Metropolitana, que cuenta con amplia y consolidada área industrial junto a una zona densamente poblada. La cercanía al centro y la fuerte urbanización, permiten la existencia de un excelente catastro de nombres de calles y direcciones a nivel de manzana, lo cual facilita enormemente la búsqueda de establecimientos

El RETC envió los directorios de establecimientos industriales a Correos de Chile, comenzando el proceso de aporte de coordenadas: El directorio de establecimientos contiene un listado de las direcciones y un identificador que permite el reintegro de la información al sistema de origen. (Tabla 3)

Tabla 3. Asignación de Identificador del Cliente.

ID CLIENTE	Dirección Original	Comuna	Región
986	Caupolicán 9241-B	Quilicura	RM
1012	Avdaavespucio 01260	Quilicura	RM
1016	Las Esteras Sur 2831	Quilicura	RM
1032	Americo Vespucio 1800	Quilicura	RM
1052	Cerro San Cristobal 9560	Quilicura	RM
1093	El Juncal 061	Quilicura	RM
1099	Avdaamerico Vespucio 01220	Quilicura	RM
1177	Avda Pdte Frei Montalva 9331	Quilicura	RM
1215	El Juncal 0161-B	Quilicura	RM

Inicio del Proceso de Validación Masiva: Se da paso a la estandarización en la escritura de las direcciones, quedando bajo un único formato. (Tablas 2 y 3)

Tabla 4. Estandarización de las BD

Dirección Original
CAUPOLICAN 9241-B
AVDAAVESPUCIO 01260
LAS ESTERAS SUR 2831
Américo vespucio 1800
cerro san cristobal 9560
EL JUNCAL 061
Avenida Américo Vespucio 01220
AVDA PDTE FREI MONTALVA 9331
EL JUNCAL 0161-b

Tabla 5. Estandarización de las BD

ID Cliente	Calle	Numero	Resto	Comuna	Ciudad	Región
986	Caupolicán	9241	B	Quilicura	Quilicura	RM
1012	Avdaavespucio	1260		Quilicura	Quilicura	RM
1016	Avenida las esteras sur	2831		Quilicura	Quilicura	RM
1032	Avenida americo vespucio	1800		Quilicura	Quilicura	RM
1052	Cerro san cristobal	9560		Quilicura	Quilicura	RM
1093	El juncal	61		Quilicura	Quilicura	RM
1099	Avenida americo vespucio	1220		Quilicura	Quilicura	RM
1177	Avenida presidente eduardo frei montalva	9331		Quilicura	Quilicura	RM
1215	El juncal	161	B	Quilicura	Quilicura	RM

Proceso de Validación de Direcciones: al momento de establecer su existencia, se contrasta la dirección con el maestro de alturas que identifica para cada dirección que el número se encuentre dentro del rango de alturas y la calle pertenezca a la comuna correspondiente, o bien, puede ser comparado directamente con el maestro de direcciones a nivel municipal. (Tabla 6)

Tabla 6. Proceso de Validación.

ID Cliente	Calle	Numero	Resto	Comuna	Ciudad	Región	ACEPTADA
986	Caupolicán	9241	B	Quilicura	Quilicura	RM	Aceptado
1012	Avdaavespucio	1260		Quilicura	Quilicura	RM	Rechazado
1016	Avenida Las Esteras Sur	2831		Quilicura	Quilicura	RM	Aceptado
1471	Avdalas Esteras Sur	2591		Quilicura	Quilicura	RM	Rechazado
1472	Avdalas Esteras Sur	2591		Quilicura	Quilicura	RM	Rechazado
1482	Los Raulíes	700		Quilicura	Quilicura	RM	Aceptado
1512	Avdacolorado	661		Quilicura	Quilicura	RM	Rechazado

Asignación del Código Postal: cada uno de los registros del directorio de establecimientos, poseerá un código postal que lo identifique y localice. (Tabla 7)



Tabla 7. Asignación del Código Postal.

