



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**METODOLOGÍAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DEL CATASTRO URBANO
CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

GERSON AMILCAR DÍAZ CARRERA

Asesorado por Ing. Guillermo Melini Salguero

Guatemala, octubre de 2004.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**METODOLOGÍAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DEL CATASTRO URBANO
CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

GERSON AMILCAR DÍAZ CARRERA

ASESORADO POR

Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

Guatemala, octubre de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexanders Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexanders Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Alfredo E. Beber Aceituno
EXAMINADOR	Ing. Sergio Vinicio Castañeda Lemus
EXAMINADOR	Ing. Ronald E. Galindo Cabrera
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**METODOLOGÍAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL CATASTRO URBANO
CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 18 de julio de 2,003.

GERSON AMILCAR DÍAZ CARRERA

CARTA ASESOR

Guatemala, 12 de octubre de 2004.

Ingeniero
Salvador Gordillo
Director
Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
U.S.A.C.

Señor Director:

Por medio de la presente informo a usted, que he revisado el trabajo de graduación titulado Metodologías Para la Implementación del Catastro Urbano con Sistemas de Información Geográfica, elaborado por el estudiante universitario Gerson Amilcar Díaz Carrera, carné no. 97-12917, y asesorado por el ingeniero Guillermo Francisco Melini Salguero.

Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con lo establecido, el suscrito le da su aprobación.

Atentamente,

Ing. Patricia Villatoro de Escobar
Jefe del Departamento de Planeamiento

AGRADECIMIENTO

En los momentos difíciles de la vida, siempre necesitamos de una mano que nos levante y nos impulse hacia adelante, una mirada que nos anime, una palabra que nos conforte.

Es difícil agradecer correctamente a todas esas personas que conociéndome o no, me animaron a seguir adelante, a aprender de mis errores, a aprender que a veces es bueno caer. Hoy todos ellos ocupan un lugar especial en mi corazón, y sería tarea difícil mencionarlos a todos, sin dejar a alguien en el camino.

Sin embargo, a todos ellos elevo mi agradecimiento, porque este trabajo, esta meta, esta carrera, se la debo a todos ellos, ángeles que Dios puso en mi camino, y que me señalan una meta más importante que ésta, la meta del amor.

DEDICATORIA

A ti mamá, porque en ti se manifiesta cada día el amor que Dios me tiene y que me llena para luchar por la vida.

A ti papá, porque me siento orgulloso de ser tu hijo, de tu ejemplo, de tu fortaleza y sinceridad como hombre e hijo de Dios.

A mis mujercitas Danny y Cristy, que me alientan y me aman como sólo una esposa y una hija pueden hacerlo.

A mi abuelo Lalo, para que vea que el Carrera lo llevo en la sangre, junto con su cariño y su deseo de ver nuestro apellido en alto.

A mi abuelo Pedro, que aunque esté lejos, estoy seguro que comparte mi felicidad.

A Pacho, que me apoyó y creyó en mí para poder llegar hasta aquí.

A mi amigo César, que sin egoísmo compartió conmigo algo más que simples conocimientos.

A Ana Gabriela y Martita, porque he aprendido mucho más de ellas, que lo que ellas han aprendido de mí.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IV
GLOSARIO.....	VI
RESUMEN.....	XII
OBJETIVOS.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. EL CATASTRO EN GUATEMALA	1
1.1 Antecedentes históricos	1
1.1.1 Historia del catastro en Guatemala.....	3
1.2 Base legal del catastro	4
1.2.1 Definición	4
1.2.2 Finalidad de la Ley del Catastro	5
1.2.3 Conceptos fundamentales	9
1.3 El Registro General de la Propiedad Inmueble	11
1.3.1 Relación Catastro – Registro	13
1.4 El catastro urbano en Guatemala.....	14
2. LEVANTAMIENTO CATASTRAL.....	17
2.1 Conceptos fundamentales.....	18
2.2 Base cartográfica	23
2.2.1 Toma de fotografías aéreas.....	24
2.2.2 Control geodésico.....	27
2.2.3 Triangulación aérea	29
2.2.4 Restitución fotogramétrica	30
2.2.5 Cartografía preliminar	30
2.2.6 Uso de imágenes satelitales	31
2.3 Preparación de la investigación de campo	32

2.3.1 Documentos necesarios	32
2.3.2 Elementos de campo	33
2.3.3 Cronograma	34
2.3.4 Capacitación.....	34
2.3.5 Ficha de levantamiento predial.....	35
2.3.6 Detalles para el trámite de la ficha de levantamiento predial	36
2.4 Numeración catastral	43
2.4.1 Numeración catastral de predios	44
2.5 Actividades de campo	48
2.5.1 Proceso de reconocimiento	48
2.5.2 Recorrido de campo	48
2.5.3 Control de calidad a la información de campo.....	49
2.6 Actividades de oficina	50
2.6.1 Análisis registral	50
2.6.2 Integración de la información en gabinete.....	52
2.6.3 Transcripción.....	53
2.6.4 Control de calidad a los datos de transcripción y oficina	53
3. CREACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	55
3.1 Equipos, programas y recursos humanos.....	55
3.1.1 Equipos (hardware)	55
3.1.2 Programas (software)	56
3.1.2.1 Diferencias entre SIG y CAD	59
3.1.3 Recurso humano	60
3.2 Conceptos del entorno SIG.....	60
3.2.1 ¿Cómo se representan los datos espaciales?.....	60
3.2.2 Conceptos fundamentales.....	62
3.2.3 La información que se maneja en el SIG.....	65
3.3 Modelación del sistema de información geográfico catastral	69
3.4 Digitalización predial	74

3.5 Creación de topologías y estructuras geoespaciales	79
3.5.1 Integración de datos geoespaciales y alfanuméricos	82
3.5.2 Propiedad horizontal	85
3.6 Estandarización de simbologías	86
4. MANEJO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.	89
4.1 Tipos de consultas	93
4.2 Mapas temáticos	97
4.3 Certificaciones catastrales.....	99
4.4 Formatos de impresión.....	100
4.5 Restricción de acceso a la información	103
5. MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN CATASTRAL.....	107
5.1 Mantenimiento y actualización a corto y mediano plazo	108
5.1.1 Cambios a la base alfanumérica.....	109
5.1.2 Cambios a la base gráfica	114
5.1.2.1 Unificaciones	114
5.1.2.2 Desmembraciones	116
5.1.2.3 Nuevas incorporaciones de predios y construcciones.....	118
5.2 Mantenimiento y actualización a largo plazo	120
5.2.1 Integración de nuevos desarrollos urbanos	121
5.2.2 Actualizaciones de equipo y programas	126
CONCLUSIONES	128
RECOMENDACIONES.....	129
BIBLIOGRAFÍA.....	130
ANEXOS.....	131

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Representación esquemática de la transformación geodésica.	19
2	Avión en el proceso de la toma de fotografía aérea.	25
3	Ejemplo de fotografía aérea.	27
4	Zonificación urbana del municipio de Guatemala.	43
5	Numeración catastral de manzanas.	45
6	Asignación de número catastral.	46
7	Número catastral en construcciones de propiedad horizontal.	47
8	Estructura de módulos de software del sistema ArcGis.	57
9	Representación gráfica de elementos espaciales en el SIG.	61
10	Base de datos gráfica a nivel de predios en zona 01.	67
11	Base de datos alfanumérica a nivel de predios.	68
12	Esquema del modelo físico.	72
13	Modelo de datos entre las bases del SIG catastral.	73
14	Proceso de digitalización predial.	75
15	Herramientas de topologías de la plataforma Arc Info 8.3.	80
16	Definición de tolerancias para la construcción de topologías.	81
17	Herramienta “JOIN”, para ligar tablas de atributos externas.	83
18	Consulta de información predial.	84
19	Simbología a utilizar en un proyecto catastral.	87
20	Captura de página WEB del catastro de Navarra, España.	92
21	Área de influencia o “buffer”.	94
22	Área de influencia del Aeropuerto Internacional “La Aurora”.	95
23	Consulta por número de registro.	96
24	Consulta por nombre del propietario.	97

25	Mapa de uso del suelo para un sector de la zona 01.	98
26	Certificación catastral.	100
27	Salida gráfica del mapa digital.	102
28	Pantalla de depuración de datos alfanuméricos.	110
29	Pantalla de operación de desmembración de inmuebles.	111
30	Pantalla de operación de unificación de inmuebles.	113
31	Proceso gráfico de unificación de inmuebles.	115
32	Proceso gráfico de desmembración de inmuebles.	117
33	Planos de un nuevo desarrollo inmobiliario.	119
34	Plano de lotes de una urbanización nueva.	122
35	Plano de lotes digitalizado a formato vectorial.	124
36	Plano vectorial georreferenciado.	125
37	Ficha de levantamiento predial.	131

TABLAS

I	División de la tipología constructiva.	37
II	Detalle de la conformación del número catastral.	45
III	Representación de datos espaciales.	69
IV	Campos de las tablas de manzanas, predios y construcciones.	76

GLOSARIO

Atributos	datos alfanuméricos no necesariamente espaciales, que se ligan (atribuyen) a elementos gráficos o cartográficos, por ejemplo: número de identidad del propietario de una parcela.
Bloque	unidad física de grabación de información: cantidad de información que se graba o lee en una sola operación de escritura o lectura.
CAD	Diseño Asistido por Ordenador (Computer Aided Design). Se refiere a toda aplicación o sistema informático, que proporciona ayudas para el dibujo, es decir, para la creación, almacenamiento y edición de sistemas gráficos generalmente de topología sencilla (fundamentalmente puntos y líneas).
Cartografía	es la ciencia cuyo objetivo principal es representar en un mapa una parte o la totalidad de la superficie terrestre.
Centroide	es el punto interior a un recinto u objeto superficial que caracteriza topológicamente su región interior, y al que suelen ligarse sus atributos; punto central de su geometría.

- Certificado catastral** es el documento expedido por el catastro, mediante el cual se certifica que el plano de un inmueble ha sido debidamente inscrito en esa oficina.
- Digitalización** es el procedimiento, a través del cual, se incorpora digitalmente material cartográfico disponible en copias en papel. Se pueden utilizar para este proceso mesas digitalizadoras, las cuales permiten calcar las imágenes de los planos a la pantalla del equipo de cómputo, o sencillamente se escanea el plano en cuestión (escáner con resolución y formato adecuados) y se digitaliza directamente en la pantalla del ordenador, utilizando un software CAD (Diseño Asistido por Computadora, por sus siglas en inglés).
- Ficha catastral** es el documento en que se registra la información básica, numérica y literal de cada predio y cualesquiera otros que el catastro considere pertinente. Cuando le falta alguno de los datos requeridos, o no sea posible establecer la concordancia del predio con los datos del Registro, el catastro emite una ficha con carácter provisional.
- Finca** es la porción de terreno inscrita como unidad jurídica en el Registro es susceptible de ser registrada, mediante un número que la individualiza.

Foto aérea	imagen del terreno obtenida a través de equipos e instrumentos especiales, posee una escala aproximada, calculada a partir de la altura del vuelo.
Fotogrametría	es el arte, ciencia y tecnología de obtener información fidedigna y precisa de objetos físicos y su entorno, por medio de procesos de registro, medida e interpretación de imágenes y modelos fotográficos.
Geodesia	ciencia que estudia los procedimientos matemáticos, a través de los cuales se representará una fracción terrestre pasando de una superficie esférica en 3 dimensiones a su representación en un mapa de 2 dimensiones.
Georeferencia	característica del material cartográfico, que permite ubicarlo en el espacio; generalmente se dice que un mapa está georeferenciado cuando se pueden establecer correctamente las coordenadas de un punto cualquiera dentro de dicho mapa.
Imagen de satélite	es la imagen obtenida a través de satélites especiales, los cuales transmiten la información gráfica vía telemática, generalmente cubren grandes extensiones de terreno, por lo que resultan mucho más económicas, que un proyecto de fotografía aérea; sin embargo, la resolución disponible en la

actualidad (0.6 metros) no permite su uso dentro del campo catastral urbano.

Lindero línea definida por acuerdo entre dos colindantes o por cualquier otro acto jurídico legal, que separa dos predios.

Mapa es la representación gráfica de una extensión terrestre de grandes dimensiones, la cual se ha elaborado a través de procesos geodésicos.

Mapa catastral es el documento gráfico medular del catastro, contiene básicamente: linderos e identificación de predios y su ubicación georreferenciada al ámbito nacional.

Nodo es el vértice donde confluyen varios tramos o fronteras lineales.

Número catastral identificador único e irrepetible de cada predio.

Ortofoto es el material obtenido a partir de la restitución fotogramétrica. Aquí se han eliminado los errores debidos a la proyección cónica del lente fotográfico, rotación y traslación del avión, cambios en la altimetría del terreno, etc. Posee una escala uniforme del terreno, además de encontrarse 100% georeferenciada, lo que permite realizar mediciones con alto grado de exactitud.

Plano	es la representación gráfica de un terreno de pequeñas dimensiones, que se elabora a través de procesos topográficos.
Plano de registro	es el documento mediante el cual se representa en forma gráfica, matemática, literal y jurídicamente sólo una finca, parcela o predio, que cumple con las normas establecidas para el mismo.
Poseedor	es aquella persona física o jurídica que promoverá información posesoria para inscribir su título en el Registro de la Propiedad Inmueble.
Precisión	la exactitud de una medición determinada.
Polilínea	es la línea poligonal orientada, cuyos segmentos no están divididos unos de otros, sino que conforman un solo objeto geográfico.
Predio	es la unidad catastral representada por una porción de terreno, que constituye una completa unidad física, y que se encuentra delimitada por una línea que, sin interrupción, regresa a su punto de origen.
Propietario	es la persona física o jurídica que ejerce el dominio sobre bienes inmuebles mediante escritura pública.

Resolución	es el tamaño del píxel, disponible en una imagen digital, el píxel será el cuadro de un solo color que se puede observar al aumentar la imagen digital.
Texto	es el dato alfanumérico ligado a un sistema gráfico por su posición (generalmente para ser representado allí) y no por adscripción a elemento gráfico alguno.
Topografía	es el conjunto de métodos e instrumentos necesarios para representar el terreno con todos sus detalles naturales o artificiales, en superficies de extensión limitada, de manera que sea posible prescindir de la esfericidad terrestre sin cometer errores apreciables.
Topología	es el conjunto de las relaciones de orden (no métricas) que ligan entre sí los elementos (puntos, vértices, polilíneas, recintos superficiales), que componen un sistema gráfico en general o cartográfico en particular.
Vértice	cada uno de los puntos que son origen o extremo de segmento o vector dentro de una polilínea.
Zona catastrada	es aquella parte del territorio nacional, en donde el levantamiento catastral ha sido concluido y oficializado.

RESUMEN

La implementación del catastro, tanto urbano como rural ha sido una tarea muy compleja, pues requiere no solamente de muchos recursos técnicos y económicos, sino también de una compleja estructura burocrática, que luego de la implementación, lleve las riendas del catastro para que cumpla correctamente con sus funciones.

Además, al hablar del catastro en Guatemala, se tiene la creencia generalizada de un incremento en los impuestos de la tierra, creencia que no es del todo errónea, si se toma en cuenta que la aplicación fiscal, que tiene el catastro, es la única que ha sido explotada por las autoridades, ignorando totalmente la capacidad de una poderosa herramienta de ordenamiento y planificación, que contribuiría a salir del desorden territorial, en el cual se encuentra sumido el país en la actualidad.

Entonces, al hecho de que el catastro sea una herramienta cara, y de difícil implementación, hay que sumarle el factor político que provocaría el crear un sistema eficiente de control de la tenencia de la tierra, pues al ser este mal interpretado crearía un rechazo generalizado, como ocurrió con la ley del Impuesto Único Sobre Inmuebles (IUSI) hace pocos años.

Todos estos factores han influido para que el catastro sea no solamente poco conocido, sino lo que es peor, poco valorado; y ha creado un ambiente de desinterés e ignorancia alrededor del tema.

Es esta ignorancia, la que como objetivo principal se propone confrontar, no desde un punto de vista social, sino desde el punto de vista técnico, pues llegará el momento en que el catastro sea desarrollado a nivel nacional, y se deberá enfrentar no sólo a los retos del país, sino a una sociedad globalizada, que exigirá estándares de calidad, que aún no se conocen en Guatemala.

Así pues, dentro del desarrollo del catastro, se estudiará específicamente la implementación del catastro urbano, el cual envuelve casos muy específicos, como son los regímenes de propiedad horizontal y el ordenamiento de los predios en manzanas y zonas, conservando siempre la premisa de que el catastro es un inventario ordenado de bienes inmuebles, y no solamente una herramienta de valoración de dichos bienes (aun cuando es una de sus aplicaciones). Todo esto, dentro del marco de la aplicación de los sistemas de información geográfica, que en un futuro próximo constituirán los basamentos del catastro nacional.

OBJETIVOS

Generales

1. Crear una herramienta de consulta, práctica y objetiva, que sirva de parámetro para implementar el catastro urbano con sistemas de información geográfica (SIG).
2. Definir los procesos fundamentales de la implementación catastral, así como las metodologías específicas de cada uno de ellos.

Específicos

1. Describir las fases del levantamiento catastral urbano convencional, y la correcta utilización de nuevos productos cartográficos.
2. Detallar la creación de las bases de datos necesarias y la integración de la información alfanumérica (datos), con la información gráfica (cartografía) dentro del SIG.
3. Modelar los procesos para la correcta manipulación de la información, así como para los diferentes tipos de análisis, que se pueden realizar a partir de la información catastral digital.
4. Establecer la diferencia entre actualización y mantenimiento catastral y la correcta aplicación de ambos al sistema de información geográfica.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los sistemas informáticos han adquirido una importancia cada vez mayor en los aspectos cotidianos de la vida, tanto en el ámbito personal, como en el profesional.

El catastro no ha sido una excepción, ya que hace varios años vienen desarrollándose programas que integran la cartografía digital, a bases de datos temáticas, con lo cual se obtienen como resultado, los llamados Sistemas de Información Geográfica (SIG).

La aplicación directa de los SIG al catastro requiere de un buen conocimiento no sólo de los programas, sino también de conocer a fondo la metodología del catastro tradicional, el tipo de materiales cartográficos disponibles, los levantamientos de campo y las investigaciones legales requeridas; en vista de que mucho de este trabajo aún sigue vigente, es necesario analizar a fondo todas estas variables, para que, correctamente empleadas, proporcionen un catastro funcional, eficiente y moderno.

Para esto, se incluye, dentro de este trabajo de graduación, un capítulo destinado para cada una de las fases más importantes del catastro. Se presenta inicialmente una pequeña recopilación de la historia del catastro, así como las bases legales y jurídicas que deberían sustentan el trabajo catastral, en países afines, y se analiza el problema de fondo del catastro en Guatemala.

El capítulo segundo describe detalladamente la fase de levantamiento, que incluye el trabajo de campo, la investigación predial en el Registro General de la Propiedad Inmueble (RPGI), y la generación de la cartografía básica. En el capítulo tercero, se establecen los procesos de integración y creación del SIG propiamente dicho; finalmente, los capítulos cuarto y quinto siguen los correctos procedimientos de análisis y manejo de la información dentro del sistema; y finalmente la actualización y el mantenimiento de la información tanto gráfica como alfanumérica.

1. EL CATASTRO EN GUATEMALA

1.1 Antecedentes históricos

A lo largo de toda la historia, el hombre se ha visto en la necesidad de asegurar la tenencia de su patrimonio, y que dicho derecho patrimonial sea reconocido públicamente. Paralelo a esto, surge la necesidad del Estado de conocer qué patrimonio es susceptible de generar tributo.

Estas consideraciones llevaron a plantear un control de tenencia de la tierra, que garantizara la propiedad de la misma, así como la obligación de tributar sobre dicha propiedad; surgen, de esta forma, los primeros catastros de la historia como el de los agrimensores egipcios, quienes a través de cuerdas de longitudes conocidas replanteaban las propiedades inundadas por el río Nilo, luego de que las aguas se retiraran, además de generar una anotación, respecto al área productiva de cada parcela para su posterior gravamen.

El primer manual de agrimensura legado por el Cónsul Sexto Julio Frontino, ingeniero y militar romano, quien presenta los métodos relativos al trabajo del agrimensor, en el parcelamiento y reparto de tierras, así como en la resolución de conflictos y límites. A él se debe la premisa básica de que las áreas deben computarse por la proyección ortogonal sobre un plano horizontal y no por las medidas realizadas sobre el terreno inclinado. En otros países, se pueden encontrar muy antiguos relevamientos y registros de tierras. Muchos de ellos son listas de impuestos sin mapas específicos. En Italia, los primeros catastros fueron los “estimi” o “allibramenti”, desarrollados durante el siglo XIII en algunas ciudades del norte de la península (Florencia, Siena, Pavia).

Varios países buscaron mejorar los registros fiscales con el agregado de mapas, como en partes del norte de Italia y en el Imperio Austro-Húngaro en el siglo XVIII. El real desarrollo se da a partir de la creación del Catastro en Francia por Napoleón Bonaparte, por Ley del 15 de diciembre de 1807, y se impusieron sus principios por todo el mundo latino, básicamente por el hecho de que habiendo sido España dominada por Francia, los principios del Catastro Francés o Napoleónico pasaron al Catastro Español.

En Suiza, con trabajos catastrales muy detallados en Ginebra desde 1711 y en otros cantones, el catastro fue unificado después de la introducción del Código Civil en 1912, que cubre el 70% del territorio, con sistemas muy especiales como el amojonamiento sistemático de todas las parcelas, por lo que reotorga al catastro un peso jurídico y técnico considerable, y asegura de manera, casi incontestable, la propiedad por su registro en el catastro.

En Alemania, cada "lander" tiene su propio catastro inmobiliario con sistemas que se remontan a principios del siglo XVIII, con una base común en un catastro de fines jurídicos, pero con diferencias notables en su forma y contenido.

En España, los desarrollos catastrales estuvieron ligados a los cambios introducidos por Felipe V en la administración de la Corona de Aragón a principios del siglo XVIII, por los que se eliminaron las haciendas autóctonas de cada reino, exceptuando el reino de Castilla. El Superintendente de Cataluña, Juan Patiño, dictó las normas generales para la aplicación del catastro en Cataluña, el 15 de octubre de 1716, y pasó a ser ese Catastro de Cataluña la referencia obligada de los catastros españoles. En la Corona de Castilla, bajo Fernando VI, su ministro el Marqués de Ensenada, quien había trabajado en Cataluña bajo Patiño, implantó un catastro similar a aquel de Cataluña.

1.1.1 Historia del catastro en Guatemala

Antes de la conquista, ya existían métodos rudimentarios de limitación de tierras, de acuerdo con el sistema socio político de los distintos asentamientos humanos. En la época colonial, la distribución de la tierra tenía carácter feudal y, en consecuencia, los controles inmobiliarios eran establecidos con el objeto de determinar y realizar la recolección de impuestos.

En 1866, se emite un Acuerdo Gubernativo, mediante el cual se ordena la formación de unos registros generales de todas las medidas de las propiedades. Posteriormente, los cambios sustanciales que se dieron con la Revolución Liberal dieron origen a la creación del Registro de la Propiedad, conforme el Decreto Gubernativo No. 176, promulgado el 8 de marzo de 1877 y que comenzara a registrar hasta el 15 de septiembre del mismo año.

Al año siguiente se emitió el Decreto Gubernativo No. 210, y se creó la Sociedad Científica de Ingenieros de la República, para que se inscribieran todos los ingenieros y así ejercer la profesión, con el fin de ayudar a la formación del Catastro General de la República.

En 1886, fue instituida la Sección de Tierras, encargada de la legalización de los derechos sobre la propiedad inmueble nacional y particular, y así desapareció la Sociedad Científica de Ingenieros de la República.

Seis años más tarde (1892), se creó el Cuerpo de Ingenieros Oficiales, que tendría a su cargo la Dirección de Obras Públicas, Agronomía, Catastro y Geografía, bajo la dependencia de la Secretaría de Fomento.

En 1894 mediante un Decreto Gubernativo, se ordena el levantamiento del Mapa de la República por medio de la red geodésica, tarea que incorporó a los trabajadores de la Dirección antes citada.

De 1894 a 1936, se emitieron acuerdos y leyes para trabajos topográficos y sus aranceles, y también de agrimensura, de los cuales algunos aún continúan vigentes.

La División de Catastro del Instituto Geográfico Nacional fue creada en 1965, con el objetivo de administrar el catastro nacional, por medio de la investigación e identificación de derecho de propiedad, elaboración de mapas y registros, determinación de límites jurisdiccionales y prestación de servicios catastrales en general.

1.2 Base legal del catastro

1.2.1 Definición

Independientemente de su origen, la palabra catastro ha motivado la formulación de una serie de definiciones y conceptos. Etimológicamente proviene del griego “catastizo”, que significa distinguir por puntos. En general, se acepta su procedencia del bajo latín “capistratum”, que significa cabida o capacidad. En la Edad Media, se llamaron “capistra” a los registros públicos de las respectivas declaraciones de los propietarios, en donde después se generó la voz “catastra”, que se conserva casi sin ninguna alteración.

Algunas definiciones del concepto “catastro” son las siguientes: Rollo Villanova denomina al catastro como “estadística gráfica de la propiedad y de la riqueza inmueble, mediante la cual se obtiene el conocimiento real del territorio de un país, para los distintos efectos civiles, fiscales, económicos y administrativos”.

Adolfo Vides Celis menciona que es “el inventario o censo debidamente actualizado, ordenado y clasificado de la propiedad inmueble y los recursos naturales que tiene por objeto obtener la información descriptiva de ella en sus marcos jurídico, físico y económico, de tal manera que sirva para su aplicación en los planes del desarrollo político-social y económico de un país”.

Con base en estos dos conceptos, y en la práctica misma del catastro, se puede definir como: censo o registro detallado de los bienes inmuebles, determinados dentro de un marco geográfico específico, el cual engloba datos físicos, jurídicos y económicos de dichos inmuebles, así como el detalle histórico de sus cambios.

1.2.2 Finalidad de la Ley del Catastro

Se ha hablado de la multifinalidad del catastro, y no falta quien afirme que, sostener que el catastro es multifinalitario, es decir, lo mismo dos veces. Y es que en el fondo, el catastro se aplica a una infinidad de campos dentro del desarrollo de cualquier país, que se hace imprescindible su implementación, a fin de lograr un desarrollo adecuado.

El desarrollo del catastro en general, en toda Ibero América (se incluye España, debido a que gran parte del régimen de control de la tierra a través del Registro General de la Propiedad Inmueble, se heredó de éste país para toda Latinoamérica) se ha llevado a cabo en algunos casos de la manera más ordenada y dirigida y, en otros, únicamente por la necesidad de cobrar un impuesto relativo a la propiedad de la tierra. En el último caso, se encuentran la mayoría de países de la región Centroamericana, así como la mayoría de municipalidades guatemaltecas, puesto que al heredar del gobierno central la administración del impuesto territorial, se ven en la necesidad de implementar algún tipo de control catastral en su afán de cobrar dicho impuesto.

En países como Chile, a pesar de que no existe una Ley de Catastro propiamente dicha, la ley del impuesto territorial, les da las herramientas legales y técnicas que son suficientes para administrar y actualizar, paulatina y ordenadamente el control de la tenencia de la tierra.

En Colombia, existe actualmente la Ley Nacional de Catastro, que regula y norma, todas las actividades relativas al levantamiento, mantenimiento, implementación y explotación del catastro, como herramienta multifinalitaria, enfocada inicialmente en la recaudación del impuesto territorial, pero asimismo, también como herramienta integral de desarrollo del país en diversos temas como planificación, medio ambiente, infraestructura, censos, estadística, etc.

En España, la base legal del catastro se remonta desde hace aproximadamente 100 años con la aprobación de la Ley Nacional de Agrimensura, la cual daba la pauta para los relevamientos de tierras y el cobro del impuesto relativo a las mismas.

Actualmente, la nueva Ley de Catastro, que data del año 2003, incluye nuevas y modernas técnicas catastrales como son los sistemas de información geográficos catastrales, los cuales sustentados por la cartografía digital, las bases de datos, y las ponencias de valores (manuales de valoraciones masivas de inmuebles) constituyen el eje principal, en torno al cual gira la administración del Impuesto de Bienes Inmuebles (IBI).

