

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION

“Diseño de un modelo y propuesta de aplicación en un Sistema piloto para la gestión de la información catastral.”

Proyecto de Grado previo a la obtención del Título de:

INGENIERO GEÓGRAFO Y DEL MEDIO AMBIENTE

ELABORADO POR:

ALDANA GEOMARA MEZA MORENO

EDISON FERNANDO BRAVO CHANCAY

SANGOLQUÍ, JULIO DEL 2009

Certificación

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Srs Aldana Geomara Meza Moreno y Edison Fernando Bravo Chancay y que ha cumplido con los requerimientos establecidos para un Proyecto de Tesis como documento previo a la obtención del Título de Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente.

Sangolquí, Julio del 2009

Ing. Pablo Pérez

Director

Ing. Iván Medina R.

Codirector

Resumen

Un Sistema de Gestión Catastral constituye la herramienta base para lograr la automatización de los procesos relacionados a la generación y el mantenimiento del catastro. La Propuesta de Sistema de Gestión Catastral aquí descrita tiene como objetivo ser una alternativa diferente para el manejo del catastro en el Ecuador tomando en cuenta herramientas y estándares internacionales (OGC).

El Sistema Catastral está compuesto por un subsistema de gestión con información alfanumérica a través del cual se realiza la gestión catastral y un subsistema de información geográfico que gestiona la cartografía catastral.

Objetivo General

Diseñar un Modelo y proponer la Aplicación en un Sistema Piloto para la Gestión de la información Catastral.

Metas del proyecto

Modelo para la Gestión de Información Catastral, que se pueda ajustar a la mayoría de necesidades de los pequeños y medianos gobiernos seccionales, con aplicación a escala 1:1000.

Sistema piloto que abarque los predios respectivamente individualizados y valorados, obteniendo la información cartográfica básica y temática necesaria para aplicar al proceso catastral.

Propuesta de manejo de información espacial en una base de datos objeto-relacional en la cual se pueda realizar la mayoría de procesos catastrales independientemente del software SIG utilizado.

Propuesta de Avalúo de Predios y construcciones, basado en herramientas Geoestadísticas, tomando como premisa que las variables que intervienen en el avalúo de inmuebles son variables regionalizadas y por lo tanto tienen una distribución, comportamiento y una correlación en el espacio.

Abstract

A Cadastral System of Management constitutes the tool bases to obtain the process automation related to the generation and the maintenance of the cadastre. The Proposal of Cadastral System of Management described here has as objective to be an alternative different for the handling from the cadastre in Ecuador taking into account international tools and standards (OGC).

The Cadastral System is made up of a subsystem of management with alphanumeric information through what the cadastral management is realised and a geographic subsystem of information that it manages the cadastral cartography.

General mission:

Designing and proposing a model of implementation in a pilot system for the management of cadastral information.

Goals of the project:

Model for the Management of cadastral information, you can adjust to most needs of small and medium governments, with implementation at 1:1000.

Pilot system covering the land valued and individual respectively, giving basic information and thematic mapping to implement the cadastral process.

Proposal of handling of space information in a object-relational data base in which the majority of cadastral processes independent of used software SIG can be realised.

Proposal of Estimate of Estates and constructions, based on tools Geoestadísticas, taking like premise that the variables that take part in the estimate of buildings variable are regionalised and therefore has a distribution, behavior and a correlation in the space.

Prologo

El Catastro es un inventario actualizado de bienes inmuebles públicos y privados que conforman un espacio geográfico, el cual dispone de información física, jurídica, económica, usos, servicios y obras de infraestructura que posee cada uno.

El catastro es uno de los componentes que constituye la información territorial, y en su proceso pueden encontrarse unas ideas básicas las cuales son el hilo conductor de todas las acciones relativas a la información territorial emprendidas durante estos últimos años. Estas ideas o conceptos básicos son el mantenimiento, y la **integridad** o la **coordinación** de los datos que forman parte de este tipo de información.

Actualmente en el Ecuador los gobiernos seccionales no cuentan con adecuados modelos de gestión catastral que permitan realizar procedimientos informatizados y que tengan por objeto la actualización constante de la información sobre los bienes inmuebles, aportada por las declaraciones de los cambios catastrales que presentan los titulares, los procesos de revisiones y renovaciones catastrales y la información que suministran Entidades Locales, Registros de la Propiedad y Notarías, mediante procedimientos informáticos y geográficos.

La gestión catastral y las bases de datos catastrales son responsabilidad de los Departamentos encargados del Catastro. La relación entre el territorio, el ciudadano, y la participación con las Administraciones Locales, facilitan su adecuado mantenimiento. Están compuestas por un subsistema de gestión catastral, con información alfanumérica, a través del cual se realiza la gestión catastral y un subsistema de información geográfico que gestiona la cartografía catastral.

Todo este conjunto de componentes constituye el Sistema para la gestión de Información Catastral, que es un sistema descentralizado, abierto, dinámico y de información geográfica.

Dedicatorias....

Aldana...

DEDICATORIA

A mis padres quienes han sido las personas que me han enseñado a ser perseverante y a superar los obstáculos que la vida me pone.

Edison...

DEDICATORIA

A mi esposa Sofía, la mujer que da sentido a mi vida, gracias Mi Amor por estar siempre a mi lado y no soltarme la mano.

A mi padre que se que desde el cielo siempre esta cuidándome, siempre pendiente de mi, siempre dándome su palabra de aliento “ñeque negrito”.

Agradecimientos....

Aldana...

AGRADECIMIENTO

A ti Señor Jesús, que me has dado la fuerza para culminar una etapa más de mi vida, a mi hermana Nicole quien ha sido un apoyo incondicional para la culminación de esta tesis, a mi compañero Edison, con el cual hemos pasado por varias situaciones y las hemos superado, y a mis amigos que siempre estuvieron ahí dándome ánimos para terminar este proceso.

Edison...

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mis Padres y Hermanos, quienes han sido un pilar fundamental y motivación de vida, a mis familiares y amigos quienes me apoyaron y confiaron en mí, a Aldana por creer en este proyecto y sacarlo adelante, a mis compañeros de trabajo quienes también han sabido darme las palabras justas de aliento.

Glosario

Bases De Datos Relacionales: Es el modelo más utilizado hoy en día. Una base de datos relacional es básicamente un conjunto de tablas, similares a las tablas de una hoja de cálculo, formadas por filas (registros) y columnas (campos). Los registros representan cada uno de los objetos descritos en la tabla y los campos los atributos (variables de cualquier tipo) de los objetos. En el modelo relacional de base de datos, las tablas comparten algún campo entre ellas. Estos campos compartidos van a servir para establecer relaciones entre las tablas que permitan consultas complejas.

BoxPlot: “Este tipo de gráficos es muy útil para resumir variables de tipo numérico. En general, los diagramas de cajas resultan más apropiados para representar variables que presenten una gran desviación de la distribución normal, resultan además de gran ayuda cuando se dispone de datos en distintos grupos...”.

Geovisualizador: Es una integración de visualización científica, cartográfica exploratoria, análisis de imágenes, visualización de información, análisis exploratorio de datos y sistemas de información geográfica. Para producir teorías, métodos y herramientas para la exploración visual, análisis, síntesis y presentación de datos geoespaciales.

Modelo de Datos Objeto-Relacionales: La idea es mantener el esquema de tablas entre las que se establecen relaciones pero permitiendo como atributos, además de los tipos atómicos, tipos más complejos denominados tipos abstractos de datos (ADT) que admiten objetos geométricos. Para ello el SGBD debe modificarse para admitir nuevas capacidades.

Modelo Geo-Relacional: Lo más habitual es utilizar el SGBD para almacenar la información temática y el SIG para la información geométrica y topológica. Una de las funcionalidades de este modelo será el enlazado de ambos tipos de información que se almacena de formas completamente diferentes.

Modelo Orientado A Objetos: El modelo Orientado a Objetos (OO) da lugar a las bases de datos orientadas a objetos. Es un concepto totalmente distinto al de las bases de datos relacionales que responde al paradigma de la orientación a objetos desarrollado en programación de ordenadores en los últimos años.

Modelo: “Una teoría, una ley, una hipótesis o una idea estructurada. Puede ser un rol, una relación o una ecuación. Puede ser una síntesis de datos. Lo más importante, desde el punto de vista geográfico, es que también puede incluir razonamientos sobre el mundo real mediante variaciones en él o en el tiempo.”⁴ Un modelo es una abstracción útil para comprender los procesos del mundo real, útil para abordarlos.

Open Geospatial Consortium (OGC): Fue creado en 1994 y agrupa (a Febrero 2009) a 372 organizaciones públicas y privadas. Su fin es la definición de estándares abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica y de la World Wide Web. Persigue acuerdos entre las diferentes empresas del sector que posibiliten la interoperación de sus sistemas de geoprocésamiento y facilitar el intercambio de la información geográfica en beneficio de los usuarios. Anteriormente fue conocido como Open GIS Consortium. Antes de firmar como Consortium firmó como fundación.

PostGIS: Es simplemente una extensión a PostgreSQL, que define nuevos tipos de datos, creando tablas con información relevante al sistema (proyección de los datos y columna que posee la información geográfica) y define también las funciones de manejo de información como procedimientos almacenados.

PostgreSQL: Es Sistema Manejador de Base de Datos Objeto-Relacional (ORDBMS), es un open-source (código abierto) que permite trabajar con base de datos relacionales y que tiene una gran variedad de características de bases de datos orientados a objetos

Predio: Se origina del latín praedium que quiere decir heredad o finca. El predio se define, físicamente, por su localización, límites y área.

Variable Regionalizada5: La variación espacial de cualquier atributo o propiedad continua, es generalmente demasiado irregular como para que sea modelada con una función matemática simple. La propiedad es conocida entonces como variable regionalizada, aplicándose este concepto, por ejemplo, tanto para la variación de la presión atmosférica, de cualquier parámetro físico o químico del suelo, o para la altura con respecto a un nivel de referencia. Por tanto, se puede decir que cualquier variable distribuida en el espacio es regionalizada. La geoestadística es la aplicación de la teoría de las variables regionalizadas a la estimación de procesos o fenómenos en el espacio.

WFS-T: Un servicio WFS-T (Web Feature Service Transactional) como un servicio de mapas que publica cartografía en formato vectorial proporcionando un medio de gestión y visualización de datos geográficos a través de de la red en un formato editable.

WFS: Un servicio WFS (Web Feature Service) como un servicio de mapas que publica cartografía en formato vectorial proporcionando un medio de gestión y visualización de datos geográficos a través de de la red.

WMS: El WMS (Web Map Service) es un servicio de publicación de la cartografía a través de Internet, sigue las directrices y normativa de OGC y

permite la visualización de la Cartografía por cualquier usuario que disponga de un visualizador que se ajuste a estos estándares.

Contenido

Certificación	II
Resumen.....	III
Abstract.....	IV
Prologo.....	V
Dedicatorias.....	VII
Agradecimientos.....	X
Glosario.....	XIII
CAPITULO I.....	1
1 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PRELIMINAR.....	1
1.1 Generalidades del Catastro	1
1.2 Definición del Catastro	2
1.3 Componentes del Catastro	4
1.4 Diagnóstico situación actual del Catastro en el Ecuador	6
1.5 Detalle de los requerimientos legales	10
CAPÍTULO II.....	11
2 Diseño del Modelo para la Gestión de Información Catastral.....	11
2.1 Generalidades.....	11
2.2 Modelos Catastrales.....	11
2.2.1 Catastro 2014.....	11
2.2.2 Modelo Colombiano.....	17
2.3 Análisis del Sistema de Gestión Catastral.....	23
2.3.1 Introducción	23
2.3.2 Proceso para el Diseño Conceptual del Sistema	23
2.3.3 Relaciones del Sistema de Gestión Catastral	25
2.3.4 Factores Limitantes del Sistema de Gestión Catastral.....	30
2.3.5 Diseño Conceptual.....	30
2.3.6 Procesos del Sistema de Gestión Catastral	34
2.3.7 Modelo Lógico	39
2.3.8 Diseño del Modelo Lógico	43
2.3.9 Modelo Físico	52
CAPÍTULO III.....	58
3 Avalúo Catastral	58
3.1. Marco teórico.....	58

3.1.1.	Introducción.....	58
3.1.2.	Definiciones importantes.....	59
3.2.	Metodología.....	63
3.2.1.	Avalúo de Terrenos.....	64
3.2.2.	Avalúo de Construcciones.....	74
3.3.	Desarrollo y Resultados.....	76
3.3.1.	Avalúo de Terrenos.....	76
3.3.2.	Avalúo de Construcciones.....	103
CAPÍTULO IV		106
4	Diseño e Implementación del Sistema de Gestión Catastral	106
4.1	Introducción.....	106
4.2	Sistema de Gestión Catastral	107
4.2.1	Manejador de Base de Datos Espaciales	107
4.2.2	DBMS Espaciales.....	109
4.2.3	Modelo de Objetos Espaciales.....	112
4.2.4	SDBMS transacciones, chequeo de consistencias y Control de conurrencia.....	113
4.2.5	SDBMS y aplicaciones GIS.....	116
4.3	El Catastro como Servicio Web.....	117
4.3.1	Introducción	117
4.3.2	Los mapas para la Web.....	118
4.3.3	Diseño del prototipo de mapas para la Web.....	123
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	125
6	BIBLIOGRAFIA.....	129

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diagnóstico situación actual del Catastro en el Ecuador según el Catastro 2014.....	10
Tabla 2 Declaraciones del Catastro 2014.....	15
Tabla 3 Funciones para el Diseño Conceptual del Sistema.....	24
Tabla 4 Origen y relaciones de la información de la Función de Planificación Territorial	25
Tabla 5 Origen y relaciones de la información de la Función de Obras Públicas.....	26
Tabla 6 Origen y relaciones de la información de la Función de Servicios Básicos.....	27
Tabla 7 Origen y relaciones de la información de la Función Tenencia de Tierra.....	27
Tabla 8 Origen y relaciones de la información de la Función Registro de la Propiedad	28
Tabla 9 Origen y relaciones de la información de la Función de Finanzas	28
Tabla 10 Origen y relaciones de la información de la Función Organizaciones Privadas	28
Tabla 11 Origen y relaciones de la información de la Función de Avalúos y Catastros.....	29
Tabla 12 Tipos de Objetos del sistema.....	44
Tabla 13 Atributos del objeto Calles.....	45
Tabla 14 Atributos del objeto Barrios	45
Tabla 15 Atributos del objeto Cantones.....	46
Tabla 16 Atributos del objeto Parroquias.....	46
Tabla 17 Atributos del objeto Lotes.....	47
Tabla 18 Atributos del objeto Construcción	47
Tabla 19 Atributos del objeto Propietario.....	48
Tabla 20 Atributos del objeto Tipología.....	48
Tabla 21 Atributos del objeto Condición	48
Tabla 22 Atributos del objeto factores_frente.....	49
Tabla 23 Atributos del objeto factores_geometricos.....	49
Tabla 24 Atributos del objeto zonas_serv_basicos.....	50
Tabla 25 Atributos del objeto zona_acceso.....	50
Tabla 26 Atributos de la tabla Zona_Geoconómica.....	51
Tabla 27 Atributos de la tabla zonas homogéneas.....	51
Tabla 28 Atributos de la tabla zona_precios.....	51
Tabla 29 Atributos de la tabla zona_uso_suelo	51
Tabla 30 Características del Hardware	53
Tabla 31 Métodos Estadístico.....	67
Tabla 32 Clasificación para Obtención zonas homogéneas.....	71
Tabla 33 Clasificación y factores de homogenización de zonas de accesibilidad.....	71
Tabla 34 Clasificación y factores de homogenización de zonas de servicios básicos..	72
Tabla 35 Clasificación y factores de homogenización de zonas de uso del suelo	72
Tabla 36 Depreciación por estado de la construcción.....	75
Tabla 37 Tipología de Construcción.....	76
Tabla 38 Influencia del sistema vial por material de construcción.....	78
Tabla 39 Análisis estadístico.....	79
Tabla 40 Categorías e influencia del uso del suelo	84

Tabla 41 Análisis estadístico.....	86
Tabla 42 Zonas Homogéneas.....	89
Tabla 43 Análisis Estadístico	92
Tabla 44 Análisis Estadístico	98
Tabla 45 Factores en función lote tipo	101
Tabla 46 Factores lotes más de 1 frente.....	101

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Proceso de implementación para la regulación de leyes privadas.....	16
Ilustración 2 Diagrama de Proceso de las Funciones del Sistema	26
Ilustración 3 Estructura Funcional del Sistema	31
Ilustración 4 Diagrama de Procesos del Sistema de Gestión Catastral.....	34
Ilustración 5 Estructura del Diagrama De Procesos	34
Ilustración 6 Diagrama del Proceso de Ingreso.....	35
Ilustración 7 Trámite de Ingresos	35
Ilustración 8 Diagrama del Proceso de Actualización.....	37
Ilustración 9 Trámite de Actualización.....	37
Ilustración 10 Diagrama del Proceso de Egreso	38
Ilustración 11 Trámite de Egreso.....	39
Ilustración 12 BoxPlot.....	68
Ilustración 13 Proceso de valoración de Mercado	69
Ilustración 14. Proceso para delimitación de zonas homogéneas.....	71
Ilustración 15. Proceso para determinación de accesibilidad vial	77
Ilustración 16 Grafico variación de los Métodos con la accesibilidad	80
Ilustración 17 Mapa de vías por material	81
Ilustración 18 Esquema de servicios básicos.....	82
Ilustración 19 Mapa de Servicio Básicos	83
Ilustración 20 Grafico variación de los Métodos con el uso del suelo.....	87
Ilustración 21 Mapa de zonas de uso actual del suelo	88
Ilustración 22 Mapa Zonas Homogéneas	90
Ilustración 23 Grafico variación de los Métodos con las zonas de precios.....	93
Ilustración 24 Mapa de zonas de precio	94
Ilustración 25 Mapa de zonas Geoeconómicas	95
Ilustración 26 Grafico variación de los Métodos con zonas de frentes tipos.....	99
Ilustración 27 Mapa de frentes tipo	100
Ilustración 28 Factores IBAPE	103
Ilustración 29 Tipología de construcciones.....	104
Ilustración 30 Estado de conservación de construcciones.....	104
Ilustración 31 Años de construcción.....	105
Ilustración 32 Jerarquía de Geometrías.....	109
Ilustración 33 Modelo de las 9 intersecciones.....	111
Ilustración 34 Arquitectura básica de Geoserver	122
Ilustración 35 Arquitectura general del funcionamiento del sistema	122
Ilustración 36 Flujo de trabajo del prototipo.....	124

CAPITULO I

1 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PRELIMINAR

1.1 Generalidades del Catastro

Antes de ingresar al tema central del Catastro es necesario hablar de algunos términos los cuales están estrechamente relacionados con los temas de este capítulo.

- **Pedio.-**

“Se origina del latín praedium que quiere decir heredad o finca. El pedio se define, físicamente, por su localización, límites y área.

En los países de América Latina se emplea para designar la tierra o terreno que pertenece a uno, o varios propietarios. El pedio es uno de los elementos básicos del catastro urbano. Mediante el pedio se identifican, localizan y registran las particularidades sobre la posesión de la tierra y se suscriben y materializan jurídicamente los derechos que se tenga sobre una propiedad de tierras o de inmuebles. Cada pedio, en catastro, es identificado y numerado. Esta actividad se denomina "formación catastral"¹.

“Para fines catastrales, se denomina pedio, el inmueble perteneciente a una persona natural o jurídica, o a una comunidad, situada en un mismo municipio y no separado por otro pedio público o privado.

El pedio es urbano cuando se encuentra ubicado dentro del perímetro urbano de un municipio y es rural cuando esta ubicado fuera del perímetro urbano.”²

¹ Tesaurus Plurilingüe de Tierras, Elementos para la descripción del espacio, FAO, Roma, 2003.

² Centro de Investigación en Percepción Remota y sistemas de Información Georreferenciados (CIPRES), Nociones Jurídicas Y legales del catastro, Santa Fe de Bogota.

- **Urbano.-**

En función de las actividades económicas, se considera aquellos lugares en los que la mayoría de sus habitantes desarrollan actividades en el sector secundario o terciario. En este sentido, las grandes ciudades se caracterizan porque su población se especializa en las actividades ligadas a éstos.

1.2 Definición del Catastro

A continuación se detalla algunas definiciones del Catastro:

- **Por Henssen.-**

“El catastro es un inventario público metódicamente ordenado, de datos concernientes a propiedades de un determinado país o distrito, basado en la medida de sus límites.

Las propiedades son identificadas de manera sistemática por medio de una designación distintiva. Los límites de la propiedad y el identificador de la parcela se indican normalmente en planos a escala grande, que junto con otros registros, pueden mostrar para cada propiedad distinta, la naturaleza, el tamaño, el valor y los derechos legales asociados a la parcela. El Catastro responde a las preguntas dónde y cuánto.”

- **Catastro 2014.-**

“Catastro es un inventario público, metódicamente ordenado, de datos concernientes a todos los objetos territoriales legales de un determinado país o distrito, basado en la medida de sus límites. Tales objetos territoriales legales se identifican sistemáticamente por medio de alguna designación distintiva. Estos se definen por ley, correspondiente al derecho público o privado. La delimitación de la propiedad, el identificador, junto con la información descriptiva puede mostrar para cada objeto territorial distinto, la naturaleza, el tamaño, el valor y los derechos o restricciones legales asociadas con el objeto territorial.

Además de esta información descriptiva que define a los objetos territoriales el Catastro contiene los registros oficiales de derechos sobre los objetos territoriales legales.

El Catastro puede responder a la preguntas de dónde y cuánto, y quién y cómo.”

- **Dale Peter y Jhon McLaughlin.-**

“El Catastro es u registro ordenado y clasificado en datos y descripciones de superficies, límites, situaciones, aprovechamiento y demás circunstancias físicas, económicas y jurídicas, para dar a conocer un recurso social, natural o humano con expresión territorial.”

- **Según FAO**

“Catastro, del griego kata, abajo, descendiendo y stikhos que significa línea, fila. El término proviene del griego bizantino kata-stichon que significa "registrar" el lugar donde se inscribe "línea por línea", "una línea después de la otra". Es un proceso técnico por medio del cual se hace el censo o empadronamiento de cada uno de los predios o parcelas que están bajo el régimen de propiedad de un territorio nacional, registrando la ubicación y dimensiones exactas, junto con la información referente al propietario. Su objetivo es identificar física y jurídicamente los bienes inmobiliarios, así como definir las bases de la tasa del impuesto predial y demás gravámenes de naturaleza fiscal.

El aspecto jurídico consiste en indicar y anotar en los documentos catastrales la relación entre el sujeto activo del derecho, o sea el propietario o poseedor, con la escritura y el registro, o matrícula inmobiliaria del predio respectivo. El aspecto económico del catastro determina el avalúo catastral del predio. El aspecto fiscal, prepara y entrega a las tesorerías municipales y administraciones de impuestos

nacionales, los avalúos catastrales de conformidad con las disposiciones legales vigentes.

Catastro, en consecuencia es a la vez el listado de parcelas apropiadas, el documento público que representa la malla de la propiedad territorial y el sistema de datos de bienes raíces o tierras. Puede ser manejado en un sistema computarizado de información o en uno manual.”

1.3 Componentes del Catastro

- **Componente Físico Geométrico.-**

Es el componente del catastro que se refiere, o es relativo, a las medidas de los terrenos y las dimensiones de las edificaciones establecidas, todas estas, a través de la cartografía catastral.

Dentro de esto, se debe considerar la información geométrica y alfanumérica de los elementos contenidos en la cartografía catastral:

- Linderos georeferenciados de los predios.
- Área precisa del predio.
- Área Edificación.
- Codificación Catastral.

- **Componente Económico.-**

Es el componente del Catastro que se refiere a la valoración del suelo (valor por m² del predio) el valor de la edificación (m² de construcción).

Para lograr la justicia tributaria, el principio básico fundamental es la equidad. Es importante que se discrimine los valores de suelo y los valores de las mejoras, pues de ese modo se podrá orientar con mayor eficacia las políticas impositivas. Debido a que el valor del inmueble no se mantendrá estático, por modificaciones en el estado

parcelario que inciden directamente en la valoración, es necesario realizar estudios periódicos para la actualización de este registro.

Para esto se debe realizar una valoración masiva de las zonas homogéneas por obras y servicios de infraestructura; dentro de la infraestructura se toma en cuenta los factores económicos, físico-geométricos, ambiental, ideológico, acumulación de servicios de infraestructura y criterios de carácter histórico.

- **Componente Jurídico.-**

Actualización del marco legal como son leyes, normas, ordenanzas, etc; también se debe realizar una recopilación de información legal vigente, para la implementación del Catastro.

Dentro de este componente podemos tener el título de propiedad que es el elemento legal básico para determinar: la situación de los propietarios, los datos geométricos que se transcriben en el mismo, conocer si el bien se encuentra afectado por algún derecho real como servidumbre, hipoteca o alguna restricción al dominio y la constatación que los datos del título sean los mismos que los que estén registrados.

Si algún dato geométrico no estuviese indicado en el título, deberá investigarse en el Registro de la Propiedad, haciendo una recopilación histórica hasta remontarse a las primitivas inscripciones. En los títulos antiguos, pueden faltar datos como medidas lineales, superficiales, linderos, etc.

Cuando no hay correspondencia entre medidas lineales y superficie, deben primar las lineales y cuando surgen diferencias

entre los datos numéricos y los expresados en letras, se prefiere estos últimos, dado que jurídicamente tienen mayor peso.

- **Componente Tecnológico.-**

Se refiere a la parte informática, es la herramienta que nos permite trabajar con los datos gráficos y alfanuméricos; es decir un Sistema de Información Catastral.

Lo que se quiere con este componente es integrar los Catastros en un concepto global e interactivo de base de datos alfanuméricos y gráficos basados en tecnologías de la información, además de fijar normas y reglas relacionadas con la sistematización del Catastro, para poder proveer la tecnificación catastral necesaria.

1.4 Diagnóstico situación actual del Catastro en el Ecuador

El Ecuador tiene una superficie de 272.570 Km² incluido el Archipiélago de Galápagos, tiene una población aproximada de 13 millones de habitantes, está limitado al Norte por Colombia, al Sur y al Este por Perú y al Oeste por el Océano Pacífico. Su complejidad orográfica le confiere una individualidad realmente envidiable ya que en pocos kilómetros se puede pasar de 0 m. a los 6310 m., lo cual permite definir con precisión las tres grandes zonas en las que se divide el Ecuador Continental: Costa, Sierra y Amazonía.

El Ecuador consta de 24 provincias, 221 cantones con sus respectivos municipios, y estos a su vez se dividen en parroquias; en la actualidad los municipios son los encargados de manejar el catastro de cada una de las parroquias que están a su cargo, sin embargo esto no ocurre en algunos gobiernos seccionales ya que en nuestro país el Catastro ha sido entendido y ejecutado solo como la generación de registros descriptivos que carecen de una realidad física espacial, a justificación de no contar con

los recursos humanos y económicos, pero sobre todo por la falta de políticas claras y de una estructura legal sólida que permita normar el quehacer catastral.

Se debe tomar en cuenta que es primordial que el gobierno, a cualquier nivel que éste sea (nacional, seccional), necesita conocer el espacio físico que ocupa y el entorno en que se desenvuelve, con el objeto de administrar adecuadamente los recursos con los que cuenta. Se hace indispensable, dentro de la gestión de cada uno de estos gobiernos, hablar de planificación y es un hecho innegable que no se puede planificar si no existe primero el Catastro.

Es por esto que algunas instituciones como gobiernos seccionales, Instituciones públicas y privadas, ONG's, se han preocupado por esta problemática y han tratado de subsanarla decidiendo involucrarse mediante la generación de herramientas que ayudan en la estandarización de los procesos catastrales.

Sin embargo se debe tener presente que los principales obstáculos que se tiene en el Ecuador en lo referente al Catastro Urbano es el costo que tiene, pues la mayoría de gobiernos seccionales pequeños y una buena parte de los gobiernos seccionales medianos, no cuentan con los recursos financieros necesarios, además que no poseen una capacitación adecuada de que es, y para qué sirve un Catastro, ya que consta de algunas etapas, las cuales son: elaboración de cartografía base, estudios de valoración del suelo y construcciones, estudio jurídico, promoción y difusión, individualización predial, implementación del sistema.

Una de las alternativas que se está tomando en la actualidad en algunos proyectos de catastro es la realización del Catastro Multifinilarario que presenta innovaciones tecnológicas que permiten el manejo de la

información desde varios lugares y por varios usuarios. Este sistema es la herramienta base para lograr la automatización de los procesos relacionados a la generación y el mantenimiento del catastro.

Finalmente se puede decir que actualmente son muy pocas las ciudades que cuentan con un buen Sistema Catastral Urbano y se encuentran en las grandes ciudades que cuentan con más recursos (financieros, tecnológicos y humanos) como por ejemplo Quito y Guayaquil. Sin embargo se debe tratar que el catastro se lo vaya estandarizando a nivel nacional para que también los municipios medianos y pequeños lleguen a tener un Sistema Catastral Urbano.