ID Cliente	Calle	Numero	Resto	Comuna	Ciudad	Región	Aceptada	CÓDIGO POSTAL
986	Caupolicán	9241	B	Quilicura	Quilicura	RM	Aceptado	####
1012	Avdaavespucio	1260		Quilicura	Quilicura	RM	Rechazado	0
1016	Avenida Las Esteras Sur	2831		Quilicura	Quilicura	RM	Aceptado	####
1471	Avdaldas Esteras Sur	2591		Quilicura	Quilicura	RM	Rechazado	0
1472	Avdaldas Esteras Sur	2591		Quilicura	Quilicura	RM	Rechazado	0
1482	Los Raulíes	700		Quilicura	Quilicura	RM	Aceptado	####
1512	Avdacolorado	661		Quilicura	Quilicura	RM	Rechazado	0

Asignación de Coordenadas: A partir del proceso anterior se da paso al cálculo de coordenada por cada establecimiento de acuerdo a un algoritmo sencillo de proximidad, el cual da como resultado la entrega de directorios de establecimientos atributados, con única coordenadas de por establecimiento, de acuerdo a la proyección solicitada, (Datum WGS 84, proyección UTM 19S). (Fig. 8)

Fig. 8. Visualización de tablas con la información Incorporada

ID	Calle	Numero	Resto	Comuna	Ciudad	Región	Aceptada	id sector	LATITUD	LONGITUD	X_WGS84	Y_WGS84
1	CAUPOLICAN	9241	B	QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	1	-3333.506471	-7.069.259.353	3.423.212.153	62.027.50
2	AVDA AVESPUCCIO	1260		QUILICURA	QUILICURA	RM	Rechazado					
3	AVENIDA LAS ESTERAS SUR	2831		QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	2	-3.324.711.174	-7.071.148.823	3.406.732.095	62.028.25
4	AVENIDA AMERICO VESPUCCIO	1000		QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	3	-3.327.226.851	-7.073.075.127	3.410.107.353	62.028.14
5	CERRO SAN CRISTOBAL	9563		QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	2	-3.325.228.356	-7.073.474.662	3.401.808.195	62.028.31
6	AVENIDA AMERICO VESPUCCIO	1220		QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	10	3.117.571.361	7.075.270.156	3.360.904.311	62.021.50
7	AVENIDA PRESIDENTE EDUARDO	0331		QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	1	-3.351.226.187	-7.071.016.166	3.397.855.770	62.026.25
8	EL JUNGAL	161	B	QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	2	3.352.226.342	7.072.499.965	3.393.957.083	62.104.29
9	CARRILERA GHERMAN SAN MAR	8000		QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	1	-3.334.129.852	-7.069.531.363	3.423.622.316	62.028.58
10	LAS GARZAS	070	LO CO	QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	15	300.722.306	-7.076.460.401	3.395.779.930	62.026.51
11	LA BARRICA	381		QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	15	-3.357.225.112	-7.076.025.125	3.396.193.323	62.025.11
12	AVENIDA ANTONIO MONTALVA	1000		QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	14	3.107.578.181	7.072.414.916	3.373.424.497	62.016.48
13	AVENIDA CORDILLERA	451		QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	15	-3.337.713.156	-7.073.623.437	3.359.965.523	62.024.32
14	AVENIDA PRESIDENTE EDUARDO	2591		QUILICURA	QUILICURA	RM	Rechazado					
15	AVENIDA LAS ESTERAS SUR	2831		QUILICURA	QUILICURA	RM	Rechazado					
16	EL CORRAL	700		QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	14	-3.107.620.752	-7.072.016.016	3.380.153.181	62.019.16
17	AVDACOLORADO	661		QUILICURA	QUILICURA	RM	Rechazado					
18	CAUPOLICAN	9241		QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	1	-3.333.506.353	-7.070.259.353	3.410.107.353	62.028.14
19	AVENIDA CORDILLERA	442		QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	10	3.107.578.181	7.072.414.916	3.373.424.497	62.016.48
20	AVDADOTECOFFRE MONTALVA	0160		QUILICURA	QUILICURA	RM	Rechazado					
21	AVENIDA PRESIDENTE EDUARDO	0331		QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	1	-3.351.226.187	-7.071.016.166	3.397.855.770	62.026.25
22	AVDACOLORADO	660		QUILICURA	QUILICURA	RM	Rechazado					
23	CALLE DOS	817		QUILICURA	QUILICURA	RM	Aceptado	1	-3.333.506.353	-7.070.259.353	3.410.280.100	62.106.11