Como se ha visto, es imprescindible que para que el catastro se desarrolle adecuadamente, exista una herramienta que proporcione la sustentación legal dentro del país que lo implemente; sin embargo, la realidad se distancia mucho de este planteamiento.

En Guatemala, el desarrollo e implementación del catastro nunca ha contado con el respaldo de una Ley Nacional, a pesar de que actualmente existen iniciativas para aprobar una ley relativa al mismo, y éste es uno de los compromisos asumidos por el gobierno en los Acuerdos de Paz; el país carece de dicha ley, que le permitiría iniciar una acción formal en los frentes urbano y rural, a fin de catastrar todo el territorio nacional.

La falta de un estatuto que regule el catastro, deriva en la dispersión de la responsabilidad de la administración del mismo, dentro de diversas instituciones que muchas veces se ven enfrentadas al plantear criterios opuestos en las técnicas catastrales de implementación o mantenimiento.

En otras palabras, no existe un ente regulador del catastro en Guatemala, y los que en su momento han intentado tomar las riendas del mismo, se han enfrentado con el impedimento legal, que la falta de una ley específica ocasiona.

Es importante resaltar el hecho de que aunque Guatemala cuente con una Ley relativa al impuesto territorial (Impuesto Sobre Bienes Inmuebles); dicha ley no contempla, en lo más mínimo, los procesos de implementación, mantenimiento y conservación del catastro. Tampoco, delega responsabilidades sobre la administración del mismo a nivel nacional en alguna institución específica.

De allí se origina la confusión generalizada de que el catastro se refiere específicamente al cobro de un impuesto; sin embargo, como se comprobará en el desarrollo de este documento, tiene múltiples finalidades.

El catastro, viene actualmente a constituirse en una herramienta imprescindible para el crecimiento de cualquier país. No constituye una herramienta de coacción fiscal, al contrario, el catastro, proporciona: la certeza jurídica sobre la propiedad, el control sobre el desarrollo de nuevos proyectos de infraestructura, sociales, de medio ambiente, agrícolas, etc. además de llevar a la realidad el principio de equidad que debe proporcionar el cobro de un impuesto (la persona que más y mejores inmuebles tenga, debe pagar más), principio que no se cumple en la actualidad.

A pesar de que en Guatemala no se cuenta con una Ley de Catastro, las iniciativas locales de implementación no han sido del todo infructuosas. Tal es el caso de la Municipalidad de Guatemala, que a través de nuevas tecnologías (bases de datos, sistemas de información geográfica y cartografía digital), se encuentra liderando el desarrollo catastral regional y, como fruto de esto, ha incrementado sus ingresos por cobro de Impuesto Único Sobre Inmuebles.

1.2.3 Conceptos fundamentales

Zona catastral: es aquella parte del territorio nacional, en la cual el levantamiento catastral está en proceso.

Zona catastrada: es aquella parte del territorio nacional, en donde el levantamiento catastral ha sido concluido y oficializado.

Mapa catastral: es el documento gráfico medular del catastro, contiene básicamente: linderos e identificación de predios y su ubicación georreferenciada al ámbito nacional.

Mantenimiento catastral: todas las actividades a realizarse con la finalidad de mantener al día toda la información de catastro; dentro de éste, se tienen dos grandes subdivisiones que se desarrollarán detalladamente en el capítulo respectivo: a corto y largo plazo.

Lindero: línea definida por acuerdo entre dos colindantes o por cualquier otro acto jurídico legal, que separa dos predios.

Predio: es la unidad catastral representada por una porción de terreno, que constituye una completa unidad física, y que se encuentra delimitada por una línea que, sin interrupción, regresa a su punto de origen.

Propietario: es la persona física o jurídica que ejerce el dominio sobre bienes inmuebles mediante escritura pública.

Poseedor: es aquella persona física o jurídica que promoverá información posesoria para inscribir su título en el Registro de la Propiedad Inmueble.

Finca: es la porción de terreno inscrita como unidad jurídica en el Registro es susceptible de ser registrada, mediante un número que la individualiza.

Certificación para efectos catastrales: es la certificación extendida por el catastro, con indicación de las citas de inscripción que describen sus asientos de propiedad, número catastral, linderos, naturaleza, medida, situación, servidumbres, mejoras y cualquier otro elemento que afecte la descripción física del inmueble.

Plano de registro: es el documento mediante el cual se representa en forma gráfica, matemática, literal y jurídicamente sólo una finca, parcela o predio, que cumple con las normas establecidas para el mismo.

Ficha catastral: es el documento en que se registra la información básica, numérica y literal de cada predio y cualesquiera otros que el catastro considere pertinente. Cuando le falta alguno de los datos requeridos, o no sea posible establecer la concordancia del predio con los datos del Registro, el catastro emite una ficha con carácter provisional.

Certificado catastral: es el documento expedido por el catastro, mediante el cual se certifica que el plano de un inmueble ha sido debidamente inscrito en esa oficina.

Número catastral: está conformado por nueve dígitos, dos para el número de zona postal, cuatro para la manzana, y tres para el predio. Se asigna desde la parte más noroccidental de la zona; inicia la numeración de manzanas para luego efectuar un barrido en zigzag; luego se procede a asignar los números de predio en cada manzana, partiendo también del predio más al norte y al oeste que se pueda encontrar (esquina superior izquierda de la manzana respecto al norte), y se continua sucesivamente a favor de las agujas del reloj.

1.3 El Registro General de la Propiedad Inmueble

La Constitución Política de la República, en su artículo 230, cita al Registro General de la Propiedad Inmueble y dice: “El Registro General de la Propiedad Inmueble deberá ser organizado a efecto de que en cada departamento o región, que la ley específica determine, se establezca su Propio Registro de la Propiedad y el respectivo Catastro Fiscal.”

El Código Civil, en su artículo 1124 dice textualmente: “El Registro de la Propiedad es una institución pública que tiene por objeto la inscripción, anotación y cancelación de los actos y contratos relativos al dominio y demás derechos reales sobre bienes inmuebles y muebles identificables. Son públicos sus documentos, libros y actuaciones.

El Registro fue creado en el año de 1877, y a partir de dicha fecha, toda transacción de bienes inmuebles (nuevas inscripciones, compra-ventas, unificaciones, desmembraciones, hipotecas, cancelaciones, etc.) debe ser registrada obligadamente en esta institución.

Dentro de la estructura organizativa del archivo del Registro, se encuentran los principales libros que se utilizan para la investigación de derechos de propiedad con fines catastrales:

- a) **Libro Mayor:** de donde se extracta la jurisdicción departamental y municipal. Si la finca es urbana o rural, origen de la finca, los nombres de los propietarios y las fechas de inscripción, el área original registrada, los colindantes registrados, el número de asiento, folio y diario; desmembraciones y cancelaciones. Además, si los hay, se obtienen los datos de remeida legal.

- b) **Libro Diario:** de donde se obtienen, principalmente, los números de los duplicados y el tomo de donde éstos quedaron archivados. También el asiento sirve para comprobar los datos anotados en el libro Mayor, en especial los nombres de los propietarios, el área y los colindantes registrados.

- c) **Tomo de duplicados de documentos:** en los cuales se encuentran archivadas las copias de los testimonios de escritura pública, así como los planos de registro, si los hay.

1.3.1 Relación Catastro – Registro

A simple vista, se hace evidente la relación de dependencia que se genera entre el catastro y el Registro, ya que el catastro elabora cartografía actualizada, con la cual se controla perfectamente la parte física del inventario de inmuebles, y se construyen las bases de datos relativas a las principales características que influirán en el valor de los mismos (forma, frente, fondo, sobre o bajo nivel, tipo de ocupación, tipo de construcción, calidad de la misma, etc.), mientras que toda persona individual y jurídica está obligada a notificar las modificaciones hechas a los bienes inmuebles al Registro de la Propiedad Inmueble. Lo anterior, se resume en la necesidad de colaboración entre estas dos instituciones, una colaboración en doble sentido, ya que ambos necesitarán la información del otro. En países como España y Colombia, son frecuentes los convenios de colaboración entre el Catastro y el Registro, en los que ambas instituciones se comprometen a compartir información valiosa que permite cumplir con las exigencias del público en general, así como para certificar que la información proporcionada está debidamente actualizada y controlada en sus aspectos físicos, jurídicos y económicos.

Otro aspecto importante se deriva del hecho de contar con una cobertura catastral del 100% del territorio urbano y rural, ya que el catastro, al asignar una identificación única e irrepetible a cada bien inmueble, (identificación que esta vinculada a la ubicación física) llamada **número catastral**, permite generar el documento conocido como certificación catastral. Dicho documento es en la actualidad (en los países anteriormente mencionados) una herramienta legal requerida en la mayoría de transacciones de bienes inmuebles, pues asegura la titularidad de dichos bienes, así como sus principales características.

A pesar de que en Guatemala el desarrollo del catastro no lleva más de dos décadas, es evidente que se presentan los mismos problemas, ya superados en países con un catastro mucho más conformado. La colaboración actual entre el registro y los catastros municipales, es completamente nula, derivando en carencias para la debida actualización de la información. Al aprobarse la Ley del Catastro Nacional, debería regularse el grado de colaboración que va a existir entre ambas instituciones, y sentar las bases para el desarrollo de un catastro eficiente y actualizado.

1.4 El catastro urbano en Guatemala

En enero de 1966, el Instituto Geográfico Nacional de Guatemala inició un proyecto dividido en dos fases, para establecer el catastro multifinilarario integral o único en los departamentos de la república, ubicados en la costa sur, que cubren aproximadamente 33,000 kilómetros cuadrados.

Los estudios pre catastrales se llevaron a cabo en tres lugares: el primer lugar fue el área piloto de San Lucas Sacatepéquez, donde se investigaron nueve kilómetros cuadrados con el propósito de determinar la efectividad de los vuelos fotográficos; el segundo lugar fue en la zona 13 de la ciudad de Guatemala, donde se investigó un área aproximada de 3.5 kilómetros cuadrados, con el objeto de establecer la factibilidad del catastro urbano.

A partir de 1985, se designa a la división de Catastro del Instituto Geográfico Nacional, para obtener los datos y proveer los elementos para establecer y administrar el catastro multifinilarario de la República de Guatemala; con ese objetivo se procedió a efectuar la investigación y confrontación de derechos de propiedad, así como la producción de los mapas y registros catastrales correspondientes.

Dentro del proyecto del establecimiento del catastro, se desarrollaron programas, tanto de catastro rural como urbano. En lo referente al catastro urbano, se cubrieron las áreas de Quetzaltenango, El Progreso, La Democracia (Escuintla) y Mazatenango (Suchitepéquez), sobre base fotogramétrica a escala 1:1000 y 1:2000, con su información registral respectiva. También dentro del programa, se tenía la actualización de la ciudad de Antigua Guatemala, que fue concluida en todas sus fases, y quedó en proceso únicamente lo concerniente al procesamiento de datos.

Éste fue el primer proyecto elaborado sobre ortofoto, donde su publicación se realizó a escala 1:2000. Luego se realizaron los proyectos en la ciudad de Quetzaltenango, donde su escala de publicación fue 1:1000. También en la ciudad de Mazatenango fue elaborado sobre ortofoto a escala 1:2000.

Dentro de los proyectos de establecimiento de catastro, también se elaboró el área urbana de Villa Nueva, que ha sido una de las áreas pobladas de más rápido crecimiento del país; este proyecto fue realizado sobre ortofoto a escala 1:2000.

Dentro del ámbito del catastro municipal, se tiene que la Municipalidad de Guatemala, al ser creado el arbitrio de renta inmobiliaria, se vio en la necesidad de llevar un control más sistematizado de los inmuebles ubicados en su jurisdicción, lo que le obligó a tecnificar su catastro.

De 1971 a 1974, la Municipalidad de Guatemala llevó a cabo un programa de levantamiento catastral con técnicas modernas, por medio de la Sociedad Holandesa KLM, levantando 620 planos a escala 1:1000, por medio de restitución fotogramétrica de la ciudad de Guatemala y su periferia.

A la fecha, dichos planos se encuentran desactualizados en un alto porcentaje, aunque no son obsoletos, debido a que guardan un dato histórico del catastro urbano de la ciudad, y también son fuente de partida para investigaciones registrales actuales.

A partir del año 1999, la Municipalidad de Guatemala inició un proyecto de implementación catastral, con la finalidad primordial de actualizar su base gráfica y alfanumérica, además de incrementar los ingresos a percibir por parte del Impuesto Único Sobre Inmuebles, (IUSI). Este proyecto es el inicio del Sistema de Información Geográfico Catastral o SIGCA, no únicamente en Guatemala, sino en la región centroamericana. Cuenta con las diversas fases del levantamiento catastral tradicional, además de la implementación de la cartografía digital, como herramienta principal en el control de la tenencia de la tierra.

Apoyado por expertos colombianos, el departamento de Catastro de la Municipalidad de Guatemala cuenta actualmente con un SIGCA altamente eficiente y con una gran capacidad de consulta y actualización, tanto gráfica (a través de mapas digitales) como alfanumérica (bases de datos relacionales), lo cual unido a un incremento de más del 500% en la recaudación del IUSI en cinco años, (Q23 millones en 1998 a Q122 millones en el año 2003) han colocado a la Municipalidad de Guatemala a la cabeza de las urbes centroamericanas, tanto en tecnología como en recaudación por impuestos territoriales.

2. LEVANTAMIENTO CATASTRAL

El catastro es el punto de encuentro entre los problemas fiscales y los de información territorial, entre estadística, cartografía y política. Si la cartografía es la materia prima del catastro, (como se verá más adelante) el proceso de levantamiento catastral es el punto neurálgico al que convergen los esfuerzos concentrados del proyecto, dicho de otras palabras; el levantamiento catastral es la matriz principal, en la que una vez construida, se desprenderán todos los demás objetivos del catastro, (Sistema de información geográfica, valoración de los inmuebles, etc.). El catastro se divide en dos grandes ramas, las cuales dependen de la situación geográfica, económica y social del entorno del proyecto:

- Levantamiento catastral urbano
- Levantamiento catastral rústico

El primero de ellos se entiende como el que se desarrolla en focos urbanos mayores, donde el criterio de definición urbanístico está enmarcado por la presencia de los primeros 3 de los 5 servicios urbanos principales: el servicio de agua potable, el servicio de drenajes, el servicio de energía eléctrica, pavimento público y teléfono, (dicha división rustico–urbana no es válida en países desarrollados, ya que todos estos servicios están presentes en ambos escenarios; en definitiva, el límite urbanístico está definido solamente con propósitos de planeación urbana). Cada tipo de catastro, desde su inicio, depende de variables diferentes, tanto en especificaciones técnicas y tiempos de ejecución como en inversión.

Específicamente el catastro urbano solicita un enfoque más específico en torno a la escala de la cartografía, levantamientos, análisis y desarrollo, ya que como resulta lógico suponer, el valor de la tierra dentro de un marco urbano es muy superior al valor de la tierra rústica o de cultivo; además de que la concentración parcelaria o predial, dentro de los ámbitos urbanos, es mucho mayor a la distribución de propiedades agrícolas en el ámbito rural. Así, pues, todos los métodos, criterios, y estándares que se van a desarrollar a continuación obedecen a la aplicación de los mismos dentro del ámbito del catastro urbano.

2.1 Conceptos fundamentales

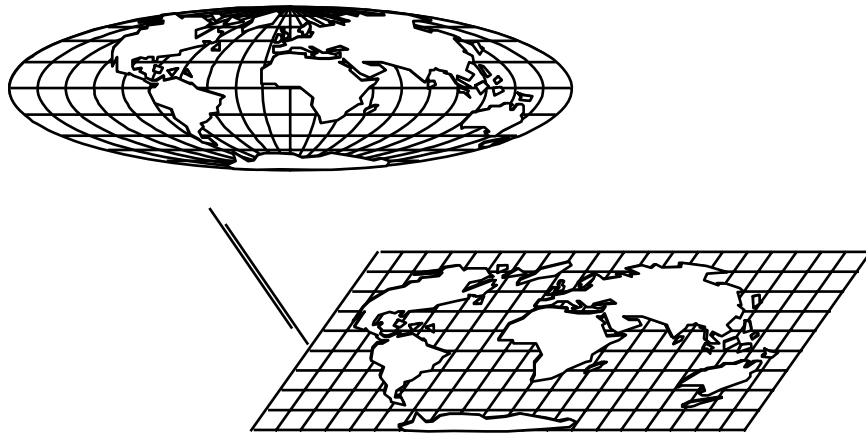
En el momento de manejar cartografía, es importante tener claros algunos conceptos básicos que permitan la correcta interpretación del material disponible.

Topografía: es el conjunto de métodos e instrumentos necesarios para representar el terreno con todos sus detalles naturales o artificiales, en superficies de extensión limitada, de manera que sea posible prescindir de la esfericidad terrestre sin cometer errores apreciables.

Cartografía: es la ciencia cuyo objetivo principal es representar en un mapa una parte o la totalidad de la superficie terrestre.

Geodesia: ciencia que estudia los procedimientos matemáticos, a través de los cuales se representará una fracción terrestre pasando de una superficie esférica en 3 dimensiones a su representación en un mapa de 2 dimensiones.

Figura 1: Representación esquemática de la transformación geodésica.



Fotogrametría: es el arte, ciencia y tecnología de obtener información fidedigna y precisa de objetos físicos y su entorno, por medio de procesos de registro, medida e interpretación de imágenes y modelos fotográficos.

Plano: es la representación gráfica de un terreno de pequeñas dimensiones, que se elabora a través de procesos topográficos.

Mapa: es la representación gráfica de una extensión terrestre de grandes dimensiones, la cual se ha elaborado a través de procesos geodésicos.

Punto de control geodésico: es el punto de referencia, cuyas coordenadas norte, este y elevación sobre el nivel del mar se han determinado con precisión milimétrica, y se ha posicionado de acuerdo con un sistema de referencia geodésico predefinido.

Sistema de posicionamiento global (GPS): es el sistema, a través del cual se puede establecer la posición de un punto sobre la superficie terrestre, obtenido a través de triangulaciones espaciales referenciadas a satélites de posicionamiento. Generalmente, es necesario establecer comunicación con 3 satélites para obtener la posición, sin embargo, mientras más satélites se puedan enlazar, mayor será la precisión de la lectura. Se pueden clasificar en 3 grandes ramas:

- GPS de navegación: es utilizado con fines turísticos, deportivos o de posicionamiento sin gran precisión (errores entre 3 y 12 metros).
- GPS topográfico: mejora la precisión de la lectura al poseer una doble frecuencia, que permite “refinar” la posición a través de un post proceso. (lecturas sub-métricas)
- GPS geodésico: posee alta precisión, que permite realizar lecturas milimétricas luego del post proceso, aunque su alto costo impide su fácil adquisición.

Foto aérea: imagen del terreno obtenida a través de equipos e instrumentos especiales. No se puede utilizar como herramienta de medición, pues integra errores que se eliminarán, a través del proceso conocido como restitución fotogramétrica, además no cuenta con ningún tipo de georeferencia. Sin embargo, posee una escala aproximada, calculada a partir de la altura del vuelo.

Georeferencia: característica del material cartográfico, que permite ubicarlo en el espacio; generalmente se dice que un mapa está georeferenciado cuando se pueden establecer correctamente las coordenadas de un punto cualquiera dentro de dicho mapa.

Cualquier material cartográfico, ya sea digital o no, es susceptible de ser georeferenciado, estableciendo dos o más puntos de control con coordenadas conocidas. Sin embargo, dependerá de la calidad de información que se disponga, para tener mayor o menor precisión en la georeferenciación.

Ortofoto: es el material obtenido a partir de la restitución fotogramétrica. Aquí se han eliminado los errores debidos a la proyección cónica del lente fotográfico, rotación y traslación del avión, cambios en la altimetría del terreno, etc. Posee una escala uniforme del terreno, además de encontrarse 100% georeferenciada, lo que permite realizar mediciones con alto grado de exactitud.

Cartografía básica: es material que se obtiene como resultado de la restitución fotogramétrica, que incluye la definición de manzanas, predios y construcciones, sin embargo, será el análisis catastral el que determinará si los posibles linderos físicos identificados (muros, cercos, construcciones, etc.) conforman o no, el lindero jurídico de la propiedad.

Digitalización: es el procedimiento, a través del cual, se incorpora digitalmente material cartográfico disponible en copias en papel. Se pueden utilizar para este proceso mesas digitalizadoras, las cuales permiten calcar las imágenes de los planos a la pantalla del equipo de computo, o sencillamente se escanea el plano en cuestión (escáner con resolución y formato adecuados) y se digitaliza directamente en la pantalla del ordenador, utilizando un software CAD (Diseño Asistido por Computadora, por sus siglas en inglés).

Mapa catastral: es la representación gráfica del levantamiento de todos los predios de un determinado sector; actualmente se trabaja de forma digital, con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Este mapa es capaz de proporcionar información relativa a los marcos físicos (frente, fondo, área, forma), jurídicos (No. de registro, propietario, dirección) y económicos (valor fiscal), de cualquier propiedad presente dentro del levantamiento, además de facilitar las búsquedas y análisis específicos.

Foto identificación: es el procedimiento, a través del cual, el inspector de campo identifica sobre fotografía aérea, ortofoto, o cartografía básica, los linderos físicos de una propiedad, para lo cual se necesitará de la colaboración del propietario o de los vecinos del lugar, con el fin de lograr una mayor exactitud; además debe ser complementada con la correspondiente investigación en el Registro de la Propiedad Inmueble, para establecer que dicha propiedad cuenta con su inscripción legal.

Sistema de Información Geográfica (SIG): es el sistema informático, que permite establecer vínculos entre las bases gráficas (mapas) y las bases alfanuméricas (datos) con las que se alimenta el sistema; además, permite realizar diversos análisis y consultas, orientados hacia la planificación urbana, infraestructura, medio ambiente, etc. Existen diversos paquetes de software dedicado a la elaboración de un Sistema de Información Geográfica, en el presente documento, para todo el análisis e implementación se referirá al SIG Arc Info Workstation.

Imagen de satélite: es la imagen obtenida a través de satélites especiales, los cuales transmiten la información gráfica vía telemática, generalmente cubren grandes extensiones de terreno, por lo que resultan mucho más económicas, que un proyecto de fotografía aérea; sin embargo, la resolución disponible en la actualidad (0.6 metros) no permite su uso dentro del campo catastral.

Precisión: la exactitud de una medición determinada.

Resolución: es el tamaño del píxel, disponible en una imagen digital, (resolución de 1 metro = cuadros de 1 metro por lado; resolución de 0.15 metros = cuadros de 0.15 metros por lado); el píxel será el cuadro de un solo color que se puede observar al aumentar la imagen digital. Generalmente el color del cuadro está definido por el objeto de mayor tamaño, que esté contenido dentro de él; por ejemplo; si la resolución fuera de 1 metro, en cuadros de 1 metro cuadrado, se puede tener al mismo tiempo un peatón y el inicio de un vehículo de color rojo; en vista de que el vehículo ocupará la mayor parte del cuadro, dicho cuadro pasará a ser de color rojo, eliminando la presencia del peatón.

2.2 Base cartográfica

La formación de un catastro inmobiliario responde a tres objetivos. El primero de carácter jurídico: la identificación y asiento legal de la propiedad. El segundo, de orden estadístico: la información sobre la riqueza inmueble del país. El tercero, de tipo puramente fiscal: la distribución del impuesto sobre la propiedad inmueble. Ninguno de estos tres objetivos puede alcanzarse sin una compleja y costosa operación cartográfica: la medición del territorio y la formación de planos catastrales.

El catastro se ocupa fundamental y exclusivamente de bienes inmuebles, es decir, de entes espaciales extensos susceptibles de representación cartográfica. Además, siendo bienes evaluables, esta representación resulta ser imprescindible para la medición de su extensión y, en definitiva, para su valoración.

En consecuencia, tanto si el catastro se orienta hacia su vertiente jurídica, como si lo hace hacia la fiscal, la cartografía resulta esencial, ya sea para el registro inequívoco de tales bienes, o para su valoración a efectos fiscales.

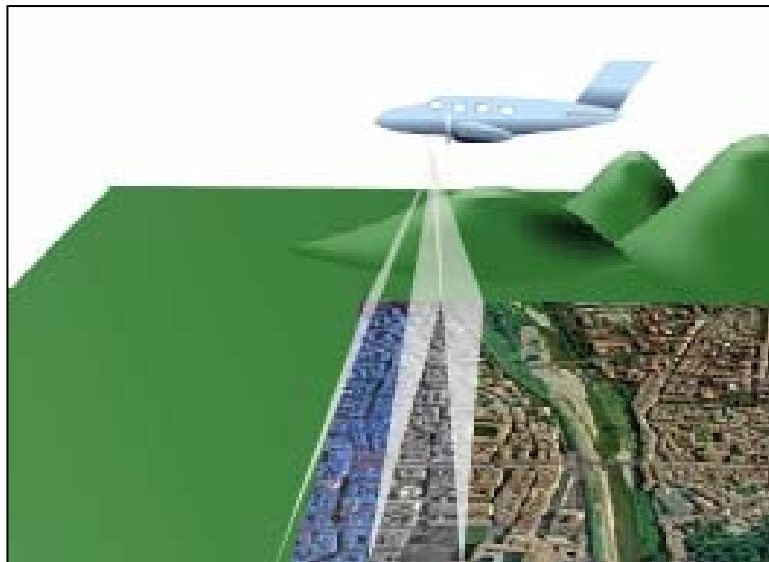
Teniendo como punto de partida el concepto de que en la cartografía, se busca representar en un plano una superficie extensa (o incluso la totalidad) de la superficie terrestre con una alta exactitud (deformación mínima), entonces es correcto inferir que la cartografía básica del territorio sobre el cual se implementará el catastro, constituye la materia prima indispensable para el fin catastral. Su correcta obtención, a través de metodologías tradicionales o con tecnología de punta (cartografía digital), influirá directamente en el presupuesto final del proyecto, que es uno de los rubros más destacados dentro del mismo; finalmente, de su calidad dependerá la generación de mapas catastrales y de diversas aplicaciones con fines de planificación, infraestructura, medio ambiente, etc.

2.2.1 Toma de fotografías aéreas

Se llevará a cabo el plan de vuelo de la toma de fotografías aéreas, a partir de las cuales se generará la cartografía básica del área del proyecto.

Dicho plan de vuelo, se elabora a partir del estudio del área que se va a cubrir, generalmente se traza sobre un mapa a escala 1:50,000 del área del proyecto, y dentro del mismo se ubican las líneas del vuelo, ya sean orientadas sobre ejes norte-sur o este-oeste; asimismo, se determinan aproximadamente la cantidad de fotografías, la velocidad del vuelo, la altura sobre el nivel del mar, la escala aproximada, etc.

Figura 2: Avión en el proceso de la toma de fotografía aérea.



Fuente: Instituto de Estudios Fiscales; Madrid, España.

Cabe señalar que anteriormente todos estos parámetros se controlaban con los instrumentos analíticos del avión, (altímetro, cronómetro, velocímetro), pero desde la aparición del Sistema de Posicionamiento Global, (GPS por sus siglas en inglés) se han convertido en simples controles orientados digitalmente desde una consola.

Aun así, debe ser elaborado de manera que se obtengan las fotografías con los estándares correctos:

- Escala 1:4000 - 1:6000
- % de traslape longitudinal 15% - 30%
- % de traslape transversal 60% - 80%
- % de nubosidad 10% - 15%

Dentro de esta parte del proyecto, es importante definir el tipo de material fotográfico que se obtendrá, ya que actualmente la tecnología ha diversificado las opciones disponibles y, aunque actualmente se cuenta con una gran gama de tipos de fotografía aérea, se pueden disponer de dos tipos de material preferentemente:

- Fotografía aérea de color
- Fotografía aérea en blanco y negro

Aunque en sus inicios, la fotografía de color tenía precios sumamente mayores a los de la fotografía en blanco y negro, actualmente la competitividad de las empresas ha logrado reducir costos en dicho campo, lo que la hace accesible al presupuesto sin incrementarlo innecesariamente.

Además, como resultado directo de la restitución fotográfica, se obtendrán básicamente dos materiales: mapas digitales y ortofotos, los cuales se emplearán a fondo en el proceso de fotoidentificación de linderos, por lo que es comprensible que se prefiera el material a color, debido a las cualidades inherentes de observar una imagen en dicho formato.

Figura 3: Ejemplo de fotografía aérea.



Fuente: Municipalidad de Guatemala. Hipódromo del Sur, zona 13.