Diagnóstico situación actual del Catastro Urbano en el Ecuador según el Catastro 2014		
Preguntas	Situación Actual	Situación Recomendable
Características legales y de organización		
El registro se basa en:	Escritura	Escritura
La unidad del catastro es:	Predio	Predio
La base legal es:	Ley de Régimen Municipal	Ley de Régimen Municipal
El derecho del registro de la propiedad es:	Obligatorio	Obligatorio
El registro está basado sobre el proceso adjudicación:		
La obligación legal del registro de la propiedad tiene efectos negativos (los derechos no registrados se asumen como no existentes)	Si	No
La obligación legal del registro de la propiedad tiene efectos positivos (los derechos registrados se asumen como correctos)	Si	Si
Protección a los derechos de las personas por el registro.	Si	Si

Responsabilidad del municipio por daños causados por falta de registro.	No	No
Alcance del Catastro	Registro de Tierras	Registro de Tierras, en mapas catastrales
Son los mapas catastrales parte del registro.	No	Si
Incluye intereses en tierra	Derechos y obligaciones	Derechos y obligaciones
Concepto límite	Límite fijos	Límite fijo
Valor legal de los límites a estar situados por	Mojones y por mapas catastrales	Mojones, mapas catastrales y coordenadas
Relación entre mapeo topográfico y complementos catastrales		
Existen vínculos técnicos, legales u organizacionales entre el catastro y el mapeo topográfico.	Sólo en algunos municipios.	Si, en todos los municipios.
Es el catastro cubre totalmente el territorio de la jurisdicción	Sólo en algunos municipios.	Si, en todos los municipios.
Es el catastro de carácter completo (son los predios o unidades de tierra introducidas al catastro de manera sistemática, esporádica)	Esporádica	Sistemática
Responsabilidad de planeamiento y control del Sistema Catastral		
Responsabilidad de planeamiento y control del Sistema Catastral esta a nivel estratégico, de control u operacional	Privado (operacional Registro de la Propiedad) y público (estratégico, de control y operacional)	Privado (operacional Registro de la Propiedad) y Público (estratégico, de control y operacional)
Aspectos del Catastro Multipropósito		
Para que propósitos sirve el Catastro	Legal y fiscal	Multipropósito (legal, ambiental, fiscal, cartográfico, de control, etc)
Responsabilidades de los sectores públicos y privados		
Responsabilidad en la adquisición,	Público 100%	Público 100%

manejo, mantenimiento y distribución de la información	Privado 0%	Privado 0%
Financiamiento	Público 100%	Público 100%
	Privado 0%	Privado 0%

Tabla 1 Diagnóstico situación actual del Catastro en el Ecuador según el Catastro 2014

Actualmente en el Ecuador existe un gran proyecto de generación, actualización y titulación (registro de la propiedad) de tierras rurales, el mismo que procura mejorar la relación catastro – registro y tecnología, conforme madure el proyecto irán cambiando las condiciones actuales del catastro rural en el Ecuador.

1.5 Detalle de los requerimientos legales

La ley que regulan la actividad del Catastro en los municipios es la ley de Régimen Municipal publicada en Registro Oficial número 159 del 5 de Diciembre del 2005. El análisis detallado de la misma está en el Anexo 1.

CAPÍTULO II

2 Diseño del Modelo para la Gestión de Información Catastral

2.1 Generalidades.

Modelo:

“Una teoría, una ley, una hipótesis o una idea estructurada. Puede ser un rol, una relación o una ecuación. Puede ser una síntesis de datos. Lo más importante, desde el punto de vista geográfico, es que también puede incluir razonamientos sobre el mundo real mediante variaciones en él o en el tiempo.”³

Un modelo es una abstracción útil para comprender los procesos del mundo real, útil para abordarlos.

2.2 Modelos Catastrales

2.2.1 Catastro 2014

La Federación Internacional de Topógrafos (FIG) se fundó en 1878 en París. Agrupa a cerca de 100 asociaciones nacionales. La FIG es una ONG reconocida por Naciones Unidas, cuyas actividades se rigen por un plan de trabajo que se revisa con regularidad, de acuerdo con un plan estratégico a más largo plazo.

Consciente de la necesidad de introducir cambios en el catastro ya que los sistemas catastrales tradicionales no alcanzan los niveles de calidad que el desarrollo sostenible exige, y consecuente con los esfuerzos en materia catastral, la FIG puso en marcha en su Congreso de Melbourne (1994), en el seno de la Comisión 7, grupo de trabajo 7.1, los siguientes puntos de referencia para este grupo:

³ Hagget y Chorley 1967, UNIGIS

- “Estudiar la reforma catastral y los procedimientos aplicados en los países desarrollados”.
- “Considerar la informatización del catastro y su función como pieza de un sistema más amplio de información territorial”.
- “Evaluar las tendencias en este campo y ofrecer una visión de cómo serán los sistemas catastrales durante los próximos 20 años”.
- “Mostrar cómo se realizarán estos cambios y describir la tecnología que se empleará para ello”.

Acuerdos del Catastro 2014

El Catastro 2014 realizó un análisis previo de situación actual del Catastro por medio de un cuestionario que se basa en cuatro características principales:

a) Características de elementos legales y de organización

Permite saber la base legal de los sistemas catastrales en lo que se refiere a registro de la propiedad, registro del catastro, documentos vinculados, derechos, restricciones y obligaciones.

b) Niveles de planeamiento y control

Permite determinar el nivel de planeamiento estratégico y operacional del sistema catastral, instituciones encargadas y la naturaleza de las mismas (públicas o privadas).

c) Aspectos de Catastro Multipropósito

Indica los fines para los cuales fue concebido el catastro: fiscal, legal y multipropósito.

d) Responsabilidades de los sectores públicos y privados

Indica las actividades del catastro que deben ser realizadas por el sector público y por el sector privado.

Se debe tener en cuenta que para el catastro 2014 se realizó algunas consideraciones como son: definir conceptos y objetivos los cuales

sirven para tener claro lo que se quiere conseguir con el sistema catastral; además que ayudaron a determinar un concepto general del Catastro 2014.

“El Catastro 2014 es un inventario público, metódicamente ordenado, de datos concernientes a todos los objetos territoriales legales de un determinado país o distrito, basado en la mensura de sus límites. Tales objetos territoriales legales se identifican sistemáticamente por medio de alguna designación distintiva. Estos se definen por ley, correspondiente al derecho público o privado. La delimitación de la propiedad, el identificador, junto con la información descriptiva, pueden mostrar para cada objeto territorial distinto, la naturaleza, el tamaño, el valor y los derechos o restricciones legales asociados con el objeto territorial”.⁴

El catastro 2014 puede responder a las preguntas de dónde y cuándo, y quién, y cómo.

En las reuniones que se mantuvieron llegaron a seis declaraciones que son las primordiales dentro del Catastro 2014:

⁴ Catastro 2014, Jurg Kaufmamm, Daniel Steudler con el grupo de trabajo 1 de la Comisión 7 de la FIG, Julio 1998.

Declaración	Título	Comentario	Consecuencias
Declaración 1	El Catastro 2014 indicará la situación legal completa del territorio, incluyendo el derecho público y restricciones.	La población mundial está en pleno crecimiento. La consumición del territorio está en aumento. El control absoluto de los individuos sobre las entidades territoriales legales está siendo restringido de manera creciente por el interés público. Para garantizar la seguridad del derecho de propiedad, todos los hechos sobre el territorio deben ser evidentes en el sistema catastral del futuro.	Es necesario un nuevo modelo temático. Los agrimensores deben tener en cuenta el derecho público.
Declaración 2	Separación entre mapas y registros será abolida.	Esta separación fue necesaria porque la tecnología disponible papel y lápiz no permitía otro tipo de soluciones.	La división de responsabilidades entre el agrimensor y el notario en el dominio del catastro cambiará significativamente.
Declaración 3	La cartografía catastral será parte del pasado y larga vida a la modernización!	Los mapas siempre han sido modelos, pero la tecnología disponible no permitía el uso de esos modelos de manera flexible. La cartografía tradicional tiene que conformarse en diferentes escalas y estas tienen que representarse a través de distintos modelos de datos. La tecnología moderna facilita la creación de mapas a diferentes escalas y registros alfanuméricos en diferentes formas a partir del mismo modelo de datos.	En el año 2014 no habrá dibujantes ni cartógrafos (en el sentido tradicional) en el dominio del catastro.
Declaración 4	El catastro manual será cosa del pasado	La tecnología geomática será la herramienta normal para el trabajo catastral. Soluciones reales de bajo costo son sólo posibles cuando esta tecnología es	El catastro moderno tiene que proveer el modelo de datos básico. Los agrimensores de todo el mundo deben ser capaces de

		<p>utilizada en conjunción con procedimientos administrativos adecuados.</p> <p>Los países desarrollados, en desarrollo y en transición necesitan modelos de las situaciones existentes para resolver problemas de población, medio ambiente y razonable uso del suelo.</p>	<p>pensar en modelos y de aplicar tecnología moderna para manipular tales modelos.</p>
Declaración 5	<p>El catastro 2014 estará altamente privatizado.</p> <p>El sector público y el sector privado trabajarán en conjunto.</p>	<p>Los sistemas públicos tienden a ser menos flexibles y orientados al usuario que las organizaciones privadas.</p> <p>Las economías de mercado requieren flexibilidad en el mercado inmobiliario y en la planificación y uso del suelo. Dicha flexibilidad podría ser provista en mejor forma por instituciones privadas. Sin embargo, por necesaria seguridad, es indispensable que el sector público este involucrado.</p>	<p>El sector privado ganará importancia. El sector público se concentrará en tareas de supervisión y control.</p>
Declaración 6	<p>El catastro 2014 procederá a recuperar los costos</p>	<p>Los sistemas catastrales necesitan para su desarrollo de una considerable inversión, pero la documentación territorial y la seguridad que brinda un catastro representa un múltiplo de la inversión. Los costos de operación y de inversión deben ser reembolsados, al menos parcialmente, por los usuarios.</p>	<p>El análisis costo/beneficio será un aspecto muy importante en la reforma catastral y su implementación. Los agrimensores tendrán que tratar más con cuestiones económicas en el futuro.</p>

Tabla 2 Declaraciones del Catastro 2014

Principios del Catastro

- *Procedimientos idénticos para los Objetos Territoriales correspondientes al derecho Privado y Público.*

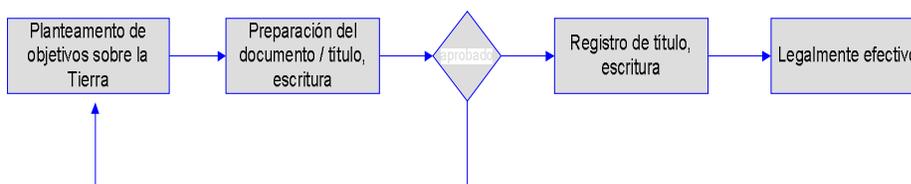


Ilustración 1 Proceso de implementación para la regulación de leyes privadas

- *Ningún cambio en la Tenencia de la Tierra.*- Precisa el tipo de tenencia de tierra, el catastro 2014 respeta la tenencia actual
- *Registro de títulos.*- El derecho que tiene el sujeto sobre un objeto es su relación legal de dominio, que debe ser biunívoca, la misma que será efectiva una vez registrada o inscrita en el Registro de la Propiedad.
- *Respeto hacia los cuatro Principios para el Registro Territorial.*
 - Inscripción.
 - Consentimiento.
 - Publicidad.
 - Especialidad.

El Catastro 2014 apoyará estos principios en el campo del derecho privado y público.

- *Respeto por el principio de Independencia legal.*- Los objetos territoriales legales, estando sujetos a la misma ley y siendo la razón fundamental de un único procedimiento de adjudicación, deben organizarse en una capa individual de datos. Para todos los procesos de adjudicación definidos por una ley determinada, se debe crear una capa de datos especial para los objetos territoriales legales que sean la razón fundamental de este proceso.
- *Sistema del límite fijado.*-El Catastro 2014 está basado en el sistema de límite fijado. Esto significa que los límites están ubicados por

coordinadas y no por una descripción de las características de los límites.

- *Ubicación de Objetos Territoriales en un sistema de Referencia Común.*- El catastro 2014 espera que los objetos territoriales tengan un sistema de referencia común, para que los objetos puedan combinarse, compararse y relacionarse unos con otros.

Cabe mencionar que la principal justificación para el Catastro 2014 es la necesidad de apoyo para el Desarrollo Sustentable, ya que toda forma organizada de sociedad humana debe cuidar los asuntos territoriales para asegurar el desarrollo sustentable. La Declaración sobre el Catastro identifica a los ítems importantes en este campo.

Los aspectos a considerar son:

- Garantizar la propiedad y la seguridad de la tenencia
- Proveer seguridad para créditos
- Desarrollar y monitorear los asuntos territoriales
- Sustentar el impuesto inmobiliario
- Proteger las tierras del Estado
- Reducir los conflictos territoriales
- Facilitar las reformas territoriales
- Mejorar el planeamiento del suelo
- Apoyar el manejo del medio ambiente
- Producir datos estadísticos

Una documentación segura y completa de los objetos territoriales legales y físicos apoya los esfuerzos de crear un desarrollo sustentable.

2.2.2 Modelo Colombiano

Consideraciones.-

En Colombia el Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” ha desarrollado en los últimos años, en procura de incorporar metodologías más avanzadas y ágiles, la realización del Catastro Colombiano Nacional.

Fundamentalmente el Catastro, como inventario de la propiedad del inmueble y, en particular, de la tierra y sus recursos naturales, junto con los documentos cartográficos que de él se derivan, constituye un instrumento primordial en el diagnóstico de la situación económica y social de una localidad, región o país, así como en la formulación de planes y proyectos específicos tendientes a lograr su desarrollo.

En Colombia, el Gobierno Nacional tiene centralizada, con muy pocas excepciones, la actividad catastral de todo su territorio en el Instituto Geográfico, y desde 1962 viene aplicando el concepto de Catastro Jurídico y Fiscal, en cuyo proceso se recopila información detallada sobre los elementos físicos, jurídicos y económicos de la propiedad inmueble, el que desarrolla y maneja a través de veinte seccionales distribuidas en las capitales de los departamentos del país.

Para ello la Subdirección de Catastro debe disponer de estudios de suelos y de cartografía base adecuada, material que le es suministrado por las Subdirecciones Agrológica y Cartográfica respectivamente, las cuales tienen entre sus funciones la de brindarle oportunamente todo el apoyo que el Catastro necesite.

De otra parte las exigencias del desarrollo del país y las necesidades apremiantes que tienen las entidades del sector público de obtener oportunamente los documentos y la información básica, para poder cumplir con sus propios programas, pusieron de manifiesto la necesidad de tener técnicas y equipos que le permitan al Instituto producir con menos costos y mayores rendimientos los documentos cartográficos, para a su vez acrecentar y agilizar los procesos de formación y conservación del Catastro, mejorar la tecnología actual, con miras al establecimiento de un Catastro multidisciplinario que incluya, además del inventario que sobre tenencia, uso y potencialidad de la propiedad se ha venido haciendo, un banco de datos, que permita el

acceso y el procesamiento de toda la información recopilada, tanto gráfica como estadística, de tal forma que el Catastro le facilite al país una mejor y más rápida comprensión de su realidad para una administración, planeación y desarrollo óptimos de sus recursos.

En resumen, los objetivos inmediatos consisten en la obtención de los siguientes productos:

- a) Mapas topográficos convencionales a pequeña, mediana y gran escala, mapas catastrales; mapas agrícolas, de uso y tenencia de la tierra y otros mapas temáticos que pueden eventualmente derivarse del proyecto, como mapas socio-geográficos, regionales, etc.
- b) Un banco de datos catastrales que incluya elementos cartográficos digitalizados. Este banco de datos contendrá la información básica de la ficha predial incluyendo las coordenadas de los linderos y esquinas de los predios, las áreas, la distribución de los suelos y demás información pertinente correlacionada.
- c) Difusión y transmisión de las técnicas más aconsejables a los países latinoamericanos en aspectos cartográficos, agrologicos y catastrales.

El Instituto Geográfico ha tenido a su cargo todo lo relacionado con la obtención de las fotografías aéreas, el trabajo fotogramétrico y cartográfico, los levantamientos de campo, la recopilación de la información estadística y parte de los programas de computador.

Proyecciones.-

Actualmente el Banco de Datos contiene información gráfica y alfa-numérica, por lo anterior se ha planeado llegar a trabajar con grandes volúmenes de información, descentralizándolo en cada Seccional.

Esta información será manejada a corto plazo en cada Seccional utilizando para tal fin microcomputadores seleccionados de acuerdo a la necesidades de cada Seccional.

De todas formas, al dar ese paso de descentralización, será de gran importancia la experiencia que se ha tenido con el manejo, programación y depuración de la información gráfica.

También se espera contar con un programa de superposición de información que permita, sin restricciones, la salida gráfica de cartas topográficas y temáticas como producto de cierre de diferentes informaciones digitalizadas, tales como tipo de suelos, pendientes, elementos planimétricos comunes, altimetría, etc., con miras a la producción de cartas multifinalitarias.

- *Otros productos derivados del sistema - Las Cartas Multiuso.*- Dentro del concepto de un catastro multifinalitario y gracias a las teorías que están siendo desarrolladas en el IGAC, se pueden realizar una gran cantidad de cartas derivadas de una sola operación integrada concebida alrededor de los levantamientos catastrales, poniendo a disposición del país productos cartográficos que contienen varias informaciones indispensables en los diferentes sectores de la actividad gubernamental y privada, de tipo social, económico y técnico.
- *Mapas de línea, ortofotomosaicos y ortofotomapas.*- El mapa de línea es aquel en el cual los diferentes elementos planimétricos y altimétricos del terreno han sido interpretados por el cartógrafo y dibujados, como su nombre lo expresa, mediante líneas y símbolos, convencionales que le indican al usuario las diferentes clases de elementos representados. Hasta la aparición de los fotomapas, el mapa de línea era la representación universal de un levantamiento cartográfico fuese este realizado en su totalidad por medidas en el terreno o por medios fotogramétricos. En los fotomapas, la interpretación de los elementos del terreno es dejada al usuario contrariamente a lo que sucede con un mapa de línea. Esto no

significa que uno sea superior al otro y cada uno posee ventajas y desventajas. En el mapa de línea no se tienen dudas sobre el elemento representado, pero carece de toda la información adicional sobre el terreno a la que haya representado el cartógrafo. En el fotomapa, el usuario tiene acceso a toda la riqueza de información que contiene una fotografía aérea, pero puede tener incertidumbre en cuanto a la identificación y clasificación de los elementos: vías, senderos, cercas, líneas de transmisión, oleoductos, etc., dependiendo de la calidad de la imagen, su escala, el cubrimiento de vegetación, etc. Vemos como las dos representaciones son complementarias y podemos obtener las ventajas de una y otra combinándolas entre sí, lo que se logra muy fácilmente al tener como fondo del mapa de línea la imagen fotográfica, o tal vez más sencillamente, al superponer sobre la ortofotografía u ortofotomosaicos uno o varios transparentes de línea; cuidando de seleccionar y filtrar la densidad de su contenido con el fin de no destruir la utilidad de la imagen fotográfica. Este producto se conoce como ortofotomapa.

Por otra parte el mapa de línea es irremplazable para la representación gráfica de ciertos tipos de información. Algunos ejemplos son:

- a) La altimetría.- Si bien puede expresarse por medio de sombreados y matices, sólo puede representarse con precisión utilizando las curvas de nivel, elementos propios del mapa de línea.
 - b) Los mapas temáticos.- tales como mapas de uso de la tierra o la carta catastral, sólo pueden ser representados correctamente mediante líneas, códigos y símbolos que separen o identifiquen los diversos usos o predios.
- *La Carta Catastral multifinalitaria teórica.*- La carta catastral es un mapa de línea sobre una base cartográfica simple que contiene sólo algunos de los elementos planimétricos más importantes, con un

sistema dado de coordenadas, y en el cual se representa con precisión cartográfica cada predio o propiedad, delineando sus linderos y dotándolos de un número de identificación.

Ahora bien, posiblemente esta carta sea insuficiente para los propósitos que deben servir a un catastro multifinalitario como el inventario y registro no solamente de la tenencia de la tierra, sino de las características físicas de la misma, de sus recursos, del uso de la tierra, del grado de explotación, etc., es normal pretender que la carta catastral contenga también todas esas otras características, hasta donde los procedimientos ágiles y costos razonables lo permitan, como un lógico complemento gráfico de la información registrada en las diferentes fichas y de la que se almacena en los archivos del Banco de Datos.

La combinación de la ortofotografía, de la carta predial y de las clases de suelos es una aproximación a esta carta catastral. Si a esta última podemos agregarle la información altimétrica, tendremos una mejor aproximación a ella, si podemos grabar en la ortofotografía las vías y drenajes debidamente clasificados, nos aproximamos aún más y si le agregamos la toponimia, estaremos aún más cerca de la carta ideal.

Es lógico que dicha carta resultará muy congestionada y de difícil lectura, ya que las informaciones relativas a cada aspecto necesariamente interferirán entre ellas, si todo lo colocamos en un mismo documento, o sea sobre una misma hoja. Sin embargo es posible separar cada aspecto en sobrepuestas independientes, que pueden colocarse individualmente o en forma combinada sobre el fotomapa.

2.3 Análisis del Sistema de Gestión Catastral

2.3.1 Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son representaciones digitales de estructuras y procesos que se observa en el mundo real.

Los SIG constituyen instrumentos que contribuyen al manejo de la información, su función principal es generar productos de interés, a partir de la integración de diferentes tipos de información georeferenciada.

2.3.2 Proceso para el Diseño Conceptual del Sistema

Para realizar el diseño es necesario considerar algunas funciones que se detallan a continuación:

<i>Función</i>	<i>Descripción</i>
Planificación Territorial	Tiene el objetivo de planificar, el control físico urbano y el desarrollo social, para el mejoramiento del nivel de vida de los ciudadanos, a través de la aplicación de la normatividad y legislación que regulan el crecimiento urbanístico, al igual de la elaboración de planes, programas y proyectos.
Obras Públicas	Es responsable del desarrollo y mantenimiento de la infraestructura de la obra pública del Cantón, para responder al crecimiento territorial y la demanda de la comunidad.
Servicios Públicos	Tiene la misión de proveer los principales servicios que necesita la ciudadanía para tener una vida adecuada como son el agua potable, luz eléctrica y alcantarillado.
Información Ciudadana	Es el encargado de mantener una relación entre la municipalidad y los ciudadanos, además q brinda facilidades para realizar actualizaciones, trámites, etc.
Registro de la Propiedad	Garantiza el registro de bienes inmuebles y da certificaciones.
Finanzas	Realiza recaudaciones de impuestos, cálculo de

	descuentos, multas en los casos que sean necesarios.
Organizaciones Privadas	Son las que realizan trabajos en beneficio de los ciudadanos y pueden o no tener fines de lucro. (pe: empresas privadas y/o ONG's)
Avalúos y Catastros	Levantam la información predial necesaria para realizar el cálculo del terreno y de los bienes inmuebles.

Tabla 3 Funciones para el Diseño Conceptual del Sistema

Los aspectos importantes que deben ser tomados en cuenta en el diseño de un sistema de información catastral son:

- El tipo y características de los productos que se espera del Sistema.
- La complejidad de los procesos de integración.
- El volumen y características de la información georeferenciada que debe ingresar al sistema.

La permanencia y desarrollo de los sistemas de información geográfica dependen, en última instancia de la posibilidad real de generar y entregar productos útiles para la toma de decisiones, lo que a su vez depende de la disponibilidad de datos actualizados, veraces y obtenidos con el debido sustento técnico – científico.

- *Características de la información.-* La cartografía que requiere el sistema, es la siguiente:
 - a) Información Cartografía Base
 - Hidrografía
 - Topografía del Terreno
 - Linderos prediales
 - Construcciones
 - Ejes Viales
 - b) Información Temática
 - Plano de Agua Potable

- Plano de Alcantarillado
 - Plano de Energía Eléctrica
 - Valores del suelo
 - División Política Administrativa
- c) Información Catastral
- Límites específicos del predio
 - Límites específicos de construcciones
 - Mapa manzanero
- d) Datos Alfanuméricos
- Ficha Catastral

2.3.3 Relaciones del Sistema de Gestión Catastral

En la medida en que un sistema de información se relaciona, su capacidad y la del conjunto se potencian significativamente al tener la posibilidad de acceder a volúmenes y temáticas mucho más amplios de información, a través de la integración, en la que todos optimizan beneficios con costos y esfuerzos compartidos.

A continuación se define las relaciones y el origen de la información que tiene el sistema con las diferentes funciones como son planificación territorial, obras públicas, servicios básicos, información ciudadana, registro de la propiedad, finanzas, empresas privadas y avalúos y catastro.

PLANIFICACIÓN TERRITORIAL				
Proveedores	Entradas	Función	Salidas	Consumidores
Avalúos y Catastros	Información manzanera	Planificar	Datos de uso y ocupación del suelo	Avalúos y Catastros
Avalúos y Catastros	Mapa de zonas homogéneas		Datos de uso y ocupación del suelo	Avalúos y Catastros

Tabla 4 Origen y relaciones de la información de la Función de Planificación Territorial



Ilustración 2 Diagrama de Proceso de las Funciones del Sistema

OBRAS PÚBLICAS				
Proveedores	Entradas	Función	Salidas	Consumidores
Avalúos y Catastros	Información manzanera	Obras Públicas	Información gráfica y alfanumérica de Obras Públicas	Avalúos y Catastros Planificación Territorial
Planificación Territorial	Datos de uso y ocupación del suelo		Información vial	Avalúos y Catastros
			Información gráfica y alfanumérica de Obras Públicas Información vial	

Tabla 5 Origen y relaciones de la información de la Función de Obras Públicas.

SERVICIOS BÁSICOS				
Proveedores	Entradas	Función	Salidas	Consumidores
Avalúos y Catastros	Información manzanera	Servicios Básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Información de Agua Potable • Información de Luz 	Avalúos y Catastros Planificación Territorial
Obras Públicas	Información vial	Servicios Básicos	<ul style="list-style-type: none"> • Información Alcantarillado • Información Recolección de basura 	

Tabla 6 Origen y relaciones de la información de la Función de Servicios Básicos.