**Elaboración de la base de datos.**

El RETC, es una base de datos, construida a partir de distintas fuentes de información, situación compleja debido a la gran cantidad de información, la temporalidad de la misma y a diferencias en contenidos y formatos. Ello se controla con la homologación mediante la estandarización en la captación y entrega de la información.

Esta BD contiene, listado de las sustancias químicas, los establecimientos industriales o fuentes que las emiten, datos sobre la naturaleza y cantidades emitidas o transmitidas, ubicación geográfica, sector económico, procesos de prevención y control de la contaminación, informes de los efectos en la salud y el ambiente de distintas sustancias, los procesos y productos que las componen.

Cada vez que una de las fuentes sectoriales o bien la empresa, declaren su dirección, coordenadas, o bien indicadores geográficos, darán paso a su representación física, este proceso tiene distintos niveles de dificultad de acuerdo a las características técnicas del mismo. Una vez construido el elemento físico (punto, línea, polígono), se requiere de ciertos datos mínimos para conformar la base de datos de cada elemento, lo cual dará paso a la tabla del Modelo Único de Georreferenciación de Elementos Emisores, a la cual posteriormente se le asociará la base de datos de RETC. Para que la tarea de enlace de tablas se realice en forma automática a través del programa Arc Gis, se lleva a cabo la construcción de un campo único en común, en el cual el formato y tipo de datos también debe ser el mismo entre ambas tablas, asociando el campo de la tabla interna a la externa. La información mínima a

contener en la tabla de atributos de la base de datos de “Localización de Elementos Emisores“, es la siguiente. (Tabla 8)

El éxito de la BD estará dado por su flexibilidad, la capacidad de asociarse con otras bases de datos, a ello contribuye el identificador (ID), común a otras bases de datos de interés. Es el caso de la base de datos REDATAM que posee información a nivel de manzana proveniente de los Censos. El enlace o cruce con otra información permite enriquecer la representación de la realidad que se busca.

Construida la Tabla de Atributos del Shape, se puede unir con la base de datos RETC, para ello se utilizará el ID “NUMERO DE CLIENTE” como JOIN, debido a que tiene un carácter estable a lo largo del tiempo. Cada industria puede tener más de una planta o elemento, por este motivo en muchos casos una empresa tendrá más de un ID.

La base de datos de RETC se encuentra en lenguaje XML porque permite el intercambio de información entre diferentes plataformas y es sencillo de entender por su estructura jerárquica.

Las consultas a la bases de datos deben responder a diversos márgenes de búsqueda, por este motivo una vez unida la BD del shape, pasan a formar parte del Sinia Territorial, el cual puede ser consultado a través de la página web del RETC, donde se logra generar filtros para la consulta de temas específicos, por localización geográfica, a través de la Región o Comuna etc.

Tabla 8 Contenido de la tabla de atributos del shape de Localización de Elementos Emisores

ATRIBUTO	CARACTERÍSTICAS		PROPIEDADES	RECOMENDACION
ID	Código para el reconocimiento y enlace de información		único, invariable en el tiempo, universal, ID Manzanas Censales INE, Clasificación Industrial Internacional Uniforme CIIU (ONU)	El uso de un código especialmente creado para la identificación de elementos “ID del cliente”
COORDENADAS (X,Y)	X	Estas posicionan un punto coordenado dentro de la malla UTM	Método oficial en Chile, facilita el vínculo con otras BD cartográficas.	Traspaso de datos del Huso 18 al 19.
	Y			
ELEMENTO	Planta , Establecimiento, Emisario, Chimenea, Ducto, Punto de Descarga, entre otros		Característica del elemento.	Se recomienda que las clasificaciones estén preestablecidas.
PROPIEDAD	Quien emite		Identifica al emisor, empresa, municipio, institución u otro.	Nombre o razón social de la empresa o institución que emite.
ORIGEN DE LA COORDENADA	Creador		Identifica la calidad de las mismas.	Incorporar fuente de la información.
COMUNA	Administración Territorial	Escala más pequeña	Identificación de la localización de elementos.	Utilización de códigos correlativos - comuna, provincia o región.
PROVINCIA		Escala intermedia		
REGION		Escala más grande		