2.2.2 Control geodésico

Cada país ha construido su propia red geodésica nacional, la cual ha sido la base para trazar la cartografía oficial del mismo. En Guatemala, se encuentran disponibles las hojas cartográficas a dos escalas diferentes, 1:50,000 y 1:250:000.

Dicha red geodésica está cimentada en 3 estaciones principales, o puntos de primer orden:

- Ciudad Guatemala (Aeropuerto “La Aurora”)
- Huehuetenango
- Petén

Éstos cuentan con bases geodésicas de control a través de sensores remotos (GPS geodésicos). A partir de éstos 3 puntos principales, se ha densificado la red, con la colocación de nuevos puntos (segundo y tercer orden), relativos a proyectos de diversos intereses.

El plan de vuelo debe ser “amarrado”, geodésicamente, a la red nacional, lo cual se consigue con la utilización del ya mencionado Sistema de Posicionamiento Global, el cual permite controlar las posibles desviaciones y más importante aún, contar con puntos de referencia físicos, que constituirán la orientación absoluta de los pares fotogramétricos, durante el proceso de restitución.

Dicha orientación absoluta no es más que fijar el par fotogramétrico (par de fotos cuyo traslape o área común conforma una imagen tridimensional, la cual se proyecta y digitaliza para obtener el plano deseado), a las coordenadas reales que el área que ocupa en el espacio.

En Guatemala, se utiliza la proyección cilíndrica, o Universal Transversal de Mercator (UTM), la cual proyecta la superficie del globo terráqueo sobre un cilindro rotado 90°, respecto del norte real, y obtiene, a través de procedimientos geodésicos, el mapa del área en cuestión.

La ciudad Guatemala se encuentra situada en la zona 15, meridiano -90° Oeste (W) y paralelo 14° Norte (N); la proyección utilizada para su cartografía es la cilíndrica; el sistema de coordenadas es el UTM; el Datum de referencia actual es el WGS 84 (World Geodetic System de 1984), aunque mucha de la cartografía existente fue creada con el Datum NAD 27 (North American Datum de 1927). Así pues, el proceso de control geodésico enmarca la georreferenciación del material fotográfico, y la densificación de puntos de control para el posterior proceso de triangulación aérea.

Los puntos de control que se van a levantar son posicionados físicamente y controlados con GPS de doble frecuencia, que mediante un post proceso, o manipulación de la información en gabinete, permite “afinar” el error obtenido inicialmente dentro de la lectura del GPS. Esta lectura oscila entre 0.5 y 3 metros inicialmente, pero con el debido control, llegan a obtenerse lecturas de precisión milimétricas.

2.2.3 Triangulación aérea

El proceso de triangulación aérea consiste en enlazar los puntos del control geodésico, con los pares fotogramétricos, para su posterior restitución; de esta forma, se consigue ligar toda la cobertura del vuelo al levantamiento y densificación de puntos geodésicos. Generalmente, dichos puntos son señalados a través de un símbolo triangular, y permiten controlar las posibles desviaciones y errores medios, que son obtenidos en la restitución.

Asimismo, al finalizar dicho proceso, se obtiene un control rígido en el proceso de georreferencia de las imágenes.

2.2.4 Restitución fotogramétrica

Se denomina así al procedimiento de crear la cartografía preliminar, a partir de fotografías aéreas, las cuales deben de ser sometidas a procesos correctivos, con los que se eliminan los diversos errores inducidos en las imágenes, debido a varios factores:

- Movimiento del avión (rotación sobre sus 3 ejes, aladeo, cabeceo y giro).
- Proyección cónica propia de la fotografía aérea.
- Diferencia de escalas, debido a una topografía variable.

Al mismo tiempo que se corrigen estos errores, se georeferencia cada par estereoscópico, para lo cual se usan como parámetro los puntos de triangulación geodésica, con lo que se obtienen los diferentes materiales cartográficos de los que se decida disponer, ya sea cartografía preliminar, ortofotos, o ambos.

2.2.5 Cartografía preliminar

Se denomina así al producto de la restitución fotogramétrica, el cual será la base del levantamiento catastral, ya que constituirá parte importante de la carpeta de trabajo de campo. A través de la cartografía preliminar, el inspector de campo podrá identificar linderos de predios y remarcar, o eliminar linderos existentes; actualizar construcciones, etc.; dicha cartografía actualmente se maneja en formatos digitales de CAD, lo que permite su impresión a diversas escalas.

Además, la cartografía se presentará también en formato de coberturas (*.cov) de trabajo para el Sistema de Información Geográfica; se da preferencia a este formato digital, ya que el software que se va a utilizar será el denominado Arc Info Workstation, el cual permite integrar de manera fiable la información cartográfica a la alfanumérica, además de mantener intacta la precisión de la cartografía preliminar, al crear las relaciones de identificación de los objetos espaciales (topología).

Esta cartografía contendrá toda la planimetría y altimetría del proyecto, que constituyen capas individuales para el tipo de información disponible; así, se tendrán capas de áreas verdes, ejes viales, banquetas, manzanas, predios, construcciones, curvas de nivel, puntos de altimetría, ríos, etc.

2.2.6 Uso de imágenes satelitales

La tecnología avanza aceleradamente, y uno más de los materiales cartográficos disponibles hoy en día es precisamente fruto de ese avance: la imagen satélite permite visualizar grandes extensiones de terreno, en tiempo récord y a costos cada vez menores.

Sin embargo, el desarrollo tecnológico posee también grandes desventajas; una de ellas es mantener actualizado el nivel de capacitación, que permita explotar estos tipos de información correctamente, ya que técnicamente está demostrado que la mayor precisión que ofrece una imagen de satélite, (resolución de 0.6 metros con el satélite Landsat) no es suficiente para restituir mapas a una escala adecuada, que permita trabajar catastro urbano.

Gran parte de agencias e instituciones, que desarrollan catastro, actualizan sus bases gráficas con ortofotos (Dirección General del Catastro de España, Catastro de Bogotá, Colombia, Municipalidad de Guatemala) de resoluciones que varían entre 0.15 y 0.20 metros, por lo que es palpable observar la diferencia entre un material y otro. Habrá que esperar a que la tecnología de imágenes de satélite permita contar con resoluciones adecuadas para su aplicación dentro del catastro urbano. Sin embargo, no se debe minimizar su aplicación dentro de muchos otros campos como planeación, infraestructura, medio ambiente, etc.

2.3 Preparación de la investigación de campo

La fase de investigación de campo constituirá, junto a la investigación legal, el período más demorado del proceso de levantamiento catastral, ya que será necesario visitar, uno por uno, la totalidad de los predios que conforman el área a catastrar. El inspector de campo debe llevar a cabo una corta entrevista con la persona encargada de cada inmueble, a fin de recabar la totalidad de la información requerida en la ficha de levantamiento predial

2.3.1 Documentos necesarios

Como se ha comentado anteriormente, es necesario tener en este momento la cartografía básica, de la cual se utilizará primordialmente, ortofotos e impresiones a escala 1:500, ya que permitirán fotoidentificar los linderos en campo.

Debe tenerse un plano de la zona a formar, y sobre éste numerar las manzanas que se van a trabajar, lo cual permite coordinar y organizar ordenadamente el trabajo de campo y la distribución del mismo a los inspectores, lo que facilita un control eficiente y la asignación de responsabilidades. Además, deben tenerse en cuenta planos de levantamientos anteriores, además de información disponible en diversas bases de datos, como puede ser la utilizada para el cobro del Impuesto Único Sobre Inmuebles, ya que integra lo correspondiente a propietarios, finca, folio y libro, dirección, área de terreno, etc. Toda esta información será verificada, actualizada y/o corregida en la visita de campo o en su defecto en la investigación en el Registro de la Propiedad. Debe contarse con la ficha de levantamiento predial, en la cual se capturará toda la información resultante de la visita a cada inmueble. Para que el proceso sea completo y no repetir visitas al mismo predio, deben cubrirse todas las variables en la primera y única visita, por lo que es necesario que el inspector de campo esté debidamente capacitado, incluso en la definición de la tipología constructiva y el uso de la construcción.

2.3.2 Elementos de campo

El inspector utilizará una tabla para apoyo del material, lápices especiales para marcar los cambios que observe, tanto en la ortofoto como en el mapa impreso. Una cinta métrica para tomar las medidas necesarias en caso de ser posible a los frentes, en los cuales pudiera haber duda o en interiores para definir linderos por problemas de arborización, para lo cual debe establecerse la línea real, que debe coincidir con la inscrita registralmente y carné o gafete para su identificación.

2.3.3 Cronograma

El director del proyecto y los coordinadores o supervisores deberán definir y elaborar los cronogramas que contendrán las proyecciones o expectativas de lo esperado, en términos de avance del programa, tanto en tiempo como en ejecución, así como de las actividades de campo y de oficina, antes de iniciar el proceso de reconocimiento.

2.3.4 Capacitación

Como es lógico suponer, el primer paso para iniciar cualquier proyecto es haber seleccionado el personal con los perfiles, según el trabajo que se va a desarrollar; se hace esta selección, según la actividad, y en concordancia con los momentos y tiempos en que se debe vincular cada uno de ellos dentro del proceso.

Realizado lo anterior, debe dictarse un curso de capacitación, que comprenda los temas relacionados con el levantamiento catastral, su proceso tanto en campo como en oficina, los aspectos que va a tener en cuenta en las visitas a cada inmueble, así como en el Registro de la Propiedad, y complementar toda la parte teórica con inspecciones de prácticas. Es fundamental complementar la capacitación con talleres de trabajo y manejo del material cartográfico, ya que la destreza necesaria para la fotoidentificación de predios solamente se obtiene a través de mucha práctica.

2.3.5 Ficha de levantamiento predial

Es el documento, a través del cual se identificará cada inmueble; debe ser lo más práctico posible para facilitar su digitación e incorporación al SIG, así como tener todos los datos que identifiquen sin ninguna equivocación al inmueble y a su propietario. Deberá contener, como mínimo, los siguientes datos:

- Número catastral
- Dirección del inmueble
- Dirección de notificación
- Nombre del propietario
- No. de Registro, (finca, folio y libro).
- Fecha de inscripción en el registro
- Valor registrado o el de la última compraventa

Además, se incluirá en la ficha las siguientes características constructivas:

- Número de niveles
- Edad de la construcción
- Uso
- Área de terreno y construcción
- Frente, fondo y forma del terreno.
- Sobre o bajo el nivel de la vía.

En el aspecto constructivo, la tipología juega un factor muy importante, por lo que debe manejarse una categorización muy clara, para evitar asignar usos que al futuro afecten un proceso de avalúos.

Las características de la construcción deben definirse con claridad y dar espacio para aclaraciones, por ejemplo, si fueran usos mixtos, si se trata de parqueos al aire libre, o si el predio cuenta únicamente con una construcción informal, etc.

2.3.6 Detalles para el trámite de la ficha de levantamiento predial

- **Expediente o número de ficha:** debe considerarse llevar un orden de correlación entre lo visitado y lo entregado para trámite de registro o de oficina, así como para controles posteriores.
- **Sector urbano o rústico:** se marcará con una X en la casilla correspondiente, en caso de tratarse de zona urbana, la cual estará definida por la coordinación del proyecto; sin embargo, si el área visitada es de características rurales, de fincas con espacios de agricultura o ganadería y, de conformidad con los reglamentos municipales, se marcará rústico.
- **Con o sin construcción:** deberá marcarse el recuadro que corresponda, si el predio está construido, sin importar el tipo o uso de la construcción; de ser baldío, se marcará sin construcción.
- **Total de edificios del predio:** si existe una o más unidades individuales de construcción, en un mismo predio, debe indicarse esa cantidad.

Tabla I: División de la tipología constructiva.

TOPOLOGÍA CONSTRUCTIVA			
USO	DESCRIPCIÓN	SUBUSO	DESCRIPCIÓN
1	Residencial	0	-----
2	Apartamentos	0	-----
3	Comercio mixto	1	Oficina tipo A
		2	Comercio y apartamentos tipo A
		3	Comercio y oficina tipo A
		4	Comercio, oficina y Aptos. tipo A
4	Comercial	1	Comercio
		2	Bancos
		3	Hoteles
		4	Gasolineras
		5	Hospitales
5	Centro comercial	0	-----
6	Industria	0	-----
7	Edificio público	0	-----
8	Colegio	0	-----
9	Uso especial	1	Iglesia
		2	Logia
		3	Museo
		4	Mercado
		5	Aeropuerto
A	Parqueo aire libre	0	-----
B	Residencial - colegio	0	-----
C	Residencial - iglesia	0	-----
D	Edif. en construcción	0	-----
E	Apartamentos tipo B	0	-----
F	Apartamentos tipo C	0	-----
G	Oficina tipo B	0	-----
H	Comercio y Aptos. tipo B	0	-----
I	Comercio y oficina tipo B	0	-----
J	Comercio, oficina y Aptos. tipo B	0	-----
K	Hoteles tipo B	0	-----
L	Estacionamiento	0	-----

Fuente: Municipalidad de Guatemala. Se utilizará en el levantamiento catastral; es importante señalar que cada combinación de uso y subuso es categorizado posteriormente en rangos alto, medio bajo o precario.

- **Total de filiales:** si el predio estuviera integrando una propiedad horizontal, deberá indicarse cuántas filiales la conforman para posteriormente cruzar correctamente la información, que se recibirá del Registro; además, es importante señalar que no sólo los apartamentos u oficinas conforman filiales; en muchos casos, también lo son los parqueos e incluso algunas bodegas individuales.
- **Dirección:** uno de los datos más importantes por capturar corresponde a la dirección, ya que estará directamente ligada a la parte gráfica, por lo que un error en su anotación generará una nueva visita para corroboración.
- **Datos adicionales:** es el complemento de la dirección y es igualmente importante, ya que permite ubicar colonias, residenciales, sectores, nombre de edificios, no. de apartamento, nivel, etc.
- **Titular catastral:** se refiere al propietario del inmueble, inscrito como tal en el Registro de la Propiedad. El titular puede ser una persona individual o jurídica; en este caso, se anotará el nombre de la empresa en la casilla identificada como “Razón social”, y se deja en blanco las casillas para nombres y apellidos. En el caso de que el titular catastral se encuentre fallecido, se anotará esa observación, así como el nombre del actual poseedor.
- **NIT:** número de identificación tributaria del titular, debe anotarse cuando sea posible obtenerlo.
- **Razón social:** lo constituye el nombre de la empresa, cuando el titular lo conforma una persona jurídica.

- **Representante legal:** es la persona debidamente autorizada para representar a una persona individual o jurídica; es importante ubicar el nombre de la misma si es posible.
- **Dirección de notificación:** es la dirección de recepción de correspondencia que brindará el titular catastral; la misma puede ser diferente de la dirección del inmueble.
- **Documento público:** se refiere a la escritura pública que puede ser presentada por el propietario, en el momento de la inspección. Esta escritura ha sido debidamente operada en el Registro de la Propiedad, lo cual se confirma con la anotación de la inscripción de dominio, que se encuentra al final de la misma. A través de la presentación de este documento, se garantiza el derecho de propiedad, cuyos datos deben confirmarse con la posterior visita al Registro.
- **Documento privado:** se refiere a una escritura, documento o carta de venta (elaborada o no por un notario), mediante el cual se adquiere la posesión de un inmueble, que no tiene inscripción individualizada en el Registro de la Propiedad, es decir, que no tiene datos de finca, folio y libro propios, por lo que no otorga propiedad de conformidad con la ley.
- **Cotitulares o copropietarios:** si los hubiera, deben anotarse los nombres de todos los condueños del inmueble, de manera que si la cantidad fuera mayor al espacio asignado, se anotarán los restantes en la casilla de observaciones o se anexará un nuevo formulario; de no existir ninguno, deberá dejarse en blanco la casilla.

- **Número de registro:** es el número de identificación individual e irrepetible para una propiedad inmueble; está conformado por el número de finca, folio, libro y tipo de libro, y constituye la información más importante para recabar en el momento de la inspección, ya que el Registro de la Propiedad sólo trabaja con esta llave de acceso (en el Registro no se pueden hacer búsquedas por propietario, dirección o ninguna otra variable), es necesario que el dato se tome con letra exacta y legible. Debe obtenerse en lo posible, durante la inspección de campo, lo cual evita tener una labor mucho más dispendiosa en el Registro.
- **Área según inscripción:** se refiere al área en metros (o varas) cuadrados que el predio tiene inscrita en el Registro de la Propiedad; puede obtenerse de la escritura de propiedad, de una certificación del Registro o de un despliegue catastral.
- **Monto de la transacción:** es el valor por el cual fue adquirido el inmueble y al igual que en el caso anterior, se puede obtener de la escritura o bien de una certificación del Registro de la Propiedad.
- **Plano:** en el momento de la visita, es posible que se encuentren predios con diferencia respecto a la información visible en el mapa impreso o en la ortofoto, por lo que se hace necesario solicitar el plano de la construcción, unificación, desmembración o notificación, según sea el caso, ya que permitirá digitalizar la información para su incorporación al mapa digital. En algunos casos, sobre todo de urbanizaciones nuevas, es posible buscar la licencia respectiva para así obtener la información deseada.

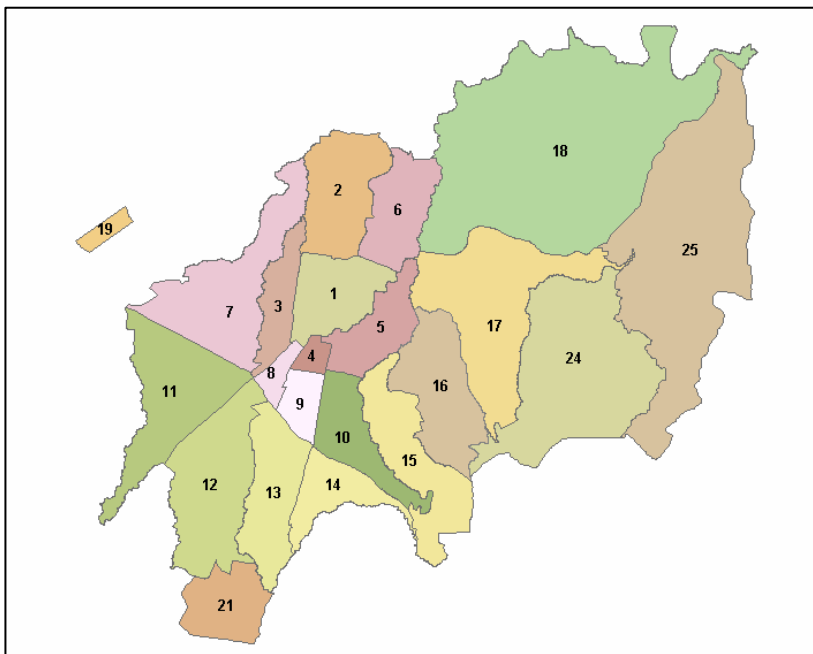
- **Área de terreno:** el sentido es ubicar dentro de esta casilla el área real del terreno, que se calcula a partir de la información cartográfica digital; generalmente en Guatemala las áreas inscritas, en el Registro de la Propiedad, distan mucho de ser las áreas reales, por lo que se hace necesario contar con ambos datos.
- **Frente:** corresponde a la medida del frente del inmueble indicado, en metros; en el caso de inmuebles de esquina, se tomará como frente el de la vía principal o donde se encuentre el acceso del inmueble.
- **Fondo:** deberá anotarse en los casos en los que se permita su medición, aunque al igual que en el punto anterior, se puede obtener del sistema o de la cartografía digital, siempre que se encuentre correctamente identificado.
- **Factores de corrección:** son aspectos relativos al terreno y que tienen que ver con la mayor o menor incidencia en el valor al aplicar tablas de avalúos; deben marcarse pues, las características, que afectarán positiva o negativamente en el valor del predio. Además, es fundamental tenerlas claras para el caso de una aclaración o reclamación de parte del propietario. Dentro de los factores más importantes, se tienen: la forma, la cual se indica si es regular, irregular, etc., si está sobre o bajo el nivel de la vía de acceso, si es un lote interior (sin salida directa a la calle), frente, fondo, esquina, etc. Debe ponerse un énfasis especial en este tema durante el proceso de capacitación.

- **Información de la construcción:** es el cuadro en el cual se describe la construcción y debe llenarse en su totalidad, ya que puede ser utilizada como fuente para una futura valoración masiva; es de suma importancia que los datos relativos a la tipología asignada (uso, subuso y categoría) guarden concordancia con los que se detallan como descripción del inmueble. Para una correcta asignación de la tipología, el inspector debe apoyarse en el manual de tipología elaborado con tal fin, ya que no debe existir diferencia de criterios en este tema. El sistema de clasificación, tanto de zonas homogéneas para terreno como el de tipificación de construcciones, es compatible con cualquier otro esquema de valoración que se tratase de implementar y sólo se requeriría de su correlación o integración y ajuste a la realidad del proyecto.
- **Servicios públicos:** se refieren al tipo de servicios públicos que se encuentran en el sector en de influencia del inmueble investigado, independientemente de que el predio los tenga instalados o no.
- **Acabados constructivos:** es una descripción general del tipo de acabados que presenta el inmueble, por lo que esta descripción permite una idea clara de la situación general del bien, al analizarlo en oficina.
- **Fecha e investigador:** es la correspondiente al día en que se realizó la visita en campo y el nombre de la persona que efectuó la inspección.
- **Informante:** en el momento de realizar la inspección, se determinará cuál es la calidad de la persona que atiende, si es propietario, poseedor o arrendatario, pariente del propietario, etc.; lo anterior dará a conocer el nivel de calidad de la información, y si es necesario ampliar o aclarar en el Registro de la Propiedad.

2.4 Numeración catastral

El catastro urbano digital se ha construido, a partir de las bases del ordenamiento o zonificación del territorio (figura 4), en el caso particular de ciudad Guatemala, a partir de las 25 zonas político-administrativas delimitadas de acuerdo con la resolución del Concejo Municipal del 7 diciembre 1971 publicado en el Diario Oficial del 5 enero 1972.

Figura 4: Zonificación urbana del municipio de Guatemala.



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

A partir de la zonificación, se tiene la numeración de las manzanas de cada zona, (figura 5), las cuales se identifican a partir del sector más nor-occidental de la zona hacia el este y sur de la misma; este procedimiento permite asignar un único número de identificación y control para cada manzana; es el número que junto al de la zona proveerá de un orden adecuado en la asignación de trabajo de campo y postprocesos.

El número catastral será la base de identificación del inmueble y permitirá ubicarlo espacialmente dentro de una zona y una manzana específicas; es fundamental su relación con la información alfanumérica, ya que es indispensable contar también con la dirección de calle o avenida, vía, ruta o diagonal, que permita ubicarlo geográficamente en el mapa catastral.

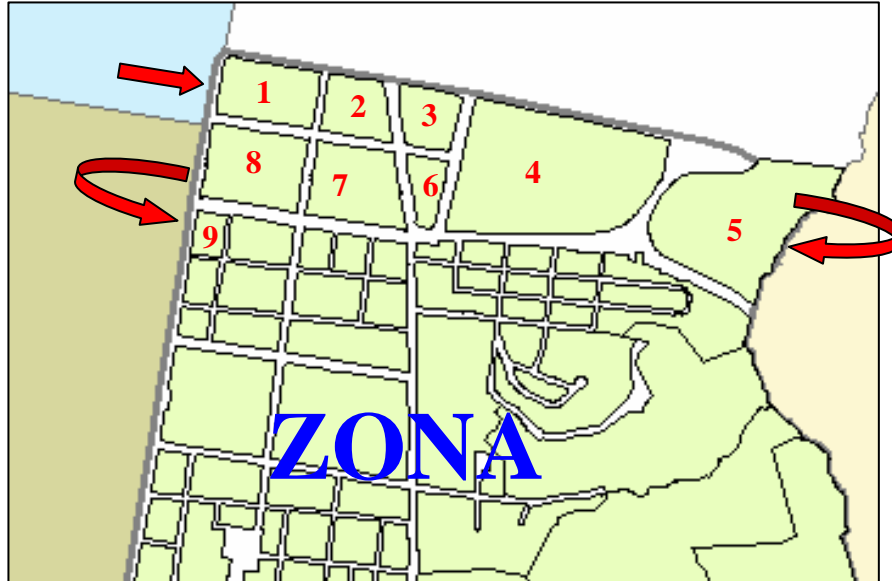
2.4.1 Numeración catastral de predios

La numeración de manzanas será definida por el jefe del proyecto, quien distribuirá el orden del levantamiento, barriendo las manzanas de la zona a catastrar, a partir de la manzana más nor-occidental hacia el este y en un barrido de norte a sur, con el que se cubrirá la totalidad de dicha zona; sin embargo, es probable que se ubiquen subdivisiones de manzanas en el futuro, por lo que será cuando se realice el trabajo de gabinete con toda la información de campo, cuando se defina la numeración final de manzanas.

La asignación del número predial corresponde al inspector de campo que levante dicha manzana, y lo hará con base en el mapa impreso asignando el predio número 1 al de la esquina superior izquierda (nor-occidente), y se tendrá el mapa orientado hacia el norte.

A partir de allí, consecutivamente siguiendo el sentido de las agujas del reloj, hasta dar la vuelta completa a la manzana.

Figura 5: numeración catastral de manzanas.



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

Para la asignación de los números prediales de los apartamentos, locales, parqueos, dentro de un edificio de propiedad horizontal, es preferible tratar de mantener el mismo sentido para dar un ordenamiento continuo.

Tabla II: detalle de la conformación del número catastral.

		Descripción	No. de Dígitos	#
Tipo Libro GU	Tipo Libro PH	Zona	2	01
		Manzana	4	0001
		Predio	3	001
		Edificio	2	01
		Nivel	2	01
		Filial	2	01

Fuente: Municipalidad de Guatemala.

Para realizar correctamente el proceso de asignación, el número catastral está codificado de la siguiente forma:

- Modelo para predios masivos (predios, cuyo tipo de libro será GU o Guatemala).

01 - 0001 - 001
 zona - manzana – predio

- Modelo para predios de propiedad horizontal (tipo de libro PH).

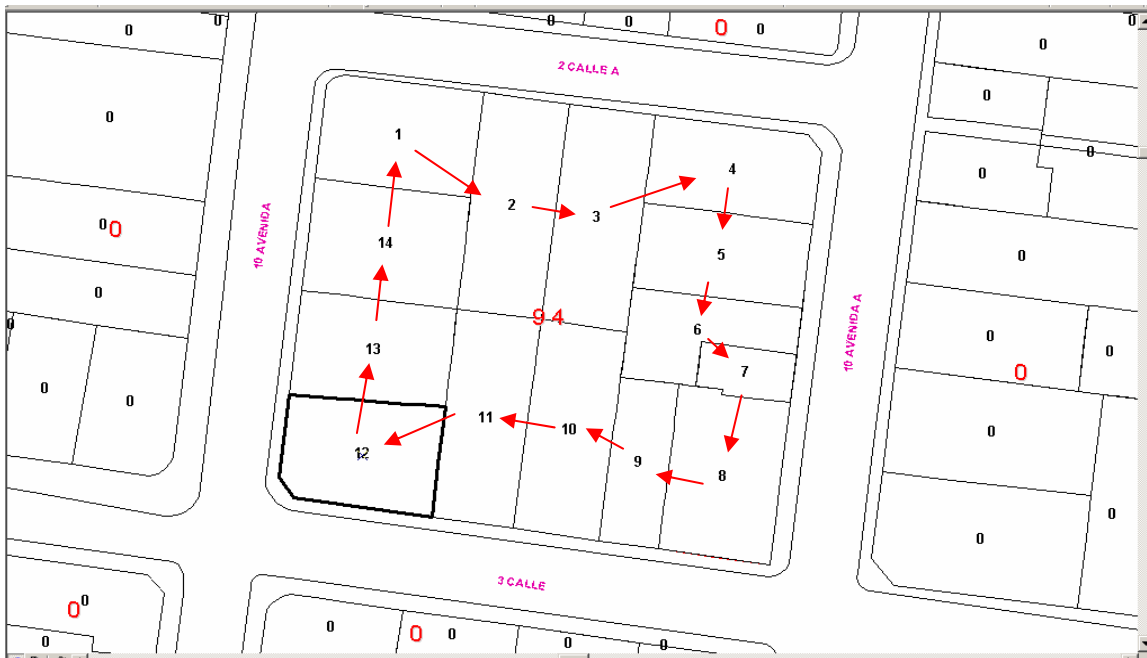
01 - 0001 - 001 - 01 - 01 - 01
 zona – manzana – predio – edificio – nivel – filial

Ejemplo 1:

Predio en la zona 1, manzana 94, predio 12, de Guatemala.