INFORMACION CIUDADANA				
Proveedores	Entradas	Función	Salidas	Consumidores
Avalúos y Catastros	Información predial Información construcciones Avalúo	Información Ciudadana	Actualización de información	Ciudadanía Finanzas Avalúos y Catastros
Registro de la Propiedad	Información de registro		Actualización de la Tenencia	
Finanzas	Valor del impuesto		Actualización de información	

Tabla 7 Origen y relaciones de la información de la Función Tenencia de Tierra

REGISTRO DE LA PROPIEDAD				
Proveedores	Entradas	Función	Salidas	Consumidores
Avalúos y Catastros	Información predial	Registro de la Propiedad	Tenencia Legal	Ciudadanos Avalúos y Catastros

Tabla 8 Origen y relaciones de la información de la Función Registro de la Propiedad

FINANZAS				
Proveedores	Entradas	Función	Salidas	Consumidores
Avalúos y Catastros	Información predial	Finanzas	Cobro de Impuestos	Finanzas Ciudadanos
	Avalúo	Finanzas		

Tabla 9 Origen y relaciones de la información de la Función de Finanzas

ORGANIZACIONES PRIVADAS				
Proveedores	Entradas	Función	Salidas	Consumidores
Avalúos y Catastros	Información predial	Organizaciones Privadas	Proyectos de Subdivisión y de construcción.	Avalúos y Catastros
Planificación Territorial	Uso y ocupación del suelo			

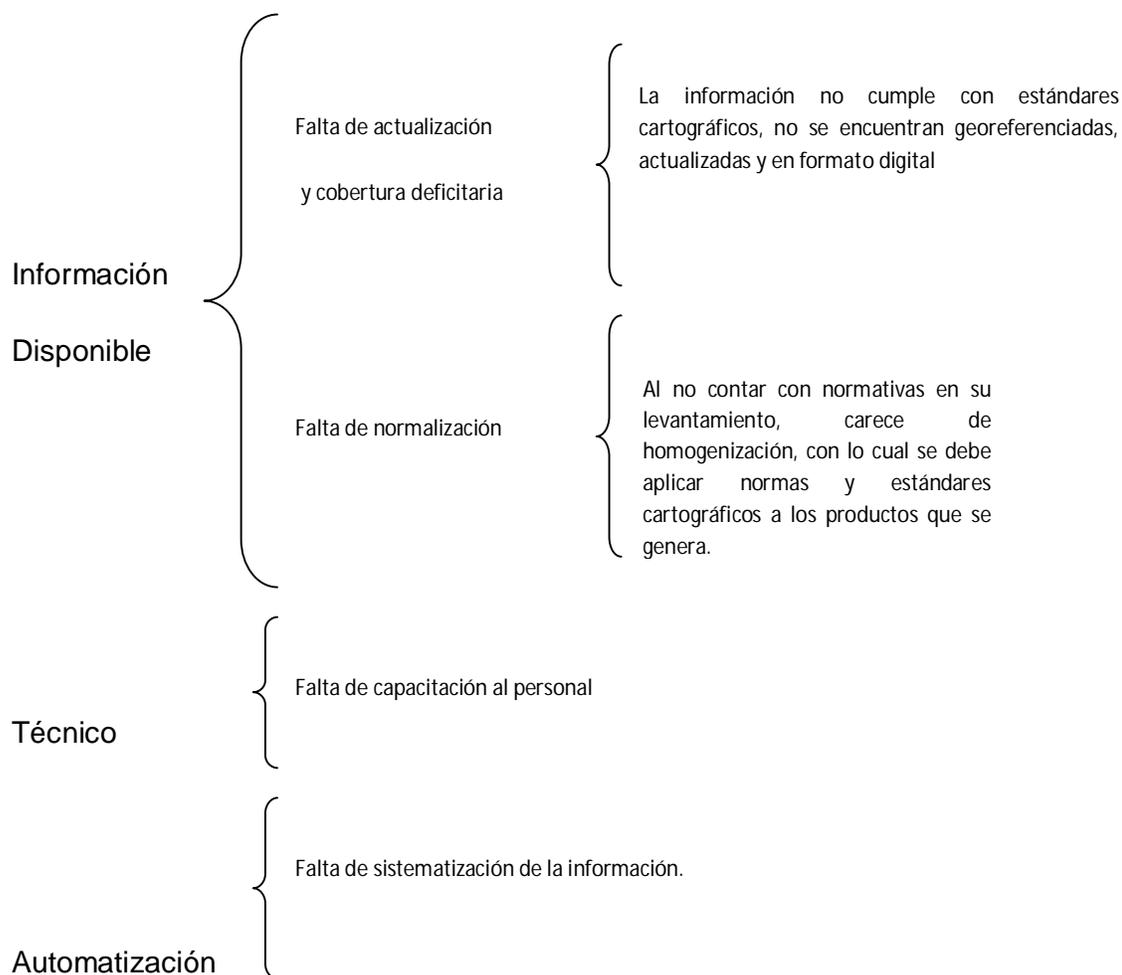
Tabla 10 Origen y relaciones de la información de la Función Organizaciones Privadas

AVALÚOS Y CATASTROS				
Proveedores	Entradas	Función	Salidas	Consumidores
Avalúos y Catastros	Levantamiento predial y alfanumérico			
Servicios Básicos	Información gráfica y alfanumérica de servicios básicos		Información predial y manzanera,	Avalúos y Catastros
Obras Públicas	Información gráfica y alfanumérica de obras públicas	Avalúos y Catastros	Mapa de zonas homogéneas	Planificación Territorial
Planificación Territorial	Datos de uso y ocupación del suelo		Avalúo predial y de construcción (Catastro)	Servicios Básicos
Actualización Ciudadana	Actualización de la información			Obras Públicas
Registro de la propiedad	Actualización Tenencia Legal			Finanzas
				Información ciudadana

Tabla 11 Origen y relaciones de la información de la Función de Avalúos y Catastros

2.3.4 Factores Limitantes del Sistema de Gestión Catastral

Los principales factores que se deben tomar en cuenta son:



2.3.5 Diseño Conceptual

El Sistema de Información de Gestión Catastral a implementarse en los municipios, es un SIG compuesto de un conjunto de componentes integrados de datos, recurso humano, técnico, tecnológico (hardware y software), métodos, procedimientos y organización, que nos permitirá el manejo de una base de datos geográfica única, captura y edición de datos, consultas gráficas y alfanuméricas, manejo y generación de mapas.

2.3.5.1 Actividades

Integra los procesos del catastro, bajo una plataforma estándar de información georeferenciada única y documentada

Características:

- Manejar una base de datos catastral integrada (georeferenciada y alfanumérica)
- Procesar rápidamente grandes volúmenes de datos georeferenciados.
- Facilitar el acceso de los diferentes clientes (internos, externos), a la información disponible en el sistema.
- Facilitar la conectividad para el acceso y envío de información.
- Interactivo con los clientes internos y externos que requieran el servicio.
- Operar, mantener y administrar el gran volumen de datos georeferenciados que dispondrá el sistema.

2.3.5.2 Componentes Del Sistema

La información que requiere el sistema es:

- a) Información Cartografía Base escala 1:1000
- b) Información Temática escala 1:1000
- c) Información Catastral escala 1:1000
- d) Información Alfanumérica

2.3.5.3 Estructura Funcional Del Sistema Catastral

El sistema Catastral está sustentado en cuatro funciones básicas:

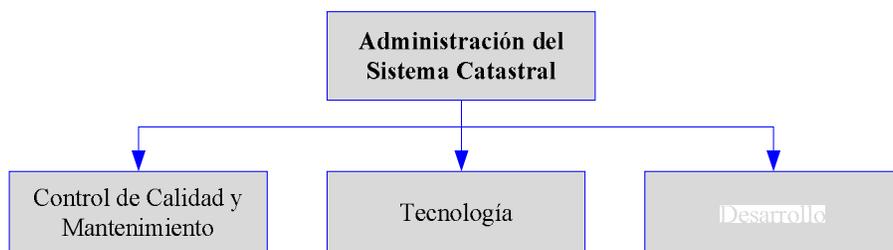


Ilustración 3 Estructura Funcional del Sistema

Funciones Administrador del sistema Catastral

- Responsable de la administración total del sistema, incluyendo el hardware, software, comunicaciones, periféricos y accesorio.
 - Coordinar la asignación oportuna de los recursos humanos y económicos.
 - Ofrecer bases de datos, que respondan a las necesidades de los clientes.
 - Control del catálogo de información velando por su actualización permanente y facilitando la consulta rápida y efectiva.
 - Supervisar el cumplimiento efectivo de las normas y procedimientos existentes para la operación racional del SIG.
 - Administrar la distribución de los datos hacia los clientes finales.
 - El perfil para el responsable de esta función, debe estar capacitado en la tecnología que conforma el Sistema, con liderazgo para coordinar su implementación a nivel organizativo y técnico; que esté familiarizado con los procesos y funciones internas del Sistema, asesorado por los especialistas técnicos responsables de los procesos que conforman el Sistema (control de calidad, tecnología y desarrollo)
- a. Control de Calidad.-
- Fiscalizar que la información cumpla con normas, estándares y aspectos técnicos para el Sistema.
 - Mantener actualizada la base de datos del Sistema.
 - Apoyar la generación de los productos georeferenciados, mediante la provisión de los datos y metodologías para su integración.
 - Recopilar, evaluar, almacenar e integrar los datos requeridos por el Sistema.
 - Organizar y dirigir la preparación de los productos.
 - El perfil más adecuado es un Técnico con profundo conocimiento y experiencia en análisis, modelamiento y cartografía, capacitado en el conocimiento de la tecnología SIG quien apoyará la implementación

del Sistema, trabajará en forma coordinada con el administrador del Sistema Catastral, el responsable de tecnología y el responsable de desarrollo, en la planificación, y supervisará el ingreso, actualización, mantenimiento y el procesamiento de datos para el desarrollo de las aplicaciones definidas.

b. Tecnología.-

- Adquirir, evaluar, almacenar y manejar los datos necesarios para la generación de productos de aplicaciones.
- Apoyar técnicamente a los clientes en el uso y manejo de las aplicaciones.
- Administrar la tecnología (Hardware- Software- Conectividad) del Sistema.
- El encargado de esta función debe ser responsable del soporte tecnológico, quien apoyará la implementación del Sistema Catastral, trabajará en forma coordinada con el administrador del Sistema, con los responsables del control de calidad y desarrollo, en la planificación y preparación de la aplicabilidad de la herramienta SIG, por medio del desarrollo de aplicaciones con funcionalidad de SIG, para cada uno de los procesos que realiza el Sistema.

c. Desarrollo.-

- Fortalecer las capacidades del Sistema.
- Formular requerimientos para la preparación de productos, en coordinación con los clientes.
- Organizar y dirigir la capacitación e investigación necesaria para el desarrollo del Sistema, con la participación de los funcionarios técnicos de las distintas funciones.
- Trabajar en forma coordinada con el Administrador del Sistema Catastral y los responsables de Tecnología y de Control de Calidad. En la planificación tendrá la capacidad de promover el sistema, organizar la capacitación y coordinar los intercambios propios con los usuarios proveedores de información, así como de la organización para la consulta y la entrega de información a los clientes.

2.3.6 Procesos del Sistema de Gestión Catastral

Estos procesos vienen definidos por la ley de Régimen Municipal, los cuales están divididos en:

1. Parcelación y reestructuración parcelaria según el artículo 226
2. Avalúo

1. Parcelación y reestructuración parcelaria.-

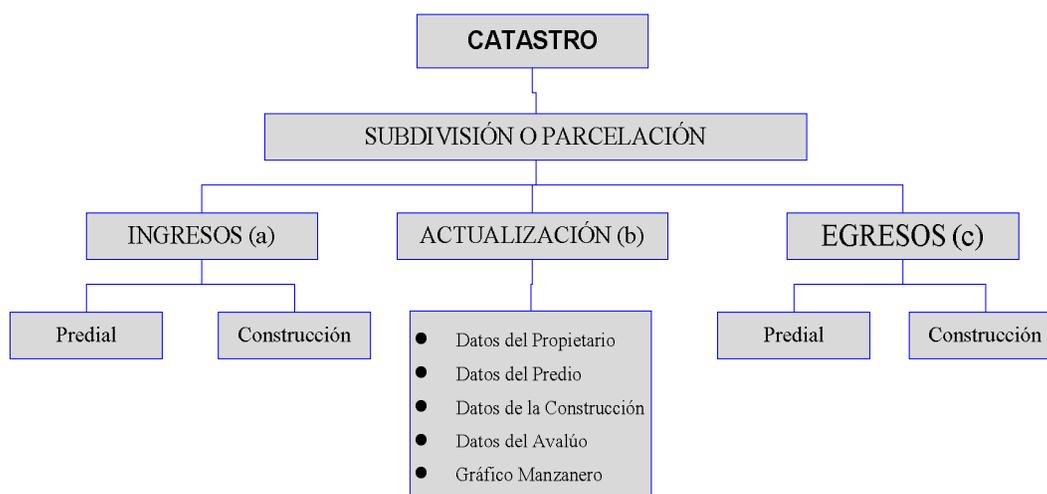


Ilustración 4 Diagrama de Procesos del Sistema de Gestión Catastral.

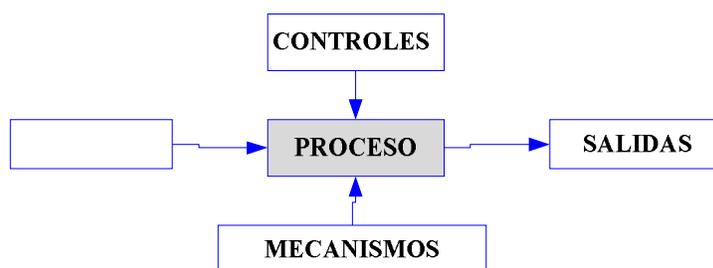


Ilustración 5 Estructura del Diagrama De Procesos

a) Ingresos.-

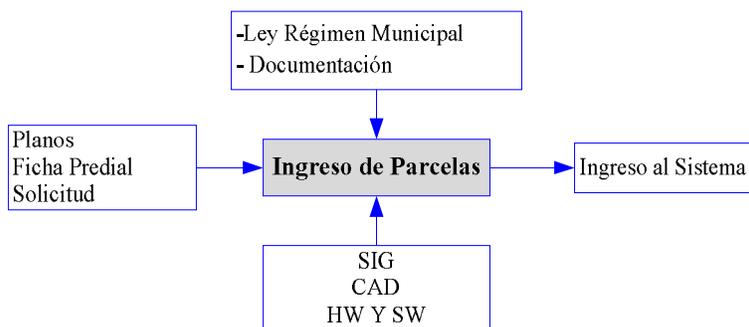


Ilustración 6 Diagrama del Proceso de Ingreso

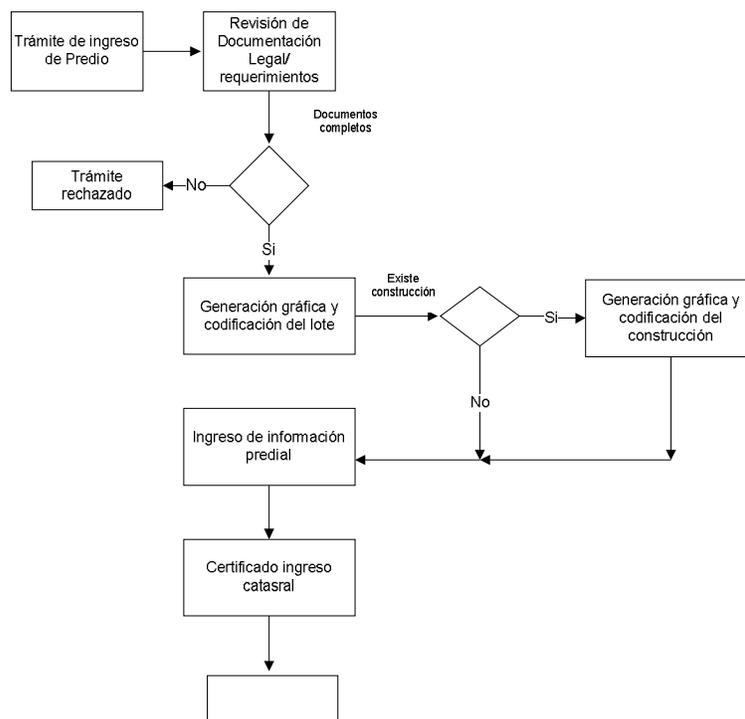


Ilustración 7 Trámite de Ingresos

Trámite de Ingreso del Predio

- Llenar los datos informativos básicos
- Llenar los datos informativos del catastro
- Adjuntar copias de documentos que requiere para dicho trámite

Revisión de documentos

- Verificar que la documentación esté completa, legible y concordante.

Generación gráfica y codificación del Lote

- Georeferenciación del lote.
- Dibujar el lote
- Generación de la codificación (clave catastral, ver Anexo 2.)

Generación gráfica y codificación de la Construcción

- Georeferenciación de la construcción
- Dibujar la construcción
- Generación de la codificación (clave construcción)

Ingreso de la Información Predial

- Ubicación
- Tenencia del bien inmueble / Aspectos Legales
- Características físicas y servicios del terreno
- Características de las construcciones
- Mejoras adheridas al predio

Certificado de Ingreso Catastral

- Generación del certificado

b) Actualización.-

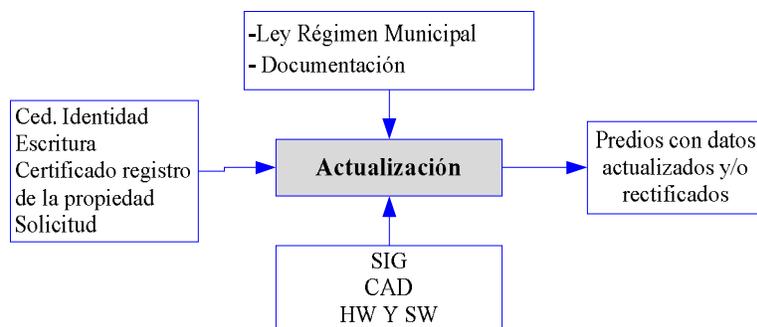
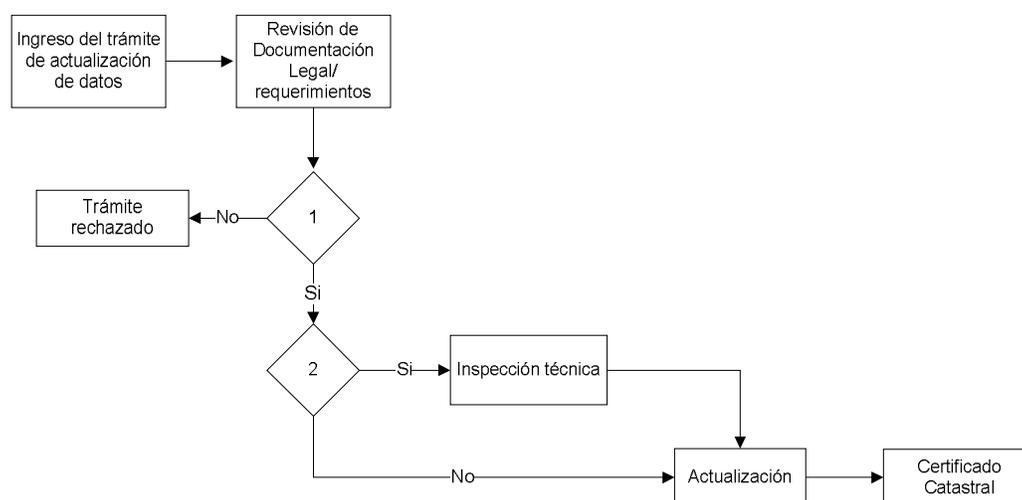


Ilustración 8 Diagrama del Proceso de Actualización



1= Documentos completos

2=

Ilustración 9 Trámite de Actualización

Ingreso de trámites de Actualización de Datos

- Llenar los datos de información básica
- Llenar los datos de información catastral
- Indicar los datos a actualizar y respaldado con la copia de la documentación

Revisión de la documentación legal requerida

- Verificar que la documentación sea legible, completa y concordante

Inspección Técnica

- En caso de ser necesario para verificar datos a ser actualizados

Actualización

- Información de Ubicación
- Información de Tenencia
- Características físicas y de servicios
- Mejoras al predio

c) Egresos.-

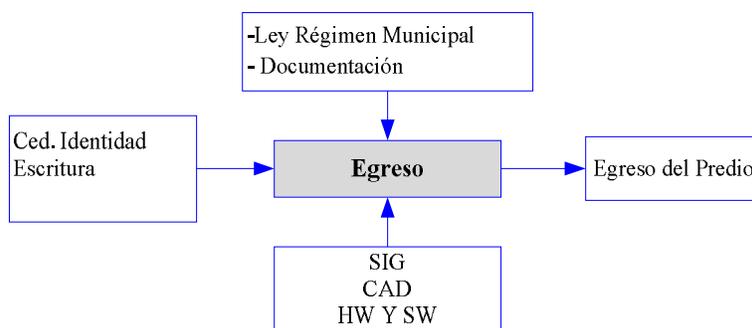


Ilustración 10 Diagrama del Proceso de Egreso

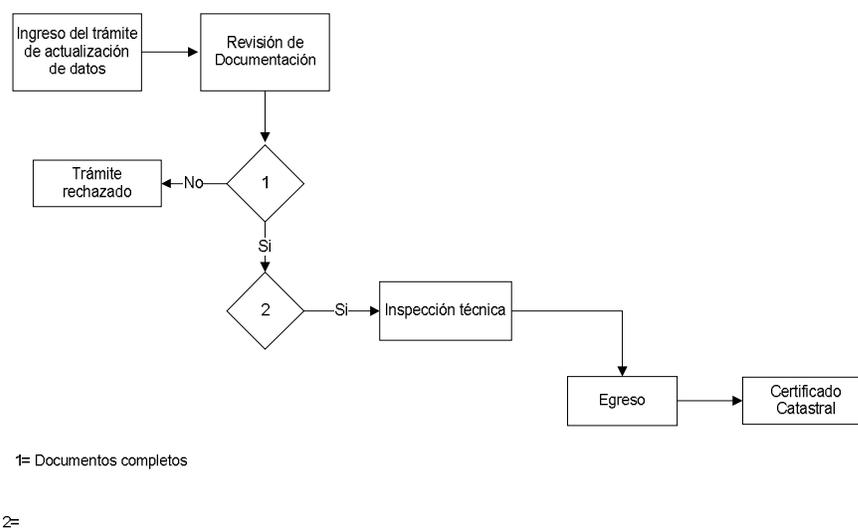


Ilustración 11 Trámite de Egreso

El egreso de construcción se lo realiza por parte de Avalúo y Catastros, a petición del contribuyente, solo en caso de derrocamiento.

2.3.7 Modelo Lógico

2.3.7.1 Introducción.-

Un Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) consiste en una colección de datos interrelacionados y un conjunto de programas para acceder a los mismos. Esta definición es prácticamente idéntica a la de Sistema de Información, de hecho normalmente en el núcleo de un SI se sitúa un SGBD. El caso del SIG es un poco diferente ya que en principio las bases de datos espaciales no son adecuadas para su manejo con SGBD tradicionales.

Sin embargo, a lo largo del desarrollo de las tecnologías ligadas a los SIG desde los setenta hasta la actualidad, una de las tendencias más claras, cada vez más importante es el uso de SGBD para la gestión de datos temáticos como apoyo al SIG. En principio se utilizaron para

almacenar los atributos temáticos asociados a un conjunto de entidades espaciales almacenadas en formato vectorial, hoy en día se están empezando a utilizar además para el almacenamiento de la información geométrica (conjunto de coordenadas) de las entidades espaciales.

2.3.7.2 SIG Y Bases de Datos Relacionales

- *Bases De Datos Relacionales.*- Es el modelo más utilizado hoy en día. Una base de datos relacional es básicamente un conjunto de tablas, similares a las tablas de una hoja de cálculo, formadas por filas (registros) y columnas (campos). Los registros representan cada uno de los objetos descritos en la tabla y los campos los atributos (variables de cualquier tipo) de los objetos. En el modelo relacional de base de datos, las tablas comparten algún campo entre ellas. Estos campos compartidos van a servir para establecer relaciones entre las **tablas** que permitan consultas complejas.⁵
- El Modelo Geo-Relacional.- Lo más habitual es utilizar el SGBD para almacenar la información temática y el SIG para la información geométrica y topológica. Una de las funcionalidades de este modelo será el enlazado de ambos tipos de información que se almacena de formas completamente diferentes.

El mayor interés del modelo geo-relacional estará en poder realizar una consulta SQL y obtener una o varias entidades espaciales (en lugar de número, tabla o fila) como respuesta. Para ello debe enlazarse la base de datos espacial (mapa vectorial) con la base de datos temática (tablas) mediante una columna en una de las tablas de la base de datos que contenga los mismos identificadores que las entidades en la base de datos espacial.

⁵ http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_9.pdf

Podemos pensar en un mapa vectorial como en una tabla en la que cada registro (fila) es un objeto (polígono, línea o punto) que contiene un campo identificador y un campo que contiene la localización (conjunto de coordenadas X e Y de tamaño, lógicamente, variable). El hecho de que esta información se presente en forma de tabla o en forma de mapa es simplemente una cuestión de conveniencia. Si pedimos, como resultados de una consulta a la base de datos temática, estos identificadores comunes, en realidad lo que estamos obteniendo son objetos espaciales. Los resultados de las consultas podrían presentarse de esta manera en forma de mapa en lugar de una tabla de modo que a los diferentes polígonos se le asignarían diferentes colores en función de que se cumpliera o no una condición, o de los valores que adoptase una variable o índice.

Sin embargo en el modelo geo-relacional toda la información geométrica y topológica está en el SIG no en el SGBD por tanto las consultas deberán preprocesarse y postprocesarse.

- *Modelo Orientado A Objetos.*-El modelo Orientado a Objetos (OO) da lugar a las **bases de datos orientadas a objetos**. Es un concepto totalmente distinto al de las bases de datos relacionales que responde al paradigma de la orientación a objetos desarrollado en programación de ordenadores en los últimos años.

Al no estar limitado por el formato de tablas, cuyas columnas responden a tipos atómicos (entero, doble, flotante, texto, booleano, etc.), permite una mayor flexibilidad a la hora de incorporar tipos más complejos como los tipos geométricos (puntos, líneas, polígonos, etc.) por tanto es un modelo, más adecuado para el trabajo con un Sistema de Información Geográfica.

Se parte del concepto de clase que agrupa a todos los objetos que comparten una serie de atributos, estos atributos pueden incluir

la geometría del objeto, las relaciones topológicas y propiedades temáticas. Junto con los atributos, las clases incluyen un conjunto de métodos (acciones que pueden llevarse a cabo sobre los objetos).

No se permite el acceso directo a los atributos sino sólo mediante sus métodos, esta propiedad se denomina encapsulamiento e incrementa la seguridad de los datos ante errores. Otra característica interesante es la herencia por la cual unos objetos pueden derivar de otros heredando sus atributos y métodos e incorporando otros.

Por su complejidad, las bases de datos orientadas a objetos no utilizan SQL e incluyen un lenguaje específico para hacer las consultas. Las bases de datos orientadas a objetos no han tenido, sin embargo, un gran desarrollo, al menos hasta el momento. Entre las causas de este hecho cabe destacar el éxito de SQL y su tremenda eficiencia y el carácter altamente intuitivo de las tablas del modelo relacional. Por ello, se ha desarrollado un modelo híbrido que trata de capturar lo esencial de la orientación a objetos sin perder la eficiencia del modelo relacional. Se trata de las bases de datos objeto-relacionales.

- *Modelo de Datos Objeto-Relacionales.*- La idea es mantener el esquema de tablas entre las que se establecen relaciones pero permitiendo como atributos, además de los tipos atómicos, tipos más complejos denominados tipos abstractos de datos (ADT) que admiten objetos geométricos. Para ello el SGBD debe modificarse para admitir nuevas capacidades:
 - Deben poder definirse nuevos tipos de datos que permitan almacenar la geometría (puntos, líneas, polígonos, etc.).
 - Las funciones y operadores ya existentes se adaptan a estos datos espaciales.

- El lenguaje SQL se extiende para manipular datos espaciales, incluyendo funciones como distancia, cruce de líneas, punto en polígono, etc.

Hasta el año 2000 aproximadamente el modelo geo-relacional era casi la única opción para trabajar con SIG enlazados a bases de datos, últimamente se tiende a adoptar el *Modelo de Datos Objeto-Relacional*, como resultado de la entrada de las empresas de desarrollo de bases de datos en el mercado de los SIG. Entre las ventajas que aporta este modelo destaca que se gana en velocidad al evitar gran parte del procesamiento en SIG y se permite que diversos programas cliente puedan acceder de forma concurrente al programa servidor.

2.3.8 Diseño del Modelo Lógico

Para la realización del Sistema de Gestión Catastral, hemos visto conveniente la utilización de un modelo de datos híbrido como es el Modelo Objeto – Relacional, el que nos permite:

- Tener un mejor manejo de la información espacial y alfanumérica,
- Facilitar el modelamiento de los procesos catastrales.
- Mayor integración, en una sola herramienta, de todas las funciones para trabajar con información vectorial.

Para el diseño del Modelo de Gestión Catastral se siguió la siguiente metodología:

1. Determinación del tipo de información.-

En base al análisis realizado se consideró los siguientes objetos:

Objeto	Tipo	Geometría
Lote	Espacial	Polígonos
Construcción	Espacial	Polígonos
Propietario	Espacial	Puntos
Calles	Espacial	Líneas
Auditoria	Espacial	Polígonos
Factores_geométricos	Espacial	Polígonos
Factores_nofrentes	Alfanumérica	Polígonos
Zona_acceso	Espacial	Polígonos
Zona_servicios_básicos	Espacial	Polígonos
Zonas_geoeconómicas	Espacial	Polígonos
Zonas_homogéneas	Espacial	Polígonos
Zonas_precios	Espacial	Polígonos
Zonas_uso_suelo	Espacial	Polígonos
Condición	Alfanumérica	
Tipología	Alfanumérica	
Barrios	Espacial	Polígonos
Cantones	Espacial	Polígonos
Parroquias	Espacial	Polígonos

Tabla 12 Tipos de Objetos del sistema

2.- Definición de relaciones

Se está utilizando dos tipos de relaciones:

- *Relación entre objetos espaciales.*- Se basa principalmente en las relaciones espaciales y topológicas: “es contenido en” y “contiene a”.

En nuestro caso en un flujo ascendente, la construcción tiene que estar contenida en lotes, estos a su vez están contenidos en una manzana y todos estos están contenidos en una División Política Administrativa. En cambio desde un punto de vista un flujo descendente utilizaría la relación contiene a.

- *Relación entre objetos espaciales y objetos alfanuméricos.*- En nuestro caso tenemos relaciones de cardinalidad propios del modelo relacional como son:
 - De uno a uno
 - De uno a muchos

3.- Especificación de los atributos de los objetos

Los objetos se encuentran clasificados en 3 esquemas básicos dentro de la base de datos catastro: base, dpa, catastro.

- Dentro del esquema de **base** se encuentra la información de calles con los siguientes campos:

Calles	
Atributos	Tipo
Nombre	Texto
Material	Texto
Influencia	Texto
Shape_leng	Numérico

Tabla 13 Atributos del objeto Calles

- En el esquema **dpa** se encuentran las tablas de: cantón, parroquia y barrios es decir la información de la división política administrativa.

Barrios	
Atributos	Tipo
Texto	Texto

Tabla 14 Atributos del objeto Barrios

Cantones	
Atributos	Tipo
dpa_provin	Texto
dpa_despro	Texto
dpa_descan	Texto
dpa_canton	Texto

Tabla 15 Atributos del objeto Cantones

Cantones	
Atributos	Tipo
dpa_parroq	Texto
dpa_despar	Texto
dpa_valor	Integer
dpa_anio	Texto
dpa_provin	Texto
dpa_despro	Texto
dpa_descan	Texto
dpa_canton	Texto

Tabla 16 Atributos del objeto Parroquias

Los esquemas base y dpa se encuentra la información que se relaciona indirectamente con el catastro pero que también es importante tomar en cuenta dentro del mismo.