### Elaboración de la metadatos para el SIG del RETC.

Es necesario en la creación de un SHAPE, establecer sus propiedades porque su importancia es vital al trabajar con la información que dispone: el tipo de información que posee, la proyección, DATUM, o el año en que fue construido o actualizado, estén disponible a los usuarios que requieran agregar otro shape asociado a él o simplemente utilizar la información y asumir las mismas características.

Al crear el shape Georreferenciación de Elementos Emisores, se deberá ingresar la información mínima, para el uso o transferencia de datos conforme la normativa actual, es básicamente una descripción del contenido, la calidad y condición de los datos, entre otras características.

En la construcción de la metadatos se utilizó el ARC Catálogo de Arc GIS, pero existen muchos otros asistentes para la elaboración de este tipo de información. Arc Gis, contiene distintas propuestas de

modelos de Metadata, las cuales básicamente varían en la cantidad de información que contienen y en el formato, entre las que encontramos los estilos Federal Geographic Data Committee (FGDC), (Clasic, Esri, FAQ, Geography Network), ISO (Geography Network) y XM, todas ellas comparten una estructura jerarquizada, que va de lo menos a lo más relevante. El asistente para la construcción de la metadata en Arc Gis, presenta una tabla interactiva la cual debe ser desplegada desde Arc catálogo y solo debe ser llenada con la información referida al Shape, los resultados pueden ser visualizados en distintos formatos compatibles con Internet. En la (Tabla 9) se presenta la información que la FGDC recomienda en sus formatos.

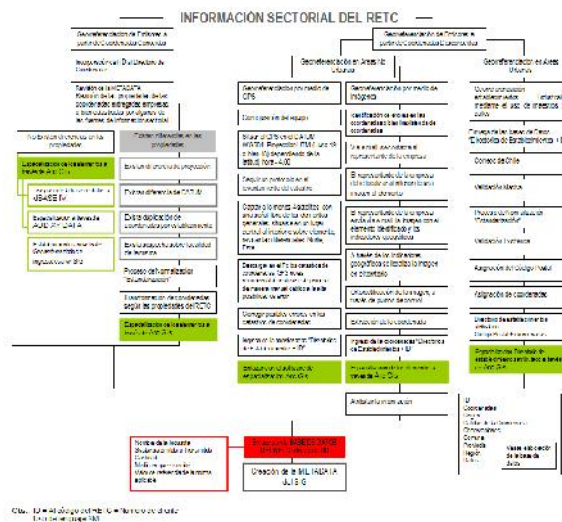
Tabla 9. Elaboración de la METADATA.

INFORMACIÓN BÁSICA	
Título	Nombre de la información (imágenes, datos, mapas, shape).
Área geográfica	Área sin detalle que cubre la información.
Descripción	Extracto que establezca el propósito de la creación de la información.
Temporalidad	Fecha de elaboración de la información.
Normas	Que regulan el acceso y uso de la información.
Contacto	Dirección física y electrónica de la persona que provee acceso a los datos, incluida horas de oficina.
Nombre y Fecha	Antecedentes personales del creador y la fecha de creación.
INFORMACIÓN SOBRE LA CALIDAD	
Exactitud	Horizontal y vertical (XYZ).
Fuentes de Información	Descripción.
Pasos	Utilizados en la creación de la información.
Métodos	Usados en representar la localización espacial, directa o indirecta.
Nº	De elementos espaciales.
Tipo de Elementos	Formato de elementos espaciales.
INFORMACIÓN DE REFERENCIA ESPACIAL	
Proyección utilizada	Parámetros de la proyección, datum horizontal y vertical, resolución del sistema de coordenadas.
INFORMACIÓN DE LOS ATRIBUTOS	
Definición	De puntos, líneas, arcos y polígonos.
Dominio	Nombre y definición de los valores que pueden tomar los atributos.
Fuente	
INFORMACIÓN SOBRE LA DISTRIBUCIÓN	
Contacto	Nombre dirección electrónica y física.
Formatos	Formatos disponibles para obtener la información.
Costos	De no ser gratuita, se debe especificar los valores y formas de pago.
Derechos	Del autor y propiedad intelectual, deben indicar forma de cita del autor o institución.
Información	Fecha de actualización de la información y autor del cambio.
Metadata en Internet, lenguaje XML, PDF, HTML	