Número catastral: **01-0094-012.**

Figura 6: asignación de número catastral.



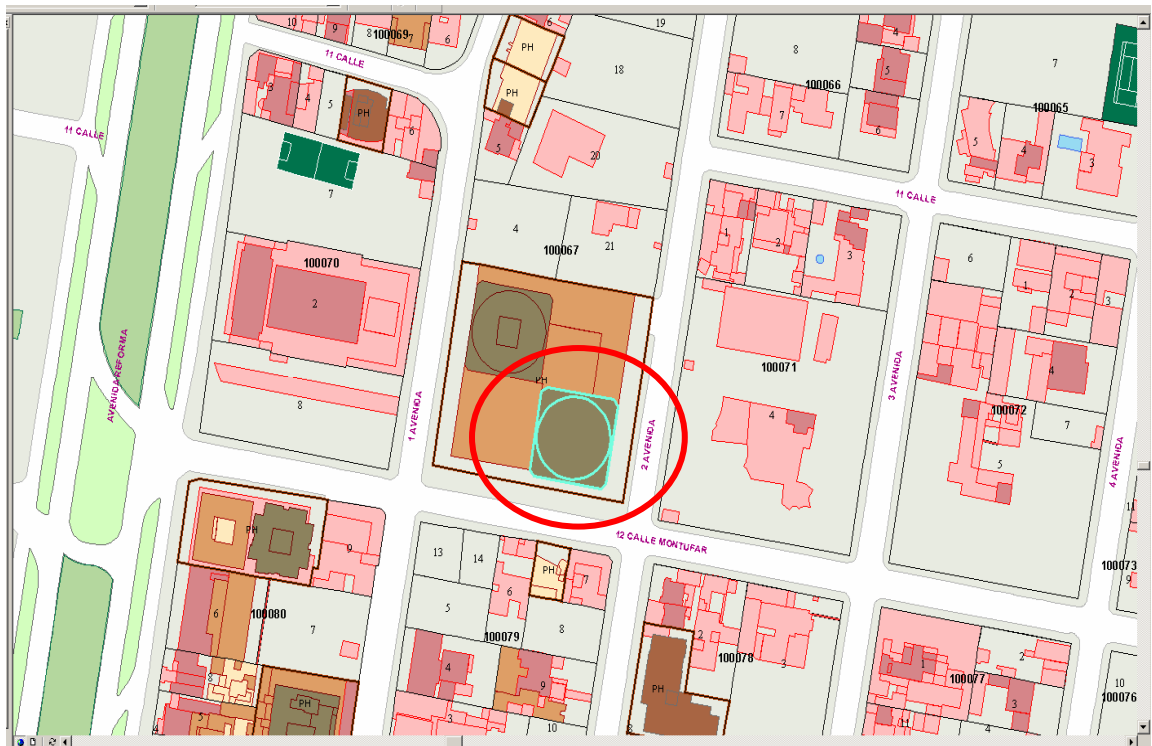
Fuente: Municipalidad de Guatemala.

Ejemplo 2:

Inmueble en la zona 10, manzana 67, predio 01, edificio 2, nivel 16, filial 14 (edificio en régimen de propiedad horizontal, Géminis 10, torre sur, nivel 16 oficina 14).

Número catastral: **10-0067-001-02-16-14.**

Figura 7: número catastral en construcciones de propiedad horizontal.



Fuente: Municipalidad de Guatemala. En esta asignación se toma en cuenta el nivel o piso en el que esté ubicado, y el número de propiedad (filial) por nivel.

2.5 Actividades de campo

2.5.1 Proceso de reconocimiento

El proceso debe iniciar con la identificación y recorrido previo a la zona que se va a trabajar por parte de los coordinadores o supervisores, el jefe de la formación y el director del proyecto. Una vez realizado el recorrido inicial, con la información cartográfica existente, se puede iniciar el proceso de inspecciones. Con el plano de la zona, numerado por manzanas, se hace un recorrido a cada una de éstas para entregar un volante o formulario previo, en el cual se indica que al día siguiente se efectuará la inspección, donde se espera la colaboración con los datos que allí se solicitan. Una vez realizada la codificación y distribución de manzanas, se entrega al inspector la ortofoto, plano o carta catastral a escala 1:500, las fichas de reconocimiento predial y su equipo de trabajo.

2.5.2 Recorrido de campo

El inspector inicia su actividad con el recorrido de la manzana y va reconociendo, si los predios que aparecen en la foto o carta catastral son correctos en sus linderos; marca estos con lápiz especial (grasa o vidiograf, el cual permite hacer correcciones y no daña la impresión), sobre la ortofoto; sobre la carta 1:500 hace las observaciones de linderos y cambios sobre la carta con lápiz de color negro, mientras que los cambios en construcciones son indicados con lápiz color rojo. La ortofoto se utiliza simultáneamente para resolver dudas entre linderos, construcciones, etc.

En el momento de iniciar la inspección, se toman los datos que se solicitaron con anterioridad; se levantan pertinentemente el nombre del propietario, si el entrevistado lo fuera, o si por el contrario es poseedor, arrendatario, etc. Igualmente se solicita la información jurídica del inmueble, No. de registro, área del terreno, edad de la construcción, uso, etc.

Si un predio se definiera incorrectamente, se podría estar trasladándole un área que no le correspondiera o eliminando una construcción existente, por lo que la inspección de campo es una labor de gran cuidado y responsabilidad.

Finalmente, como se observará, esta etapa es fundamental, ya que si se obtiene la mayoría de la información en campo, se ahorra considerablemente la permanencia en el Registro de la Propiedad Inmueble, ya que solamente se corroboran los datos levantados.

2.5.3 Control de calidad a la información de campo

Una vez recibida la información de campo, el coordinador debe seleccionar una muestra representativa del área de cada inspector, la cual no debe ser menor del 20% y se visitarán los predios seleccionados, a fin de detectar alguna inconsistencia en la información recabada. Este control debe ser constante, para evitar incongruencias en la información y realizar las correcciones pertinentes.

De manera integral deben revisarse aspectos como:

- La existencia de polígonos abiertos.
- Linderos mal definidos por el reconocedor.

- Existencia de construcciones no consideradas.
- Mala interpretación del uso y tipificación de la construcción.
- Definición de la nomenclatura vial y domiciliaria.
- Indicación de niveles para cada área construida.
- Predios con información de un colindante.
- Orden en la numeración catastral de predios.
- Que el número de fichas corresponda al número de predios visitados.

Dando la información por correcta, se traslada la misma a la fase de gabinete denominada análisis registral.

2.6 Actividades de oficina

2.6.1 Análisis registral

Paralelo al proceso de campo, se debe hacer el análisis de la información de registro, con el fin de que todo predio quede no solamente incorporado a la base catastral gráficamente, sino que debe tenerse la absoluta seguridad de que el predio, que se está citando o al que se hace mención, es el que corresponde jurídicamente, y si sus datos alfanuméricos también han sido capturados correctamente.

Lo anterior significa que tiene su información de finca, folio libro y tipo de libro correctos, en concordancia con su dirección, titular, área, etc.

El área registrada del terreno es la que se anotará como legal, aún y cuando la calculada técnicamente y que corresponda a lo visto en terreno resulte diferente, ya que las deficiencias del Registro de la Propiedad Inmueble no permiten actualizar fácilmente dichas áreas. Igualmente la de la finca matriz y las áreas de las filiales en el caso de propiedades horizontales, salvo el caso de aquellas que no tienen definida específicamente que el terreno no deba ser distribuido entre cada una de sus filiales; de lo contrario, éste se distribuirá proporcionalmente a cada unidad constructiva.

Lo anterior es porque al calcular el futuro valor de cada unidad, deberá el propietario responder por el valor de la construcción, como de la fracción proporcional del terreno de la finca matriz. Además, se tomarán los valores de inscripción de los bienes inmuebles y la fecha de su inscripción o última transacción.

La información anterior debe trasladarse al formulario de levantamiento predial, a fin de tener condensados en un solo documento todos los datos de cada predio, lo que permite revisar y controlar en forma más eficiente la información generada. De presentarse dudas o incongruencias, entre los datos tomados en campo y los datos del Registro, se darán prioridad a los recabados en el Registro de la Propiedad, una vez que se establezca que se está analizando el mismo predio. Finalmente, las fichas en las que no se obtuvo ninguna información en campo, deberán investigarse por completo en el Registro de la Propiedad Inmueble, a partir de información de un colindante, o por el análisis de las fincas matrices.

2.6.2 Integración de la información en gabinete

Una vez recabados los datos de campo y registro, es necesario ordenar la información en un solo formulario para cada predio; al efectuar esta síntesis, debe tenerse cuidado de no duplicar información, así como de trasladar la información sin ningún tipo de modificación; en caso de duda, es preferible investigar de nuevo el predio en cuestión.

La integración de datos dará como resultado la creación del archivo de manzanas, las cuales estarán ubicadas en carpetas de trabajo; en cada una de ellas se rotulará con el número de manzana que contiene, y así, al final de este proceso, se contará con un folder por manzana.

Cada folder de manzana debe contar con la siguiente documentación:

- Carta a 1:500 con definición predial, numeración catastral, indicación de alturas y actualización de construcciones.
- Ortofoto de la manzana en cuestión.
- Una ficha de levantamiento predial por cada predio identificado en el plano.
- Como documentos extras, se pueden tener las fichas de investigación registral y los planos de cada inmueble ubicados en el Registro de la Propiedad Inmueble.

2.6.3 Transcripción

Este proceso se llevará a cabo, a través de digitadores, que ingresarán cada una de las fichas de levantamiento predial al sistema previamente diseñado con tal fin. En vista de que será uno de los trabajos más monótonos, debe tenerse especial cuidado en que la transcripción se realice de forma clara y precisa. Cualquier control de calidad, para verificar la exactitud de los datos transcritos, es válida e inclusive hay casos de levantamientos catastrales en países desarrollados, en los que este proceso se realiza dos veces para mejor control, y así evitar pérdida de datos. El presente proceso solamente involucra la parte alfanumérica de la información, ya que la parte gráfica, denominada digitalización, se debe llevar a cabo por un equipo mucho más especializado, no sólo en cuestiones cartográficas, sino en el manejo del sistema de información geográfica.

2.6.4 Control de calidad a los datos de transcripción y oficina

Anteriormente se mencionó la importancia de la buena y cuidadosa captura de datos, pues de lo contrario provocaría el desvío de la situación real de un inmueble.

Los errores de transcripción son frecuentes, debido a la rapidez en la captura; por esta razón, debe listarse lo gravado para revisar contra lo que existe en la ficha o formulario; un sólo dato o número mal ingresado puede cambiar por completo la identificación de un inmueble e incluso cruzar los identificadores principales de finca, folio, libro y tipo de libro.

Para el presente control de calidad, deben elaborarse listados de todos los predios transcritos y se revisarán, uno a uno; en caso de existir dudas en algún dato, deberá devolverse el formulario al analista responsable, para que realice la corrección del caso, antes de gravar nuevamente.

Esta revisión debe ser realizada exclusivamente por el director del proyecto, o, en su caso, por un supervisor, a quien se le pueda delegar un trabajo con mucha responsabilidad.

3. CREACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

3.1 Equipos, programas y recursos humanos

El sistema de información geográfica es un sistema que engloba personal capacitado, hardware, software, y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis modelamiento y graficación de datos y objetos georeferenciados espacialmente, para resolver problemas complejos de planeación y administración. Una definición más sencilla es: un sistema computarizado, capaz de mantener y usar datos con localizaciones exactas en la superficie terrestre.

3.1.1 Equipos (hardware)

Es el ámbito físico donde opera el SIG. Actualmente, los programas de SIG se pueden ejecutar en un amplio rango de equipos, desde estaciones de trabajo (Workstations), hasta computadores personales (PC's), ya sea integrados a una red de trabajo o simplemente como usuarios individuales; sin embargo, para el caso específico del SIG catastral, y debido al gran volumen de material cartográfico que se va a manipular, se recomienda como mínimo una configuración como la siguiente:

- Procesador Pentium IV 3 Gigahertz.
- 1 GB de memoria RAM.

- Monitor de 17" o 19".
- Disco duro de 80 GB.
- DVD quemador.

Además el equipo necesario para una unidad de cartografía catastral, necesariamente debe estar complementado con equipos de entrada y salida de información digital, por ejemplo:

- Mesa digitalizadora Calcomp Drawing Board III.
- Scanner de alta resolución y gran formato 1200 x 1200 DPI, A0.
- Scanner personal.
- Plotter de 36" o 42" de inyección de tinta.
- Mini plotter de 9" (doble carta) de inyección de tinta.

Y como complemento, dichos equipos, sumados al resto del equipo dedicado al catastro, deberán encontrarse en red administrada por un servidor local, lo cual mejorará el rendimiento global.

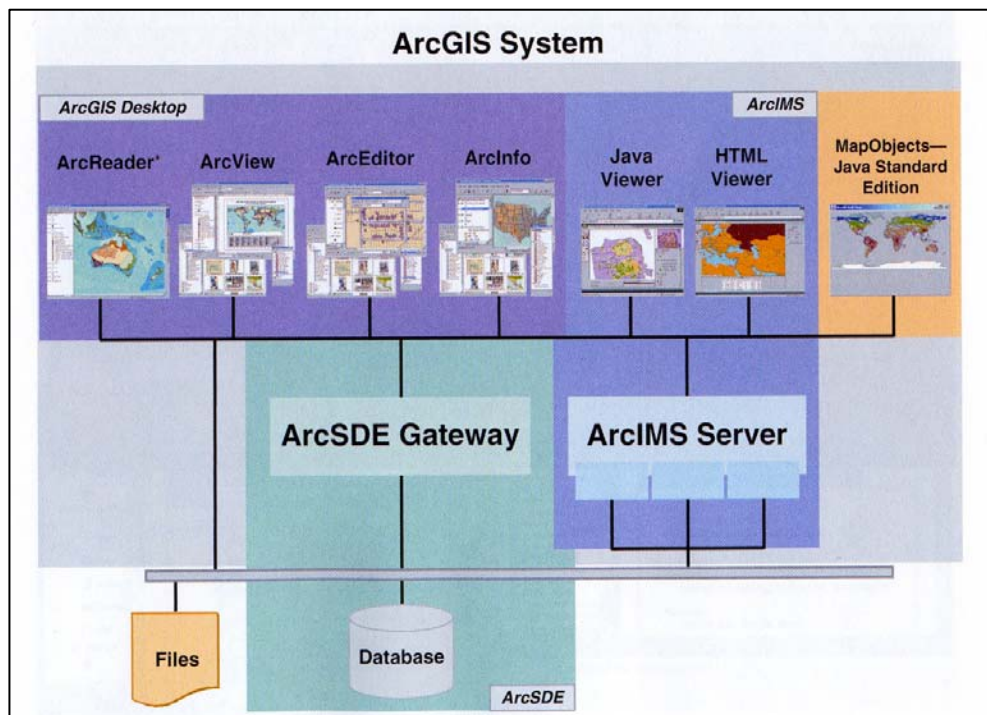
3.1.2 Programas (software)

Los programas de manejo de sistemas de información geográfica deben proveer las funciones y herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica.

Los principales componentes de estos programas deben ser:

- Herramienta para la entrada y manipulación de la información geográfica.
- Un sistema de manejador de bases de datos interno (DBMS) o externo (Oracle).
- Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis, visualización, consultas y salidas impresas.

Figura 8: estructura de módulos de software del sistema ArcGis.



Fuente: Manual de ArcGis versión 8.2.

Para este caso particular, se desarrollará la teoría de la implementación del SIG con herramientas del Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales (ESRI por sus siglas en inglés), el cual dispone entre sus productos de los siguientes:

- **Arc View:** la visualización y manejo de la información en formatos *.shp, permite un nivel de edición básico, sin embargo, no permite la construcción de la topología del material editado.
- **Arc Info:** la administración de la información, a alto nivel, permite un 100% de edición en formatos *.shp, *.cov, construcción de topologías y control de calidad del material cartográfico.
- **Arc SDE:** el manejador de bases de datos espaciales mejora la implementación de las relaciones espaciales y alfanuméricas administrando la información de manera más eficiente; se recomienda para el manejo de altos volúmenes de información en consultas simultáneas por muchos usuarios.
- **Arc IMS:** es el módulo que permite la publicación de mapas SIG, a través de intranets o internet, y permite modos de consulta y edición, a través de los cuales se puede controlar la información compartida en la red.
- **Herramienta CAD:** será una herramienta complementaria, debido a su versatilidad como herramienta de dibujo será utilizada para efectuar actualizaciones al mapa digital catastral, incorporando a través de ella, libretas topográficas, puntos geodésicos, etc.

En términos de costos, el valor del software es aceptable (US \$2,000.00 – US \$12,000.00), teniendo en cuenta la versatilidad del mismo y la calidad del manejo de la información cartográfica.

3.1.2.1 Diferencias entre SIG y CAD

Los sistemas CAD se basan en la computación gráfica, que se concentra en la representación y el manejo de información visual (líneas y puntos). Los SIG requieren de un buen nivel de computación gráfica, sin embargo, un paquete exclusivo para manejo gráfico no es suficiente para ejecutar las tareas que requiere un SIG y no necesariamente un paquete gráfico constituye una buena base para desarrollar análisis. El manejo de la información espacial requiere una estructura diferente de la base de datos, mayor volumen de almacenamiento y tecnología de soporte lógico que supera las capacidades funcionales ofrecidas por las soluciones CAD.

Los SIG y los CAD tienen mucho en común, dado que ambos manejan los contextos de referencia espacial, difieren en el aspecto de la topología. Las diferencias consisten en el volumen y la diversidad de información, y la naturaleza especializada de los métodos de análisis presentes en un SIG. Estas diferencias pueden ser tan grandes, que un sistema eficiente para CAD puede no ser el apropiado para un SIG y viceversa. Un sistema de información geográfica, es una herramienta de análisis de información, la que debe tener una referencia espacial y conservar una inteligencia propia sobre la ubicación y representación de los objetos que contiene (topología).

En general, un SIG debe tener la capacidad de dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Dónde está el objeto A?
- ¿Dónde está A con relación a B?
- ¿Cuántas ocurrencias del tipo A hay en una distancia D de B?
- ¿Cuál es el valor que toma la función Z en la posición X?, etc.

3.1.3 Recurso humano

La tecnología de los SIG está limitada, si no se cuenta con el personal que opere desarrolle y administre el sistema; este personal debe estar adecuadamente capacitado para establecer los modelos aplicativos del SIG a problemas del mundo real; para tal efecto, es necesario que el personal conozca ampliamente no sólo en el manejo de herramientas SIG, sino que también maneje conceptos básicos de topografía, cartografía, geodesia, y herramientas CAD, obtención y edición de imágenes y bases de datos.

Una de las partes medulares del SIG catastral será la administración de los datos catastrales, con los que se alimentará el sistema; estos datos alfanuméricos y gráficos deben ser manipulados de la forma más responsable, ya que al contar con personal poco capacitado se corre el riesgo de desbaratar todo el proceso de implementación catastral.

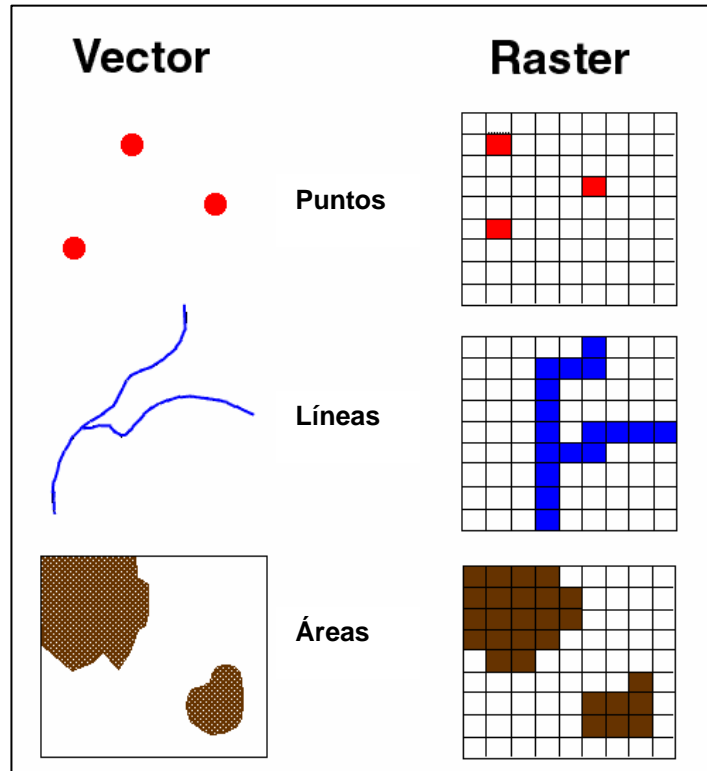
3.2 Conceptos del entorno SIG

3.2.1 ¿Cómo se representan los datos espaciales?

La representación primaria de los datos en un SIG está basada en algunos tipos de objetos universales que se refieren al punto, línea y área. Los elementos puntuales son todos aquellos objetos relativamente pequeños, respecto a su entorno más inmediatamente próximo, y se representan mediante líneas de longitud cero.

Por ejemplo, elementos puntuales pueden ser un poste de la red de energía o un tragante de la red de alcantarillado.

Figura 9: representación gráfica de elementos espaciales en el SIG.



En este punto, vale la pena hacer la siguiente aclaración: respecto a la determinación de los elementos puntuales, en un mapa que incluya los detalles más relevantes del mapa que visualice un objeto particular; este puede figurar como un elemento de tipo área (en el mapa del país se pueden visualizar ciudades importantes con puntos, no necesariamente con el área física que ocupan); en cambio en otro mapa, que no incluya detalles asociados del objeto, puede aparecer como un objeto puntual.

Los objetos lineales se representan por una sucesión de puntos donde el ancho del elemento lineal es despreciable, respecto a la magnitud de su longitud; con este tipo de objetos se modelan y definen las carreteras, las líneas de transmisión de energía, los ríos, las tuberías de acueducto, entre otros. Los objetos de tipo área se representan en un SIG, de acuerdo con un conjunto de líneas y puntos cerrados para formar una zona perfectamente definida, a la que se le puede aplicar el concepto de perímetro y longitud. Con este tipo se modelan las superficies como: mapas de bosques, sectores socioeconómicos de una población, un embalse de generación, entre otros.

3.2.2 Conceptos fundamentales

Atributos: datos alfanuméricos no necesariamente espaciales, que se ligan (atribuyen) a elementos gráficos o cartográficos, por ejemplo: número de identidad del propietario de una parcela.

Bloque: unidad física de grabación de información: cantidad de información que se graba o lee en una sola operación de escritura o lectura.

CAD: Diseño Asistido por Ordenador (Computer Aided Design). Se refiere a toda aplicación o sistema informático, que proporciona ayudas para el dibujo, es decir, para la creación, almacenamiento, edición y trazado de sistemas gráficos generalmente de topología sencilla (fundamentalmente puntos y líneas). Carecen o son pobres en ayudas para el manejo de recintos superficiales y/o de bases de datos alfanuméricas de atributos de cierta complejidad.

Cartografía analógica: es la representada o registrada de manera continua, sobre papel u otro soporte bidimensional o tridimensional.

Cartografía digital: es aquella en que los elementos cartográficos se registran por sus coordenadas (topografía) y relaciones espaciales (topología) en forma numérica, generalmente se trabaja en formatos CAD o SIG, tomando en cuenta que en formato CAD será meramente preliminar, por su dificultad de crear topologías sencillas y de doble precisión.

Centroide: es el punto interior a un recinto u objeto superficial que caracteriza topológicamente su región interior, y al que suelen ligarse sus atributos; punto central de su geometría.

Cliente-servidor: es el régimen de funcionamiento de un conjunto de ordenadores conectados en red en que uno o varios (servidores) centran su actividad en almacenar, registrar y servir datos y otros (clientes), que acceden concurrentemente a los primeros, consultan, procesan, mantienen y usan los datos servidos por los primeros.

Coincidencia explícita: es parte de cartografía compartida eventualmente por elementos pertenecientes a capas distintas, no necesariamente coincidentes, por ejemplo: tramo coincidente de parcela y río colindantes.

Coincidencia implícita: partes de cartografía compartidas necesariamente por elementos vinculados jerárquicamente, por ejemplo: el tramo de frontera común a una parcela urbana y a la manzana a la que pertenece.

Gb: es la abreviatura de gigabyte. Es la medida de almacenamiento en soportes informáticos (cintas, discos, memorias, etc.), que equivale aproximadamente a mil millones de caracteres (letras o dígitos numéricos).

Geocódigo: es el código de identificación de un objeto obtenido mediante el adecuado algoritmo, a partir de la posición de ese objeto en el espacio; generalmente el geocódigo es una sucesión alfanumérica, que integra las coordenadas del objeto y su identificación en la respectiva hoja cartográfica.

Hoja cartográfica: es la unidad de representación cartográfica de la cartografía catastral urbana de forma rectangular, cuyas dimensiones son de 1 metro por 50 cms., orientada exactamente, según los ejes UTM, que se extiende a una subdivisión exacta, mayor o menor según la escala, de una cuadrícula kilométrica (la mitad a escala 1:1000; una octava parte a escala 1:500).

Indexación espacial: es la organización de los elementos de un SIG, de manera que se facilite la búsqueda o interrelación de elementos por su posición en el ámbito espacial del SIG.

Mb: abreviatura de megabyte. Medida de almacenamiento en soportes informáticos (cintas, discos, memorias, etc.), que equivale aproximadamente a un millón de caracteres (letras o dígitos numéricos).

Nodo: es el vértice donde confluyen varios tramos o fronteras lineales.

Polilínea: es la línea poligonal orientada, cuyos segmentos no están divididos unos de otros, sino que conforman un solo objeto geográfico.

Texto: es el dato alfanumérico ligado a un sistema gráfico por su posición (generalmente para ser representado allí) y no por adscripción a elemento gráfico alguno.

Topología: es el conjunto de las relaciones de orden (no métricas) que ligan entre sí los elementos (puntos, vértices, polilíneas, recintos superficiales), que componen un sistema gráfico en general o cartográfico en particular.

Topología arco-nodo: se caracteriza porque en un entramado de recintos superficiales colindantes cada tramo lineal fronterizo y se recoge una sola vez, a diferencia de los sistemas orientados a recintos superficiales como objetos (“shapes”) con geometría encapsulada, en que con cada recinto se almacena su contorno completo y, por tanto, las fronteras se recogen doblemente.

Vértice: cada uno de los puntos que son origen o extremo de segmento o vector dentro de una polilínea.

3.2.3 La información que se maneja en el SIG

Se parte de la idea de que un SIG es un conjunto de procedimientos usados para almacenar y manipular datos geográficamente referenciados, es decir, objetos con una ubicación definida sobre la superficie terrestre, bajo un sistema convencional de coordenadas.

Se dice que un objeto en un SIG es cualquier elemento relativo a la superficie terrestre que tiene tamaño, es decir, que presenta una dimensión física (alto – ancho – largo) y una localización espacial o una posición sujeta a ser medida, en el espacio relativo a la superficie terrestre, a través de un sistema de coordenadas que lo ubique con precisión.