- Finalmente en el esquema **catastro** se encuentran todos los objetos relacionados directamente con el catastro. Los atributos de estos objetos son :

Lotes	
Atributos	Tipo
zona x	Texto
zona y	Texto
clave_catastral	Texto
clave_anterior	Texto
no_frentes	Smallint
frente	Numérico
fondo	Numérico
perímetro	Numérico
Área	Numérico
avaluó	Numérico

Tabla 17 Atributos del objeto Lotes

Construcción	
Atributos	Tipo
cod_condicion	Smallint
area_const	Numérico
Perímetro	Numérico
Bloque	Integer
Piso	Integer
edificación	Integer
Tipología	Texto
Avaluó	Numérico

Tabla 18 Atributos del objeto Construcción

Propietario	
Atributos	Tipo
Clave_catastral	Texto
Traslación	Texto
Dominio	Texto
notaria	Texto
escritura	Texto
fecha_prot	Texto
f_insc	Texto
ced_identi	Texto
f_nacimiento	Date
direccion	Texto
es_civil	Texto
edad	Texto
Propietario	Texto

Tabla 19 Atributos del objeto Propietario

Tipología	
Atributos	Tipo
Cod_tipologia	Texto
Tipología	Texto
vida_util	Integer
precio_m	Numérico

Tabla 20 Atributos del objeto Tipología

Condición	
Atributos	Tipo
cod_condicion	Integer
Clasificación	Texto
Coeficiente	Numérico

Tabla 21 Atributos del objeto Condición

factores_frente	
Atributos	Tipo
Frente	Texto
Coeficiente	Numérico

Tabla 22 Atributos del objeto factores_frente

factores_geometricos	
Atributos	Tipo
Clases	Integer
frente_min	Numérico
frente_max	Numérico
frnt_tipo	Smallint
Pmi	Numérico
Pma	Numérico
F	Numérico
P	Numérico
A	Numérico

Tabla 23 Atributos del objeto factores_geometricos

Zona_serv_basicos	
Atributos	Tipo
FID_LUZ	Integer
Luz	Texto
CODIGO	Integer
FID_AGUA_P	Integer
Agua	Texto
CODIGO_1	Integer
FID_ALCANT	Integer
Alcantari	Texto
CODIGO_12	Integer
FID_RECOLE	Integer
R_Basura	Texto
CODIGO_13	Integer
FID_ALUMB	Integer
Luz_1	Texto
CODIGO_14	Integer

Tabla 24 Atributos del objeto zonas_serv_basicos

Zona_acceso	
Atributos	Tipo
Clases	Integer
value_min	Numérico
value_max	Numérico
Factor	Numérico

Tabla 25 Atributos del objeto zona_acceso

zona_goeconomica	
Atributos	Tipo
Precio	Smallint
value_min	Numérico
Value_max	Numérico
max_z_c_no	Numérico
v_z_ge	Numérico

Tabla 26 Atributos de la tabla Zona_Geoeconómica

Zonas_homogeneas	
Atributos	Tipo
classes	Integer
value_min	Numérico
Value_max	Numérico
max_z_c_no	Numérico

Tabla 27 Atributos de la tabla zonas homogéneas

zona_precios	
Atributos	Tipo
Precio	Smallint

Tabla 28 Atributos de la tabla zona_precios

Zonas_uso_suelo	
Atributos	Tipo
classes	Integer
value_min	Numérico
Value_max	Numérico
factor	Numérico

Tabla 29 Atributos de la tabla zona_uso_suelo

Con respecto a los objetos: zonas geoeconómicas, zonas homogéneas, zonas de precios, zonas de uso de suelo, zonas servicios básicos y zonas de acceso: se debe tomar en cuenta que se encuentran los resultados obtenidos de cada una de las coberturas.

2.3.9 Modelo Físico

Es la implementación de los anteriores modelos (lógico y conceptual) en el programa o software seleccionado y los equipos específicos en que se vaya a trabajar y por esto se realiza de acuerdo con sus propias especificaciones. El modelo físico determina en qué forma se debe almacenar los datos, cumpliendo con las restricciones y aprovechando las ventajas del sistema específico a utilizar.

Por la importancia de las aplicaciones y la administración de los datos, además de las funciones que debe cumplir el Sistema Catastral, se requiere de una plataforma robusta y configurada en cuanto al almacenamiento, memoria principal y dispositivos de respaldo y que además de un software de sistema operativo que se encargue de administrar los recursos disponibles de almacenamiento y de usuarios del sistema, con controles de seguridad para el acceso que soporte protocolos de comunicación, compatibles con los definidos por la infraestructura de comunicación.

1.- Hardware

El sistema Catastral contará con 4 funciones principales que son:

- Consulta y atención al público. (Estaciones de Consulta)
- Actualización y mantenimiento. (Estaciones Gráficas)
- Servidor de base de datos y aplicaciones. (Estaciones Gráficas)
- Administración del sistema. (Estaciones Gráficas)

Las características que se debe considerar dentro de cada función son las siguientes:

- *Estaciones gráficas.*- Se trata de los computadores personales que deben contar con una capacidad de despliegue y control de los procesos de aplicaciones necesarios y suficientes para soportar las fases de creación y administración de la base de datos espacial. Este tipo de computadores deben disponer de una gran capacidad de procesamiento y despliegue gráfico con el suficiente almacenamiento, memoria principal y las interfaces necesarias para poder comunicarse por medio de la red al sistema.

Este tipo de estaciones serán operadas por usuarios técnicos que son parte del Sistema Catastral.

- *Estaciones de Consulta.*- Se trata de computadores que deben contar con una capacidad de despliegue necesaria para correr una aplicación básica.

El hardware estará distribuido según los requerimientos estándares específicos para cada función, como lo muestra el siguiente cuadro:

Función HW	CPU	RAM	Disco	Pantalla	Otros
Consulta y atención público.	2 Dual Core	2 Gb	100 Gb	17"	Teclado, Mouse
Actualización y mantenimiento.	2 Quad Core	4 Gb	500 Gb	19"	Teclado, Mouse
Servidor de base de datos y aplicaciones.	Quad core	8 Gb	300 Gb	17"	Teclado, Mouse
Administración del sistema	2 Quad core	2 Gb	500 Gb	19"	Teclado, Mouse

Tabla 30 Características del Hardware

Además para cada función se deberá tener una impresora y en la función de actualización y mantenimiento contará con un plotter de alta velocidad.

2.- Software

Los sistemas de mantenimiento de Bases de Datos relacionales tradicionales (SGBD,s) soportan un modelo de datos que consisten en una colección de relaciones con nombre, que contienen atributos de un tipo específico. En los sistemas comerciales actuales, los tipos posibles incluyen numéricos de punto flotante, enteros, cadenas de caracteres, cantidades monetarias y fechas. Está generalmente reconocido que este modelo será inadecuado para las aplicaciones futuras de procesamiento de datos. El modelo relacional sustituyó modelos previos en parte por su "simplicidad". Sin embargo, esta simplicidad también hace muy difícil la implementación de ciertas aplicaciones.⁶

La forma tradicional de almacenar información espacial digitalmente es utilizar un sistema de archivos de algún formato de los programas SIG “de escritorio” como ArcView, MapInfo, ArcGIS, etc.

En general estos formatos son poco flexibles y anticuados, típicamente son un conjunto de archivos que almacenan la información sobre las coordenadas, proyección espacial y los datos asociados a cada elemento.

El formato más común utiliza archivos DBF para almacenar los datos, el que presenta muchas limitaciones que parecen totalmente arbitrarias en el día de hoy como por ejemplo nombres de campos limitados a pocos caracteres, 3 ó 4 tipos de datos, entre otras.

⁶ <http://palomo.usach.cl/Docs/postgres/Postgres-Tutorial.pdf>

Si a esto sumamos la gran inversión que representa utilizar Base de Datos y Manejadores de Base de Datos comerciales, que tenga la capacidad de manejar datos alfanuméricos y datos espaciales de forma eficiente y sencilla, hace casi inaccesible e inalcanzable la implementación de un sistema de información geográfica, para prácticamente cualquier institución pública y para casi toda institución privada que no tenga la capacidad de inversión.

Por tales motivos, hemos visto conveniente la necesidad de buscar alternativas libres y poderosas, que nos permitan acceder con poco presupuesto a un sistema de información que esté acorde de las necesidades técnicas y tecnológicas.

- *Postgresql.*- es Sistema Manejador de Base de Datos Objeto-Relacional (ORDBMS), es un open-source (código abierto) que permite trabajar con base de datos relacionales y que tiene una gran variedad de características de bases de datos orientados a objetos como son:
 - Consultas Complejas.
 - Claves Foráneas.
 - Disparadores.
 - Vistas.
 - Integridad Transaccional.
 - Control de concurrencia multiversión.

También, PostgreSQL puede ser extendido para usarse en varias formas, por ejemplo añadiendo nuevos:

- Tipos de Datos.
- Funciones.
- Operadores.
- Funciones Agregadas.
- Métodos de indexación.

- *PostGIS*.- es simplemente una extensión a PostgreSQL, que define nuevos tipos de datos, creando tablas con información relevante al sistema (proyección de los datos y columna que posee la información geográfica) y define también las funciones de manejo de información como procedimientos almacenados.

PostGIS permite una mayor flexibilidad porque hace posible realizar operaciones espaciales en la fuente de datos misma, lo que trae varias ventajas, entre ellas:

- Alivia la vida del programador, puesto que evita el tener que implementar esas operaciones en la aplicación (intersección, búsqueda por cajas, proyección geográfica de los datos, etc.).
- Además se puede optar por desarrollar partes de la lógica de la aplicación vía procedimientos almacenados, o generar nuevos conjuntos de datos a partir de los existentes de manera mucho mas fácil a través de vistas, subselects, joins o tablas temporales.
- Permite un mayor control sobre la aplicación, al separar los datos del lugar donde se encuentra la aplicación (y no tener necesariamente que compartir archivos vía un sistema de archivos distribuido si queremos separar los datos de la aplicación).

PostGIS hace que PostgreSQL se convierta en una base de datos espacial objeto relacional, o sea que permite trabajar con puntos, líneas y polígonos en el espacio, así como también con sus atributos alfanuméricos, manteniendo las relaciones topológicas.

Ventajas de usar una Base de datos Espacial.-

- Transacciones.
- Respaldos.
- Chequeo de integridad.
- Menos redundancia de datos.
- Soporte multi usuario.
- Seguridad y control de acceso.

- Reduce significativamente el tiempo en el desarrollo de aplicaciones para clientes.
- Se puede realizar consultas espaciales utilizando SQL
- Se puede determinar las relaciones espaciales usando SQL tales como: distancia, adyacencia, y contención, etc.
- Se puede realizar operaciones espaciales usando SQL tales como: área, longitud, intersección, unión, buffer, etc.

Desventajas de usar una Base de Datos Espacial.-

- Alguna inflexibilidad.
 - Incompatibilidad con algunos software GIS.
 - Un poco más lento que utilizar estructuras especializadas.
- *Geoserver.*- Como su nombre lo indica es un servidor, de código abierto y permite a los usuarios ver y editar datos geográficos. Geoserver es totalmente funcional con WMS y WFS-T
 - WMS: Servidor de Mapas Web, despliega datos geográficos como raster, mapa terminado.
 - WFS: Servidor de Figuras (espaciales) Web, trabaja con datos geográficos verdaderos.
 - WFS-T: Servidor de Figuras (espaciales) Web transaccional, permite que los usuarios editen datos geográficos en bloques transaccionales.

Con Geoserver se puede publicar datos como: mapas/imágenes (WMS), datos actuales (WFS) y actualizar, borrar e ingresar datos geográficos (WFS-T)

CAPÍTULO III

3 Avalúo Catastral

3.1. Marco teórico.

3.1.1. Introducción.

El poner valor a los bienes inmuebles implica reconocer que los mismos se encuentran influenciados por factores intrínsecos y extrínsecos propios del bien y del medio en que se localizan; como por ejemplo: calidad, superficie, antigüedad, comportamiento de la población, su distribución, tendencias comerciales e industriales, disponibilidad de dinero y crédito, uso del suelo, régimen político, etc.

Con la variedad de factores que intervienen en el estudio del valor de un inmueble, se debe apuntar a realizar una estimación cuantitativa de la influencia que estos factores puedan tener sobre la propiedad, esto deriva a que el precio que se obtenga sea también un precio estimado; al margen de estos agentes, en este capítulo proponemos tener en cuenta la distribución de estas variables en el espacio geográfico en que se asienta el bien inmueble, como una metodología técnica que procure acercarse a la realidad, y partiendo de que *“Todas las cosas se parecen, pero las cosas más próximas en el espacio se parecen más”*⁷, dicha estimación exige el conocimiento de la estructura de la correlación espacial existente entre los precios de los bienes urbanos en el área objeto de interés, pues tal correlación parece ser una característica innata de los precios de los bienes urbanos⁸.

⁷ Waldo Tobler

⁸ Granelle, 1970, Gigou, 1982, Roca, 1988, Chica, 1994

3.1.2. Definiciones importantes.

3.1.2.1. Bien Inmueble urbano:

Son todos los predios y construcciones que se asientan dentro de la zona urbana (suelo urbano).

3.1.2.2. Suelo urbano:

Es aquel declarado apto para urbanizar, el urbanizable o el asimilado por la legislación por contar con las características urbanísticas inherentes al suelo urbanizable.

Así mismo, tendrán la consideración de bienes inmuebles de naturaleza urbana los terrenos que dispongan de vías pavimentadas y/o aceras y cuenten, además, con alcantarillado, suministro de agua, suministro de energía eléctrica y alumbrado público y los ocupados por construcciones de naturaleza urbana.

3.1.2.3. Construcciones de naturaleza urbana:

- Los edificios, sean cualesquiera los elementos de que estén contruidos, los lugares en que se hallen emplazados, la clase de suelo en que hayan sido levantados y el uso a que se destinen, aún cuando por la forma de su construcción sean perfectamente transportables, y aún cuando el terreno sobre el que se hallen situados no pertenezca al dueño de la construcción, y las instalaciones comerciales e industriales asimilables a los mismos, tales como diques, tanques y cargaderos.
- Las obras de urbanización y de mejora, así como las que se realicen para el uso de los espacios descubiertos, considerándose como tales los recintos destinados a mercados, los depósitos al aire libre, las presas, saltos de agua y embalses incluido el lecho de los mismos, los campos o instalaciones para la práctica del deporte, los estacionamientos y los espacios anexos a las construcciones.

3.1.2.4. Valor:

Implica aspectos extrínsecos y es el hombre el que lo crea, pero también se reconoce que, para ser deseados, los bienes deben tener ciertas características como son las siguientes:

- Utilidad, que es el poder que tiene un bien para proporcionar un servicio o satisfacer una necesidad.
- Demanda, consiste en la existencia de una necesidad real o artificial unida a la existencia del poder para satisfacer esa necesidad.
- Escasez, es una característica relativa a la oferta y la demanda y que influye en el suministro de un bien y crea el deseo de demanda.
- Transferibilidad, es el concepto legal por el cual se puede traspasar total o parcialmente, un bien.

3.1.2.5. Avalúo de Inmuebles:

El avalúo de inmuebles tiene un único objetivo medir el valor de una propiedad en función de la unidad monetaria, para un mercado dado y en un tiempo determinado. Esto tiene su origen en las distintas necesidades, diferentes destinos y realizado por varios métodos para determinar el valor del bien.

3.1.2.6. Valoración Colectiva predial:

Es el proceso mediante el cual se actualizan simultáneamente los valores catastrales de todos los predios de una misma clase de un municipio con la finalidad de homogeneizarlos y referenciarlos uniformemente con los valores de mercado.

3.1.2.7. Geoestadística:

La geoestadística es una rama de la estadística que trata fenómenos espaciales, donde su interés primordial es la estimación, predicción y simulación de dichos fenómenos, a través del estudio de la teoría de las variables regionalizadas.

En todo trabajo geoestadístico cabe distinguir tres etapas⁹:

- *Análisis exploratorio de los datos (AED)*. En esta fase se estudian los datos muestrales sin tener en cuenta su distribución

⁹ XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica Santander, España - 5-7 Junio de 2002. Francisco Jesús Moral García, José Rafael Marques da Silva, EJEMPLO DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE UNA VARIABLE REGIONALIZADA

geográfica. Sería una etapa de aplicación de la estadística. Se comprueba la consistencia de los datos, eliminándose aquellos que sean erróneos, y se identifican las distribuciones de las cuales provienen. En nuestro estudio utilizaremos el método gráfico de BOXPLOT para realizar el AED, sin embargo no será totalmente determinante ni concluyente, variará según la variable que se estudie.

- *Análisis estructural.* Se estudia la continuidad espacial de la variable. En esta etapa se calcula el variograma experimental, o cualquier otra función que nos explique la variabilidad espacial, se ajusta a los datos un variograma teórico y se analiza e interpreta dicho ajuste al modelo paramétrico seleccionado.
- *Predicciones.* Estimaciones de la variable estudiada en los puntos no muestrales, considerando la estructura de correlación espacial seleccionada e integrando la información obtenida de forma directa, en los puntos muestrales, así como la conseguida indirectamente en forma de tendencias conocidas u observadas. También se pueden realizar simulaciones, teniendo en cuenta los patrones de continuidad espacial elegidos.

3.1.2.8. Variable Regionalizada¹⁰:

La variación espacial de cualquier atributo o propiedad continua, es generalmente demasiado irregular como para que sea modelada con una función matemática simple. La propiedad es conocida entonces como variable regionalizada, aplicándose este concepto, por ejemplo, tanto para la variación de la presión atmosférica, de cualquier parámetro físico o químico del suelo, o para la altura con respecto a un nivel de referencia. Por tanto, se puede decir que cualquier variable distribuida en el espacio es regionalizada. La geoestadística es la aplicación de la teoría de las variables regionalizadas a la estimación de procesos o fenómenos en el espacio.

¹⁰ XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica Santander, España – 5-7 junio de 2002. Francisco Jesús Moral García, José Rafael Marques da Silva, EJEMPLO DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE UNA VARIABLE REGIONALIZADA

3.1.2.9. Valoración de construcciones:

La valoración consiste en comparar construcciones de valor conocido con otras cuyo valor se quiere determinar, aplicando para su cálculo ciertos factores de ajuste según sean las características de las diversas construcciones.

Cabe señalar al igual que sucede con los terrenos urbanos, los diferentes tipos de edificaciones se agrupan en clases con el fin de obtener una unidad uniforme para la valuación. Esta unidad se encuentra definida por las especificaciones de las diferentes construcciones típicas.

En nuestro caso el avalúo de construcciones se lo realizó con el método de Ross-Heideck donde toma en cuenta la depreciación por edad y por su estado de conservación.

3.1.2.10. Depreciación:

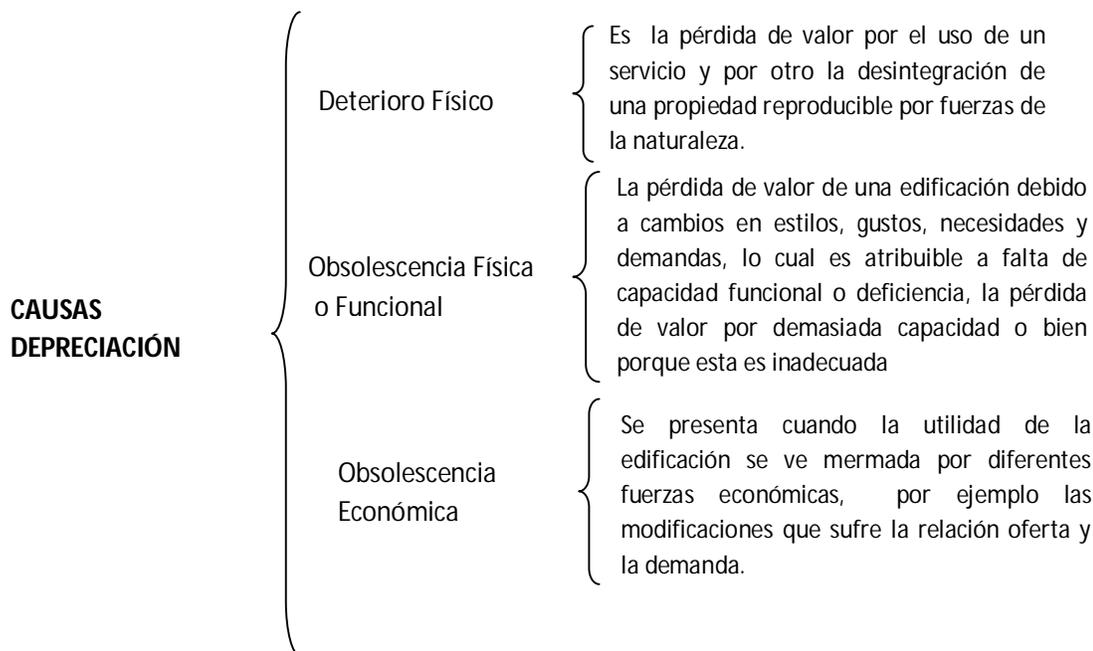
El término depreciación significa, disminución del valor o precio de un bien en relación con el precio que tenía antes, que comparándola con otras de su clase, sirve para valorar las edificaciones debido a que la propiedad tiene una vida económica limitada. La definición no se aplica a la tierra ya que está se considera un bien perdurable.

Por otra parte lo que entendemos por depreciación acumulada es la diferencia entre el costo de reproducción como nueva y el valor del mercado en la fecha en que se efectúa el avalúo.

Determinar la depreciación a su vez, significa determinar cómo reaccionan compradores y vendedores en el mercado a las condiciones

de deseabilidad decremada y cómo afecta esta deseabilidad a los precios del mercado.

Las causas de depreciación que se pueden observar en un bien son muchas y muy diversas; por ello, y con el fin de seguir un procedimiento respecto del avalúo, estas causas se han dividido en tres categorías generales, que son:



3.2. Metodología.

Se propone la utilización de una metodología que considere a más de los procedimientos usuales de valoración, incorporar métodos geoestadísticos para la estimación de factores de homogenización y precios de los bienes inmuebles.

Para esto debemos considerar que cualquier variable con su propiedad o atributo, que se pueda tomar en cuenta para el estudio de la valoración de inmuebles, se la puede ubicar dentro del grupo de variables regionalizadas.

3.2.1. Avalúo de Terrenos.

Para el avalúo de terrenos utilizaremos el método de valoración colectiva de mercado para lo cual desarrollaremos la siguiente metodología propuesta:

- a) Delimitar las zonas homogéneas.
- b) Determinar el valor unitario de cada zona.
- c) Calcular los factores físico/geométricos.
- d) Calcular el valor del terreno.

3.2.1.1. Determinación de las herramientas Estadísticas.

Hay dos agrupaciones principales de técnicas de interpolación: determinísticas y geoestadísticas. Técnicas de interpolación determinísticas crean superficies de puntos medidos, basados en cualquier grado de semejanza (p.ej., el Inverso de la distancia Ponderada) o el grado de suavizado (p.ej., funciones de base radiales). Técnicas de interpolación geoestadística (p.ej., kriging) utilizan las propiedades estadísticas de los puntos medidos. Las técnicas geoestadística cuantifican la auto correlación espacial entre puntos medidos y representan la configuración espacial de los puntos de la muestra alrededor de la posición de predicción.

Técnicas de interpolación determinísticas pueden ser divididas en dos grupos: global y local. Técnicas globales calculan predicciones que usan conjuntos de datos (dataset) enteros. Técnicas locales calculan predicciones de los puntos medidos dentro de vecindades, que son más pequeñas áreas espaciales dentro del estudio más grande del área. El Analista Geoestadística proporciona el polinomio global como interpolador global y el Inverso de la Distancia el polinomio Ponderado local, y funciones de base radiales como interpoladores locales.

Una interpolación determinística podría tal vez forzar la superficie resultante a pasar a través de los valores de datos o no. Una técnica de interpolación que predice un valor idéntico al valor medido en una

muestra localizada es conocido como interpolador exacto. Un Interpolador inexacto predice un valor que es diferente del valor medido. Este puede ser usado para evitar picos agudos o aristas en la superficie de salida. El Inverso de la Distancia, funciones de base Ponderadas y radiales son interpoladores exactos, mientras el polinomio global y local son inexactos.

Las técnicas geoestadísticas crean superficies que incorporan las propiedades estadísticas de los datos medidos. Como la geoestadística está basada en la estadística, estas técnicas no sólo producen superficies de predicción, también superficies de error o superficies de incertidumbre, dándole un indicador de que tan buenas son las predicciones.

Kriging es dividido en dos tareas distintas: cuantificación de la estructura espacial de los datos y producir una predicción. La cuantificación de la estructura, conocida como variograma, consiste en ajustar a un modelo de dependencia espacial sus datos. Para hacer una predicción para un valor desconocido para una posición específica, kriging podría usar el ajuste a un modelo desde el variograma, la configuración espacial de los datos, y los valores de los puntos medidos de la muestra alrededor de la posición de predicción¹¹.

A continuación se muestra la tabla resumen de los métodos Estadísticos antes descritos:

¹¹ Using ArcGIS® Geostatistical Analyst, ESRI 2003

Método	Determinístico / Estocástico	Tipo de Superficie	Tiempo de Cómputo / Tiempo de Modelado	Exactitud del Interpolador	Ventajas	Desventajas	Suposiciones
Pesos por el inverso de la distancia	Determinístico	Predictivo	Rápido	Si	Pocos parámetros de Decisión	No evalúa la predicción de errores	Ninguna
Polinomio Global	Determinístico	Predictivo	Rápido	No	Pocos parámetros de Decisión	No evalúa la predicción de errores, puede ser muy suavizado; los puntos medios tienen gran influencia.	Ninguna
Polinomio Local	Determinístico	Predictivo	Moderadamente rápido / Moderado	No	Mas parámetros de Decisión	No evalúa la predicción de errores, puede ser automático.	Ninguna
Funciones Básicas Radiales	Determinístico	Predictivo	Moderadamente rápido / Moderado	Si	Es flexible y automático con algunos parámetros de decisión.	No evalúa la predicción de errores, puede ser automático.	Ninguna
Kriging	Estocástico	Predictivo	Moderadamente	Si , cuando no	Muy flexible;	Necesita tomar	Los datos

		Predictivo de error estándar	rápido/ Lento	se mide el error No, cuando se mide el error	permite evaluar la autocorrelación espacial; puede obtener predicción de errores estándar; varios parámetros de decisión.	varias decisiones sobre transformaciones, tendencias, modelos, parámetros y vecinos cercanos.	provienen de un proceso estocástico estacionario y algunos métodos requieren que provengan de una distribución normal
		<u>Probabilidad</u>					
		<u>Quantiles</u>					
Co- Kriging	Estocástico	Predictivo de error estándar	Moderado/Lento	Si , cuando no se mide el error No, cuando se mide el error	Muy flexible; puede usar información de múltiples sets de datos; permite evaluar la correlación cruzada espacial; varios parámetros de decisión.	Necesita tomar varias decisiones sobre transformaciones, tendencias, modelos, parámetros y vecinos cercanos.	Los datos proviene de un proceso estocástico estacionario y algunos métodos requieren que provengan de una distribución normal
		<u>Probabilidad</u>					
		<u>Quantiles</u>					

Tabla 31 Métodos Estadístico

En nuestro estudio tenemos la intención de probar que las variables utilizadas para la determinación del avalúo de terrenos son influenciadas por su ubicación, esto quiere decir que tienen una fuerte correlación y auto correlación espacial, por lo tanto utilizaremos los métodos geoestadísticos de Kriging y Co-Kriging.

3.2.1.2.BoxPlot

“Este tipo de gráficos es muy útil para resumir variables de tipo numérico. En general, los diagramas de cajas resultan más apropiados para representar variables que presenten una gran desviación de la distribución normal, resultan además de gran ayuda cuando se dispone de datos en distintos grupos...”¹²

Es la representación gráfica de la mediana, los cuartiles, los valores adyacentes y los valores moderados o severos.¹³

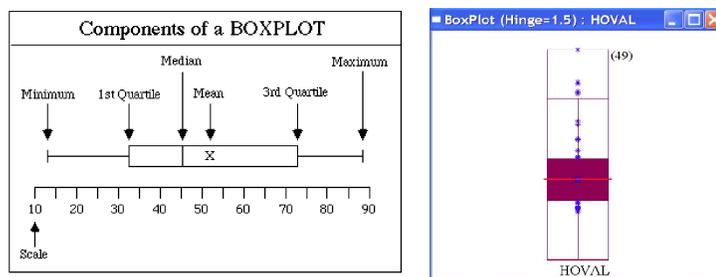


Ilustración 12 BoxPlot

3.2.1.3.Determinación de las Técnicas Geoestadísticas

Kriging Ordinario: produce valores por interpolación asumiendo una constante, pero de valor medio desconocido, lo que permite influencias locales debido a valores de vecinos cercanos. Porque la media es desconocida, existen algunas hipótesis. Esto hace que kriging ordinario

¹² <http://dgplades.salud.gob.mx/2006/htdocs/hg/Nuevas/hestra10.pdf>

¹³ http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2005/1/TRANSP2B.pdf

sea especialmente flexible, pero tal vez menos potente que otros métodos.