### Modelo metodológico de georreferenciación de elementos emisores.

Todos los procedimientos de georreferenciación atributación y espacialización anteriormente descritos convergen en el modelo metodológico de georreferenciación de elementos emisores, el cual genera la estructura básica para la espacialización de las bases de datos del RETC y la atributación de sus elementos físicos.

Fig. 9. Modelo metodológico de georreferenciación de elementos emisores



## CONCLUSIONES

Una vez finalizada la elaboración de esta metodología, se llega a establecer que no es posible abordar una tarea tan compleja como la georreferenciación de elementos emisores, sin tener un marco metodológico común para toda la localización de elementos y no puede ser abordada a través de una sola herramienta, puesto que los componentes que conforman el RETC, son muy diversos (fuentes fijas, difusas y móviles).

Con una carga de información tan abundante y variada, es necesario realizar una organización de los datos de acuerdo a características en común, el hecho que la base de datos del RETC, cuente con información georreferenciada proveniente de distintas fuentes sectoriales, dio origen a una primera bifurcación de la información, en la georreferenciación de emisores a través de coordenadas conocidas o desconocidas, la segunda subdivisión da cuenta de su localización, vital, a la hora de georreferenciar elementos con una carga cartográfica asociada. Tal es el caso de las áreas urbanas chilenas, que cuentan en su mayoría con maestros de calles que facilitan enormemente el proceso de georreferenciación, es por este motivo, que la información se dividió en áreas urbanas y no urbanas.

Una vez realizada esta distinción de la información se dio paso a la construcción de los métodos de georreferenciación, para lo cual se requirió establecer un criterio único para generar el marco de información espacial que se deseaba construir, conforme al proceso de homologación información territorial que el país está llevando a cabo, con la incorporación de las normas sobre la información geográfica (ISO 19100) gestionadas en Chile oficialmente por el SNIT, que estableció la utilización del DATUM WGS84 y la Proyección UTM 19S, además de la creación de un proceso metodológico como marco común para toda la información espacial del RETC.

Donde existen coordenadas previas, es necesaria la revisión, estandarización y homologación del catastro de coordenadas, de acuerdo a las propiedades técnicas del RETC, por este motivo se dará paso a la estandarización mediante, la transformación de coordenadas (Datum o Proyección), la eliminación de coordenadas duplicadas por establecimiento y de calidad dudosa (en el origen y levantamiento), y finalmente, la relocalización de coordenadas erradas en su localización (la relocalización será llevada a cabo al igual que si no existiesen coordenadas).

En lugares fuera del radio urbano, los métodos de georreferenciación no se limitan a la captura de puntos por medio de GPS, si no que es posible lograr la localización por medio de indicadores geográficos e imágenes satelitales u ortofotos.

El uso del GPS en el levantamiento de coordenadas, por parte de las empresas o fuentes de información sectorial de RETC, debe obedecer a un protocolo de reglas a seguir, de manera que no surjan errores en las coordenadas catastradas, teniendo que ser llevadas a estandarización; el protocolo de levantamiento establece el tipo de equipo (GPS navegador, dado la generalidad, calidad del mismo, y rango de imprecisión permitido), la configuración del mismo, la forma en que se lleva a cabo la captura de puntos, su almacenamiento y posterior traspaso al ordenador (con el uso de un software que ofrece los servicios de vinculación entre GPS-GIS-Mapping) y, finalmente, la espacialización del catastro de coordenadas. El protocolo de levantamiento permite la optimización significativa de las coordenadas, puesto que muchos errores o imprecisiones, surgen de la dispar configuración de equipos GPS y las diferencias en el proceso de captura de puntos.