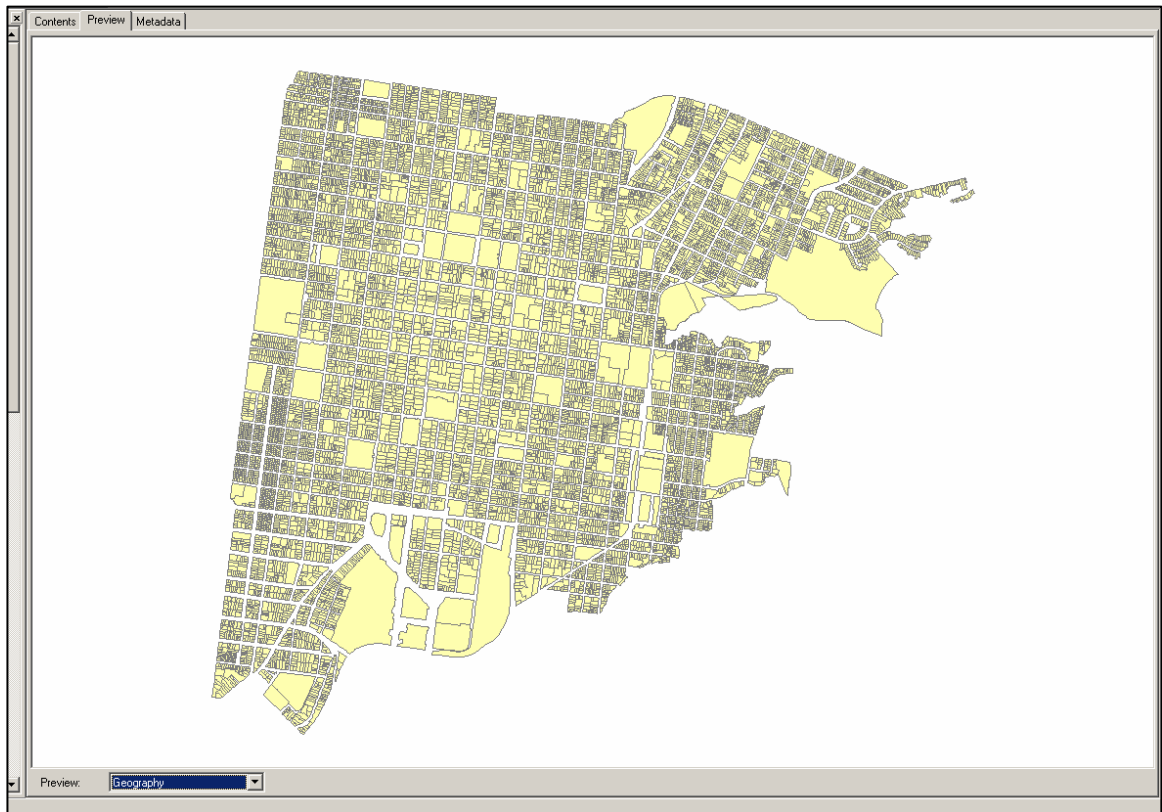
A todo objeto se asocian unos atributos que pueden ser:

- Gráficos (coberturas – shapes).
- No gráficos o alfanuméricos.
- **Atributos gráficos:** son las representaciones de los objetos geográficos asociados con ubicaciones específicas en el mundo real. La representación de los objetos se hace por medio de puntos, líneas o polígonos (áreas), y a la vez son la simbología o representación de las entidades en los modelos conceptual y lógico.

Ejemplos de representación en una red de servicios:

- Punto: un poste de energía.
- Línea: una tubería.
- Polígono: una manzana.

Figura 10: base de datos gráfica a nivel de predios en zona 01.



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

- **Atributos no gráficos:** también llamados alfanuméricos, corresponden a la descripción, calificación o características que nombran y determinan los objetos o elementos geográficos. Generalmente se encuentran en tablas externas al SIG, (formatos *.dbf, u Oracle), por lo que la unión entre ambos tipos de atributos se logra, a través de un campo “llave” o campo lógico, con el cual se crea el “link” necesario; este link se ha previamente definido en el modelo relacional del SIG.

Figura 11: base de datos alfanumérica a nivel de predios.

Contents		Preview		Metadata			
FID	Shape	AREA	PERIMETER	PRE_01#	PRE_01-ID	CAT_2535_1	
2	Polygon	214,712849967182	63,7930850774882	2	11085	2	
3	Polygon	332,668776120991	74,4476665215387	3	12224	3	
4	Polygon	142,497073736042	54,0576479656702	4	12218	4	
5	Polygon	236,698999855667	62,7752748636926	5	11086	5	
6	Polygon	90,9035000316799	38,4630731935751	6	11087	6	
7	Polygon	301,959150092211	91,3626217219885	7	12225	7	
8	Polygon	99,210899963975	41,4346622527599	8	11088	8	
9	Polygon	189,336510084569	60,9311993958838	9	12228	9	
10	Polygon	103,430999938399	41,5013885436125	10	11089	10	
11	Polygon	234,599497560412	90,3036938780667	11	12242	64	
12	Polygon	342,388351969421	82,0234207296814	12	12230	12	
13	Polygon	141,999049860984	49,8959662297117	13	11090	13	
14	Polygon	123,636000037193	45,939692310529	14	11091	14	
15	Polygon	345,895299766213	95,346101144723	15	11092	15	
16	Polygon	143,305490083992	57,6501268648951	16	12229	9	
17	Polygon	97,8813000023365	40,8564463977322	17	11093	16	
18	Polygon	83,9348999708891	36,1269207840785	18	11094	17	
19	Polygon	37,5162622211501	26,342144720667	19	12142	18	
20	Polygon	49,671337755397	28,4153978478093	20	12143	18	
21	Polygon	267,849450059235	84,1614600327124	21	11095	19	
22	Polygon	95,8075499609113	42,1707604107097	22	11096	20	
23	Polygon	105,781499996781	40,413121393329	23	11097	21	
24	Polygon	58,1277499627322	32,4763762620273	24	12156	22	
25	Polygon	140,598849982023	57,4693604901127	25	11098	23	
26	Polygon	51,1487000109628	31,2594178618512	26	12157	22	
27	Polygon	126,264032967389	60,4607083019625	27	12232	12	
28	Polygon	55,7564642690122	32,1824270101231	28	12158	24	
29	Polygon	56,519585727714	32,3924034556592	29	12159	24	
30	Polygon	122,412499954458	42,8073536676907	30	11099	25	
31	Polygon	217,861624889076	64,0707526161089	31	12222	26	
32	Polygon	232,233100190759	84,8460651346229	32	11100	27	
33	Polygon	96,5910999923944	39,3207220296718	33	11101	28	
34	Polygon	85,3546501547098	40,8609991293496	34	11102	29	
35	Polygon	81,7819500025362	36,324584825342	35	11103	30	
36	Polygon	98,6363988835365	42,0315790630688	36	12167	31	
37	Polygon	103,547153629363	42,495116005006	37	12220	32	
38	Polygon	106,377749957144	59,0011858802611	38	12231	12	
39	Polygon	212,742099937052	60,0082439666356	39	11104	33	
40	Polygon	68,0843499619514	37,5636808662936	40	11105	34	
41	Polygon	185,811736129224	61,7386541774994	41	12241	35	

Record: 1 Show: All Selected Records (of 12864) Options

Preview: Table

Fuente: Municipalidad de Guatemala.

3.3 Modelación del sistema de información geográfico catastral

La tecnología de los SIG, en la mayoría de los casos, se ha desarrollado sin una profundización teórica que sirva de base para su diseño e implementación; para sacar el mayor provecho de esta técnica, es necesario ahondar en ciertos aspectos teóricos y prácticos, que los especialistas no deben perder de vista, partiendo de que no se puede confundir el SIG con digitalizar y teclear datos en el computador.

- **Modelo conceptual:** es la conceptualización de la realidad por medio de la definición de objetos de la superficie de la tierra (entidades) con sus relaciones espaciales y características (atributos), que se representan en un esquema que describe esos fenómenos del mundo real. Para obtener el modelo conceptual, el primer paso es el análisis de la información y los datos que se usan y producen en el proceso catastral; el siguiente será la determinación de las entidades y los atributos con las relaciones que aquellas guardan, de acuerdo con el flujo de información en los diferentes procesos que se llevan a cabo en la implementación del catastro. Las entidades serán las definiciones espaciales, que se relacionarán en cada esquema dentro del mapa aplicado.

Tabla III: representación de datos espaciales.

ENTE MUNICIPAL	ENTIDAD	ATRIBUTO
Departamento de Catastro	Polígonos = Predio	Área, dirección, propietario
Empresa de Transporte	Líneas = Red vial	Longitud, tipo
Empresa de Agua	Puntos = Válvulas	Tipo, diámetro, material

Existen diversos métodos para desarrollar tanto el modelo conceptual como los demás modelos, por cuanto éste es la base para obtenerlos; entre ellos, están:

- Entidad asociación (EA).
- Modelo entidad relación (MER).

En los SIG, sobre todo si tienen algo de complejidad, se debe pensar siempre en el MER, que garantiza la organización de todas las entidades con sus relaciones en un sólo esquema de representación de las cosas, como son en la realidad. Con este modelo, se obtiene un medio efectivo para mostrar los requerimientos de información, organización y documentación necesarios para desarrollar el SIG y la clase de datos que se estará manipulando.

- **Modelo lógico:** se puede definir como el diseño detallado de las bases de datos que contendrán la información alfanumérica y los niveles de información gráfica que se capturarán, con los atributos que describen cada entidad, identificadores, conectores, tipo de dato (numérico o carácter) y su longitud; además, se define la geometría (punto, línea o área) de cada una de ellas. Como se trata de manipular, en el sistema, los elementos del paisaje, se tienen que codificar para poder almacenarlos en el computador y luego manipularlos en forma digital y además, darles un símbolo para su representación gráfica en la pantalla o en el papel. Es en esta etapa en que se elaboran las estructuras en que se almacenarán todos los datos, tomando como base el modelo conceptual desarrollado anteriormente. Se trata de hacer una descripción detallada de las entidades, los procesos y análisis que se llevarán a cabo, los productos que se espera obtener, así como la preparación de los menús de consulta para los usuarios.

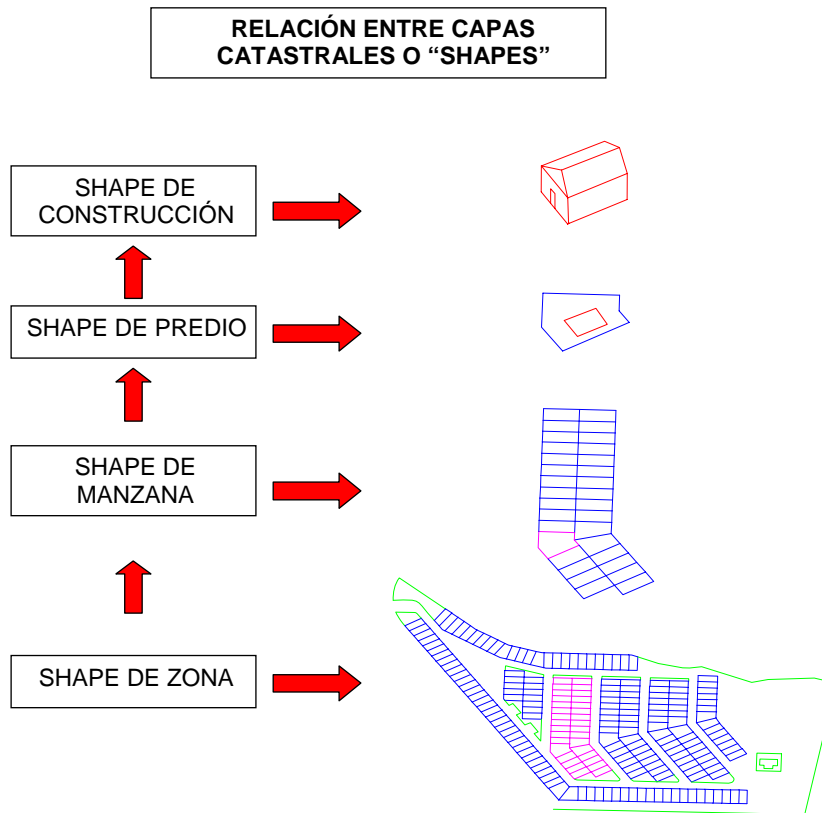
- **Modelo físico:** es la implementación de los anteriores modelos en el programa o software seleccionado y los equipos específicos, en que se vaya a trabajar y por esto se realiza de acuerdo con sus propias especificaciones.

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.

El modelo del SIG catastral estará definido por las siguientes capas:

- Zonas
- Manzanas
- Predios
- Construcciones

Figura 12: Esquema del modelo físico.



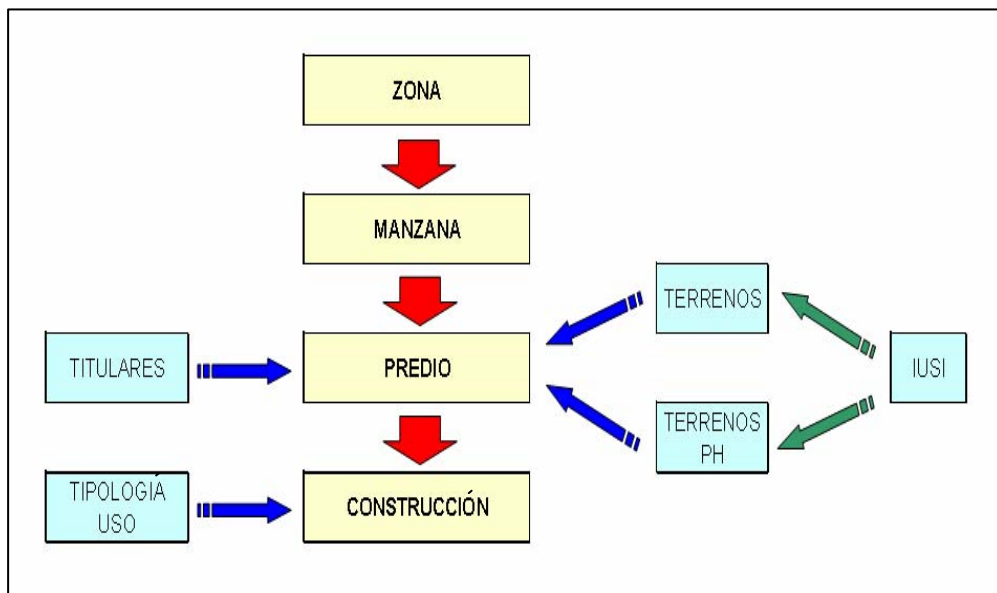
Puede observarse la interacción entre las distintas capas de cartografía, que conformarán el sistema de información geográfica catastral.

Es importante puntualizar que aunque generalmente se trabajará con capas tipo "shapes", ya que permiten ser editadas en el módulo Arc View, (módulo más barato), no será exclusivamente éste el formato de control de calidad, ya que para crear la necesaria topología, todas las capas de cartografía digital deben ser trabajadas en formato "cobertura" de Arc Info Workstation. Una vez definido el modelo de trabajo para las capas de cartografía digital, es necesario definir las tablas de información alfanumérica, que serán ligadas y el campo "llave" que lo permitirá.

Uno de los principios del SIG catastral será precisamente el campo “llave”, que está constituido por el número catastral. Este número es precisamente el que identifica cada una de las fichas de trabajo de levantamiento predial; además, es ingresado a cada pantalla en el proceso de transcripción, y queda ligado a los demás datos individuales de cada predio, titular, número de registro, área, etc.

Así pues, el modelo estructural de tablas utilizadas será el siguiente:

Figura 13: modelo de datos entre las bases del SIG catastral.



	Campo llave No. Catastral
	Campo llave (finca, folio libro)
	Superposición de shapes
	Capa de cartografía digital
	Tabla de datos alfanuméricos

Fuente: Municipalidad de Guatemala.

3.4 Digitalización predial

Una vez establecido el modelo del SIG, y revisadas las diferentes coberturas y “shapes” de cartografía digital, se inicia el proceso de digitalización, a través del cual se incorporarán a la cartografía básica los cambios pertinentes, que fueron encontrados en el levantamiento de campo y la investigación registral. El personal, a cargo de esta fase, recibirá la capacitación necesaria para operar los módulos de Arc Catalog y Arc Map; ambos son parte del paquete Arc View; así mismo, deberán cumplir con el perfil establecido anteriormente.

En el momento de iniciar el proceso de digitalización, es necesario haber establecido correctamente los medios de control de calidad, así como el de flujo de información, ya que el rendimiento diario exigido será uno de los parámetros que se van a supervisar. Una vez lista la información, se le proporciona a cada digitalizador un mapa general de la zona que estará digitalizando, la cual contará con la numeración de manzanas, en formato doble carta, para una mejor visualización espacial del área de trabajo. Según del número de digitalizadores disponibles, el número promedio de predios que va a digitalizarse diariamente será de 300, los que pueden aumentar o disminuir, según los factores como:

- Homogeneidad de las manzanas.
- Tipo y cantidad de cambios dentro de cada predio.
- Topografía del terreno.

Figura 14: proceso de digitalización predial.



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

Básicamente el proceso de digitalización busca incorporar la delimitación real definida anteriormente en los procesos investigativos, así como plasmar en la cartografía digital el campo “llave” o campo, que hará posible ligar las tablas de datos alfanuméricos al SIG.

Como se podrá suponer, el asignar un código alfanumérico al polígono respectivo implica que el SIG también maneja internamente tablas relacionales, con las que el sistema interactuará al momento de efectuar los enlaces a las bases de datos externas. Precisamente el software escogido, para tal fin, maneja tablas internas denominadas tablas “info”, en las que recoge información gráfica de la cartografía, como lo serían:

- Coordenadas de los vértices de cada polígono.
- Centroides o centros de masa.
- Tipo de capa (puntos, líneas o polígonos).
- Identificador individual asignado automáticamente por el sistema (FID).

Adicionalmente, se crearán campos definidos a partir del modelo del SIG, los cuales básicamente (según el modelo) serán:

Tabla IV: campos de las tablas de manzanas, predios y construcciones.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	TIPO DE CAMPO	DÍGITOS
ZO	Zona	Numérico	2
MAN	Manzana	Numérico	4
PRE	Predio	Numérico	3
NC	Número catastral	Numérico	9
FC	Número de ficha	Alfanumérico	16

Fuente: Municipalidad de Guatemala.

El proceso inicia con la asignación de un determinado número de manzanas a cada digitalizador, el cual ubica cada manzana en el mapa digital al que tiene acceso. Generalmente, cada digitalizador trabajará simultáneamente sobre las 3 capas principales del modelo del SIG catastral:

- Manzana
- Predio
- Construcción

El tipo de modificación que se va a realizar dependerá de distintos factores, sin embargo, aunque se pueden listar los más comunes de ellos, es necesario hacer énfasis en que ningún manual podrá prever la medida más correcta que se va a ejecutar sobre una capa determinada, aún y cuando existan varias formas de ejecutar cada cambio.

Dentro de las diferentes capas, se pueden tener cambios como:

- Creación de una nueva manzana cuyo polígono no existe.
- Asignación de número de manzana.
- División del polígono para la creación de una nueva manzana.
- Unión de dos polígonos de manzana para crear una sola.
- Eliminación de partes del polígono para definir calles, callejones, pasos de servidumbre, etc.
- Asignación de número catastral a polígonos de predios.
- Unificación o desmembración de predios individuales.
- Creación de predios nuevos.
- Eliminación de predios inexistentes (existen en cartografía, pero no en el análisis catastral).
- Creación de polígonos de construcción.
- Asignación de número de edificio a polígonos de construcción.
- Asignación de número catastral a polígonos de construcción.

El volumen de información que se va a digitalizar varía dependiendo del sector a trabajar; para establecer ejemplos comparativos se enumeran las siguientes zonas:

- Zona 1 11,000 predios.
- Zona 5 12,000 predios.

- Zona 18 50,000 predios.

Se ha obtenido un estimado para el municipio de Guatemala de 300,000 predios, que estarían constituidos por 20 zonas, sin incluir las zonas 24 y 25.

Asimismo vale la pena resaltar que en los casos en que se detecte una inconsistencia en la información que se va a digitalizar, el fólder completo de la manzana en cuestión deberá ser remitido al jefe de investigación registral, para su revisión y corrección; ningún digitalizador deberá efectuar cambios a la información disponible en cada fólder.

Además el control de calidad en esta fase debe ser riguroso, con el afán de que no sean incluidos cambios esporádicos (intencionales o no) a las diferentes capas de cartografía. Sería muy fácil eliminar predios, cambiar linderos, o simplemente dejar sin identificación polígonos individuales, por lo que el jefe de cartografía debe efectuar revisiones aleatorias.

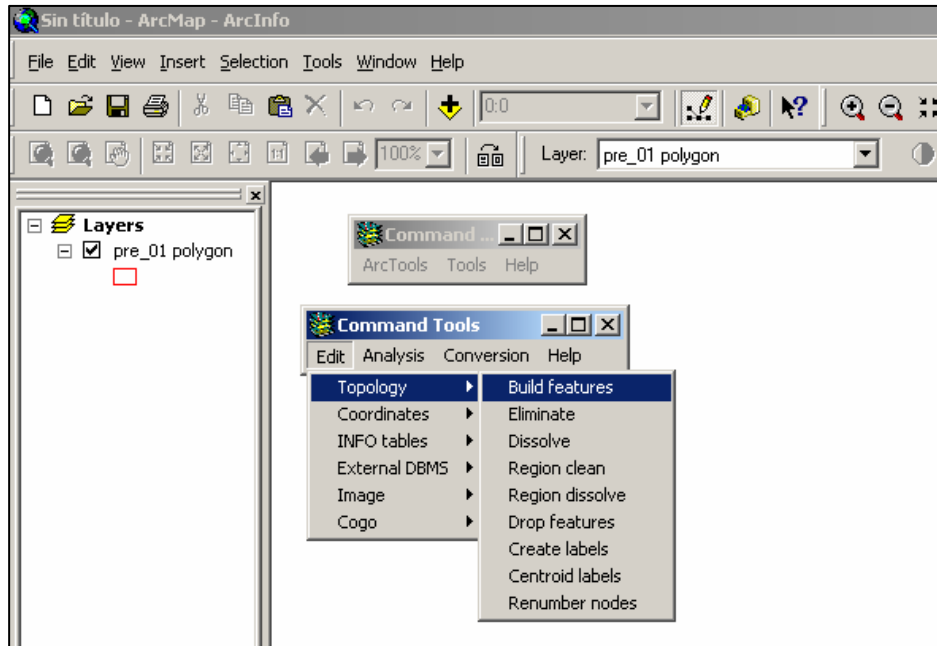
Otro aspecto importante, en la fase de digitalización, será la creación de archivos de respaldo (backups) con los que se pueda contar en caso de una pérdida de información; en la actualidad, es frecuente que los equipos de computación experimenten fallas de funcionamiento, debido a muchas causas, (hardware, software, corriente eléctrica, etc.), por lo que cada digitalizador deberá elaborar dos copias idénticas del trabajo realizado cada día; de preferencia, debe depositarse una de ellas en una carpeta compartida por el servidor, a donde tendrán acceso únicamente los miembros de la sección de digitalización y de donde el jefe del área podrá extraer información para efectuar controles de calidad.

3.5 Creación de topologías y estructuras geoespaciales

Luego de concluida la fase de edición, deben realizarse los controles de calidad pertinentes relativos a la fase de postdigitalización, en los que se buscarán:

- Predios sin número catastral asignado
- Saltos en el orden de la numeración
- Números mal digitados
- Polígonos abiertos
- Linderos comunes desalineados
- Intersección de polígonos vecinos
- Digitalización del 100% de manzanas de la zona
- Que se hayan corregido y digitalizado los errores encontrados en algún fólder.
- Correcta definición de tolerancias

Figura 15: herramientas de topologías de la plataforma Arc Info 8.3.

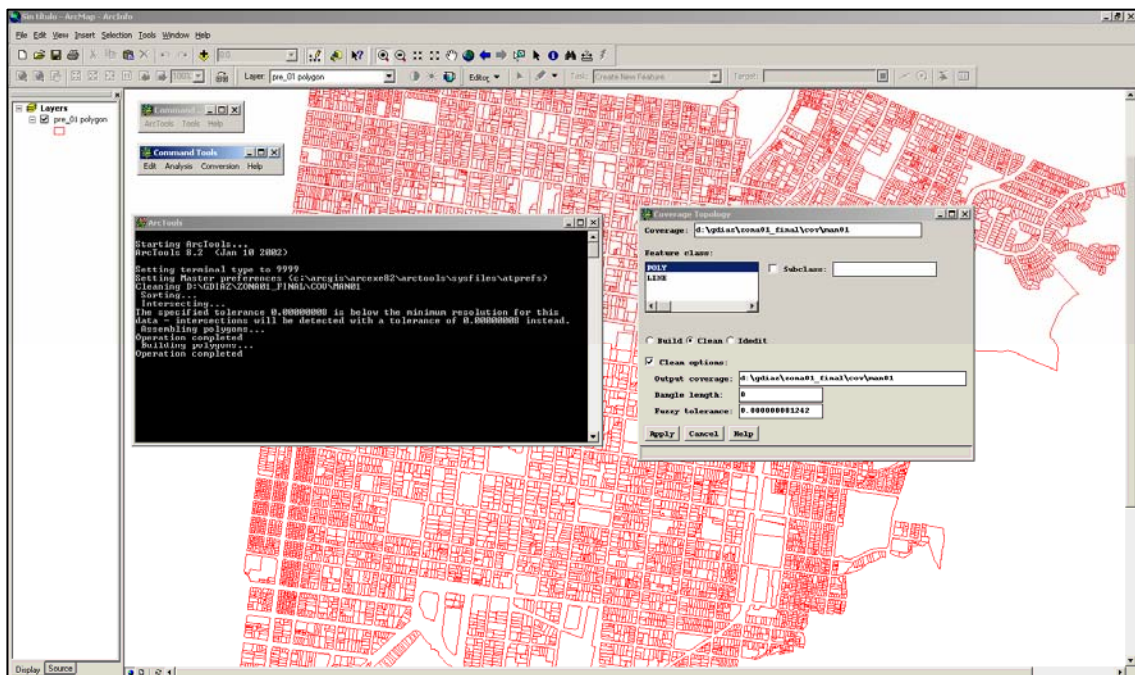


Fuente: Municipalidad de Guatemala.

La metodología de trabajo hace necesario que cada digitalizador trabaje con los mismos shapes de manzanas, predios y construcciones, (1 copia diferente cada uno), por lo que en el momento de asignar manzanas para digitalización, se está distribuyendo el trabajo aleatoriamente. Al finalizar cada zona, se deben integrar las diferentes partes digitalizadas, lo que se inicia borrando todos aquellos polígonos que no fueron trabajados en las manzanas asignadas. El jefe de digitalización será el encargado del siguiente paso, dentro de la creación de topologías, ya que las herramientas disponibles en el ambiente Arc View no permiten la creación de topologías. Todos los archivos shapes deben ser exportados a formatos de coberturas, con los que se efectuarán los procesos de topología en el módulo Arc Info.

El proceso de topología permite mantener la alta precisión con que cuenta la cartografía, además de que estructura nuevamente los polígonos editados a fin de contar con los atributos correctamente. Este proceso define estructuralmente los siguientes parámetros dentro de cada polígono:

Figura 16: definición de tolerancias para la construcción de topologías.



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

- Área
- Perímetro
- Identificador individual (FID).
- Traslape de linderos (hasta el rango de 0.0000001 metros).

Cada estructura deberá trabajarse individualmente, corriendo dos procesos sucesivos: los denominados CLEAN y BUILD.

Luego de estructurar la topología correspondiente, deben importarse nuevamente los archivos de coberturas a formatos shapes, para su posterior manipulación y actualización en plataformas Arc View. Cabe señalar que este se transforma en un proceso repetitivo, ya que cada vez que sea necesario actualizar un shape de manzanas, predios o construcciones, se debe repetir el proceso antes descrito, a fin de mantener la calidad de la cartografía.

La persona, encargada de la creación de estructuras topológicas, deberá tener un profundo conocimiento de la herramienta Arc Info Workstation, ya que es el único módulo donde se pueden efectuar dichos procesos de control de calidad.

3.5.1 Integración de datos geospaciales y alfanuméricos

Uno de los últimos pasos, para tener plenamente estructurado el SIG, será crear los vínculos necesarios entre la información gráfica y las tablas de datos alfanuméricos; como se ha venido desarrollando, es importante hacer notar que el número catastral, el cual conforma el código “llave” está presente en ambos ámbitos, tanto en las tablas de datos, donde fuera asignado por el personal de campo y tabulado en gabinete, como en los shapes de información cartográfica, que es ingresado por el trabajo del personal de digitalización.