Simple Kriging: produce valores por interpolación suponiendo una constante, pero de valor medio conocido, lo que permite influencias locales debido a valores de vecinos cercanos. Debido a que la media se conoce, es ligeramente más potente que kriging ordinario, pero en muchas situaciones la selección de un valor medio no es evidente.

3.2.1.4. Método de Mercado o Comparativo.-

Este método se fundamenta en el concepto subjetivo del valor de cambio, aplica una comparación entre la propiedad que se va a evaluar y aquellas propiedades similares que han sido vendidas en fecha reciente.



Ilustración 13 Proceso de valoración de Mercado

Como puede observarse la valuación por el método de mercado puede realizarse mediante la comparación directa de ventas, la abstracción y el uso del suelo o desarrollo anticipado, así como a través

de la comparación directa de ventas y el factor de tiempo, siempre estableciendo una comparación con las observaciones llevadas a cabo en el mercado, para tener como resultado, en ambos casos el valor indicado y finalmente el valor estimado.

La información esencial puede dividirse en dos tipos: los relacionados con las opciones, ofertas, investigaciones y rentas y aquellos respecto al precio real de la venta; las fechas de la venta y del acuerdo y las condiciones de pago (contado o financiamiento).

En cuanto a las fuentes de información, éstas pueden ser tan diversas como: publicaciones, anuncios directos, avalúos bancarios, corredores y el vendedor o el comprador. Por último se deben verificar todos los datos obtenidos.

Para seleccionar las unidades de comparación apropiadas es necesario tomar en cuenta elementos de comparación como el número de ventas, la distribución así como las ventas similares o no. Por otra parte los factores y tendencias semejantes físicas, económicas, gubernamentales y sociales.

3.2.1.5. Delimitación de zonas homogéneas:

Una zona homogénea permite observar una unidad uniforme para el avalúo, tomando en cuenta las siguientes variables:

- Sistema vial.
- Servicios Básicos:
- Uso del Suelo.

Lo primero que se realizó es el análisis para determinar los campos que van ser utilizados por cada una de las variables antes mencionadas para

de ahí poder obtener un solo mapa de zonas homogéneas al cruzar las mismas, el cual nos será de mucha ayuda para el avalúo.

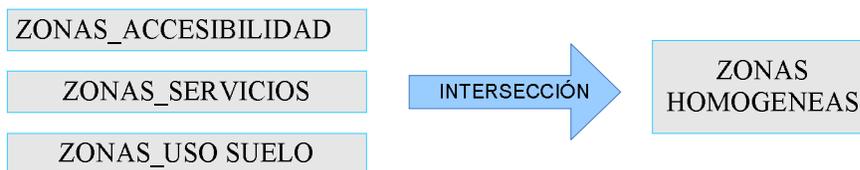


Ilustración 14. Proceso para delimitación de zonas homogéneas

Una vez obtenidos los mapas de valores continuos, para obtener las zonas, se las clasificó de la siguiente manera:

Zona	Nº de Clases
Material de la calzada	4
Servicios	4
Uso del Suelo	3

Tabla 32 Clasificación para Obtención zonas homogéneas

A cada uno de estas clases se les asignó un factor el cual puede ser de “mérito” o de “demérito” según sea el caso. A continuación se muestran los factores que se utilizaron en cada uno de estos mapas:

Material de la Calzada		
CATEGORIA	FACTOR	PREMIO /CASTIGO
Asfalto/ Adoquín	1.15	Mérito
Empedrado	1	Normal
Lastre	0.85	Demérito
Tierra	0.70	Demérito

Tabla 33 Clasificación y factores de homogenización de zonas de accesibilidad

ZONAS DE SERVICIOS BÁSICOS		
CATEGORIA	FACTOR	PREMIO /CASTIGO
Muy Bueno	1	Normal
Bueno	0.90	Demérito
Regular	0.80	Demérito
Malo	0.70	Demérito

Tabla 34 Clasificación y factores de homogenización de zonas de servicios básicos

ZONAS DE USO		
CATEGORIA	FACTOR	PREMIO /CASTIGO
Comercial-financiero	1.30	Mérito
Comercial	1.15	Mérito
Residencial	1	Normal

Tabla 35 Clasificación y factores de homogenización de zonas de uso del suelo

Los valores están en un rango de 1.30 el más alto hasta 0.70 el más bajo estos valores se los asignó tomando en cuenta que la zona comercial tiene un 15% más de valor con respecto a la zona residencial y en base a esto se fue categorizando a todas las coberturas para mantener un rango normalizado.

En el caso que se obtenga valores de mérito y demérito diferentes al de los propuestos, estos se normalizarán ajustando al rango inmediato superior.

3.2.1.6. Determinar el valor unitario de cada zona

Mapa de Zonas de Precios:

Se tomó una muestra de los precios de venta del mercado, a través de publicaciones de prensa, para luego ser validadas en campo, con el objetivo de tener puntos muestrales que cubrieran las zonas más representativas de la zona urbana, y después a través de el método geoestadística de predicción Co-Kriging encontrar la correlación espacial, primero, entre precios, y, segundo, entre zonas homogéneas y precios.

Mapa de Zonas Geo-económicas:

Realizamos la operación: “Join espacial” entre las zonas homogéneas y las zonas de precios para poder obtener el valor por metro cuadrado del suelo y junto con el coeficiente de mérito o de demérito, aplicar el producto entre ambas variables para conseguir las zonas Geo-económicas diferenciadas (Valor unitario de cada zona).

Cálculo de los factores físico/geométricos:

Algunos lotes urbanos dentro de una misma manzana son diferentes a otros porque sus características son distintas. Estas características son:

3.2.1.7. Factores Geométricos.

- a) Frente.- es la característica más importante de un lote de terreno urbano ya que da acceso y servicio al lote. Por ello en algunas entidades se usa la dimensión de frente como unidad de valor. Cabe indicar que donde se encuentra frentes menores que el frente tipo, es preciso aplicar un factor de demérito ya que se reduce el acceso y por consiguiente la posibilidad o la comodidad de aprovechamiento del predio.
- b) Fondo.- la influencia del fondo se basa en la teoría de que su fracción más cercana a la calle tiene mayor valor que la más alejada.

- c) Área.- modificación del valor unitario por la influencia del área está basada en la teoría de que, un lote de superficie menor que el lote tipo es más deseado y más comercial que el propio lote tipo y un lote más grande que el lote tipo es menos comercial ya que hay poca demanda para su venta.

3.2.1.8. Valor del Terreno.

Avalúo terreno = (valor _zonas_geo_económicas) × (fact_físicos/geométricos) × (Area)

3.2.2. Avalúo de Construcciones.

3.2.2.1. Método de Ross - Heideck

Es un método exclusivo para la valoración de construcciones e incluye dos aspectos fundamentales que son la depreciación por edad y por estado. Este método tiene como ventaja sobre otros métodos, la consideración del estado de conservación de las mismas, permitiendo calcular una depreciación más acorde con la realidad.

Este método considera los siguientes principios básicos:

- La depreciación es pérdida de valor que no puede ser recuperada con gastos de mantenimiento.
- Las reparaciones pueden disminuir la durabilidad del bien.
- Un bien regularmente conservado se deprecia de modo regular, en tanto que un bien mal conservado se deprecia más rápidamente.

Su fórmula de depreciación (D) es la siguiente:

$$D = \frac{1}{2} \left(\frac{x}{n} + \frac{x^2}{n^2} \right) * vd$$

Donde:

x = edad de la construcción

n = vida útil probable de la construcción

vd = coeficiente para la depreciación por estado

Para determinar directamente el valor actual depreciado de una edificación debemos aplicar la siguiente fórmula:

$$VA = Vn \left(1 - \frac{1}{2} \left(\frac{x}{n} + \frac{x^2}{n^2} \right) \right) * E$$

Donde:

VA = valor actual

Vn = valor de nuevo para la edificación

x = edad actual

n = vida probable

E = Factor de bueno

Para la aplicación de esta técnica, ROSS HEIDECKE define 5 categorías de estados de conservación con cuatro categorías intermedias, atribuyendo a cada una de ellas coeficientes propios; veamos la siguiente tabla:

TABLA DEPRECIACIÓN POR ESTADO					
ESTADOS	CONDICIONES FÍSICAS		CLASIFICACIÓN MORMAL		COEF. DEPREC.
1	Nuevo		Optimo	O	0
			Muy bueno	MB	0.032
2	Regular		Bueno	B	2.52
3	Requiere reparaciones importantes simples		Regular	R	18.10
4	Requiere reparaciones importantes		Deficiente	D	32.20
			Malo	M	52.60
5	Requiere muchas reparaciones importantes		Muy malo	MM	72.20
	Sin valor= valor demolición		Demolición	DM	100

Tabla 36 Depreciación por estado de la construcción

En el modelo de valoración de construcciones se han considerado únicamente los estados anunciados anteriormente, con la finalidad de simplificar el procedimiento.

El factor de bueno (E), de acuerdo con el coeficiente de depreciación de la tabla anterior es igual a:

$$E = \frac{100 - vd}{100}$$

TIPOLOGIA		
CATEGORIA	Vida Técnica	PRECIO
Adobe	100	153.86
Mixto *	50	197.68
Hormigón	80	241-51

Tabla 37 Tipología de Construcción

*La tipología mixta es la combinación de materiales (adobe y hormigón)

3.3. Desarrollo y Resultados.

3.3.1. Avalúo de Terrenos.

3.3.1.1. Delimitación de zonas homogéneas:

Una zona homogénea permite observar una unidad uniforme para el avalúo, tomando en cuenta las siguientes variables:

- Sistema vial.
 - Asfalto.
 - Adoquín.
 - Empedrado.
 - Lastre.
- Servicios Básicos:

- Luz.
- Agua.
- Alcantarillado.
- Alumbrado público.
- Recolección de basura.
- Uso del Suelo.
 - Comercial-Financiero.
 - Comercial.
 - Residencial.

Lo primero que se realizó fue el análisis para determinar los campos que van ser utilizados por cada una de las variables antes mencionadas para poder obtener un solo mapa de zonas homogéneas al cruzar las mismas, el cual nos será de mucha ayuda para el avalúo. A continuación se detalla el proceso que se realizó con cada una de las variables para sacar su respectivo mapa de zonificación:

Sistema Vial.-

Para la obtención de este mapa se realizó el siguiente procedimiento:

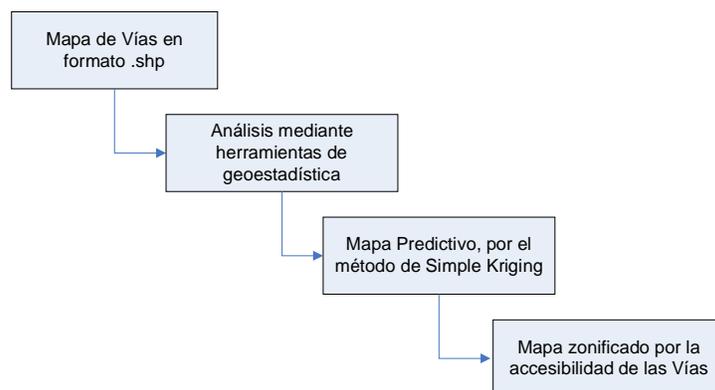


Ilustración 15. Proceso para determinación de accesibilidad vial

Como se muestra en la figura el archivo de calles se las categorizó por tipo de cobertura, en este caso se tiene cuatro tipos que son empedrado o tierra, lastre, adoquín y asfalto, tomando en cuenta la

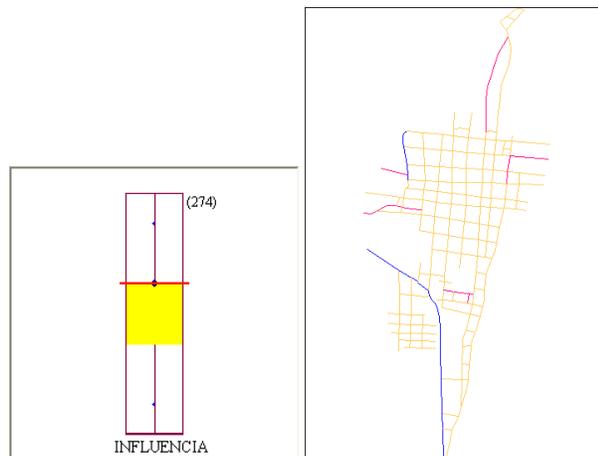
importancia que tienen y su área de influencia, se asignaron los siguientes valores:

MATERIAL	INFLUENCIA
Asfalto/ Adoquín	1000
Empedrado	750
Lastre	500
Tierra	250

Tabla 38 Influencia del sistema vial por material de construcción

- **Análisis Exploratorio de datos:**

Para realizar este análisis utilizamos el campo de INFLUENCIA del mapa del sistema vial, aplicamos el método gráfico boxplot para la determinación de los datos que deben entrar en el estudio, a continuación se muestra en el siguiente gráfico:



Como muestra el análisis exploratorio de datos se debería excluir del estudio los valores de influencia de asfalto y empedrado o tierra por estar en el primer y en el cuarto cuartil, pero sin embargo se los tomará en cuenta ya que por observación en campo son de suma importancia ya que marcan el comportamiento urbano.

- **Análisis Estructural**

Para realizar este análisis nos valdremos de las herramientas de Geoestadística de ArcGIS 9.2 por ser versátiles y muy fáciles de utilizar. Como ya lo vimos antes utilizaremos el método de Simple Kriging para sacar un mapa predictivo con valores continuos y a continuación haremos el análisis estructural omnidireccional resumido en el siguiente cuadro:

Modelo	Efecto pepita	Alcance	Media	Root-mean-square	Average standard error	Mean standardized	Root-mean-square standardized
Circular	6184.6	281.93	-0.2768	35.55	85.7	-0.00319	0.4188
Esférico	5604.1	316.223	-0.225	34.14	82.21	-0.002694	0.4196
Tetraesférico	5286.3	348.479	-0.1985	33.39	80.23	-0.002428	0.4208
Pentaesférico	5079.7	378.378	-0.1822	32.91	78.92	-0.00226	0.4218
Exponencial	1318.8	378.354	-0.003537	24.34	49.48	0.00009551	0.506
Gaussiano	8914.5	256.626	-0.7234	55.83	97.69	-0.007307	0.5739
Radio Cuadrático	6639.4	499.064	-0.4064	45.48	84.7	-0.004728	0.5407
Hole Effect	13848	536.433	-1.156	71.92	121.1	-0.009385	0.5945
K-Bessel	0	517.691	-0.03479	22.68	46.71	-0.0005169	0.5041
J-Bessel	9280.7	426.664	-0.7637	57.3	99.62	-0.007563	0.5774
Estable	0	519.208	-0.02526	22.26	39.41	-0.0003336	0.5901

Tabla 39 Análisis estadístico

“Debido a que la geoestadística se basa en 2 condiciones elementales: 1.- Que el estimador sea insesgado...” y “2.- que la varianza sea mínima, consiguiéndose de este modo minimizar la varianza de error de estimación;”¹⁴ hemos tomando como estimador a la media estandarizada (Mean standarized) la cual debe ser lo más cercana a cero posible para procurar tener valores estimados parecidos a los valores medidos, tal como se muestra en la gráfica.

¹⁴ Elementos de Geoestadística, Dr QUINTN José. Departamento de Informática, U del Pinar del Rio, Cuba, 2001

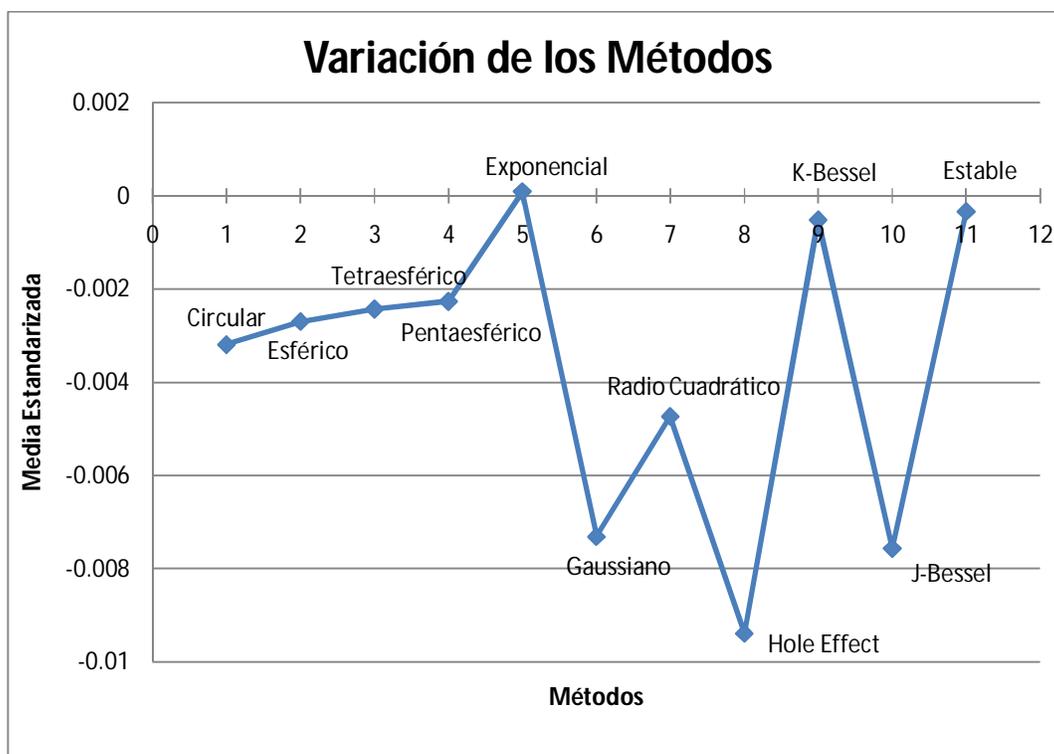


Ilustración 16 Grafico variación de los Métodos con la accesibilidad

Como se puede observar, el método exponencial es el que presenta un mejor ajuste estadístico, ya que el valor de la media estandarizada es la más cercana a 0 posible, obteniendo el siguiente resultado:

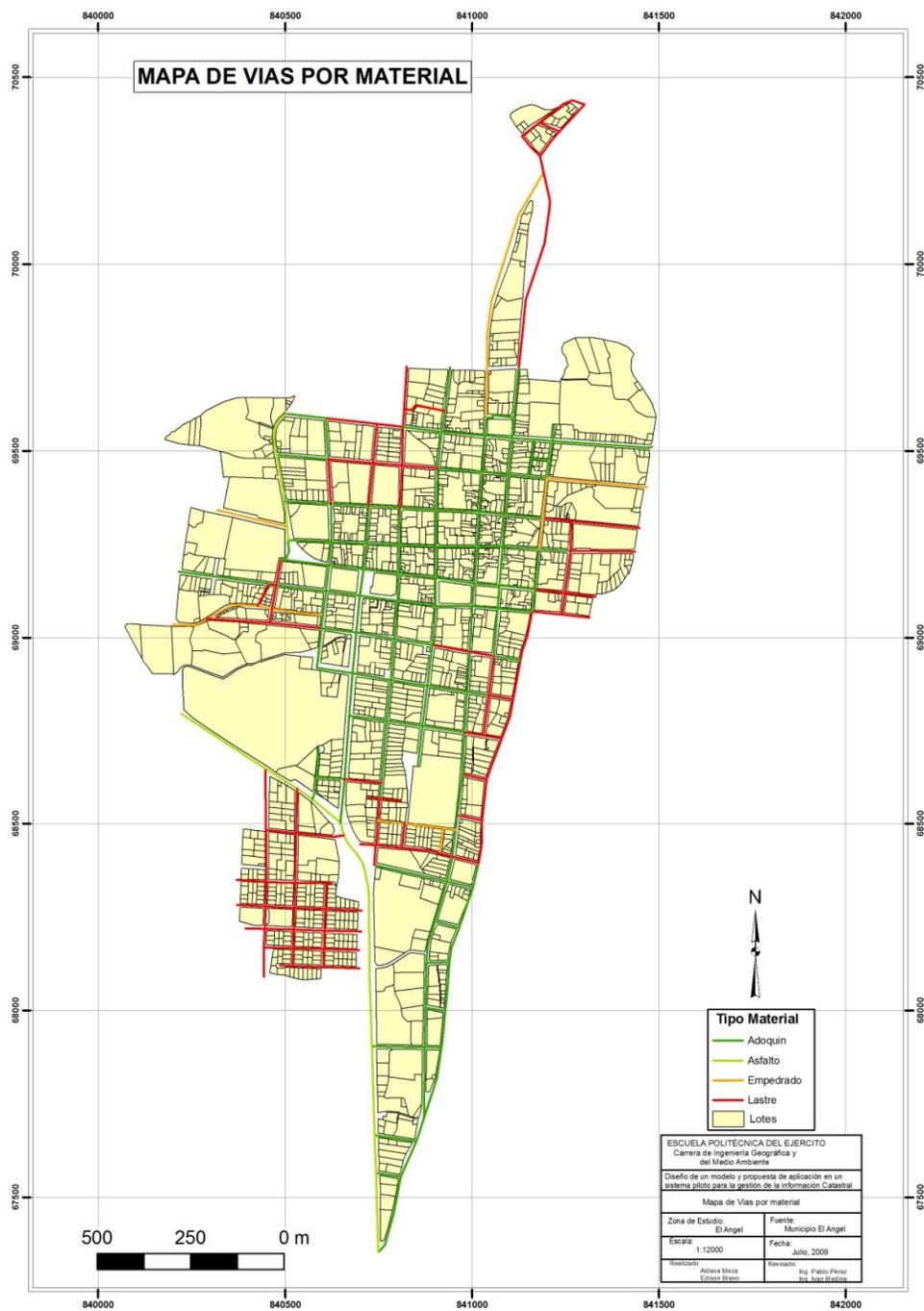


Ilustración 17 Mapa de vías por material

Servicios Básicos.-

Las variables que se tomaron en cuenta son las siguientes:



Ilustración 18 Esquema de servicios básicos

Existen cinco variables, las cuales están relacionadas entre sí con el fin de obtener un solo mapa de servicios básicos. Para estas variables son de tipo booleano (si/no) por lo cual se les asignó 1 y 0 respectivamente basados en la siguiente expresión:

$$S = \text{bin} (16 \cdot \text{luz} + 8 \cdot \text{agua} + 4 \cdot \text{alcantarillado} + 2 \cdot \text{basura} + \text{alumbrado})$$

Luego se hizo una intersección de todas las coberturas para posteriormente hacer un código compuesto y obtener el mapa de Servicios Básicos, los que tengan el número binario mayor es el que cuenta con todos los servicios básicos como se observa en el mapa.

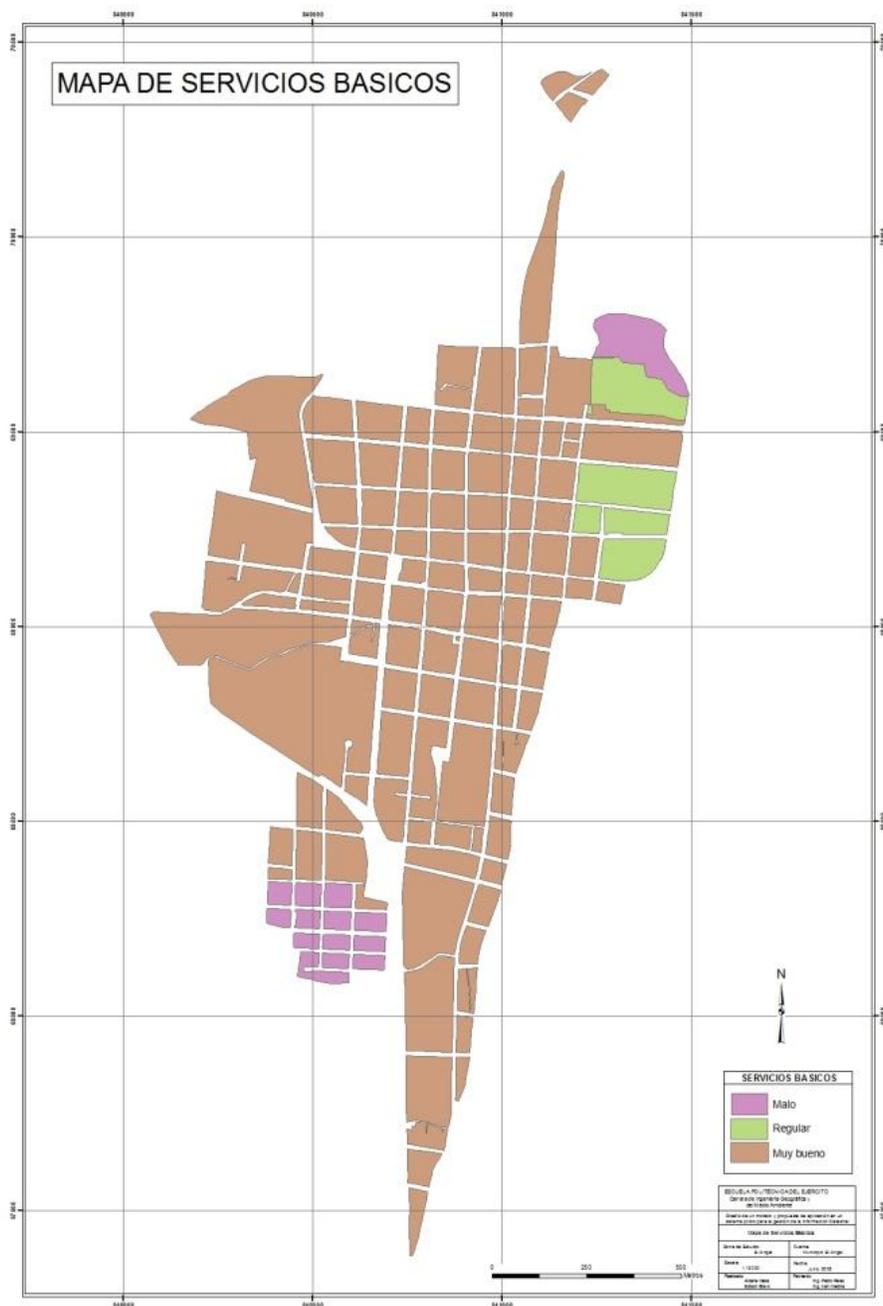


Ilustración 19 Mapa de Servicio Básicos

Como se puede observar igualmente existen cuatro categorías, en un rango que va desde malo hasta muy bueno, el cual está dado por la cantidad de servicios básicos que tenga el lote. En la categoría de muy bueno son los lotes que poseen todos los servicios básicos en cambio en la categoría mala son los lotes que no poseen ni agua ni alcantarillado lo cual es algo fundamental para el desarrollo urbanístico.

Sin embargo en la mayoría de los lotes de El Ángel poseen todos los servicios básicos y son lotes aislados y los que se encuentran en las afueras de la ciudad los que carecen en este caso de agua y alcantarillado.

Uso del Suelo.-

Con respecto a esta cobertura se la clasificó en tres categorías: Comercial, Residencial y Equipamiento Urbano se las obtuvieron en la visita de campo realizada al área de estudio.

Para obtener un mejor y realizar un análisis más realista se procedió a volcar la información del uso del suelo a los ejes viales y a su vez asignándoles las siguientes áreas de influencia:

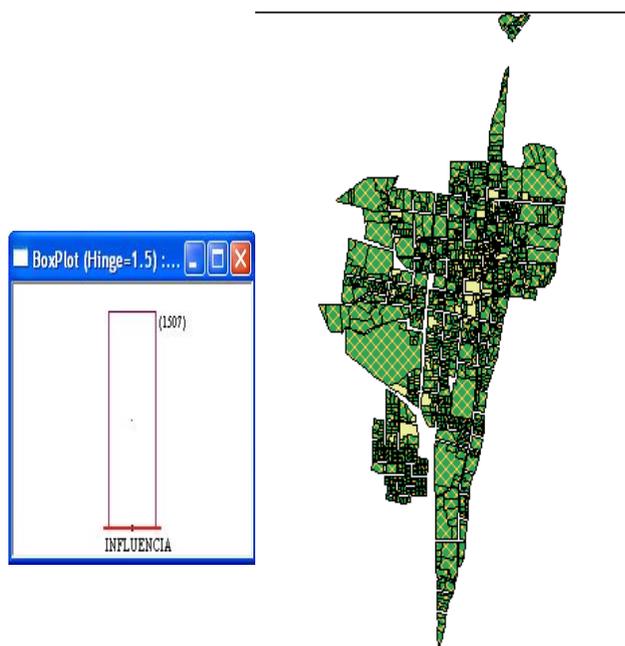
EJE / CATEGORIA	INFLUENCIA	DESCRIPCION
Comercial	300	Zona en que predominan negocios de toda índole.
Residencial	100	Zona destinada únicamente a vivienda familiar.
Equipamiento Urbano	0	Bienes de uso público cuyo uso es directo, general y forma gratuita, no es susceptible a avalúo

- **Análisis Exploratorio de datos:**

Tabla 40 Categorías e influencia del uso del suelo

Para realizar este análisis utilizamos el campo de INFLUENCIA del mapa de uso del suelo, aplicamos el método gráfico boxplot para la

determinación de los datos que deben entrar en el estudio, a continuación se muestra en el siguiente gráfico:



Como se observa en el análisis exploratorio de datos casi todos los valores de influencia deben ser tomados en cuenta en el estudio y solo se debería excluir el valor de influencia que corresponden al uso Comercial-Financiero dentro de este uso se encuentran pocos datos ya que la mayoría de los lotes tienen un uso uniforme, pero igual se los va a tomar en cuenta ya que es un uso muy importante dentro del estudio principalmente para la valoración.