Las imágenes satelitales u ortofotos ofrecen una buena plataforma para la georreferenciación indirecta. Pueden ser usadas con éxito, particularmente en casos de georreferenciación de chimeneas, ductos o puntos descarga, en general elementos que se localizan en lugares de difícil acceso y que en una imagen pueden ser claramente identificados y marcados por parte de algún representante de la empresa. Es la opción más conveniente, debiendo acompañarse las imágenes con referencias claras de su localización.

Este método puede ser utilizado con éxito también, en casos de desplazamiento de coordenadas y errores de localización, porque una vez espacializadas y ortorectificadas las imágenes, es posible localizar las coordenadas y encontrar distintos grados de desplazamiento o derechamente errores de

localización. Al contar con el elemento en imágenes exactamente localizado sólo se requiere extraer la coordenada correcta.

La utilización de imágenes satelitales de Google Earth Pro proporciona un gran nivel de detalle, permitiendo georreferenciar teniendo una localización aproximada del elemento. Estas ofrecen antecedentes actuales y de calidad a través de su Metadata. Las imágenes de Google Earth ofrecen también la posibilidad de conectarse directamente a ArcGIS, por medio de la extensión ARC2EARTH, lo cual permite observar las imágenes satelitales directamente en Arc Gis, sin enfrentar problemas de proyección, disminuyendo los tiempos de ortorectificación y permitiendo además exportar e importar imágenes entre ambos programas computacionales.

El uso de imágenes satelitales u ortofotos para localizar elementos sólo puede hacerse en casos aislados, cuando existan elementos situados en lugares inaccesibles o bien cuando existan errores reiterados en las declaraciones de coordenadas por parte de la fuente. No resulta conveniente repetir esta metodología a una extensa base de datos.

El uso de Indicadores Geográficos, permite acceder a otro sistema de referencia complementario, que en muchos casos puede ser muy exacto y particularmente útil en áreas que se encuentran fuera de los radios urbanos sirviendo de apoyo a imágenes satelitales.

La georreferenciación de elementos en áreas urbanas, ofrece dos opciones una directa referida la captura de puntos por GPS y una indirecta referida a la utilización de MASAG "Maestros de Calles", opción que resulta ser la más exitosa entre los otros métodos de georreferenciación antes descritos, debido a su masividad. Opera a través de la geocodificación o asignación de códigos geográficos, es un tipo de referencia geográfica como la dirección que a diferencia de otros métodos de localización, es más universal y relativamente más fácil de entender reduciendo los tiempos de búsqueda. Este método esta dirigido a la localización plantas, establecimientos e industrias, ya que se basa en la dirección del elemento, la cual es contrastada con una base de datos que contiene las direcciones de las grandes ciudades Chilenas, que está enlazada a una cartografía que espacializa la información. Obtener Maestros de Calles, es de suma importancia porque optimizan la búsqueda de coordenadas. Por este motivo se llego hasta Correos de Chile empresa que posee este servicio, lo cual concluyo en la firma de un convenio con la CONAMA Nacional para el traspaso de información, esto permitió la validación de los directorios de empresas, la incorporación del código postal y la asignación de coordenadas de origen, de esta manera Correos de Chile obtuvo la masificación del uso del código postal y CONAMA logró la georreferenciación masiva de establecimientos en 114 comunas de Chile.

Las propiedades de los elementos creados deben ser conservadas con la construcción de la METADATA, conforme el cumplimiento de la ISO 19115, la cual permite establecer claramente la calidad de la información creada, favoreciendo el traspaso de la misma (bonos de carbono). La elaboración de la Metadata es un proceso rápido y eficiente si se utilizan los asistentes para la construcción que algunos softwares incorporan, los cuales contienen aquella información mínima requerida, la proyección, DATUM, o el año en que fueron elaboradas, creador, propósito, además de facilitar el uso o transferencia de datos por medio de Internet.