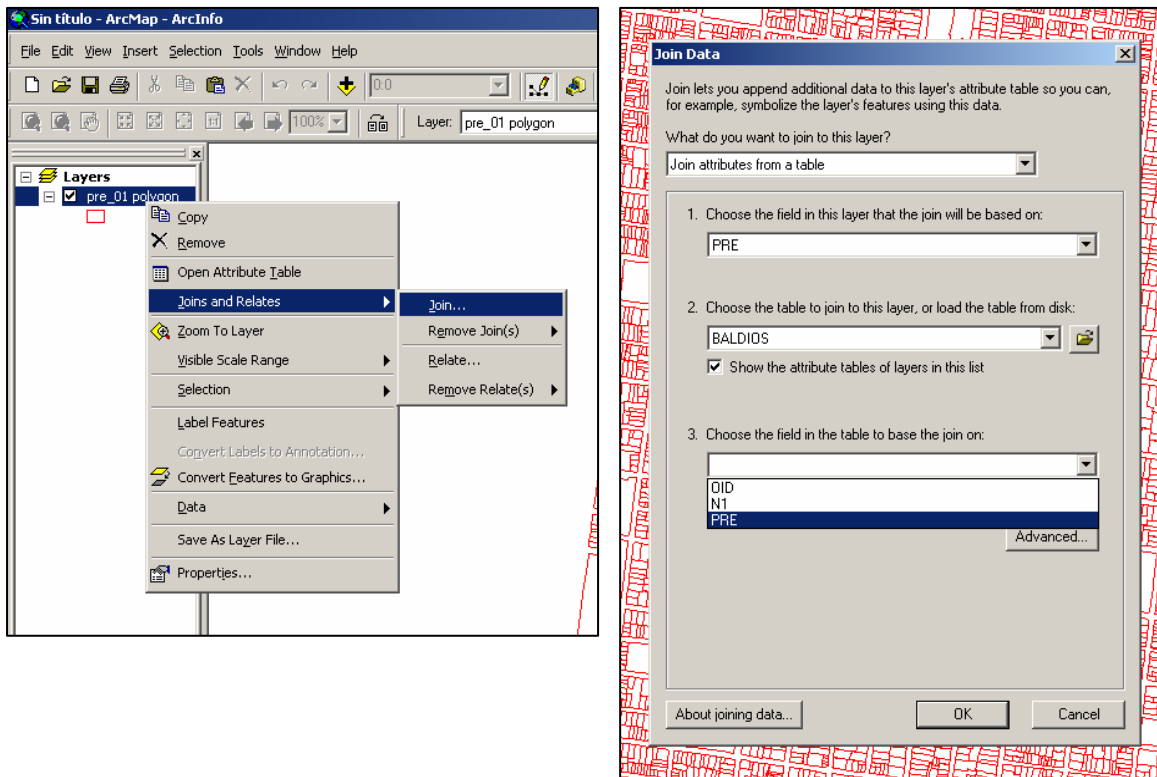
El siguiente paso será crear los links, a través del comando JOIN, que está presente en las plataformas Arc View y Arc Info. Los pasos para crear el link a una tabla externa serán:

- Seleccionar la capa cartográfica, a la que se desea ligar la tabla externa.

- Clic derecho y seleccionar el comando JOIN.
- En el cuadro de diálogo, que aparece, se selecciona el campo PREDIO.
- Direcccionar la tabla externa a su ubicación en el disco duro.
- Se selecciona el campo NC de la tabla, para crear finalmente el link.

Es importante resaltar el hecho de que solamente se reconocerán aquellos campos de la tabla externa, que estén previamente definidos como campos numéricos; en caso contrario, no aparecerán en la lista de selección, por lo que será necesario editar la tabla para definir el campo numérico a seleccionar.

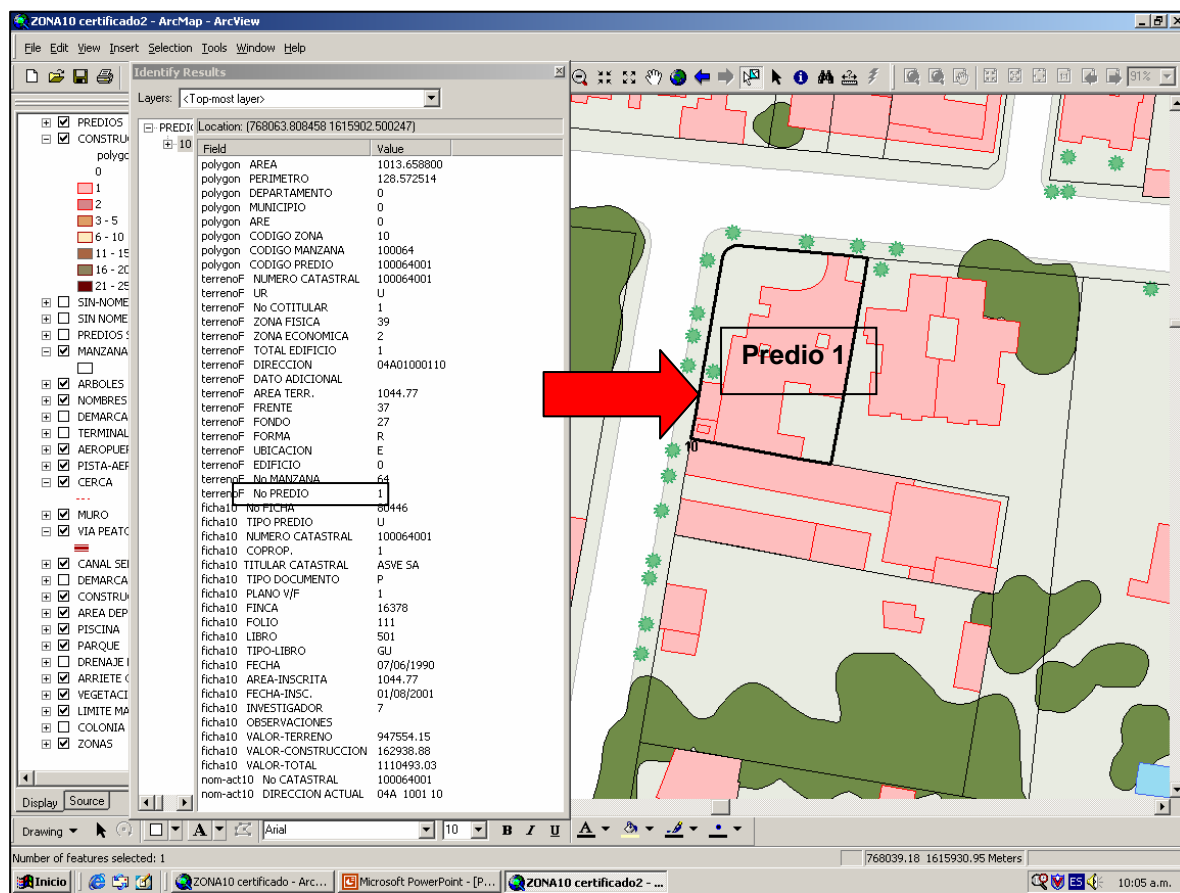
Figura 17: herramienta “JOIN”, para ligar tablas de atributos externas.



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

De esta forma, se crean las relaciones necesarias para obtener una consulta completa de la información alfanumérica de cada predio; al finalizar el proceso de incorporación de tablas, se pueden hacer consultas, actualizaciones, análisis geométricos, etc.

Figura 18: consulta de información predial.



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

3.5.2 Propiedad horizontal

El caso de la propiedad horizontal es muy específico, pues engloba todas aquellas propiedades que formando parte de una sólo finca, se levantan en varios pisos, y conservan una relación de unidad hacia la finca matriz.

En otras palabras, la propiedad horizontal es la definición legal para el régimen en el que se legalizan los apartamentos, oficinas, comercios de un edificio o centro comercial. El proceso de incorporar un predio definido como PH (propiedad horizontal) se inicia con su codificación especial de 15 dígitos en el número catastral. Luego, todos los PH de una zona se ingresan en tablas específicas, para crearles su propia relación dentro del SIG catastral.

Como se ha podido demostrar, las consultas de información en el SIG se realizan en dos dimensiones, por lo que la altura de las distintas edificaciones se podrán simbolizar, a través de colores o códigos; sin embargo, no es posible observar el volumen de un edificio de 15 niveles y seleccionar un apartamento en el piso 8 puesto que el SIG catastral (por lo menos en la actualidad) no trabaja con 3 dimensiones.

La forma de consultar los inmuebles en régimen de propiedad horizontal, será creando vínculos del tipo "RELATE" (vínculo de características especiales, dentro del cual la tabla que se va a incorporar no pasa a ser parte integral de la tabla interna del SIG, sino se despliega en una ventana individual), a la capa de predios, con lo que la tabla de PH aparecerá solamente cuando se consulte un predio con esas características.

Debe reiterarse, una vez más, que no se tendrá una identificación visual de cada predio que conformará el régimen de propiedad horizontal; solamente de la finca matriz (terreno) y de las edificaciones que se encuentren sobre ella (planta de techos del edificio, centro comercial, apartamentos, etc.).

En países como España, la forma de incorporar información cada vez más completa a este tipo de propiedades, los ha llevado a escanear los planos individuales de cada apartamento, con lo que se puede tener una visión completa de la propiedad a la que se refiere la información alfanumérica; sin embargo, incorporar este tipo de información hace que sea imprescindible disponer de gran capacidad de almacenamiento en los discos duros del servidor, lo que incrementa considerablemente el rubro de equipo dentro del presupuesto final.

3.6 Estandarización de simbologías

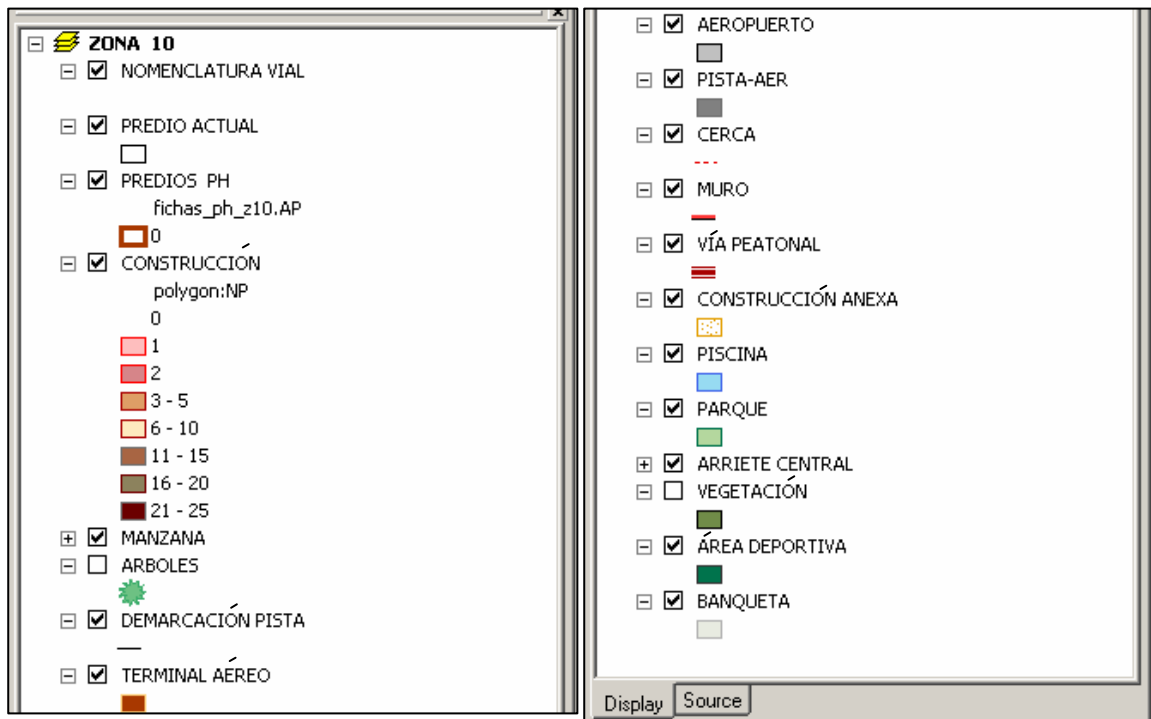
Es importante definir, desde las primeras etapas del SIG, las simbologías que se van a emplear en el uso de la información catastral. Por el tipo de arquitectura del software utilizado, será necesario crear proyectos individuales para cada zona geográfica, con lo que se incrementará el rendimiento del computador de consulta ya que el manejo de las diferentes capas de información geográfica, consume gran parte del recurso del equipo.

Así pues, se tendrán tantos proyectos como zonas existan en el área o municipio donde se va a trabajar; específicamente en el caso del municipio de Guatemala, existen 22 zonas, 20, de las cuales disponen de información catastral, por lo tanto se deben conformar 20 proyectos individuales de consulta catastral.

Esto conlleva a ordenar las simbologías a utilizar, tanto para homogenizar la información, como para estandarizar los formatos de consulta, ya que resulta poco atractivo y hasta poco profesional, presentar información de la misma fuente con simbologías personalizadas al gusto de cada técnico.

Por lo tanto, se propone la siguiente tabla de simbología que se va a aplicar en el caso de proyectos de información catastral:

Figura 19: simbología a utilizar en un proyecto catastral.



4. MANEJO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Una vez implementado el SIG catastral, y constituidas todas las relaciones espaciales y alfanuméricas, el sistema estará listo para contestar a interrogantes como:

- ¿Quién es el propietario de determinado inmueble?
- ¿Cuál es la ubicación de un inmueble por su dirección?
- ¿Quiénes son los titulares de los inmuebles colindantes?
- ¿Cuántas propiedades tiene una misma persona en determinado sector, zona o en todo el municipio?
- ¿Cuál es el uso de un inmueble?
- ¿Cuál es la distribución geográfica del uso comercial?
- ¿Cuál es la diferencia entre el área real de determinado inmueble y el área registrada?

El sistema se encuentra en la capacidad de suministrar información, tanta como se le haya sido alimentada; generalmente, las consultas de carácter catastral tendrán un fin jurídico, como es el de demostrar los límites de un bien inmueble, el de controlar las propiedades municipales, el de calcular las áreas y los valores a expropiar para determinado proyecto, esto es sólo por mencionar unas cuantas de sus aplicaciones.

Una de las principales fortalezas del SIG catastral (y básicamente de cualquier SIG) será la forma en la que los usuarios consulten y compartan eficientemente la información disponible.

Básicamente se busca la interacción entre el personal técnico altamente capacitado, que participó en la etapa previa de implementación del sistema, y el resto del personal que no necesariamente tiene un conocimiento profundo de la herramienta, pero que necesita consultar la información y que en definitiva será usuario principal.

Asimismo, se busca depurar constantemente las bases de datos, tanto gráfica como alfanumérica, lo que se logra con el uso eficaz y compartido de ambas bases.

La herramienta de software utilizada para la implementación del SIG, (Arc Info y Arc View) permitirá elaborar formatos de datos, que se consultarán en formas diferentes, lo cual depende básicamente de dos parámetros fundamentales:

- Cantidad de información que se va a compartir.
- Número de usuarios que van a consultar.

El volumen de información que se va a compartir para consultas, será un parámetro básico por definir, ya que necesariamente habrá que restringir, dentro de un primer nivel, los datos disponibles a consultar, y a un nivel más avanzado, los grados de edición de dicha información consultada.

Por ejemplo, no es lo mismo que ingrese a la base de datos un usuario interesado únicamente en consultar datos de ubicación de inmuebles y, en definitiva de tomar medidas de distancias o áreas del sector de interés, a que el usuario pueda cambiar el nombre del titular de un inmueble, o su número de identificación registral (finca, folio y libro).

En ambos casos, la información disponible debe estar rigurosamente resguardada, a través de los módulos correctos de software, y en el caso de posibles ediciones (las cuales se detallarán más adelante junto a la restricción o permisos de edición), deberán estar sujetas a validaciones de carácter legal, pues al reflejar propiedades o bienes inmuebles, la información solamente puede ser actualizada con un documento legal válido.

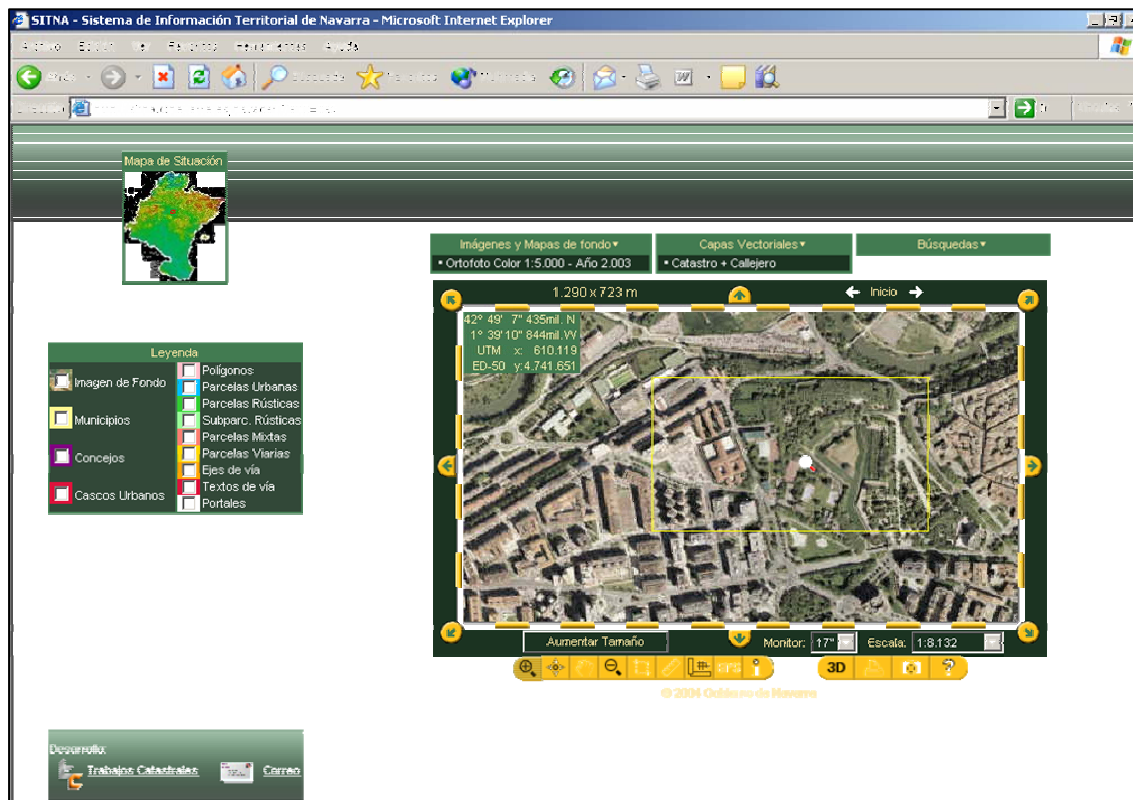
Uno de los posibles módulos, que se a utilizar para compartir o acceder la información del SIG catastral, será el módulo Arc Publisher, el cual funciona como empaquetador de proyectos SIG, como archivos individuales; sin embargo, hay que señalar que en el momento de depositar uno de estos archivos para consultar, por ejemplo, en una intranet, los usuarios que consulten la información, ingresarán directamente a los archivos de cartografía digital y a las bases de datos alfanuméricas, lo cual no permite controlar eficientemente el acceso directo desde la plataforma Windows, puesto que si bien el software para visualizar la información (Arc Reader disponible gratuitamente en internet) no permite realizar cambios a la información, el hecho de contar con un acceso, por medio de carpetas de Windows, hace vulnerable la información en el momento de realizar copias directas de los archivos, tanto gráficos como alfanuméricos.

Así pues, deberá realizarse una correcta evaluación de la herramienta para determinados accesos, consultas o usuarios.

Otra de las herramientas disponibles, (y posiblemente la más adecuada para compartir grandes volúmenes de información) será el módulo Arc IMS, el cual permite la creación de una página WEB de consulta, la que puede consultarse desde cualquier punto de la intranet, a través del Internet Explorer, o incluso publicarse en una página WEB de internet.

Esta herramienta permite controlar un nivel básico de edición de información, aunque su labor principal será la de administrar ambas bases de datos (gráfica y alfanumérica), para proporcionar información en pantallas de consulta, que si bien serán un reflejo de la información fuente, no permitirá el acceso directo a las bases de datos, ni para edición (si no se cuenta con el correcto permiso), ni para la copia de los archivos fuentes.

Figura 20: captura de página WEB del catastro de Navarra, España.



Ejemplo de la aplicación del servidor de mapas Arc IMS.

4.1 Tipos de consultas

A partir de la definición de la correcta plataforma de consulta, cabe señalar que el nivel de consulta del SIG será el más utilizado dentro de la red interna o externa que se utilice. Es importante señalar que los datos catastrales pueden llegar a tener tanta influencia dentro del mundo legal, como se lo confiera la creación de una ley de catastro.

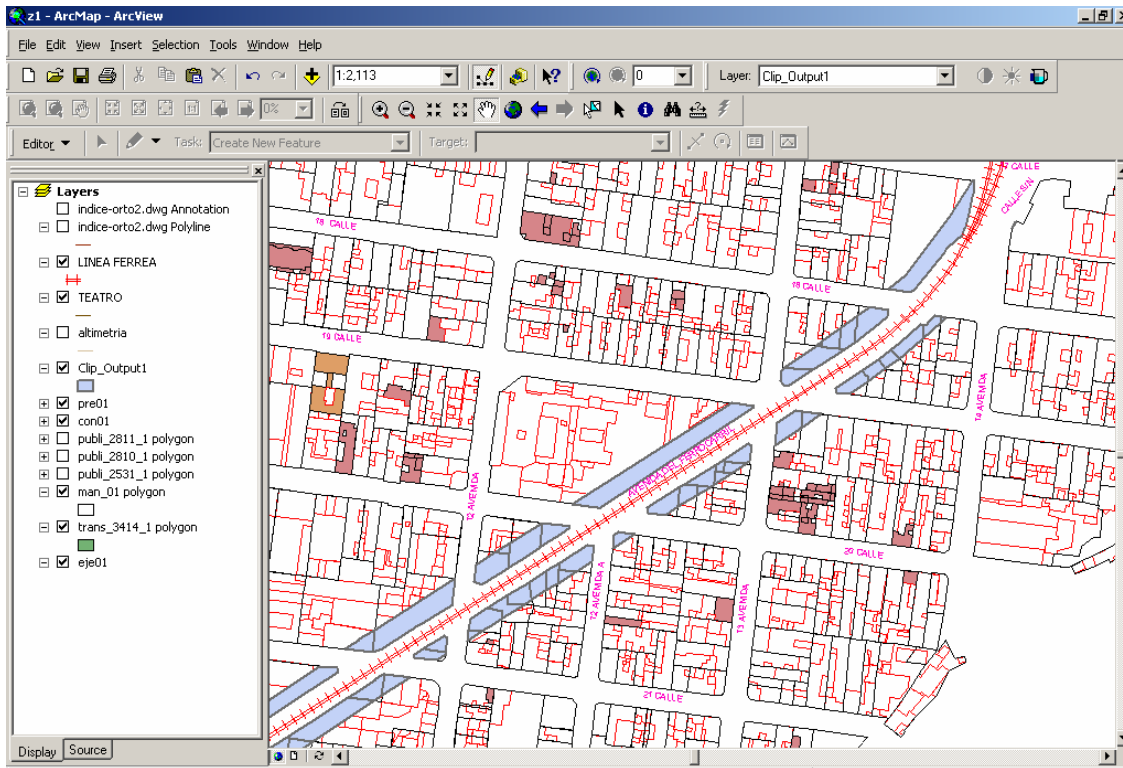
En países desarrollados como España, los datos catastrales relativos a la geometría del inmueble, ubicación espacial y características topográficas, son consideradas como datos reales, los cuales, (si bien admiten prueba en contrario) son utilizados como acreditación legal de la propiedad ante instituciones bancarias, en compraventas, y como registro legal del bien inmueble. En la realidad actual de Guatemala, debe preverse que el catastro será la herramienta de consulta más efectiva, con la que pueda contar no solo una institución como el Registro de la Propiedad Inmueble (cuya base de escrituras certifica la propiedad de un bien, más no la forma, área específica, ubicación real, ni muchos otros parámetros técnicos de la propiedad), sino en definitiva, toda una sociedad organizada y necesitada de datos de gran calidad en lo que a inmuebles respecta.

Llevando el tema de la consulta a un ámbito más técnico, se definen dos parámetros fundamentales, con los cuales se puede iniciar una consulta al SIG catastral:

- Consulta de características geográficas.
- Consulta de características no geográficas (consulta a la base alfanumérica).

Generalmente el primer tipo de consulta se da cuando se necesita resolver, por ejemplo, la interrogante de cuántas viviendas se verán afectadas en el caso de ampliar una calle o avenida de relativa importancia y cuál será el área afectada en cada una de estas propiedades:

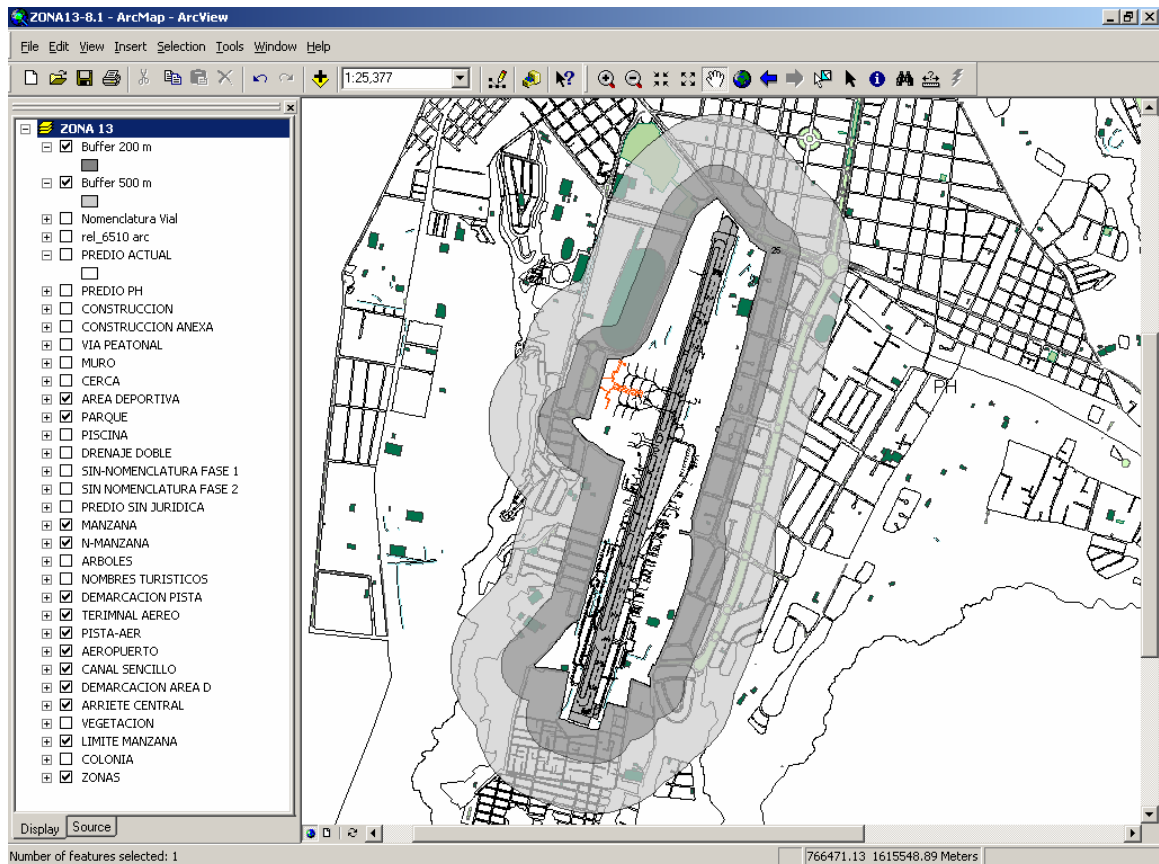
Figura 21: área de influencia o “buffer”.



Fuente: Municipalidad de Guatemala. Observe el área afectada en predios que colindan con la ampliación de una calle de 1 sentido a una vía de 2 sentidos.

Otro ejemplo podría ser el de conocer cuántas y cuáles son las propiedades que están ubicadas dentro de un radio de influencia de 1 kilómetro, alrededor del aeropuerto internacional, las cuales se ven directamente afectadas por contaminación auditiva, mayor afluencia de tráfico, un mayor riesgo de accidentes, etc.

Figura 22: área de influencia del Aeropuerto Internacional “La Aurora”.



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

La consulta de características no geográficas es la que se realiza directamente a la base de datos para ubicar un registro, el cual también tendrá su correspondiente elemento gráfico reflejado.