• **Análisis Estructural**

Modelo	Efecto pepita	Alcance	Media	Root-mean-square	Average standard error	Mean standardized	Root-mean-square standardized
Circular	2224.7	159.05	0.4862	50.21	53.58	0.00964	0.9403
Esférico	2122.7	172.35	0.4759	50.26	53.15	0.009706	0.9485
Tetraesférico	2064.1	185.95	0.463	50.28	52.92	0.009624	0.9528
Pentaesférico	2029.2	199.49	0.4511	50.29	52.79	0.009502	0.9552
Exponencial	674.14	124.82	-0.1518	50.56	48.19	0.001579	1.054
Gaussiano	2481.5	144.77	0.6936	50.76	53.47	0.01311	0.955
Radio Cuadrático	1270.4	149.22	-0.2126	50.83	48.31	0.0006379	1.054
Hole Effect	2899.1	366.48	0.3577	50.48	55.84	0.006171	0.9086
K-Bessel	2424.8	145.97	0.6708	50.8	53.25	0.01288	0.9592
J-Bessel	2920.8	376.8	0.419	50.48	56.03	0.007198	0.9055
Estable	2783.8	189.39	0.5071	50.5	55.86	0.009082	0.9085

Tabla 41 Análisis estadístico

“Debido a que la geoestadística se basa en 2 condiciones elementales: 1.- Que el estimador sea insesgado...” y “2.- que la varianza sea mínima, consiguiéndose de este modo minimizar la varianza de error de estimación;”¹⁵ hemos tomando como estimador a la media estandarizada (Mean standarized) la cual debe ser lo más cercana a cero posible para procurar tener valores estimados parecidos a los valores medidos, tal como se muestra en la gráfica.

¹⁵ Elementos de Geoestadística, Dr QUINTN José. Departamento de Informática, U del Pinar del Rio, Cuba, 2001

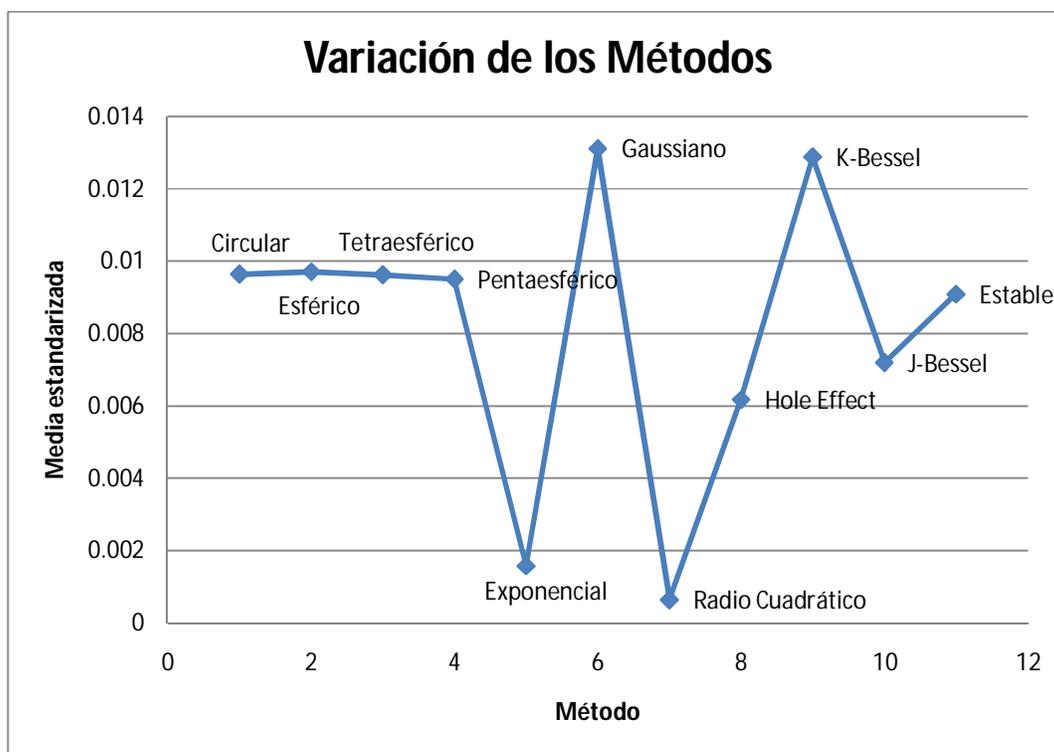


Ilustración 20 Grafico variación de los Métodos con el uso del suelo

Como se puede observar, el método Radio Cuadrático es el que presenta un mejor ajuste estadístico, ya que el valor de la media estandarizada es la más cercana a 0 posible, obteniendo el siguiente resultado:

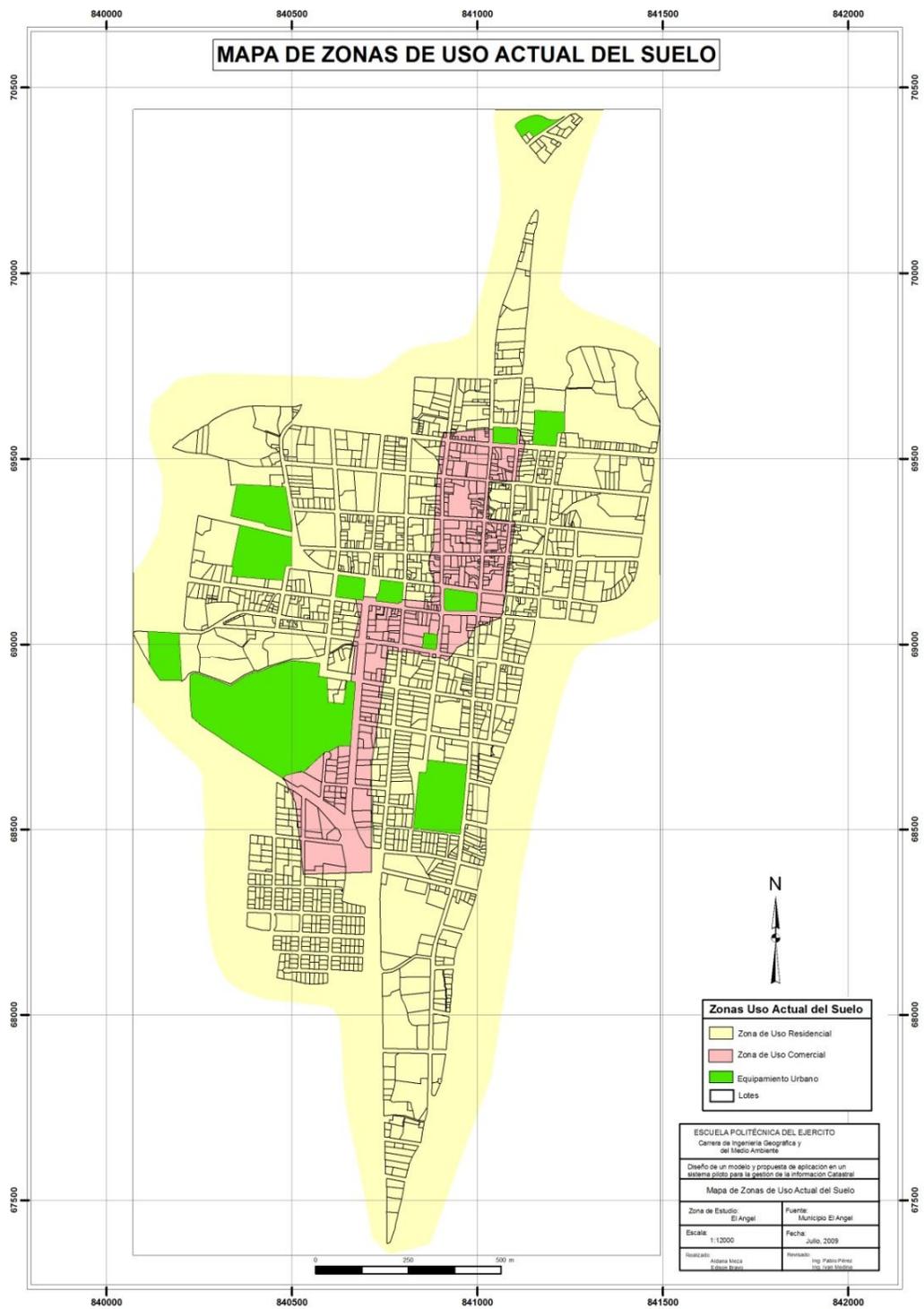


Ilustración 21 Mapa de zonas de uso actual del suelo

Delimitación de zonas homogéneas

Una vez realizada la metodología planteada, se determinó 18 zonas homogéneas compuestas por diferentes combinaciones en las variables definidas teniendo la siguiente descripción:

ZONA	DESCRIPCION	COEF.
1	Zona residencial, sin servicios básicos de agua y alcantarillado, acceso empedrado o de tierra	0.7
2	Zona residencial, sin servicios básicos de agua y alcantarillado, acceso lastrado	0.7
3	Zona residencial, sin servicios básicos de agua y alcantarillado, acceso adoquinado	0.7
4	Zona residencial, sin servicio básico de agua, acceso lastrado	0.7
5	Zona residencial, sin servicio básico de alcantarillado, acceso empedrado o de tierra	0.7
6	Zona residencial, con todos los servicios básicos, acceso empedrado o de tierra	0.7
7	Zona residencial, sin servicios básicos de agua y alcantarillado, acceso asfaltado	0.85
8	Zona residencial, sin servicio básico de agua, acceso adoquinado	0.85
9	Zona residencial, sin servicio básico de alcantarillado, acceso lastrado	0.85
10	Zona residencial, con todos los servicios básicos, acceso lastrado	0.85
11	Zona residencial, sin servicio básico de alcantarillado, acceso adoquinado	1
12	Zona residencial, con todos los servicios básicos, acceso adoquinado	1
13	Zona Comercial, con todos los servicios básicos, acceso adoquinado	1
14	Zona Comercial, sin servicio básico de agua, acceso lastrado	1
15	Zona residencial, sin servicio básico de alcantarillado, acceso asfaltado	1.15
16	Zona residencial, con todos los servicios básicos, acceso asfaltado	1.15
17	Zona Comercial, con todos los servicios básicos, acceso adoquinado	1.15
18	Zona Comercial - Financiera, con todos los servicios básicos, acceso adoquinado	1.15

Tabla 42 Zonas Homogéneas

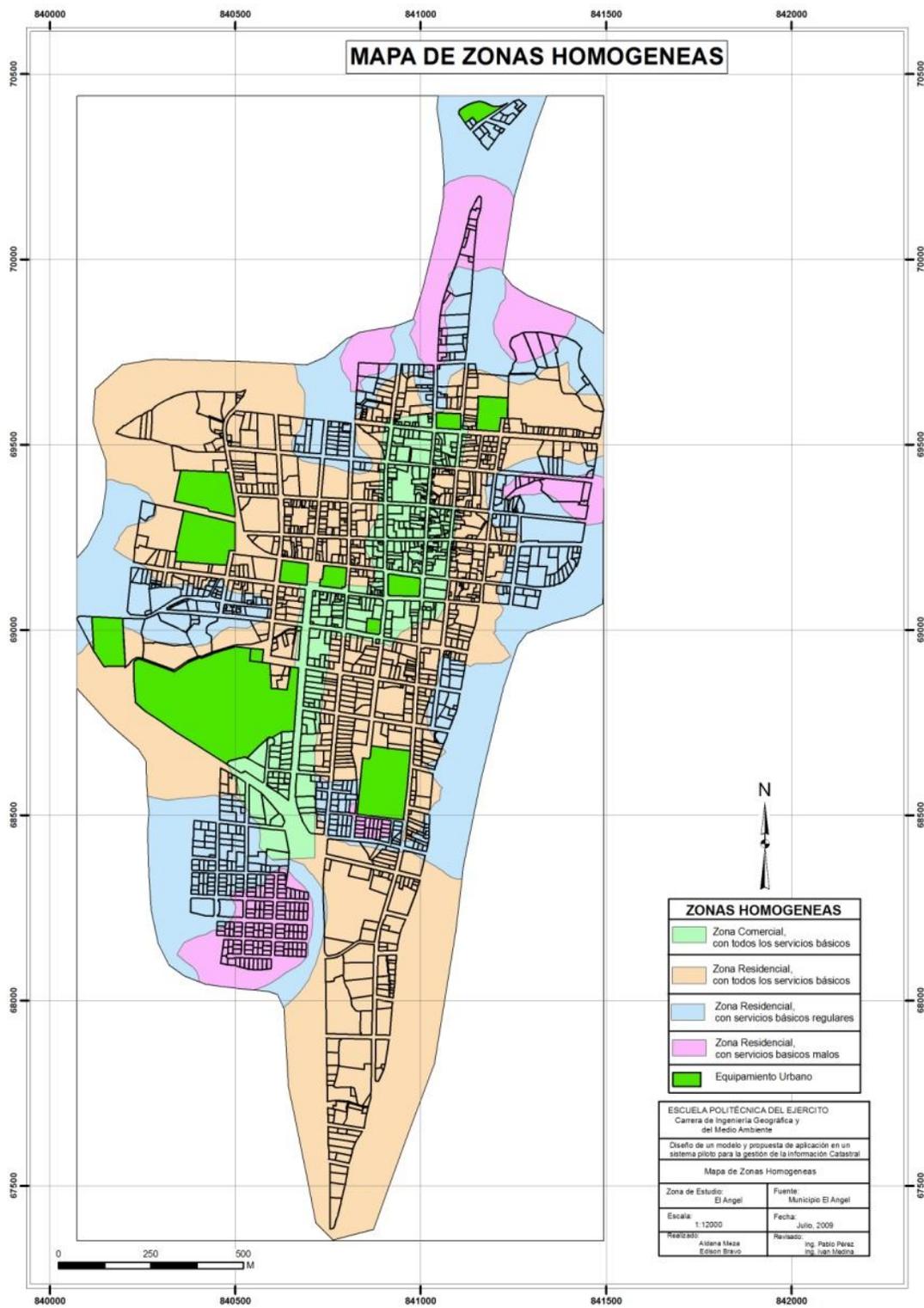


Ilustración 22 Mapa Zonas Homogéneas

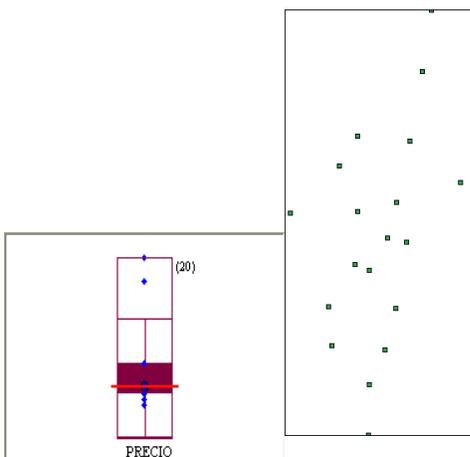
3.3.1.2. Determinación del valor unitario de cada zona

Mapa de Zonas de Precios:

En la investigación de precios se determinó que dependiendo el sector existe una fluctuación de precios entre 5 USD el metro cuadrado hasta 30 USD, para este análisis tomaremos en cuenta la variabilidad espacial de los precios en correlación con las zonas homogéneas.

- **Análisis Exploratorio de datos:**

Para realizar este análisis utilizamos el campo de PRECIO del mapa de precios, aplicamos el método gráfico boxplot para la determinación de los datos que deben entrar en el estudio, a continuación se muestra en el siguiente gráfico:



Como se observa en el análisis exploratorio de datos casi todos los valores de precio deben ser tomados en cuenta en el estudio y solo se debería excluir el valor de 30 USD que corresponden al uso Comercial-Financiero dentro de este uso se encuentran pocos datos ya que la mayoría de los lotes tienen un precio uniforme, pero igual se los va a tomar en cuenta ya que es un precio muy importante dentro del estudio.

- **Análisis Estructural**

Modelo	Efecto pepita	Alcance	Media	Root-mean-square	Average standard error	Mean standardized	Root-mean-square standardized
Circular		457.844	0.3886	8.671	4.624	0.06095	1.869
Esférico		495.801	0.4424	8.777	4.358	0.07248	2.008
Tetraesférico		538.955	0.4724	8.829	4.217	0.07902	2.088
Pentaesférico		579.486	0.4927	8.862	4.114	0.08533	2.149
Exponencial		414.442	0.617	9.056	3.328	0.02416	3.031
Gaussiano		418.427	0.3579	8.552	4.853	0.06218	1.754
Radio Cuadrático		494.304	0.5319	9.425	2.277	0.1858	4.123
Hole Effect		982.66	0.116	7.906	5.811	0.01637	1.36
K-Bessel		424.295	0.4066	8.609	4.69	0.7301	1.826
J-Bessel		946.37	0.1016	7.861	5.92	0.01375	1.327
Estable		436.44	0.4117	8.64	4.626	0.07236	1.858

Tabla 43 Análisis Estadístico

“Debido a que la geoestadística se basa en 2 condiciones elementales: 1.- Que el estimador sea insesgado...” y “2.- que la varianza sea mínima, consiguiéndose de este modo minimizar la varianza de error de estimación;”¹⁶ hemos tomando como estimador a la media estandarizada (Mean standarized) la cual debe ser lo más cercana a cero posible para procurar tener valores estimados parecidos a los valores medidos, tal como se muestra en la gráfica.

¹⁶ Elementos de Geoestadística, Dr QUINTN José. Departamento de Informática, U del Pinar del Rio, Cuba, 2001

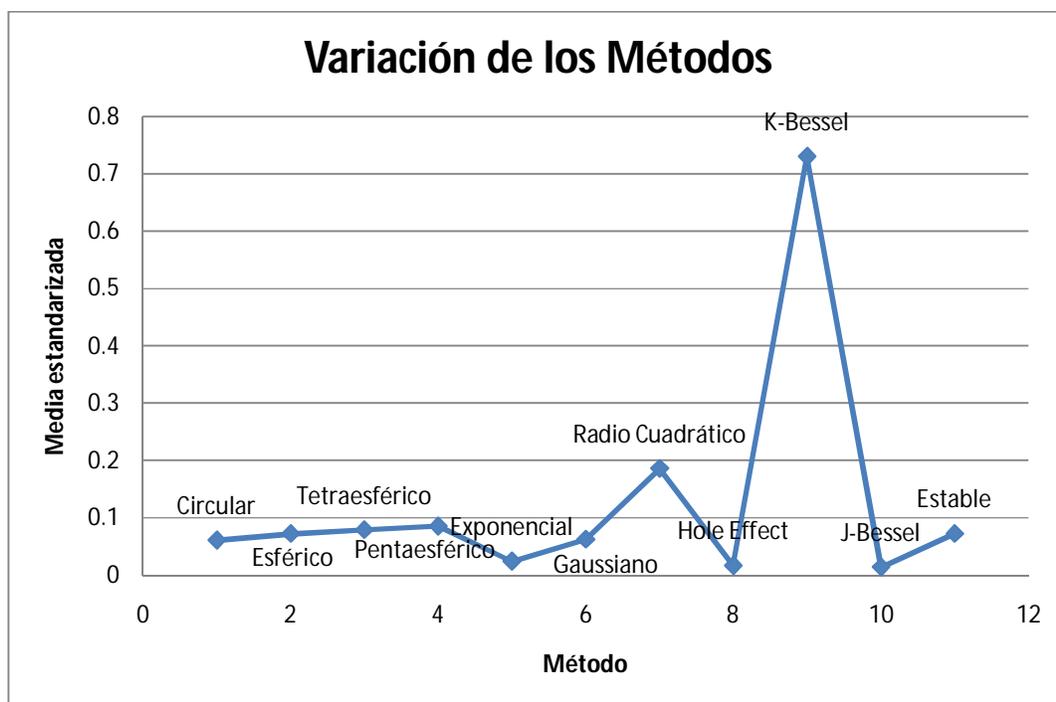


Ilustración 23 Grafico variación de los Métodos con las zonas de precios

Del análisis estructural, obtenemos que el método que mejor se ajusta a nuestros datos es J-Bessel y conseguimos el siguiente resultado:

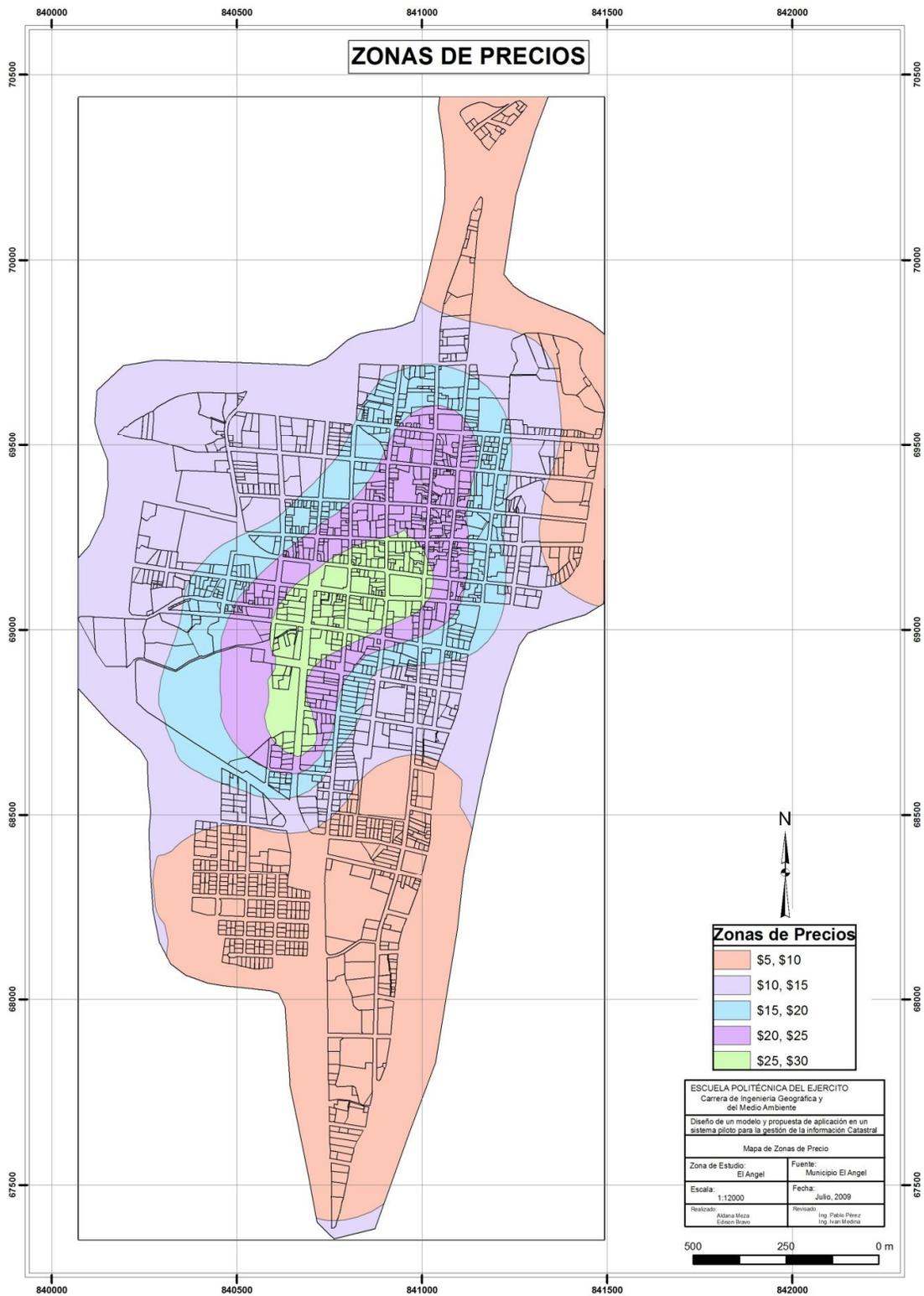


Ilustración 24 Mapa de zonas de precio

Mapa de Zonas Geo-económicas:

Para realizar un análisis más individualizado obtuvimos el mapa de zonas geo-económicas por lotes.

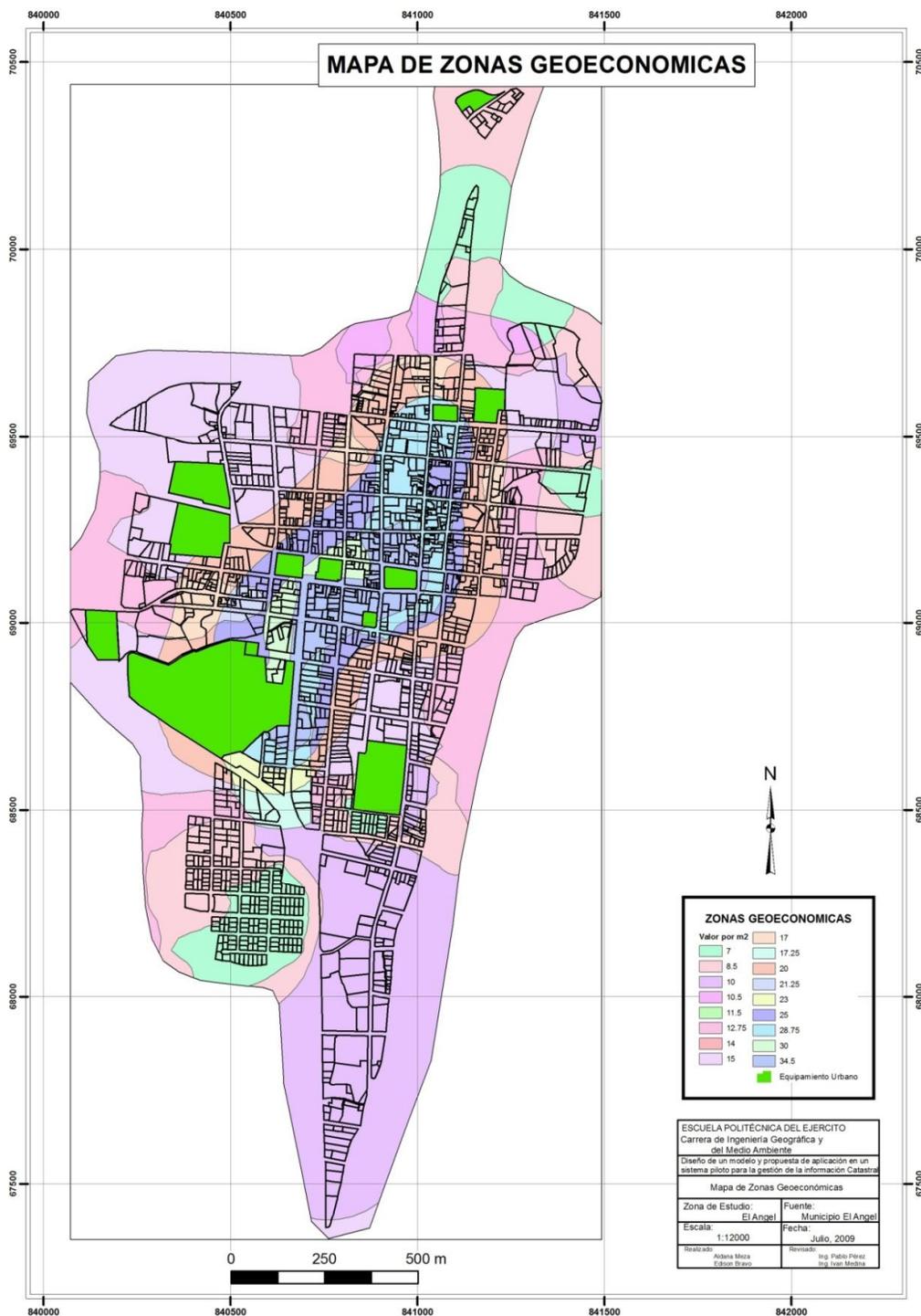


Ilustración 25 Mapa de zonas Geo-económicas

Evaluación

Para evaluar si existe diferencia o no del valor del metro cuadrado de terreno calculado por esta metodología y el valor de metro cuadrado de la investigación de mercado utilizamos la prueba estadística **t de student** para dos muestras dependientes, ya que en la realización de la metodología, se utilizó los precios de mercado.

Hipótesis nula (Ho): Los precios del m² calculados no difieren significativamente con respecto a los precios por m² de mercado.

Hipótesis alternativa (Ha): Los precios del m² calculados difieren significativamente con respecto a los precios por m² de mercado.