Se concluye que son las fuentes fijas (plantas, establecimientos, industrias, chimeneas, ductos puntos de descarga), las que ofrecen menores dificultades para su espacialización ya que están sujetas a una única localización, teniendo diversas opciones: captura de puntos por medio de GPS o imágenes satelitales y el uso de maestros de calles. Su mantención no ofrece mayor dificultad ya que su base de datos no presentará grandes cambios en el tiempo.

Las fuentes móviles en su mayoría referidas a emisiones atmosféricas, particularmente de vehículos, pueden ser monitoreadas a través de sus rutas de desplazamientos, las cuales se asocian distintos niveles de emisiones, por este motivo, serán estas las que se espacializarán y contendrán la información de niveles de emisiones totales, por otro lado el transporte de residuos peligrosos será monitoreado por medio GPS instalados en los vehículos.

Las fuentes difusas, requerirán de una actualización permanente desde el punto de vista de su localización, porque incorporan sectores de la ganadería, uso de pesticidas, líquidos percolados entre otros y tienen áreas de impacto muy variable que sólo pueden calcularse a través de modelamiento en el SIG.

## REFERENCIAS

- GÁMIR ORUETA AGUSTÍN, 1995, Prácticas de Análisis Espacial, Editorial Oikos-Tau S.L, Barcelona, España.
- BERRIOS Mena Juan, 1992, Cartografía Digital Desarrollo de Software, Editorial Ra-ma, Madrid España.
- CHAPMAN, A.D. AND J. WIECZOREK (eds), 2006, Guide to Best Practices for Georeferencing.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA, 2003, Global Biodiversity Information Facility.
- ESRI, 2004, Geocoding in Arc Gis 9.
- ESRI, 2002, Metadata and GIS, New York. Estados Unidos de América.
- F. PEIRCE EICHELBERGER, The Benefits of GIS/911 Integration An Approach Worth Emulating.
- J. GLYNN HENRY, GARY W. HEINKE, 1999, Ingeniería Ambiental. Prentice Hall, México.
- OTERO, 1995, Diccionario de Cartografía, Ediciones Ciencias Sociales., Barcelona, España.
- PINILLA Carlos, 1995, Elementos de Teledetección, Ediciones RA-MA, Madrid, España.
- ROVINSON Arthur, SALE Randall, MORRISON Joel, MUEHRCKE Phillip, 1987. Elementos de Cartografía, Editorial Omega S.A., Barcelona, España.
- SANCHEZ Juan Javier, 1995. Manual de Análisis de Datos, Alianza Editorial S.A., Madrid, España.
- SECRETARIA GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE, 2000. Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico, Ministerio del Medio Ambiente. Barcelona, España.
- SEVILLA Miguel, IGUÁCEL Cristina, ABAD Paloma. 2008, Sistemas de Referencia e Identificadores Geográficos (ISO 19111, ISO 19112, ISO 6709), Universidad Complutense de Madrid, Instituto Geográfico Nacional, Madrid, España.
- CONAMA, 2005, Estudio "Diseño del Sistema Nacional de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes Etapa III, Santiago, Chile.
- CONAMA, 2005, Propuesta Nacional de Implementación del Registro Nacional de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) en Chile, Gobierno de Chile, Santiago, Chile.
- CONAMA, Mayo 2005, Evaluación de Cumplimiento de Plan de Descontaminación Complejo Industrial Ventanas, Santiago, Chile.
- CONAMA, 17 de Agosto 2007, Tecnología de la Información Implementación del Registro Nacional de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) en Chile. Gobierno de Chile, Santiago, Chile.
- Gobierno de Chile 1974. Ley General del Medio Ambiente 19.300. Santiago, Chile.
- SNIT, ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE DATOS GEOESPACIALES, Avances del Grupo de Trabajo Estándares del Grupo de Información Territorial del SNIT.
- The OpenGISTM Abstract Specification. Topic 11: OpenGISTM Metadata (ISO/TC 211 DIS 19115) Version 5.