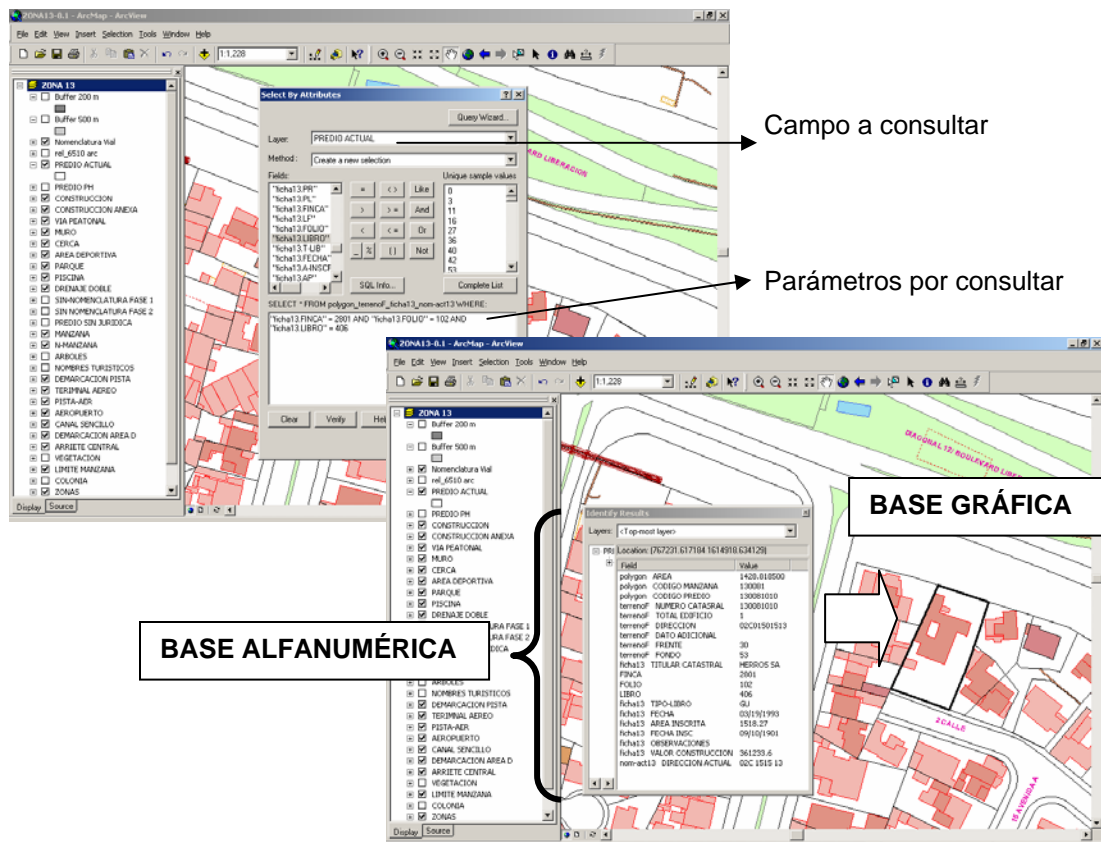
Así, se podría iniciar una consulta de este tipo, si previamente se le ingresa al inmueble uno de tantos parámetros, como los siguientes:

- No. de registro (finca, folio y libro).
- Dirección
- Conocimiento de la ubicación física del inmueble (no necesariamente de su dirección).

- Nombre del propietario
- Número catastral (podría ser solamente el número de la manzana o bien el número completo del predio).
- Selección aleatoria

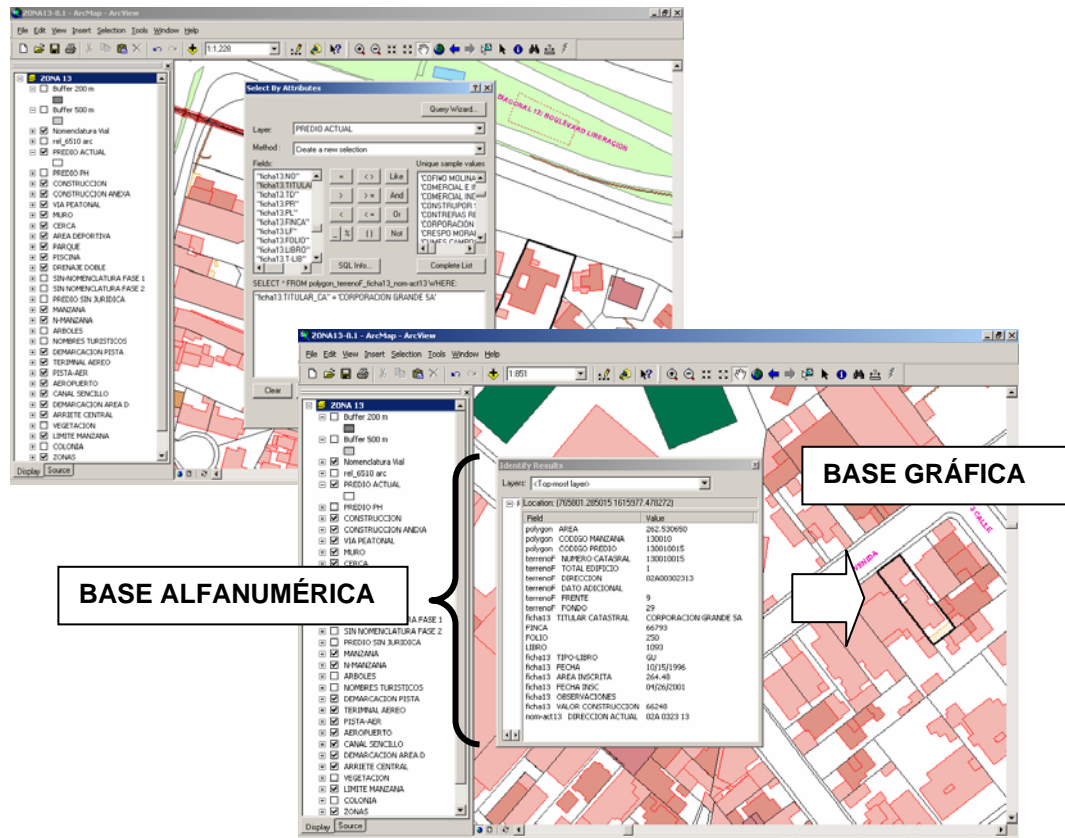
En cada uno de estos casos, el dato debe ingresarse como campo alfanumérico, y la consulta directa a la base de datos dará como respuesta el inmueble consultado, tanto gráfica como alfanuméricamente.

Figura 23: consulta por número de registro.



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

Figura 24: consulta por nombre del propietario.



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

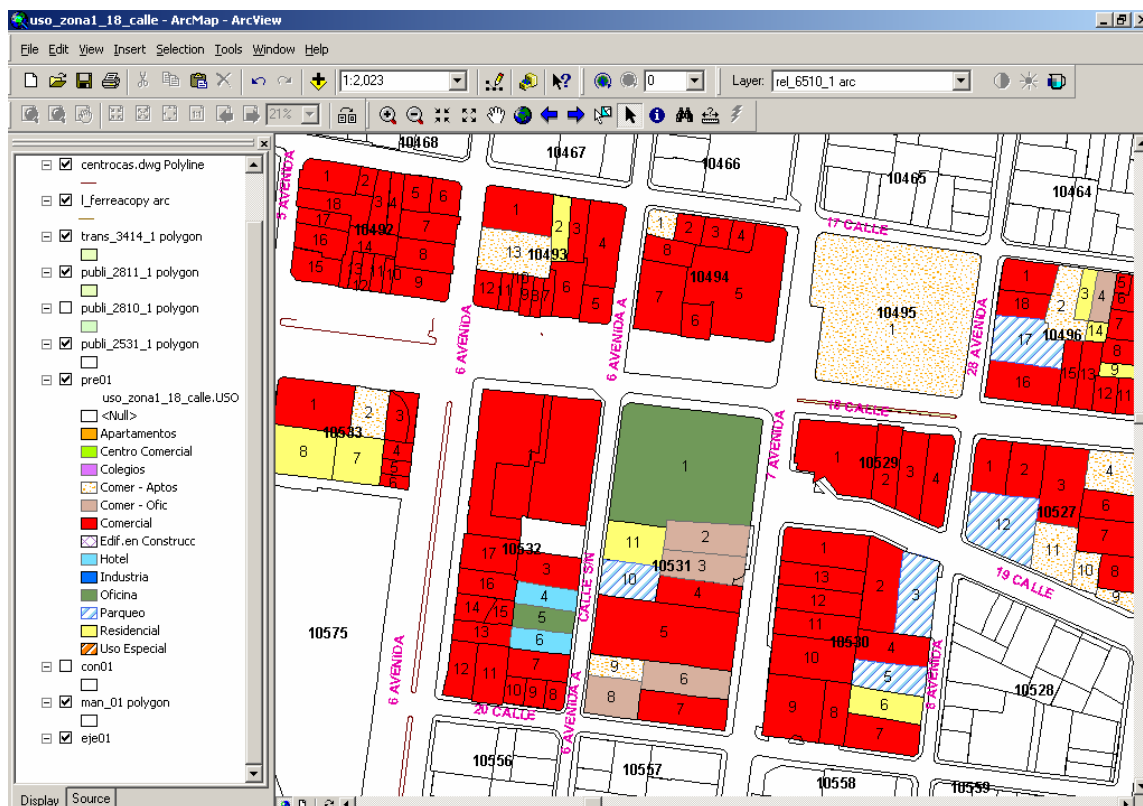
4.2 Mapas temáticos

Una de las aplicaciones más directas de cualquier sistema de información geográfica es la generación de mapas temáticos, a partir de la información con que previamente fue alimentado.

Probablemente el ejemplo más representativo del mapa temático, a partir de un mapa digital catastral, sería el de la generación de un mapa de uso del suelo.

El uso que se le da a un terreno específico parte del concepto de la finalidad, para la cual fue construida la edificación que lo ocupa. Así, un inmueble que soporta una residencia unifamiliar, en la cual se utiliza el garaje como puesto comercial, no tendrá un uso comercial, ni siquiera mixto, ya que la finalidad primordial de la construcción es albergar a una familia. Es importante resaltar que la información del uso de la construcción fue levantada en el momento de la inspección de campo, la cual se complementó con la asignación de la tipología constructiva correspondiente, por lo que en el momento de concluir el levantamiento catastral, se cuenta con una serie de datos tabulares relativos al uso, sub-uso y/o categoría de cada construcción.

Figura 25: mapa de uso del suelo para un sector de la zona 01.



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

4.3 Certificaciones catastrales

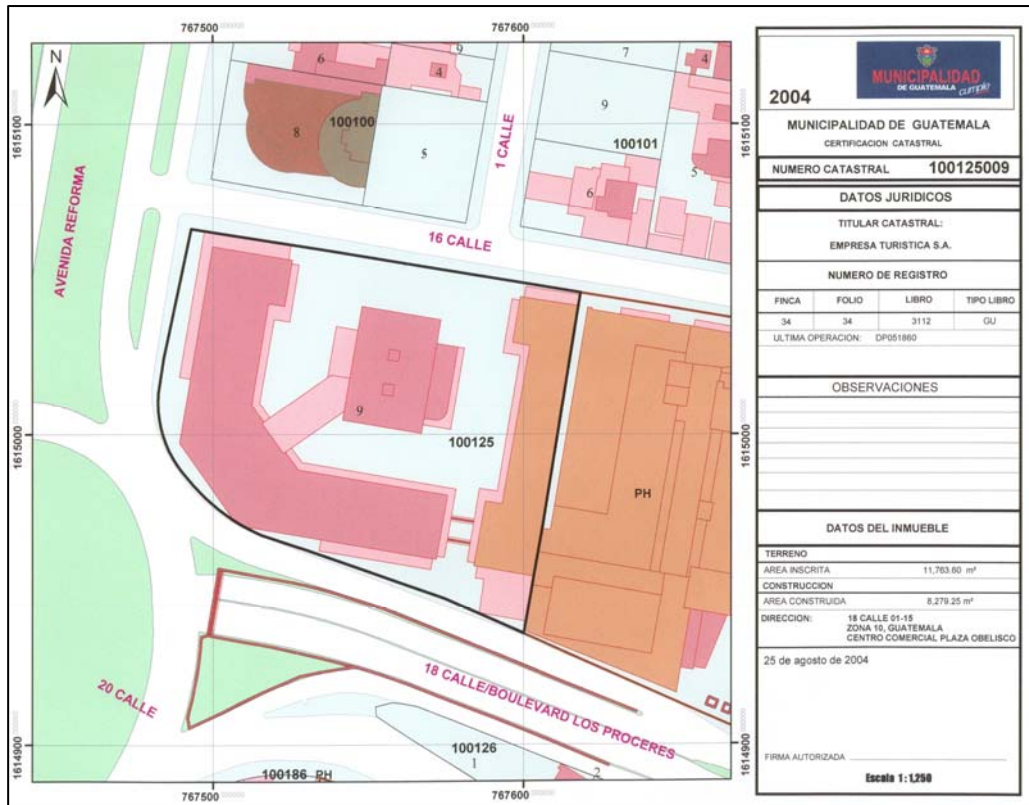
Comúnmente, los usuarios del catastro necesitan corroborar la información inscrita en el sistema catastral, mediante la solicitud de certificaciones.

Dichas certificaciones le proveen al interesado la información pertinente a un inmueble en específico, y presentan información de diferentes tipos:

- Jurídica: propietario, dirección, No. de registro (finca, folio y libro), área inscrita (en el Registro de la Propiedad Inmueble), dirección de notificación, número catastral.
- Física: área real del terreno, área construida, frente, fondo, forma, altimetría, posición en la manzana y ubicación por coordenadas totales (UTM).
- Económica: valor del terreno, valor de la construcción.

Es interesante resaltar el valor implícito de la información que se proporciona en una certificación, ya que de darse el caso de que esta información tuviera validez legal, (y una cobertura completa del territorio en cuestión), se convertiría en un documento imprescindible en el momento de efectuar una transacción inmobiliaria (compra venta, desmembración, unificación, donación, etc.) e incluso en el momento de solicitar préstamos bancarios, etc.

Figura 26: certificación catastral.



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

4.4 Formatos de impresión

Una vez que la información se ha estructurado correctamente, es necesario generar salidas gráficas impresas, de manera que la información se pueda consultar, a través de mapas a diversas escalas y con diferentes niveles de información. Es importante trabajar las impresiones en los formatos más comunes estandarizados, bajo la denominación ISO:

- A-0 (1194 mm x 840 mm).
- A-1 (840 mm x 597 mm).
- A-2 (597 mm x 420 mm).

O los tradicionales:

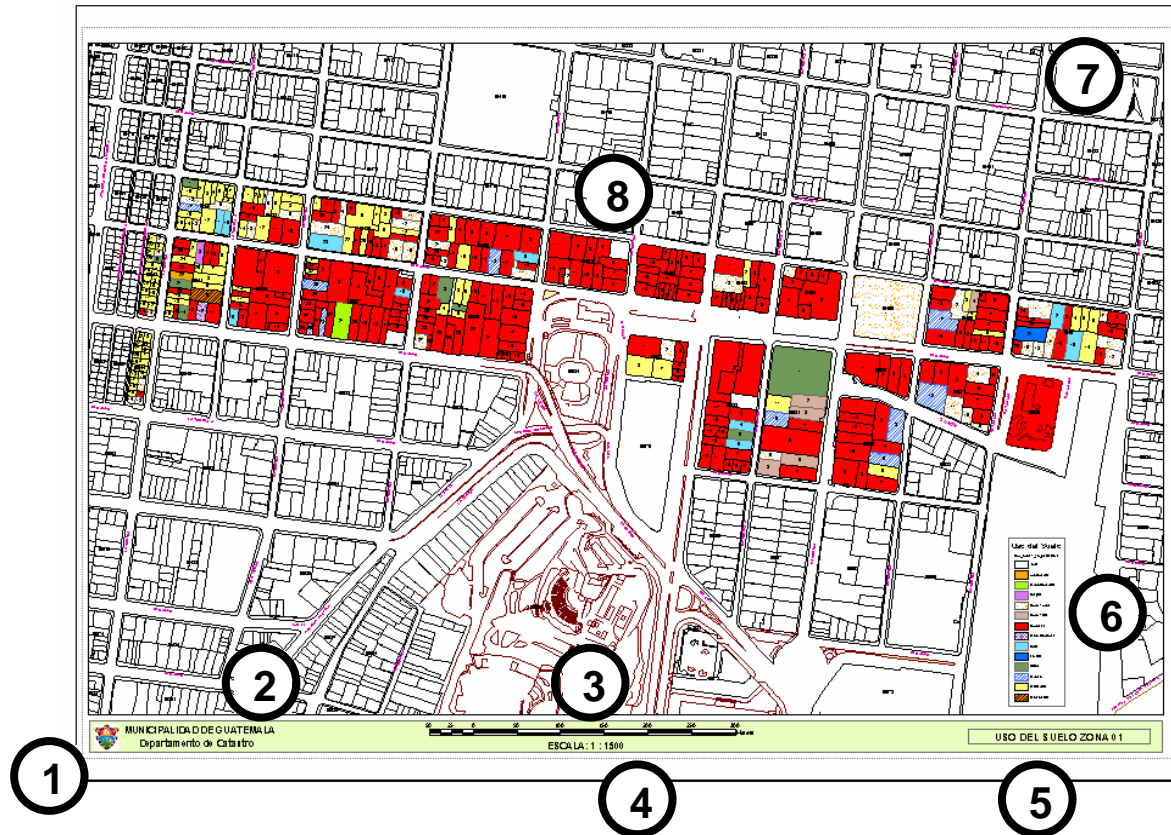
Tabloide (11" x 17").

Carta (8.5" x 11").

Esto es porque al trabajar impresiones en formatos personalizados, se complica aun más la fase final y la reproducción posterior del material previamente impreso.

También es importante señalar que se recomienda haber estandarizado las simbologías de los diferentes mapas, ya que es inaceptable que se generen impresiones de un mismo sector cartográfico con diferentes colores de líneas, grosores, rellenos, o puntos. Dentro de los elementos básicos con que debe contar cualquier mapa impreso, se encuentran:

Figura 27: salida gráfica del mapa digital.



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

1. Escudo o logotipo de la institución que genera el mapa.
2. Nombre de la institución y/o departamento que lo genera.
3. Escala gráfica.
4. Escala de la impresión.
5. Título del mapa.
6. Simbología.
7. Norte.
8. Cuerpo de la impresión o mapa propiamente dicho.

4.5 Restricción de acceso a la información

Como se ha comentado anteriormente, el acceso a la información catastral gira en torno a 3 ejes fundamentales: capacitación, seguridad y equipo; esto es porque es necesario contar con personal capacitado, equipo adecuado y un sistema de acceso a archivos o perfiles de usuario, con un alto nivel de seguridad.

Como resulta lógico suponer, una vez integrado todo el sistema, los usuarios interesados en consultarlo se incrementarán, no solo dentro de la institución municipal, sino en ámbitos interinstitucionales e incluso la iniciativa privada se verá interesada en adquirir la información.

Asimismo, la información catastral (como toda información importante) es susceptible de ser consultada en forma ilegal, incluso al extremo de ser sustraída o robada pues tomando en cuenta que la base de datos catastral puede proporcionar información acerca de los bienes inmuebles de todo el municipio, por lo que es imperativo constituir una red segura para el sistema de información geográfico.

En este momento, el panorama se presenta de la siguiente forma:

- Catastro posee un producto en extremo atrayente tanto para proyectos municipales como privados.
- El usuario interesado (interno o externo) demandará mucho más que la simple copia dura (impresa) de la información, y tenderá a inclinar las políticas internas a la apertura digital.

- El valor monetario y de inversión del producto catastral es tan alto, que en el momento de valorarlo comercialmente, se hace inaccesible para el 90% de los usuarios interesados. La información llega a ser susceptible de sustracción o robo.

Es importante que la persona a cargo de la cartografía catastral esté debidamente conciente de estos factores, ya que se convierten en variables que afectarán el desempeño del departamento, así como la relación con los diversos interesados, internos o externos, debido a que en el momento de recibir una solicitud de información digital, es obvio que deberá ser evaluada, comentada y llegado el caso proporcionada.

No es deber del departamento de catastro elaborar proyectos SIG, aplicados a dependencias municipales que lo necesiten (infraestructura, medio ambiente, planeamiento, etc.), ya que cada una deberá desarrollar sus propias aplicaciones. Sin embargo, es plausible que una vez integrada la información, cada dependencia interesada, requiera de consultas para proyectos específicos en los que será necesario prestar apoyo.

Siendo este el caso planteado, es necesario que se creen los perfiles de usuario, que se comentaban anteriormente; aunque se proponen de manera general, es necesario resaltar, que a partir del nivel mas bajo, todo el personal que maneje la cartografía debe estar capacitado y ser personal de confianza.

- **Administrador de cartografía:** este perfil le da acceso a toda la cartografía disponible: restituciones preliminares, coberturas, shapefiles, ortofotos, así como permiso de ejecución de todos los procesos de actualización, edición y modificación de la información digital. Es el directamente responsable por el mantenimiento del SIG; en todas sus

fases, distribuirá los permisos subsiguientes de acuerdo al nivel de capacitación del personal y al volumen de trabajo demandado. Al mismo tiempo, puede delegar el presente perfil en quien considere adecuado. Se resalta que el administrador de cartografía debe poseer conocimientos profundos en materia del SIG, Arc View, Arc Info, CAD, edición de imágenes, etc.

- **Operador SIG:** será el encargado de la ejecución de aplicaciones que necesiten un conocimiento superior de la herramienta SIG; podrá acceder a la información digital que el administrador publique, e incluso podrá editarla en forma aplicativa, creando las respectivas copias de seguridad. Puede manipular proyectos propios en su equipo, pero no puede duplicar la información en equipos ajenos, ni en unidades extraíbles sin previa autorización.
- **Digitalizador:** a pesar de ser el último nivel de acceso a la información, no deja de ser importante, pues el digitalizador será el encargado de actualizar permanentemente las bases gráficas de las diversas zonas, en los niveles de manzana, predio y construcción (el proceso de actualización se detallará en el siguiente capítulo). El digitalizador puede realizar copias única y exclusivamente de la zona o sector que esté trabajando, y es responsable por el mismo y, al igual que el operador SIG, no está autorizado a realizar copias de ningún tipo en equipos ajenos o unidades extraíbles por iniciativa propia.

Cada nivel o perfil de acceso responde asimismo a un nivel dentro del organigrama de la sección de cartografía, ya que la diferencia en sueldos también será notoria. En otras palabras, el digitalizador será el primer puesto

que ocupe una persona que ingrese a la institución y deberá ser capacitado correctamente, de modo que pueda alcanzar niveles superiores.

5. MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN CATASTRAL

Una vez implementado el catastro digital, constituidas las bases gráfica y alfanumérica, se debe dar paso a la última y posiblemente la más importante de las fases del catastro: el mantenimiento y/o actualización a corto, mediano y largo plazo.

El proceso de implementación catastral, aunque se dé por acabado respecto al cronograma de ejecución, realmente no acaba con él, ya que las modificaciones a los bienes inmuebles se seguirán dando mientras estos existan, es decir, que el proceso de actualización catastral debe iniciarse con la finalización de la implementación y se ejecutará paralelamente a los cambios diarios a manera de integrar un sistema catastral real y actualizado.

Muchos proyectos de catastro han quedado relegados con el paso del tiempo debido a la falta de actualización; simplemente capturan un momento del historial de los bienes inmuebles que contienen. Esto es completamente inaceptable, si se toma en cuenta el tiempo y el costo invertido en el levantamiento catastral; es impensable que el largo y costoso proceso catastral muera por falta de actualización. Por eso, se hace necesario que las actualizaciones catastrales se lleven de la mano y se regulen correctamente, tanto en la base gráfica como en la base alfanumérica.

Existen diferencias de criterio en cuanto a cómo se debe llamar el trabajo diario de operación de documentos de compraventa, unificación, desmembración, etc., así como al trabajo que se elaborará como máximo cada

10 años, que incluirá un volumen mayor de cobertura, ya sea por medio de restitución fotogramétrica y/o levantamientos de campo.

En resumen, comprende la actualización a corto y mediano plazo, que incluye todos los procesos de edición y cambios integrales a las bases gráfica y alfanumérica aunque a menor escala, ya sea a través de cambios de propietarios, actualizaciones de áreas o valores, etc., así como la actualización a largo plazo donde se encuentran trabajos mucho más elaborados, como valoraciones masivas, integración de áreas completas, la elaboración de nuevas coberturas digitales, etc.

5.1 Mantenimiento y actualización a corto y mediano plazo

Como se ha mencionado anteriormente, el mantenimiento a corto plazo está constituido por las ediciones diarias y cambios diarios a ambas bases de datos, es decir, la recepción de documentación relativa a cambios de propietario, (compraventas, donaciones, permutas, etc.), unificaciones de fincas, o el caso opuesto desmembraciones de una finca matriz. Asimismo, se encuentra la inscripción de nuevos inmuebles, a partir de cualquier movimiento de los antes mencionados.

Dependerá del tipo de actualización que se lleve a cabo, para asignar al personal responsable por dicha actualización, por ejemplo: una actualización de desmembración deberá ser operada inicialmente en la base alfanumérica, para luego realizar la edición alfanumérica, que permita visualizar el inmueble.

Al final, se tienen dos procesos diferentes, la actualización a la base gráfica y la actualización a la base alfanumérica, que en nuestro caso se trabajarán de forma individual.

5.1.1 Cambios a la base alfanumérica

Estas actualizaciones se llevarán a cabo, a partir de la presentación de alguno de los siguientes documentos:

- Recepción de aviso notarial.
- Presentación de escritura por parte del propietario.
- Presentación de una certificación de registro reciente.
- Investigación en el Registro de la Propiedad Inmueble.

Y se gestionarán a través de dos vías diferentes:

- **Aviso notarial:** se le da recepción asignando el número correlativo de aviso. Posteriormente se asigna al operador responsable, quien realizará el cambio en la base de datos, respaldando cualquiera de las ediciones con dicho aviso. En otras palabras, el operador realiza el cambio en el sistema.
- **Formulario de actualización:** a éste se adjuntará el documento que respalde la actualización al sistema, que puede ser la fotocopia de la escritura presentada por el propietario, o la fotocopia de la certificación de registro o la ficha de investigación de registro.

Para cualquiera de los casos mencionados anteriormente, es importante tomar en cuenta que cuando se trate de una unificación o desmembración o nueva incorporación, se debe exigir la presentación del respectivo plano de ubicación, o localización, o mejor aún el plano de registro, con una descripción clara que permita realizar la actualización gráfica. Es imperativo resaltar que ninguna edición o cambio a la base de datos se realizará sin el respaldo de alguno de estos documentos, con lo cual se asegura que toda la información modificada tenga un origen confiable. A partir de la gestión de estos documentos, el operador deberá actualizar la base alfanumérica, para lo cual dispone de las pantallas de consultas y depuraciones pertinentes.

Figura 28: pantalla de depuración de datos alfanuméricos.

DEPURACIONES DEPURACION_GENERAL2

MAESTRO CONTRIBUYENTES

Número de Cuenta: 994920001

Primer Nombre: MARIA, Segundo Nombre: TRINIDAD, Tercer Nombre: , PrimerApellido: ALVIZURES, SegundoApellido: CRUZ, Apellido Casada:

Razón Social: , Domicilio: 3 CALLE, No. Casa: 19-40, Zona: 6

DOMICILIO CODIFICADO

No.	Calle/Ave.	Lit.	Número Casa	Zona	Domicilio Complemento
3	CALLE		19	6	

Codigo: 01, Departamento: GUATEMALA, Codigo Municipio: 01, Municipio: GUATEMALA

Tel: 7030736, Cédula: A-1 386300, Nit:

MAESTRO INMUEBLES

Matrícula	Término	Condueño	Finca	Lit.	Folio	Lit.	Libro	Lit.	Tipo
013002459	6	0	17402		56		509		2

FINCA MATRIZ

Finca	Lit.	Folio	Lit.	Libro	Lit.	Tipo

DIRECCIÓN CODIFICADA

Dirección: DIAGONAL 3, No. Casa: 19-81, Zona: 6

Datos adic: *LIC 25207 CAP 3/00*LIC 24915 *CAP 1/99 *PAGA AÑO 97 CAP. Q.12,38(496*COBRAR 199 AL 200 CON CAP.DE Q.17,255.00 Y 300 AL 400 CAP. DI

Dep	Mun	Area Construcción	Valor Construcción	Area Terreno	Valor Terreno	Frente	Fondo
01	01	0.00	14,421.00	289.67	12,380.00		

Tasa	Impuesto Trim	No. Control	No Catastral	Procedencia	Proc. Matrícula	Proc. Término
6	40.20	24475160	H520911			

PERIODO

Trimestre	Año	Estado Activo	F H A	Código Exoneración	Ultima Operación	Aviso de origen	Fecha Escrituración	Fecha Actualización	Saldo Renta Inmobiliaria
1	1997	1	2	2	TI 64391	NT 20726	20030627		0

LICENCIAS

No. Licencia	Valor Construcción	Trimestre Aplica	Año Aplica	No. Formulario	Registro Aplicado	Notificada	TOTAL
24915	H875	1	1999		SI	SI	14421
25207	9546	3	2000		SI	SI	

Record: 1/1

Fuente: Municipalidad de Guatemala.