Tamaño de la muestra: 15

Grados de libertad: 14

Media: 0.12

Nivel de confianza: 95%

T student calculada: 0.1897

Rangos de T: ± 2.145

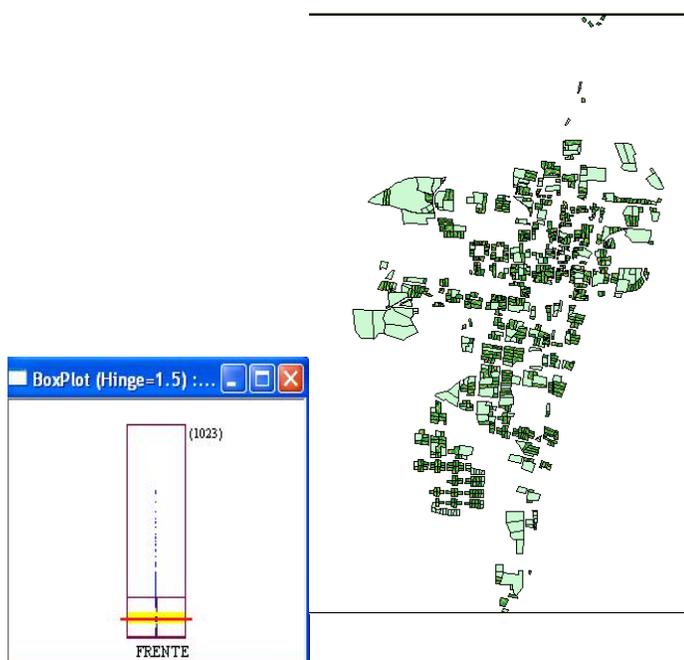
Con los resultados obtenidos podemos apreciar que no existe diferencia significativa entre los valores de mercado y los valores obtenidos aplicando la metodología propuesta.

3.3.1.3. Calculo de Factores Geométricos.

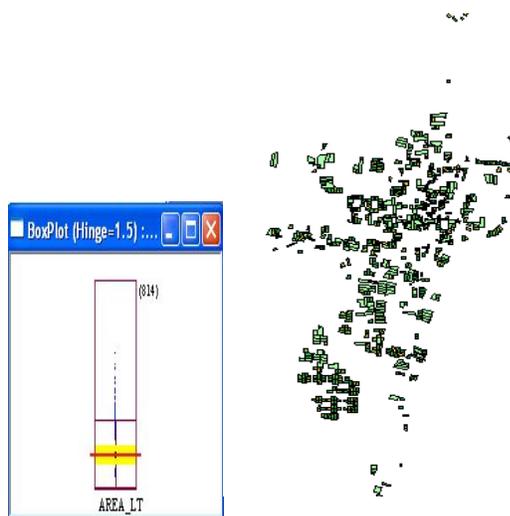
Determinación de mapa de zonas de frente tipo:

- **Análisis Exploratorio de datos (FRENTE):**

Para realizar este análisis utilizamos el campo de FRENTE del mapa de lotes de 1 frente, aplicamos el método gráfico boxplot para la determinación de los datos que deben entrar en el estudio, a continuación se muestra en el siguiente gráfico:



En este caso algunos lotes se quedarían fuera del estudio porque poseen frentes demasiado grandes lo cual haría que al momento de sacar el lote tipo no sea real porque se distorsionaría el análisis, del resultado obtenido se vuelve a realizar el análisis de datos para eliminar en cambio los lotes que tengan áreas muy grandes con el siguiente resultado:



• **Análisis Estructural**

Modelo	Efecto pepita	Alcance	Media	Root-mean-square	Average standard error	Mean standardized	Root-mean-square standardized
Circular	7.4867	94.26	-0.1892	3.87	3.472	-0.04315	1.097
Esférico	7.3612	108.05	-0.1873	3.867	3.472	-0.04242	1.095
Tetraesférico	7.2564	119.54	-0.1881	3.866	3.471	-0.04241	1.095
Pentaesférico	7.2251	131.11	-0.1886	3.866	3.472	-0.0425	1.095
Exponencial	6.0025	144.48	-0.1919	3.869	3.476	-0.0418	1.093
Gaussiano	8.593	88.346	-0.186	3.87	3.461	-0.04299	1.1
Radio Cuadrático	7.3376	160.21	-0.2001	3.89	3.445	-0.04393	1.108
Hole Effect	9.9292	160.21	-0.1464	3.875	3.516	-0.03403	1.09
K-Bessel	5.9302	154.82	-0.1865	3.864	3.452	-0.04045	1.09
J-Bessel	8.6786	145.01	-0.184	3.873	3.462	-0.04259	1.101
Estable	5.775	153.41	-0.1897	3.865	3.479	-0.04113	1.091

Tabla 44 Análisis Estadístico

“Debido a que la geoestadística se basa en 2 condiciones elementales: 1.- Que el estimador sea insesgado...” y “2.- que la varianza sea mínima, consiguiéndose de este modo minimizar la varianza de error de estimación;”¹⁷ hemos tomando como estimador a la media estandarizada (Mean standarized) la cual debe ser lo más cercana a cero posible para procurar tener valores estimados parecidos a los valores medidos, tal como se muestra en la gráfica.

¹⁷ Elementos de Geoestadística, Dr QUINTN José. Departamento de Informática, U del Pinar del Rio, Cuba, 2001

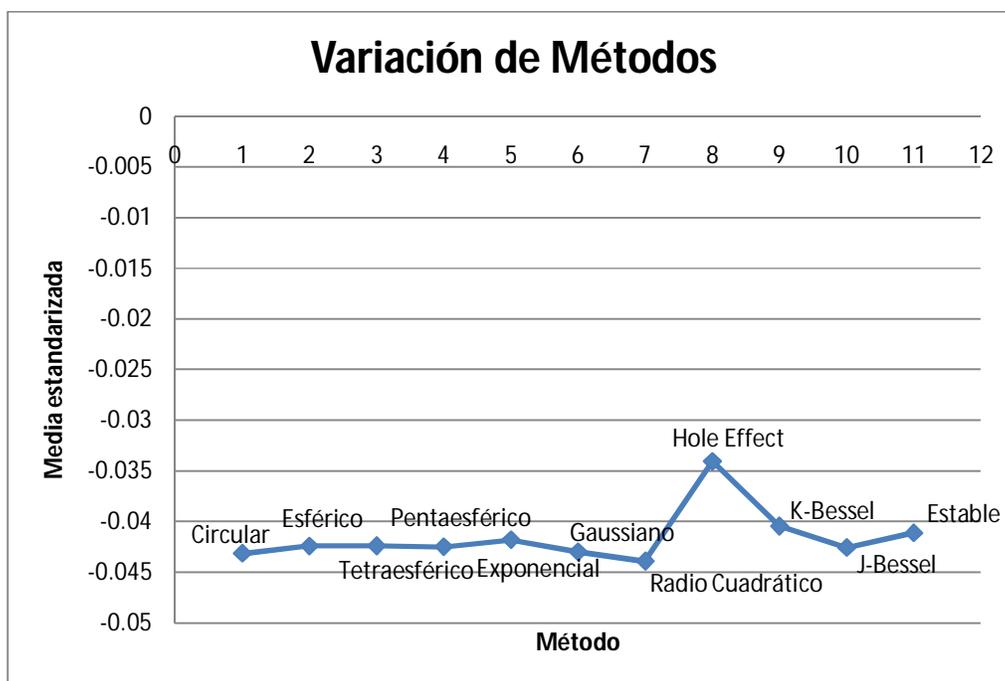


Ilustración 26 Grafico variación de los Métodos con zonas de frentes tipos

Una vez realizado el análisis determinamos que el método que mejor se ajusta al estudio es el de Hole Effect, el que a su vez nos determina un mapa de zona de frentes de igual comportamiento, es decir un mapa de zonas de frentes tipo.

Como resultado obtuvimos 4 zonas de frentes tipo que son:

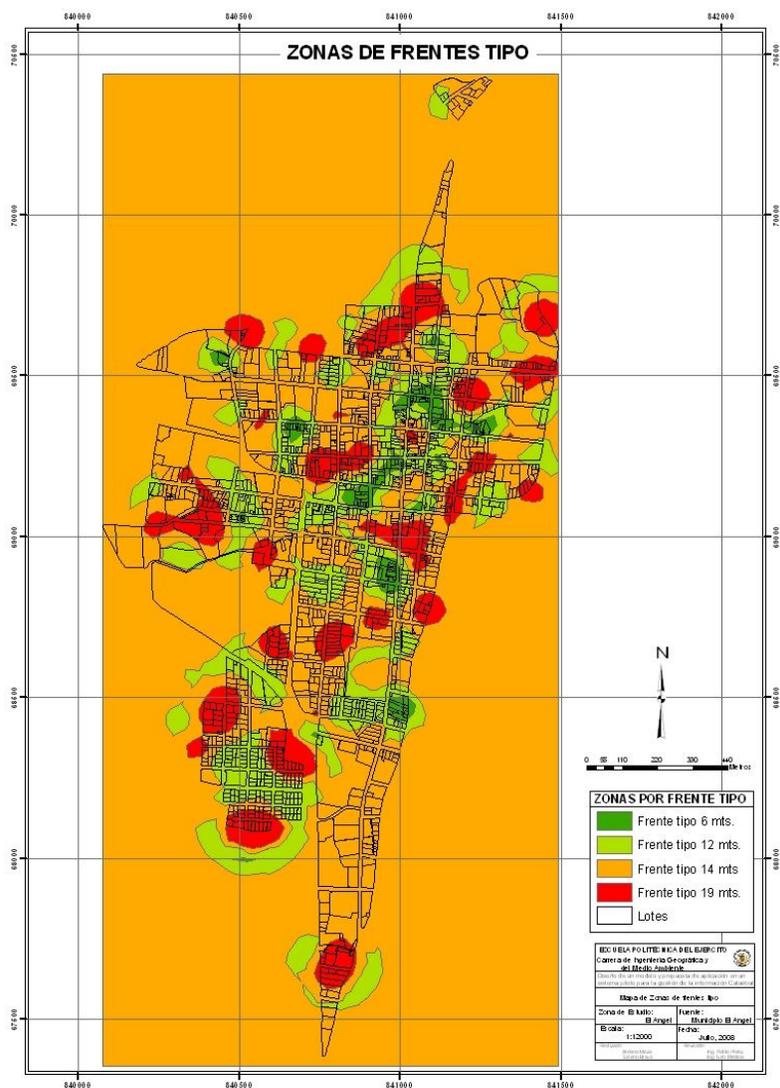


Ilustración 27 Mapa de frentes tipo

Luego asignamos el valor del frente tipo a cada lote, para proceder al cálculo de los factores geométricos.

- **Factor Frente:**

Para los lotes de un solo frente que se encuentran entre los siguientes límites $F_r/2 \leq F_p \leq 2F_r$ se aplica la fórmula

$$C_f = (F_p / F_r)^f$$

Donde:

C_f = coeficiente de frente

F_p = frente

F_r = frente tipo

f = límites de influencia

Los lotes de un frente que se encuentran bajo o sobre los límites que se establecieron, se les asignó el factor tomando en cuenta la siguiente tabla:

Lote	Ajuste
Frente mayor al frente tipo	1.30
Frente igual al frente tipo	1.00
Frente menor al frente tipo	0.70

Tabla 45 Factores en función lote tipo

Con respecto a los lotes que tienes más de un frente se utilizó la siguiente tabla, donde el factor ya esta ajustado.

LOTE	AJUSTE
Lote sin frente	0.70
Lote de 1 frente	1
Lote de 2 frentes	1.15
Lote de 3 frentes	1.20
Lote de 4 frentes	1.30

Tabla 46 Factores lotes más de 1 frente

- **Factor Fondo:**

Para el cálculo de este factor primero se sacó el fondo equivalente, igual que con los frentes existen algunas posibilidades como se muestra a continuación:

- Cuando el fondo equivalente está entre los siguientes límites: $(1/2P_{mi} \leq P_e \leq P_{mi})$.

$$C_p = (P_e / P_{mi})^p$$

- Para un fondo equivalente inferior a 1/2 del fondo mínimo es:

$$C_p = (0.5)^p$$

- Cuando el fondo equivalente es superior al fondo máximo o el triple del mismo:

$$C_p = (P_{ma} / P_e) + \left\{ [1 - (P_{ma} / P_e)] * (P_{ma} / P_e)^p \right\}$$

- Para un fondo equivalente superior a 3 veces el fondo máximo se utiliza la misma fórmula de parte superior solo que se cambia el fondo equivalente por el fondo máximo.

$$P_e = 3P_{ma}$$

$$C_p = (P_{ma} / 3P_{ma}) + \left\{ [1 - (P_{ma} / 3P_{ma})] * (P_{ma} / 3P_{ma})^p \right\}$$

$$P_e = \text{fondo equivalente}$$

$$P_{ma} = \text{fondo máximo}$$

$$P_{ma} = \text{fondo máximo}$$

$$C_p = \text{coeficiente de fondo}$$

- **Factor Área**

Para este factor la fórmula que se utiliza es:

$$C_a = (125 / A)^{0.20}$$

Con los factores que se han obtenido se calcula el factor de homogenización a estos se los hace un join a la cobertura de lotes

donde ya están los campos de coeficiente de zonas homogéneas y el valor de precio por metro cuadrado con respecto a las zonas, con estos se saca el avalúo del terreno multiplicando estos tres factores.

$$\text{Avalúo terreno} = (\text{fact.homogenización}) * (\text{fact.zonageoekonomica}) * (\text{area_lote})$$

Los factores que se tomaron en cuenta para el cálculo de los factores geométricos se tomaron de IBAPE¹⁸

zona	Frente referencia (fr)	Fondo Mínimo(Pmi)	Fondo Máximo(Pma)	Factor frente	Factor fondo	Factor área
1	5	15	30	-	-	125
2	10	25	40	0,20	0,50	250
3	15	30	60	0,15	0,50	600

Ilustración 28 Factores IBAPE

3.3.2. Avalúo de Construcciones.

En nuestro caso de estudio para la valoración de las construcciones se tomo en cuenta tres tipologías básicas (adobe, mixta y hormigón) y cuatro categorías de condición de la vivienda (muy bueno, bueno, regular y malo) las mismas que fueron observadas en campo, además se pidió al Municipio del Ángel se nos proporcionará las edades de las construcciones y su vida útil.

Como se puede observar en el cuadro, más del 70% de las construcciones corresponden a la tipología de adobe; las cuales tienen una vida útil de 100 años, el 20% a mixto con una vida útil de 50 años y el 10% a hormigón con una vida útil de 80 años.

¹⁸ NORMA PARA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS IBAPE/SP – 2005

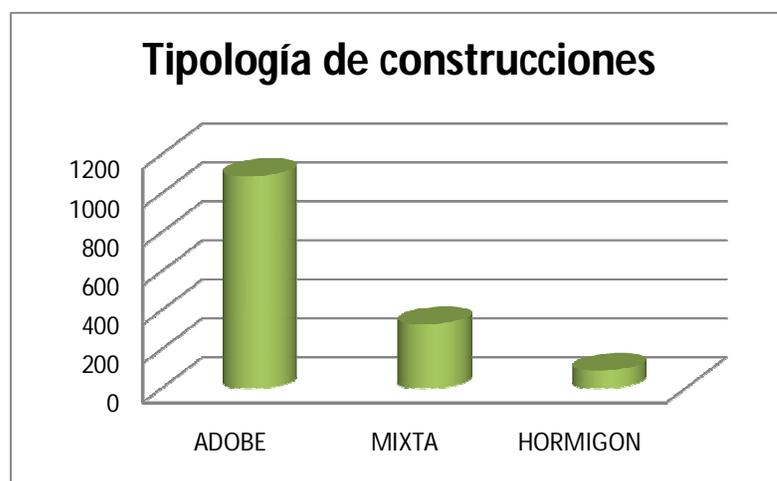


Ilustración 29 Tipología de construcciones

Con los datos que se obtuvieron se los fue asignando los factores que les correspondía respectivamente para poder aplicar el método de valoración Ross – Heideck.

Con respecto a la vivienda se determinó el precio del metro cuadrado de construcción de cada tipología a través del análisis de precios unitarios de materiales con la finalidad de obtener el valor actual de la construcción por el método de Ross – Heideck, teniendo como resultado:



Ilustración 30 Estado de conservación de construcciones



Ilustración 31 Años de construcción

CAPÍTULO IV

4 Diseño e Implementación del Sistema de Gestión Catastral

4.1 Introducción

El Sistema de Gestión Catastral tiene el objetivo de dar a conocer, de una manera diferente el catastro en el Ecuador, tomando en cuenta herramientas y estándares internacionales (OGC), ya que para nadie es novedad que el catastro en la actualidad se ha convertido en uno de los temas más desarrollados en todo el mundo por multitud de organizaciones y empresas públicas y privadas que abordan este tema, viéndose reflejado en el Internet.

Como se puede observar en muchas Municipalidades es común encontrar que la mayor limitante para poder llevar a cabo de forma satisfactoria su planificación, es la falta de un sistema oportuno, confiable, compartido y de fácil acceso. Es imprescindible que con el propósito de lograr la coherencia requerida entre la formulación y ejecución, la Municipalidad como gobierno local establezca un sistema catastral que brinde información actualizada y confiable, asegurando así que los usuarios internos y externos tengan facilidades para realizar los trámites.

La implantación de este tipo de sistemas está en la corriente de los últimos acontecimientos técnicos en el campo del catastro. Esto nos permitirá retomar los lazos tecnológicos de los últimos adelantos que se están llevando a efecto en países más desarrollados.

Dentro de estos adelantos se encuentran el software a utilizar, que son las herramientas para la implementación; “Open Source” es el término con el que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente¹⁹. Estos paradigmas asumen: la distribución libre de software, disponibilidad del código

¹⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_abierto

fuerza, integridad del código de la fuente del autor, para separar el código inicial de la suma y los refinamientos, entre otros.

El Catastro dentro del Sistema se basa en parcelas, el Sistema de Gestión Catastral da información actualizada que contenga un registro de interés del predio (por ejemplo los derechos, restricciones y responsabilidades), además incluye una descripción geométrica del predio y esto se une a otros registros que describen la naturaleza de la propiedad y el valor del predio. Puede establecerse para los propósitos fiscales, propósitos legales y para ayudar en otras direcciones.

4.2 Sistema de Gestión Catastral

4.2.1 Manejador de Base de Datos Espaciales

Cuarta declaración del Catastro 2014: *“El catastro manual será cosa del pasado; demanda que los catastros futuros y modernos serán mantenidos en un ambiente muy digital, dejando a un lado el papel anticuado y los catastros del lápiz”*²⁰.

El DBMS es una de las grandes evoluciones a que la revolución de la computadora ha traído a las sociedades modernas. Donde quiera que nosotros nos encontremos vemos DBMS en acción, al ir de compras, al retirando dinero, etc. Con DBMS pueden guardarse cantidades grandes de datos en un lugar y pueden consultarse con métodos simples. Aquí es bueno tener presente que el dato no es igual a la información, con el último se considera los datos procesados con valor agregado y DBMS es la herramienta eficaz que vigila que suceda así. El propósito de un DBMS es el de manejar de manera clara, sencilla y ordenada un conjunto de datos que posteriormente se convertirán en información relevante, para un buen manejo de datos, con objetivos claros que debe cumplir que son: Abstracción, independencia, consistencia, seguridad, integridad, respaldo, control de concurrencia, manejo de transacciones y

²⁰ Kaufmann & Steudler 1998

tiempo de respuesta, los mismos que entre otras cosas simplifican la programación de chequeos de consistencias, manejan políticas de respaldo adecuadas garantizando que los cambios de la base serán siempre consistentes sin importar si hay errores en el disco, o hay muchos usuarios accediendo simultáneamente a los mismos datos, o se ejecutaron programas que no terminaron su trabajo correctamente, etc. Permiten realizar modificaciones en la organización de los datos con un impacto mínimo en el código de los programas. Permiten implementar un manejo centralizado de la seguridad de la información (acceso a usuarios autorizados), protección de información, de modificaciones, inclusiones, consulta. Bajan drásticamente los tiempos de desarrollo y aumentan la calidad del sistema desarrollado si son bien explotados por los desarrolladores. Usualmente, proveen interfaces y lenguajes de consulta que simplifican la recuperación de los datos²¹.

Para realizar esto DBMS usa 'Structured Query Language' (SQL, puede considerarse como la composición de varios módulos separados en dos: 'Lenguaje de definición de datos' (DDL) y 'lenguaje de manipulación de datos' (DML), esto era inicialmente desarrollado por IBM pero con el paso de los años se ha vuelto un lenguaje estándar de consulta para relacionar DBMS (RDBMS), la forma más común de DBMS.

Se consideran RDBMS como la herramienta eficaz para guardar y manipular datos simples que son organizados en formularios tabulares que usa las únicas claves para unir o relacionar las diferentes tablas.

Sin embargo, como RDBMS sólo guarda tipo de datos simples, la solución alternativa tenía que ser inventada para ocuparse de tipos de los datos complejos como los datos espaciales.

La solución se encuentra en la orientación de objetos y la innovación de DBMS orientado a objetos (OO-DBMS). El paradigma "orientado a objetos"

²¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/DBMS>

ofrece más relajación en definir los tipos de datos, comparados con los RDBMS, dando una posibilidad de tipos espaciales personalizados con una función específica propia y de comportamiento.

4.2.2 DBMS Espaciales

Los tipos de los datos espaciales no son proporcionados naturalmente por RDBMS y necesitan realizar un considerable trabajo para almacenar el objeto espacial simple en tales bases de datos.

4.2.2.1 Tipos de Datos Espaciales

A través de los años ha habido discordancia en cómo modelar los rasgos geográficos a los objetos espaciales en las bases de datos. El consorcio (OGC) la especificación de 1999 en los rasgos simples estableció algunos acuerdos generales en esta materia creando un paradigma para los fabricantes de base de datos cuando manejen datos espaciales en dos dimensiones.

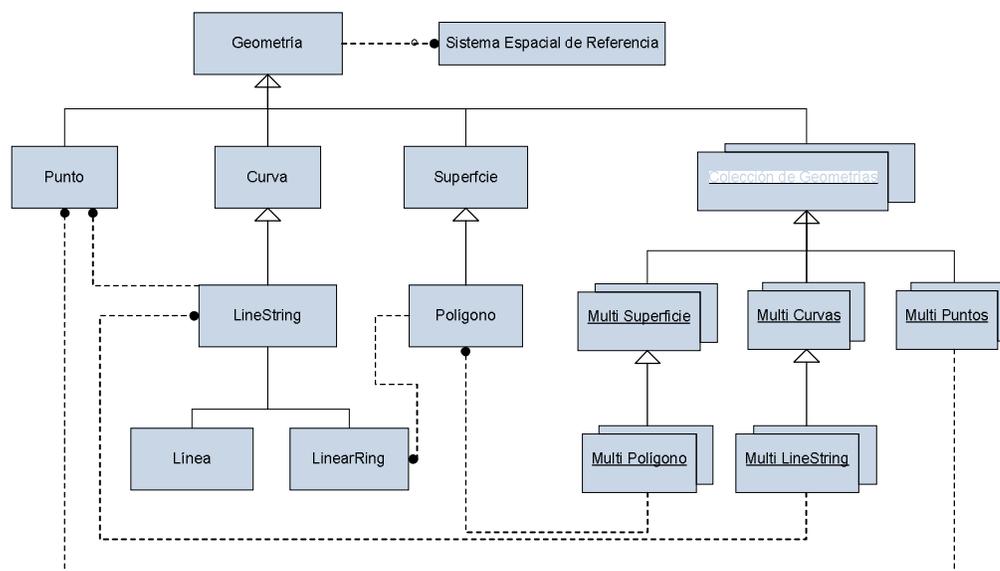


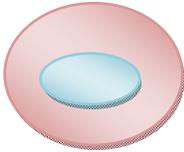
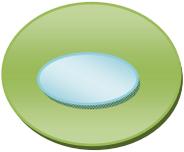
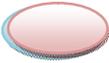
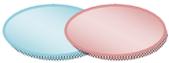
Ilustración 32 Jerarquía de Geometrías

4.2.2.2 Relaciones entre objetos espaciales

Objetos en dos dimensiones, como los polígonos, líneas y puntos, pueden tener 512 relaciones binarias entre cada una dependiendo de la intersección de los interiores ($^{\circ}$), límites (∂) y exteriores ($^{-}$) del objeto. Esto puede describirse con la matriz de las nueve intersecciones dónde la relación topológica entre dos geometrías:

$$R(A, B) = \begin{pmatrix} A^{\circ} \cap B^{\circ} & A^{\circ} \cap \partial B & A^{\circ} \cap B^{-} \\ \partial A \cap B^{\circ} & \partial A \cap \partial B & \partial A \cap B^{-} \\ A^{-} \cap B^{\circ} & A^{-} \cap \partial B & A^{-} \cap B^{-} \end{pmatrix}$$

Observando la salida de esta matriz, pueden ejecutarse ocho relaciones describiendo la intersección de dos superficies: disyunción, vecindad, sobre posición, igualdad, contención, inclusión, cobertura y cubierto por. En la figura puede observarse dichas relaciones.

			
$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ <p>Disyunción</p>	$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ <p>Contenencia</p>	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ <p>Inclusión</p>	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ <p>Igualdad</p>
			

$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$
Vecindad	Cobertura	Cubierto por	Sobre posición

Ilustración 33 Modelo de las 9 intersecciones²²

Las relaciones topológicas presentadas en la matriz de las nueve intersecciones pueden ser usadas en consultas SQL con varias operaciones no topológicas como:

- Distancia Euclidiana (geometría, geometría): distancia entre dos objetos espaciales, el resultado es de tipo de Doble precisión.
- Dirección (geometría, geometría): retorna el sentido de un objeto espacial, el resultado puede ser de tipo Texto, por ejemplo norte, este, sur, occidental.
- Longitud (curva): Doble precisión.
- Área (superficie): Doble precisión.
- Perímetro (superficie): Doble precisión.

Esta no es una lista exhaustiva, como el número de topologías y no-topologías, las operaciones para los datos espaciales son enormes, sobre todo dado el hecho que sólo se han cubierto las geometrías de dos dimensiones. La relación tridimensional de las geometrías todavía son un tema de investigación.

4.2.2.3 Consultas Espaciales

Las consultas SQL en los datos espaciales no son tan diferentes de los datos no-espaciales, sólo que en los tipos de datos espaciales, son añadidas funciones y operadores.

Hay dos tipos de consultas espaciales: la consulta estática y la consulta dinámica. Una consulta estática sólo observa los objetos espaciales y retorna

²² Adaptación de Shekar & Chawla 2003

un resultado sin afectar los objetos consultados, por ejemplo: medir el área de superficie que devuelve un dato de tipo doble precisión. Las consultas dinámicas son diferentes de las estáticas de la manera que estas afectan los datos consultados. Los ejemplos son merge, split, rotate, resize and copy.

4.2.3 Modelo de Objetos Espaciales

Hasta ahora se ha centrado la atención sobre la forma de almacenar los distintos objetos en una base de datos y la forma de consulta, pero no en la presentación de la colección de objetos. Cómo objeto de la misma colección se interrelacionan y responder a las consultas y edición.

En esta parte entraremos a más detalle en la modelización espacial, así como uno de los tipos de modelos característicos para las parcelas catastrales o límites en la base de datos como es el modelo topológico y la forma en que deben llevarse a cabo en un SDBMS.

4.2.3.1 Modelo Topológico

El modelo topológico es aquel en que las conexiones y las relaciones entre los objetos se describen independientemente de sus coordenadas²³.

El dominio bidimensional es hecho del número de bordes dirigidos, cada uno conectado con una salida y nodo de fin, componiendo un segmento con una cara (la topología representativa de polígono)

Considerando el Catastro, los nodos representan los monumentos de la esquina; los bordes y segmentos son los límites entre los predios adyacentes, y las caras representan los predios.

Los objetos de interés en el modelo Topológico son²⁴:

²³ Bernhardsen 1999

- Punto: x (real), y (real)
- Nodos : punto [bordes relacionados]
- Bordes/Segmento: nodo-comienzo, el nodo-fin,
- Cara : (sucesión de bordes)

Las reglas comunes para el modelo Topológico son²⁵:

- Cada borde tiene exactamente un nodo de inicio.
- Cada nodo debe ser de inicio o fin de ambos, de al menos un borde.
- Cada superficie está delimitado por al menos un borde.
- Los bordes sólo se pueden entrecruzan en los nodos.
- Cada borde directo tiene exactamente una superficie a su izquierda y derecha.
- Cada superficie debe estar la izquierda o la derecha o ambos de al menos un borde dirigido.
-

4.2.4 SDBMS transacciones, chequeo de consistencias y Control de concurrencia

Las transacciones son una parte vital de cada sistema de DBMS donde el contenido de la base de datos es modificado. En una muy simple SDBMS con un solo usuario, el diseño de transacción o procedimiento no es de mucha importancia. Pero con el aumento de la complejidad, múltiples usuarios, e incluso SDBMS corporativos, la urgencia de contar con sofisticados sistemas de transacción es fundamental para preservar la coherencia y para permitir la concurrencia.

4.2.4.1 Transacciones Catastrales

Las transacciones en DBMS se realizan manipulando el contenido de la base de datos usando sentencias SQL tales como INSERT, UPDATE y DELETE. Las sentencias SQL pueden ser transacciones independientes o pueden agruparse usando BEGIN y COMMIT, esto significa que todas las

²⁴ Molenaar 1998, el Rigaux

²⁵ Worboys 1995

consultas de SQL que intervienen son ejecutadas como una sola transacción. Las propiedades de una transacción exitosa son (ACID):

- *Atomicidad.*- Asegura que todas las operaciones de la consulta son completados exitosamente.
- *Consistencia.*- Asegura que una consulta de mapa desde la base de datos de una respuesta consistente, dando coherencia a la base de datos.
- *Aislamiento.*- Asegura que ninguna transacción tenga efectos parciales en otras consultas, aunque ellos se ejecuten concurrentemente.
- *Durabilidad.*- Asegura que cambios (consultas) a una base de datos son persistentes incluso en las caídas del sistema.

Las transacciones Catastrales que se ocupan de datos geométricos en SDBMS son similares y sujetas a las mismas propiedades de otras consultas de SDBMS. Los tres elementos esenciales:

- *Consulta regular:* donde la tenencia del predio cambia de propietario pero no cambia la geometría.
- *Consulta de unión de predios:* donde dos o más predios adyacentes posee la misma persona y los unió a uno nuevo.
- *Consulta de división de predios:* donde el propietario de un predio decide vender parte o partes de su predio que consecuentemente a sido dividido en dos o más predios separados.

También dentro del sistema puede observarse:

- *Ingreso de un predio:* el predio ya se encuentra registrado en la base de datos.
- *Actualización del predio:* manipulación de límites o atributos de predio mejorando la calidad de la información.

La diferencia fundamental entre transacciones catastrales espaciales y administrativas en las transacciones de unión y de división de predios es que siempre se requiere que la extensión espacial del predio y la información de

propiedad tiene que ser revisada ya que no es el caso de una “consulta regular”.

4.2.4.2 Chequeo de Consistencias

Dependiendo del modelo espacial, diferentes métodos pueden ser empleados para conservar la consistencia de conjuntos de datos catastrales. Podría usarse limitaciones (constrains), por ejemplo, en las características espaciales, aplicado antes que, un elemento (feature) sea creado o modificado. Ejemplos de esto, para la base de datos catastrales construidos topológicamente, los constrains son:

- Límites (bordes) no se permite entre cruzar con ellos mismos u otros límites.
- No se permiten límites tengan separaciones injustificadas (colgantes).
- Predios (superficies) cubren completamente el dominio sin dejar espacios nulos, para indicar errores en las relaciones topológicas almacenadas en los límites.

4.2.4.3 Control de concurrencia en el Sistema

Es importante para un sistema catastral, sobre todo si se actualiza remotamente o usando arquitectura distribuida, usar comandos de concurrencia sofisticados. Aquí está el concepto de mecanismos de bloqueo que por lo general es a lo que se refiere como concurrencia regular de bases de datos (como por ejemplo evitar la doble reserva de habitación de hotel o asiento en un avión). De ahí que en las transacciones de datos espaciales no se consume tanto tiempo, es la construcción de la transacción de consulta que lleva su tiempo. Si alguna de las hipótesis utilizadas en la consulta cambia mientras se está generando, la operación no puede llevarse a cabo de conformidad con los principios del ACID.

Por lo tanto, es necesario que los objetos en bases de datos catastrales sujetos a manipulación deben ser bloqueadas antes de la construcción de la transacción de consulta que se llevará a cabo, esto ocurre a nivel de las aplicaciones de usuario a través de check-in y check-out, pero no a nivel de bases de datos tradicionales como bloqueo. Con esto, se supone que no sólo los objetos editados directamente deben ser bloqueados, sino también los vecinos del objeto, que pueden ser afectadas indirectamente²⁶.

4.2.5 SDBMS y aplicaciones GIS

Actualmente existe dos opciones principales para Open-Source autorizadas para bases de datos espaciales, PostGIS / PostgreSQL y MySQL. PostGIS en PostgreSQL realmente es un OR-DBMS (Sistema Manejador de Base de Datos Objeto Relacional) solo limitado para el apoyo para los tipos espaciales. Sin embargo, la condición orientadas a objetos habilita la libertad para adicionalmente personalizar tipos de datos y funciones a ser declaradas.

PostGIS agrega apoyo para objetos geográficos a la base de datos objeto-relacional PostgreSQL. PostGIS “habilita espacialmente” al servidor de PostgreSQL, permitiéndole ser usado como un backend de la base de datos espacial para los sistemas de información geográficos.

PostGIS está basado en interfaces de código abierto, como Java Topología Suite (JTS), que provee

- Una implementación de modelos de datos espaciales definidos por el OGC en las especificaciones para el acceso Simple a elementos Geográficos por medio de lenguaje SQL (Simple Feature SQL).
- Una Completa y consistente implementación del algoritmos en 2D para relaciones binarias (ej: sobre posición) y de métodos de análisis espacial (ej: buffer).

²⁶ Cheng et al 2004.

- Un modelo explícito de precisión, con algoritmos que manejan con destreza las situaciones que dan lugar a grandes colapsos.
- Robusta implementación de las principales operaciones de cálculo geométrico.
- Entradas y salidas en formato de texto (Well-Known Text).

4.3 El Catastro como Servicio Web

4.3.1 Introducción

En plena era del conocimiento y de desarrollo de las tecnologías de la información, el progreso de las sociedades, es el conocimiento, la tarea de modernizar a los municipios y demás entidades públicas, y llegar al denominado gobierno en línea o e-government, tiene como fundamento facilitarle la vida a la población, acercando la administración a los ciudadanos y empresas utilizando para ello tecnologías de la información y las comunicaciones para:

- Facilitar el acceso a la información administrativa.
- Posibilitar que la ciudadanía y empresas interesadas, efectúen trámites y gestiones a través de Internet.
- Permitir que algunos de los procesos catastrales se lleven a cabo vía Internet.

Evolutivamente, como una nueva tendencia dentro del Catastro, la representación de los datos geoespaciales puede ser realizada por medio de productos cartográficos vinculados a través de nuevos medios de comunicación como el Internet, el cual abre nuevos desafíos a la cartografía y especialmente a los Catastros como por ejemplo:

- ¿Cómo construir y publicar productos cartográficos catastrales de forma eficiente y a bajo costo que puedan ajustarse a las nuevas exigencias y limitaciones de las tecnologías de información?

Para una respuesta adecuada, se debe pensar en el mapa como un instrumento de exploración y comunicación de datos geoespaciales, esa nueva

forma de pensar está definida por procesos de Visualización Cartográfica o Geovisualización.

Por lo tanto, un Geovisualizador es una integración de visualización científica, cartográfica exploratoria, análisis de imágenes, visualización de información, análisis exploratorio de datos y sistemas de información geográfica. Para producir teorías, métodos y herramientas para la exploración visual, análisis, síntesis y presentación de datos geoespaciales²⁷.

Garantizar que la gente pueda consultar la información y efectuar trámites catastrales, conlleva todo un proceso de adecuación tecnológica, procedimental y legal, para llegar a implementar los servicios en línea con el rigor que se requiere.

4.3.2 Los mapas para la Web.

Los mapas para Web permiten a los usuarios el acceso a la información geográfica de modo interactivo, dinámico y constantemente actualizado. Simples recursos como símbolos gráficos pueden ser objetos activos y recuperables de un servidor de bases de datos.

Los tipos de mapas para Web más conocidos en Internet son los mapas estáticos y los mapas interactivos, los primeros son productos cartográficos en formato impreso (papel), que fueron convertidos en formato digital por medio de scanners y por lo tanto no fueron construidos para estar en la Web y no exploran totalmente todas sus funcionalidades. Los segundos son los más adecuados para explorar las nuevas tecnologías y permiten explorar totalmente las nuevas tecnologías con interfaces y contenidos interactivos.

²⁷ MacEACHREN y KRAAK, 2001.

4.3.2.1 Factores influyentes.

Los productos cartográficos para la Web son influenciados por cuatro grandes actores:

- Los usuarios;
- Los proveedores de datos;
- El ambiente de concepción de los productos cartográficos, y
- El contenido de los productos cartográficos.

Dentro de los factores se destacan:

- La representación gráfica, que procura traducir los diferentes fenómenos a ser representados a través de símbolos puntuales, lineales y de áreas dispuestas espacialmente de la mejor forma posible sobre un mapa para comunicar de mejor forma la información a los usuarios.
- La interface con el usuario: formada por la presentación de la información de datos, controles y comandos. Una buena interface orienta o desorienta al usuario. Este, básicamente interactúa con un producto cartográfico a través del ratón, moviendo o picando (click) sobre los objetos activos y digitando información por teclado.
- El almacenamiento de los datos geoespaciales, considera que el Internet utiliza el paradigma computacional “Cliente / Servidor”, esto posibilita al cliente interesado en información geoespacial, acceder a un servidor o varios servidores interconectados. Por tal motivo el almacenamiento de los datos pasa a ser de importancia muy significativa.

4.3.2.2 WMS.

El WMS (Web Map Service) es un servicio de publicación de la cartografía a través de Internet, sigue las directrices y normativa de OGC y permite la visualización de la Cartografía por cualquier usuario que disponga de un visualizador que se ajuste a estos estándares.

El esquema de funcionamiento es sencillo, consiste en hacer una petición desde un cliente y recibir como respuesta por parte del servidor una imagen ráster.

La petición se realiza mediante una dirección URL (Uniform Resource Locator) junto con una serie de parámetros, que son los que están normalizados por OGC, que definen la petición. Estos parámetros son: el servicio, la versión, el tipo de petición, el sistema de referencia espacial, las coordenadas del terreno que definen el ámbito espacial de la petición, el tamaño de la imagen de respuesta, el formato de imagen, las capas, la transparencia, etc.

Existen otros tipos de peticiones que no solo proporciona como respuesta una imagen, el parámetro REQUEST puede tomar distintos valores:

REQUEST:

- *GetMap*: devuelve una imagen.
- *GetCapabilities*: devuelve un fichero XML con las características y definición del servicio.
- *GetFeatureInfo*: devuelve información de un elemento, basado en la localización de un punto de la imagen representado por un pixel, que corresponde con un punto del terreno.

Para poder solicitar al servicio WMS una petición completa, URL más parámetros, necesitamos tener un navegador de cartografía que de forma interactiva y automática construya los parámetros que componen la petición. El servicio WMS siempre debe ser utilizado desde un navegador o clientes.

Podemos distinguir 2 tipos de clientes: ligeros y pesados:

- **Navegadores ligeros**: Existen decenas de páginas Web que permiten consultar la cartografía de uno o varios servidores WMS. No necesitan instalación, solo se encargan de gestionar las peticiones al servidor. Dependiendo de su complejidad pueden dar más o menos herramientas de navegación, medida o información. Pueden ser navegadores

totalmente genéricos o pertenecer a Geoportales de IDE's de Organismos o Instituciones.

- **Navegadores pesados:** Son los que requieren hacer una instalación del programa en el propio ordenador, son aplicaciones SIG de propósito general que permite añadir los servidores WMS como una capa más de trabajo. Se pueden dividir en 2 tipos: las aplicaciones de software libre desarrolladas en entornos abiertos, normalmente en Java y las aplicaciones comerciales.

4.3.2.3 WFS.

Podemos definir un servicio WFS (Web Feature Service) como un servicio de mapas que publica cartografía en formato vectorial proporcionando un medio de gestión y visualización de datos geográficos a través de de la red en un formato editable.

Un servicio WFS estándar garantiza la interoperabilidad entre interfaces, y es aquel que es capaz de procesar una consulta realizada mediante una instancia, que se construye según los criterios definidos por el OGC a través de la especificación: “Web Feature Service Implementation Specification”.

Para la implementación de estos dos servicios Web, se tomo como consideraciones que:

- Sea un recurso de software libre.
- El recurso esté registrado en la OGC garantizando así la interoperabilidad y el cumplimiento de los estándares de los servicios WFS y WMS.
- Que sea compatible con la mayoría software comercial y especialmente software libre que tenga la capacidad de manejar este tipo de servicio.

4.3.2.4 Geoserver.

GeoServer es una aplicación Web conforme a los estándares OGC, utilizada para publicar información geoespacial a través de los servicios WFS y/o WMS, la arquitectura básica es:

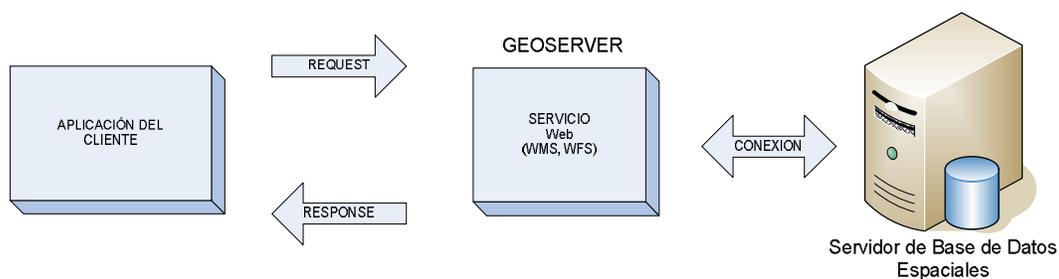


Ilustración 34 Arquitectura básica de Geoserver

Arquitectura general del sistema:

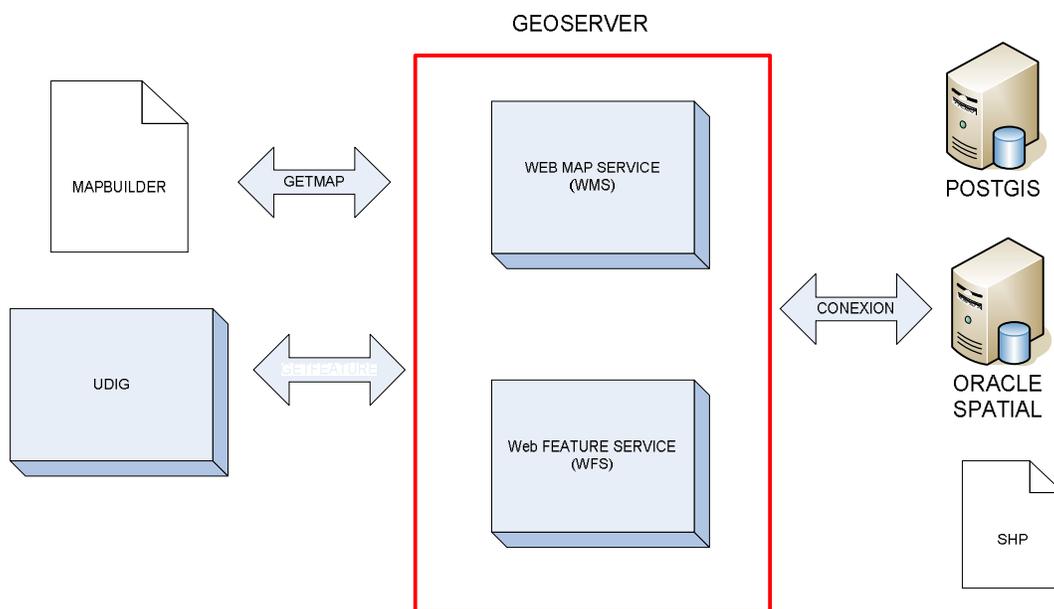


Ilustración 35 Arquitectura general del funcionamiento del sistema

4.3.3 Diseño del prototipo de mapas para la Web.

Para la construcción de los prototipos de mapas para la Web, se tomaron en cuenta requisitos como:

- Los usuarios de la información al Catastro, tales como organismos públicos y privados, municipios, empresas de servicios, instituciones financieras, etc. (Modelo Conceptual).
- Los datos cartográficos: escala, simbolización.
- Sistema manejador de base de datos Objeto-Relacional más una extensión espacial (PostgreSQL y PostGIS).
- El modelo Cliente/Servidor a ser adoptado: Apache, Tomcat, Geoserver.
- La interfase de comunicación con el usuario: MapBender, MapBuilder, PHP.

4.3.3.1 Flujo de Trabajo y prototipo

A continuación se muestra en forma esquemática - general del flujo de trabajo del prototipo:

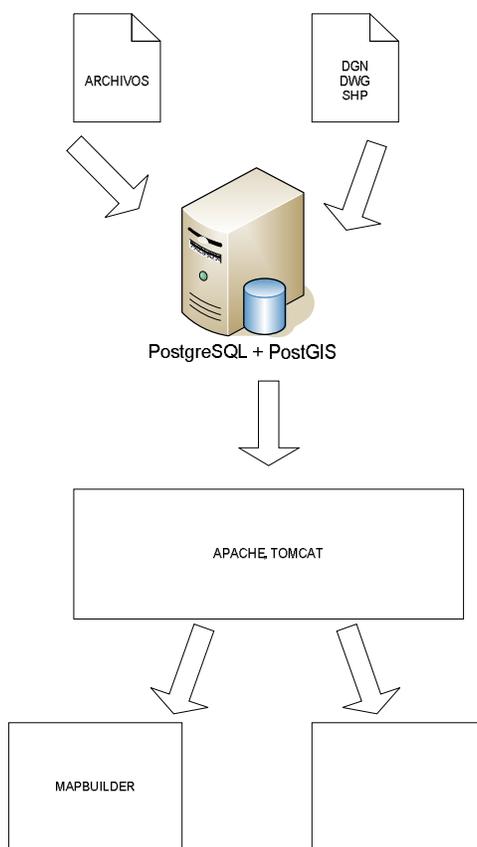


Ilustración 36 Flujo de trabajo del prototipo

4.3.3.2 Cargando información necesaria para el sistema.

Para almacenar los datos geográficos en PostgreSQL se utiliza la extensión PostGIS, para esto se transforma toda información vectorial a SHAPEFILE (*.shp), luego se utiliza una herramienta llamada de “shp2pgsql”, que crea declaraciones en SQL utilizada para leer individualmente los diferentes tipos de archivos shp, y generar archivos *.sql los que se encuentra el código necesario para interpretar y almacenar esos datos en la base de datos.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Según el análisis de Ley de régimen municipal y en comparación con los lineamientos dados por Catastro 2014, la estructura legal ecuatoriana en materia catastral, no contempla de manera explícita que se deba apuntar hacia el uso de las nuevas tecnologías informáticas y de comunicación.
- El catastro 2014 se lo puede considerar como el documento precursor de los catastros modernos, donde se declara los principios y parámetros fundamentales de la actividad catastral.
- El catastro 2014 da especial énfasis a la utilización de tecnologías de sistemas de información geográfica territoriales, como herramienta esencial para desarrollo de los municipios en temas catastrales.
- Para el diseño del modelo sistema de gestión catastral, se tomó en cuenta las funciones que realizan las demás instituciones gubernamentales y no gubernamentales que están relacionadas con el catastro ya sea directa o indirectamente, esto nos permite identificar los clientes internos y externos de la información catastral.
- Los principales aspectos a tomar en cuenta en el diseño de un sistema de gestión catastral son: identificación de necesidades y requerimientos de usuarios, tipo y características de insumos y productos que intervienen en el sistema, la complejidad de los procesos de integración y el volumen de información que se maneja en el sistema, recursos humanos, funciones y procesos que se llevarán a cabo.
- Entre los más importantes limitantes para el desarrollo del sistema se encuentran: Falta de recursos económicos, información no actualizada ni estandarizada, deficiencia de personal calificado técnicamente para llevar a cabo el proyecto.
- En función del análisis realizado a los requerimientos, componentes y limitaciones presentes en el sistema, se vio la necesidad de contar con un modelo de sistema catastral, que se ajuste a dichas características, que tenga gran capacidad de almacenaje de información, que permita

un manejo solvente de la información alfanumérica y espacial simultáneamente, de fácil entendimiento, y sobretodo que la implementación no sea costosa.

- Con forme ha avanzado el desarrollo tecnológico, en la parte informática, los modelos de base de datos han intentado concordarse a las circunstancias del momento, hasta que poco a poco, apoyados de metodologías, se ajustan al mundo real, es así que han evolucionado de modelos en red y jerárquicos, pasando por modelos relacionales y geo-relacionales, híbridos como los modelos Objetos-relacionales, hasta llegar a modelos orientados a objetos.
- Para el diseño del sistema se consideró necesario trabajar con un modelo de base de datos objeto – relacional, aprovechando la flexibilidad de mantener el esquema de tablas entre las que se establecen relaciones, pero permitiendo atributos, además de los tipos atómicos, tipos más complejos denominados **tipos abstractos de datos (ADT)** que admiten objetos geométricos (geográficos) Esto nos permite cambiar el paradigma clásico del modelo Relacional de manejar solamente tablas, a un modelo que combine la representación de objetos geográficos-espaciales asociados de una forma directa a sus atributos.
- Es importante conocer que el diseño del sistema de gestión catastral se ajusta a la plataforma de Open-Sorce, lo cual ayuda en su implementación pues no se necesita de recursos económicos en lo referente a software, en otras palabras, el costo de implementación del sistema informático se ve reducido significativamente, por lo tanto uno de los principales limitantes para la realización del sistema ha sido aplacado en gran medida.
- El modelo físico es desarrollado totalmente es plataformas Open-Source las cuales responden a estándares internacionales de interoperabilidad, garantizando así la globalización y el libre acceso a la información catastral.
- Para obtener resultados homogéneos solo se consideró la parte consolidada del la ciudad de El Ángel, ya que lo predios dispersos por

sus características físicas y de uso modificaban los resultados significativamente.

- Para el presente proyecto se consideró la relación directa que tiene las condiciones físicas de las ciudades y el comportamiento humano con relación a la geografía del terreno, de tal forma que se ha buscado en las técnicas de geoestadística la posibilidad de modelar de mejor manera y apegados a la realidad de los comportamientos antes mencionados.
- Los factores que más se ajustaron al modelamiento por geoestadística, son los factores de accesibilidad y determinación de precios en zonas homogéneas, zona de precios, zonas de lotes tipo.
- Con respecto a las construcciones se utilizó una valoración masiva que se baso en tres tipologías encontradas en la zona de estudio, adobe, hormigón y mixta.
- El método que se utilizó para esta valoración se fundamento en la depreciación por edad y condición de la edificación.
- El avalúo calculado por la metodología arrojó valores que aunque son determinados técnicamente, no están acorde con las situaciones sociales y económicas de la población, por tal motivo el municipio de El Ángel se vio en la necesidad de reducir los avalúos para poder bajar el impuesto predial basado en un estudio socio económico de los habitantes.
- El estudio determinó 3 zonas de uso y ocupación del suelo, como son: Comercial, residencial y equipamiento urbano, esto hace que se ajuste mejor a la realidad, sin embargo el municipio de El Ángel considera dos usos del suelo que es el residencial y de equipamiento urbano, esto es también uno de los factores que influye en el valor del terreno.
- Después del análisis de los resultados obtenidos en el mapa de zonas de uso de suelo, determinamos que la utilización de métodos geoestadísticos no es el más recomendable para la representación de esta variable.

- Con respecto a las zonas de precios, podemos observar que los precios de las zonas obtenidas no se ajustan a la realidad, ya que se tuvo una muestra muy pequeña.
- Se recomienda para la realización de las zonas de precios se tenga una muestra más grande y mejor distribuida espacialmente.
- La base de datos empleada en el sistema catastral es programable, del lado del servidor, está apoyado en lenguaje SQL simple (*“Simple feature SQL”*), esto hace que se reduzca la complejidad en el desarrollo.
- El ambiente de desarrollo de la aplicación esta dentro de un cliente liviano, de tal forma que se pueda garantizar el funcionamiento en prácticamente cualquier hardware y en cualquier sistema operativo sin tener que pagar ninguna licencia extra por concepto de software.
- Se propone un servicio de mapas en línea (WMS y/o WFS) interoperable y compatible con tecnologías similares, como parte de la integración institucional que deben tener los organismos seccionales, principalmente en materia de planificación y ordenamiento del territorio.

6 BIBLIOGRAFIA

- Ley de Régimen Municipal
- <http://www.fi.uba.ar/materias/7018/120EI%20Catastro%20desde%20el%20aspecto%20Histotico.pdf>
- <http://www3.uji.es/~mmarques/f47/apun/node87.html>
- <http://www.tda-h.com/Modelimg.html>
- http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario_spa/esquema1.htm#conc_campo
- <http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.asp?c=886>
- <http://www.inei.gob.pe/web/metodologias/attach/lib607/cap2-4.htm>
- Catastro 2014: una visión del sistema de Catastro futuro, Jürg Kaufmann Presidente del Grupo de Trabajo 7.1 FIG. Suiza
- FGDC Standards Reference Model, Federal Geographic Data Committee March 1996
- <http://www.ibape-nacional.com.br/>
- Introducción al modelado de sistemas de software usando el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) El Modelo de Casos de Uso Enterprise Architect
- <http://www.sparxsystems.com.ar>
- Sistema de información catastral para la Dirección General del Catastro Nacional, VIII Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública, Ing. Carlos Morel, Panamá, 28-31 Oct. 2003
- Procedimientos técnicos para el establecimiento catastral, Comisión de normas y procedimientos técnicos catastrales, MAGA
- Simulación condicional de variables regionalizadas y su aplicación al comportamiento de la porosidad efectiva en un yacimiento fracturado-poroso, José Quintín Cuador-Gil¹ y Arellys Quintero-Silverio², BOLETÍN DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA, TOMO LIV, 2001, P. 19-27
- Modelos de Gestión Catastral en Europa Jesús Miranda Hita, Ministerio de Hacienda de España- Dirección General de Catastro
- La Ley del Catastro Inmobiliario, Jesús S. Miranda Hita, Julio 2003
- <http://www.catastro.minhac.es/servicios/utilidad.htm>

- UNIDAD 6. CONSERVACIÓN DEL CATASTRO, Agrim Monica Trouboul
- http://www.catastro.minhac.es/publicaciones/revista_catastro.htm
- <http://www.monografias.com/trabajos11/teosis/teosis.shtml>
- PostgreSQL 8.1.0 Documentation, The PostgreSQL Global Development Group, by The PostgreSQL Global Development Group, Copyright © 1996-2005
- PostGIS Manual
- <http://www.postgresql.com/>
- <http://www.opensourcegis.org>
- Manual de reconocimiento predial, Instituto Geográfico Agustín Codazzi
- http://www.inmoweb.com/tasacion/valor_tasa.htm
- EL CATASTRO URBANO EN ESPAÑA Y LA VALORACIÓN DE LOS BIENES INMUEBLES, MOLINA, Manuel G. Alcázar y PEDRAJAS, Mario Gilabert, II Seminario internacional da LARES – Latin American Real Estate Society – Set. 2001
- <http://www.inmuebleperu.com/articulos/articulo00011.htm#P1>
- ArcGIS® 9, Using ArcGIS Geostatistical Analyst
- Extracción de parámetros del semivariograma experimental para la clasificación por texturas de imágenes digitales, Martín Durrieu, VI Jornadas de Matemática Aplicada Departamento de Matemática Aplicada Universidad Politécnica de Valencia 1–3 de septiembre de 2005.
- Evaluación de Recursos Naturales con geoestadística y Kriging, Echeverria, Molinero, Serra, Peña, IV Jornadas Modelo Ambiental, 1996.
- TÉCNICAS GEOSTADÍSTICAS PARA CARACTERIZAR LA VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA HIDROFOBICIDAD EN LA ZONA NO SATURADA DE UNA CUENCA FORESTAL, C.M. Regalado y A. Ritter, 2005
- Geoestadística, Una apreciación global, Tannure, Claudia L. - Mazza, Silvia M, Facultad de Cs. Agrarias – UNNE- Argentina, 2003.

- Elementos de geoestadística, Dr. C. José Quintín CUADOR GIL, Departamento de Informática- Universidad de Pinar del Río Cuba
- CCDM and Open Source Applications, in Context of Implementing Cadastre in Iceland, Master of Science thesis: Tryggvi Már Ingvarsson
- http://www.metrocuadrado.com/contenidom2/compyventa_m2/homecomprayventa/home_seccion.html
- Prototipo de Servidor de Mapas sobre una Red TCP/IP, Integrando, Tecnologías de Internet y de Sistemas de Información Geográfica, René Viáncos Soto – Renato Salinas Silva, Ph.D
- Aplicaciones informáticas “Open Source” en el contexto de las IDEs, Madrid, junio 2006.
- ALTERNATIVAS DE SOFTWARE LIBRE A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA COMERCIALES, JIMÉNEZ BERNI, José Antonio; AGUILERA UREÑA, M^a Jesús ; MEROÑO DE LARRIVA, José Emilio, Universidad de Córdoba, España
- <http://docs.codehaus.org/display/GEOSDOC/WFS>
- PROYECTO PILOTO INTEGRAL PARA LA CONSOLIDACION TERRITORIAL DEL MUNICIPIO BARINAS — ESTADO BARINAS - GEOGRAFIA, CARTOGRAFIA Y CATASTRO, INSTITUTO GEOGRAFICO DE VENEZUELA SIMON BOLIVAR
- Sistema de información catastral para la Dirección General del Catastro Nacional Ing. Carlos Morel, Santo Domingo, República Dominicana
- Criterios generales para la integración del planeamiento urbanístico y territorial en un Sistema de Información Territorial (SIT), Xavier Adsuara, Luis Zarraluqui, Esther Rivero y Pedro Sosa
- LA GESTIÓN DE LAS EMERGENCIAS DESDE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, Dr. Francisco Fernández
- INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y NUEVAS TECNOLOGÍAS, Web del Sistema de Información Territorial de Navarra (SITNA), Carlos Sabando Grasa
- INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y NUEVAS TECNOLOGÍAS, César Arriaga Egüés, 2000

- La información catastral, el “Dato Unico Territorial” y la “Coordinación Catastro-Registro”, Fermín Muñoz Muñoz y F. Javier Mendizabal Mugica, Gobierno de Navarra,2000.
- <http://www.csi.map.es/csi/pg5i11.htm#1.1>