Sin embargo, se deben diferenciar los procesos que requieren únicamente la edición de la base alfanumérica, de aquellos que necesitan una actualización gráfica; por ejemplo, el operador recibe un traspaso generado por un aviso notarial que puede reportar una compraventa, herencia, donación, permuta, etc.

En este caso, el operador simplemente grava al sistema el nombre de la persona individual o jurídica que ostentará los derechos de propiedad.

Figura 29: pantalla de operación de desmembración de inmuebles.

Fuente: Municipalidad de Guatemala.

Sin embargo, si se tratara de un aviso de desmembración o unificación, el operador debe, en primer lugar, identificar el número de la manzana en la que se ubica el inmueble, lo cual se puede determinar efectuando búsquedas por dirección, número de registro, nombre de propietario, etc.

En el momento de establecer la manzana, se asignará el número del nuevo predio, tomando el último existente más uno, (si el sistema está debidamente programado, este número será asignado automáticamente).

A partir del nuevo número catastral, el operador puede completar su edición, integrando los datos restantes a la nueva ficha del inmueble, con lo que queda gravado en la base alfanumérica, en espera de ser actualizado gráficamente.

Es importante resaltar que nunca se debe utilizar el mismo número catastral para identificar predios luego de una desmembración, ya que se pueden confundir a futuro.

Igualmente, si se tratara de una unificación, de dos o más predios, se deberán identificar previamente los números catastrales de cada uno de ellos, ya que desaparecerán para crear la nueva finca. Igual que en el caso de desmembración, el nuevo predio tendrá el número del último de la manzana más uno, es decir, si el último predio existente fuera el 17, la unificación será identificada como predio 18. Además, es importante señalar que los números catastrales de los predios unificados se darán de baja en el sistema, es decir, no se utilizarán otra vez, porque ahora forman parte del historial de la manzana en cuestión.

Figura 30: pantalla de operación de unificación de inmuebles.

Developer/2000 Forms Runtime for Windows 95 / NT - [WINDOW1]

Action Edit Query Block Record Field Window Help

Nit **991002934** - M UNIFICACIONES UNIFICACION.FMB

Primer Nombre Segundo Nombre Tercer Nombre Primer Apellido Segundo Apellido Apellido Casada

Razon Social
INVERSIONES CAFARIS, S.A.

Datos Adicionales

Matricula	Termino Finca	Folio	Libro	Tipo Libro	Numero Catastral	Direccion Inmueble	Numero Casa	Zona	Area Construccion	Area Terreno	Valor Construccion	Valor Terreno	
01F006527	9	1575	91	60	2	0102790120000	11 CALLE	10-61	1	0	223.5	0	50000
01T001692	16	112	112	1554	2	0900790100000	11 CALLE	06-06	9	0	6.23	0	2000
93E000191	2	117	234	40	2		11 AVENIDA	33-60	5	243.63	346.88	0	80000
93E000191	3	59098	77	1468	2	1302760070000	27 CALLE C	16-37	13	0	487.5	0	500000
93E000191	5	21514	245	212	2	0104230190000	16 CALLE	09-17*	1	0	156	0	95000
93E000191	8	33690	251	608	2		31 AVENIDA A	01-87*	7	0	162	0	20000
01F006527	5	22684	57	224	2	0900790020000	11 CALLE	06-10	9	0	604.93	0	100000
93E000191	11	23767	135	232	2		LOTE EN TIVOLI VILI		0	0	365.3	0	525

Finca Folio Libro Tipo Libro Condueño Area Construccion Area Terreno Valor Construccion Valor Terreno

Numero Calle Literal Numero de Casa Zona Datos Adicionales Direccion Inmueble Numero Casa

PERIODO Trimestre Año Fecha de Escrituración Ultima Operación Matricula Termino Numero Catastral UNIFICAR...

Fuente: Municipalidad de Guatemala.

Una vez realizada la actualización alfanumérica, el aviso o formulario debe trasladarse a la unidad de cartografía, donde se llevará a cabo el proceso final de actualización gráfica, para los casos que así lo requieran.

5.1.2 Cambios a la base gráfica

Será la responsabilidad de la unidad de cartografía, ya que deberán llevarse a cabo de la manera más responsable que se pueda, a fin de mantener el catastro actualizado, sin rezago de información y con un alto nivel de precisión en la información manejada. A partir de los avisos recibidos, se continuará la labor de actualización y según el caso que se va a tratar, el tipo de ediciones por ejecutar se divide en:

- Unificaciones
- Desmembraciones
- Nuevas incorporaciones de predios y construcciones

5.1.2.1 Unificaciones

Se tomará el número catastral asignado por el operador, y al mismo tiempo se desplegará el archivo de cartografía digital (shapefile) de edición de la zona en cuestión; se ubican los predios a unificar, de manera que conformen un sólo bloque; a este momento, deben desplegarse las sesiones de edición pertinentes en el software Arc View.

A partir de la sesión de edición activa, se seleccionarán los predios que conformen la unificación y, a través del comando MERGE, se transformarán en un nuevo polígono, el cual será identificado con el número predial asignado previamente por el operador alfanumérico.

Es importante contar con el plano de unificación, de manera de ajustar correctamente los predios reales a los contenidos en el sistema. Puede darse el caso de que lo contenido en el sistema difiera con lo presentado en el plano, por lo que se hará necesaria una inspección de campo, a fin de establecer correctamente los linderos y predios a ser modificados. Si hubiera construcciones afectadas, dentro de la unificación, se procederá únicamente a asignarles el número catastral, que las identificará como parte del nuevo predio creado, sin necesidad de cambio gráfico alguno.

Figura 31: proceso gráfico de unificación de inmuebles.



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

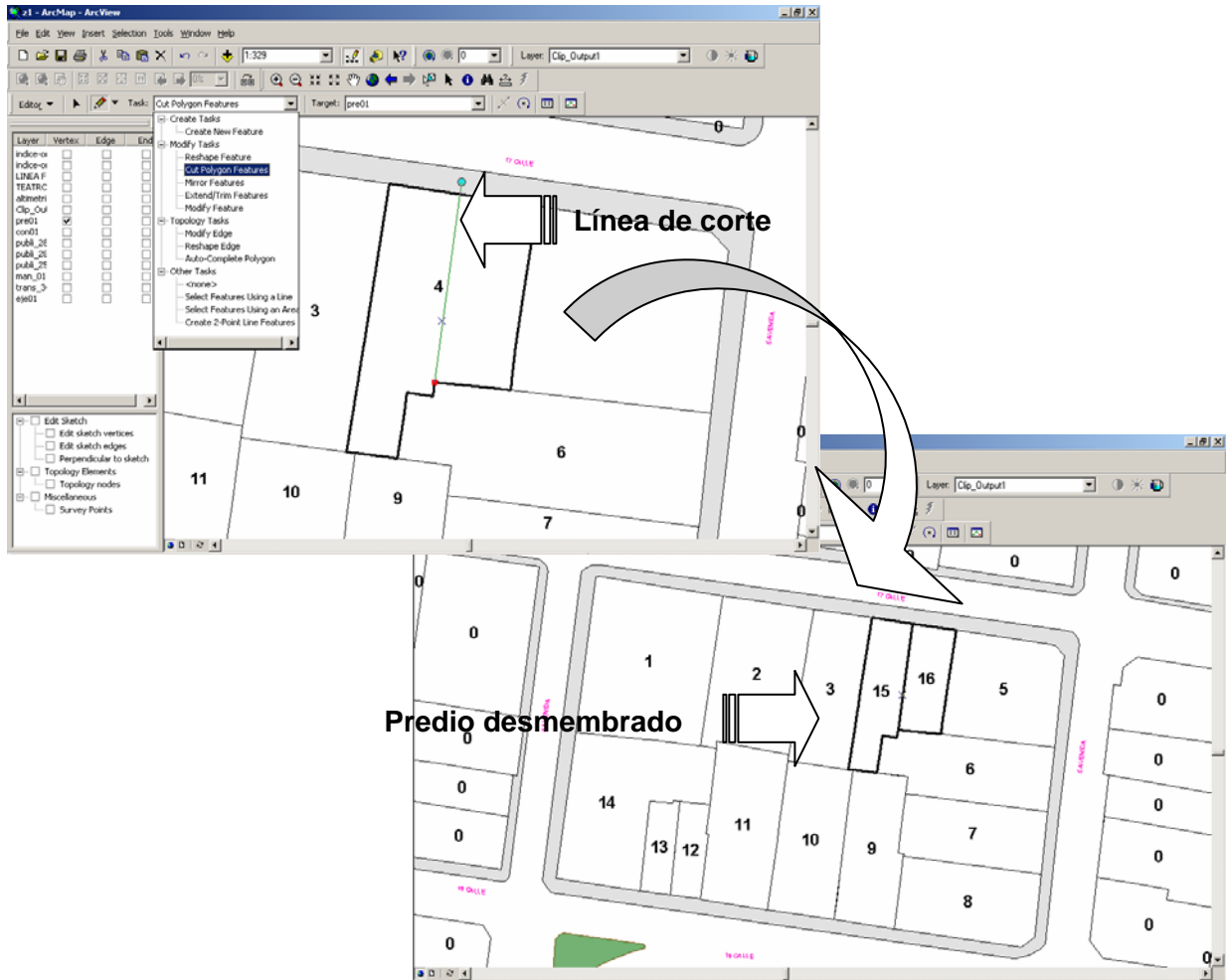
5.1.2.2 Desmembraciones

Al igual que las unificaciones, se trabajarán a partir del formulario o aviso que fuera trasladado por el operador responsable; en el caso de las desmembraciones, el plano adjunto a la papelería juega un papel más importante, que en el caso de las unificaciones, ya que es necesario establecer correctamente el punto de partición de la finca matriz, así como el área desmembrada y, si fuera necesario, se efectuará una inspección de campo.

Se iniciará igualmente una sesión de edición, y se trasladará la información proveniente del plano a manera de líneas guías (si la forma del nuevo predio fuera muy irregular, se puede generar a partir de la libreta topográfica de planimetría en software CAD, donde se georeferenciará y se importará hacia formato shape).

Luego de tener la silueta del nuevo predio definida, se procederá a cortar el predio o finca matriz, a través del comando CUT del módulo Arc View.

Figura 32: proceso gráfico de desmembración de inmuebles.



Fuente: municipalidad de Guatemala.

Luego se procederá a identificar el nuevo polígono con el número catastral asignado previamente por el operador y, al igual que en el caso anterior, las construcciones únicamente se verán afectadas por el cambio de numeración catastral.

5.1.2.3 Nuevas incorporaciones de predios y construcciones

Es decir, que si un inmueble no figura inscrito en la base catastral, en el momento de recibir cualquier movimiento relativo al mismo, ya sea traspaso, unificación desmembración, deberá ejecutarse el proceso de incorporación del nuevo bien a las bases tanto alfanumérica y gráfica, (es importante tomar en cuenta que si el inmueble se inscribe solamente en la base alfanumérica por no contar con la información suficiente para localizarlo, se crea un listado paralelo de propiedades sin referencia espacial, por lo que todo el trabajo realizado se hecha por tierra), por lo que será necesario que el interesado proporcione un plano de ubicación y de preferencia un plano de registro.

Una nueva incorporación contará con un proceso de digitalización del nuevo polígono de manzana, predio y construcción y la creación de la correspondiente ficha catastral.

Sin embargo, las nuevas incorporaciones también contemplan el caso de la actualización de nuevas áreas construidas o demoliciones; para este último caso, se puede contar con la obtención de los planos de las respectivas licencias de construcción, donde se detalla el nivel adecuado para la incorporación de los cambios de construcción. Puede darse asimismo el caso de que el predio que se presenta gráficamente presente irregularidades, respecto a los planos presentados en el momento de solicitar una licencia de construcción.

Este caso ameritará una inspección de campo y una nueva investigación en el Registro de la Propiedad Inmueble, a fin de establecer correctamente los linderos del predio afectado.

Figura 33: planos de un nuevo desarrollo inmobiliario.



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

5.2 Mantenimiento y actualización a largo plazo

Además del trabajo diario de actualización a ambas bases de datos, es necesario contar con un plan de actualización, que incluya una reestructuración de los elementos principales, en lo que al levantamiento catastral se refiera, es decir, que el mantenimiento a largo plazo deberá incluir una nueva propuesta de fotografía aérea, y ya sea restitución fotogramétrica u ortofotos para posteriores actualizaciones, si no al 100 % del municipio, por lo menos a aquellos sectores que hubieren presentado una mayor concentración de movimiento inmobiliario y nuevos desarrollos.

En Colombia y España, el rango de actualización, a través de un nuevo levantamiento de catastro urbano, gira alrededor de 8 a 10 años, con lo que durante ese lapso deberá trabajarse con actualizaciones a las bases de datos gráfica y alfanumérica. Es lógico inferir que si se ha trabajado una correcta actualización local o diaria, y un estricto control topológico en los procesos de la cartografía digital, no se haga imprescindible la generación de nuevo material cartográfico, tomando en cuenta su alto valor de inversión. Sin embargo, hay muchas razones de peso que permiten sustentar la teoría de la actualización completa, luego de un período determinado de tiempo:

- La incorporación de nuevos desarrollos totalmente individualizados, o contruidos en sectores anteriormente baldíos.
- El cambio de valores sobre el suelo urbano, relacionado directamente al uso de la construcción que lo ocupe.

- La utilización de materiales como la ortofoto, para dependencias que necesitan dicho material actualizado (planificación urbana, infraestructura, medio ambiente, etc.).

Sin embargo, existen metodologías de trabajo que permiten la incorporación de sectores específicos, como proyectos de urbanizaciones nuevas, a la base gráfica y que no necesariamente requieran de una inversión tan grande.

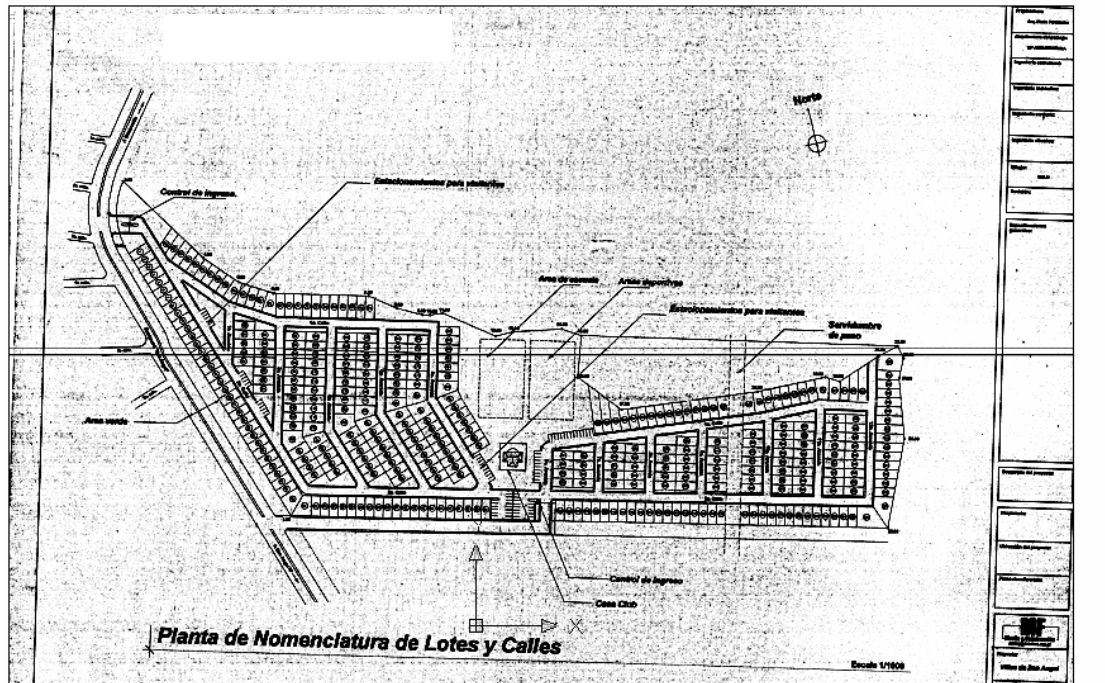
5.2.1 Integración de nuevos desarrollos urbanos

La forma más sencilla de actualizar proyectos de urbanizaciones nuevas será la de obtener información detallada sobre la ubicación, la forma y características del proyecto, número de viviendas, unifamiliares o multifamiliares, tipo de construcción, metros cuadrados por vivienda, niveles, etc. Para incluir toda esta información al sistema de Información geográfica catastral.

La parte geométrica de la actualización será llevada a cabo con el plano general de distribución o plano de lotes de la urbanización, el cual se obtendrá directamente con el urbanizador, o en el expediente de aprobación de la licencia de construcción.

Una vez obtenido el plano, se procederá a digitalizarlo por medio del proceso de digitalización en pantalla, para lo cual será necesario escanear el plano original en un scanner adecuado (formato A-1 o A-0) y a una resolución adecuada (800-1200 pixels por pulgada).

Figura 34: plano de lotes de una urbanización nueva.



Fuente: Municipalidad de Guatemala. Ésta imagen escaneada será utilizada para la actualización a través del método de puntos de control geodésico.

A partir del plano escaneado, se digitalizará en un programa CAD, cuidando de estructurar, ya en esta fase, los 3 niveles de información catastral, manzana, predio y construcción.

Es lógico que el plano general de la urbanización provea mucha más información relativa a áreas verdes o comunes, áreas de parqueo, postes de energía eléctrica, tragantes, etc. Sin embargo, dichas capas no son imprescindibles para la actualización de la cartografía catastral, aunque podrían incluirse a manera de enriquecer la cartografía básica.

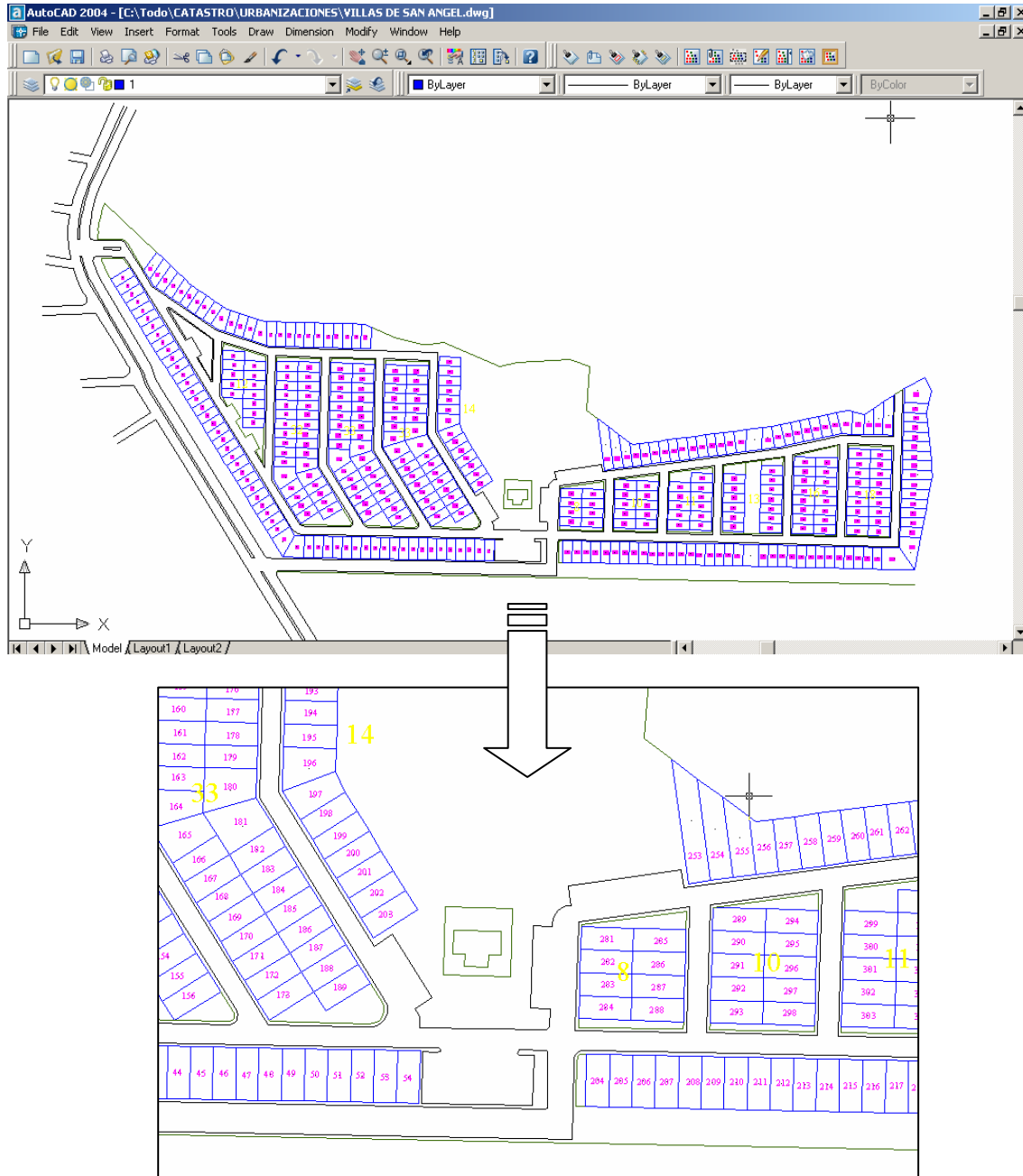
A partir de la digitalización en formato CAD (*.dxf versión 12), se exportará a formatos de trabajo Arc View o Arc Info (shapefiles o coberturas) y se ejecutarán las respectivas topologías, a fin de controlar la estructura interna de la geometría de la información digitalizada.

Probablemente el paso más importante, a fin de incorporar la nueva cartografía al resto de coberturas del municipio, sea el proceso de georeferenciación que se necesita para ubicar la urbanización en el lugar que ocupa físicamente en el espacio, es decir, orientar la cartografía por medio del sistema de coordenadas que se esté utilizando, ya sean coordenadas UTM o geográficas.

Este proceso debe llevarse a cabo, a partir de la obtención de puntos de control geodésico, que se ubicarán dentro de la urbanización, los cuales deben ser claramente identificables, tanto en la cartografía como en campo.

Para la obtención de los puntos de control geodésico, es necesario contar con GPS especializados, de alta precisión.

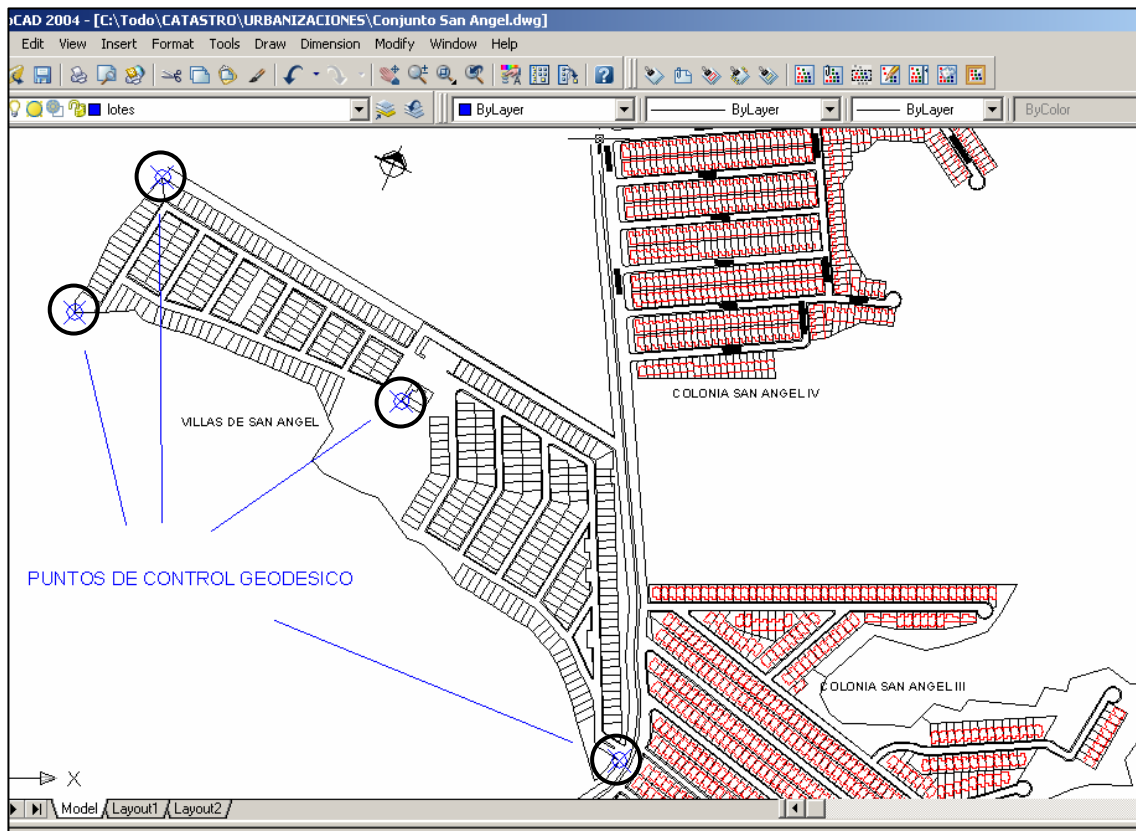
Figura 35: plano de lotes digitalizado a formato vectorial.



Fuente: Municipalidad de Guatemala.

Se tomarán como mínimo 3 puntos de control, los cuales una vez levantados en campo proveerán las coordenadas necesarias para alinear la cartografía a su correcta ubicación.

Figura 36: plano vectorial georreferenciado.



Fuente: Municipalidad de Guatemala. Se pueden observar los puntos de control geodésico, a través de dichos puntos; el plano es proyectado al lugar que ocupará en el espacio.

5.2.2 Actualizaciones de equipo y programas

El último punto por tomar en cuenta en el proceso de actualización a largo plazo, será el del equipo de cómputo y los programas utilizados, ya que para nadie es nuevo el crecimiento tecnológico de los últimos años, y que se ha visto reflejado en la aparición de nuevas versiones de programas y equipos, que si bien en sus inicios fueron complejos y delicados, en las nuevas ediciones se encuentran disponibles opciones que facilitan e incluso pueden llegar a cambiar toda una metodología compleja de trabajo.

Es importante evaluar las nuevas opciones, en cuanto a equipos y programas, sobre todo tomando en cuenta que la vida útil de un equipo de computación no puede llegar más allá de 3 ó 4 años después de su adquisición, y lo mismo para un programa especializado, ya que se verán superados en cuanto a las nuevas apariciones en el mercado. Aunque no sea de carácter obligatorio, la actualización de software y hardware se hace imprescindible al aumentar el volumen y la demanda de datos que se manipulan diariamente.

Un ejemplo palpable se encuentra en internet, que se ha convertido en la fuente de consulta más utilizada por profesionales, estudiantes y cualquier persona interesada en cualquier tema que es un punto de partida hacia donde dirigir sus pasos. El catastro no es la excepción y las tecnologías de punta se dirigen en la manipulación de la información, ya sea a través de una intranet y la misma internet, lo que introduce toda una nueva metodología de trabajo y consulta, para el sistema de información geográfica.

No resulta imposible imaginar que un próximo planteamiento de la autoridad máxima, ya fuera el Alcalde o el director del proyecto visualicen la publicación en internet de la información catastral, como una de sus prioridades, ya que se convierte en una cuestión ya no solamente de eficiencia técnica, sino más importante aún, una cuestión de imagen. Además, la demanda mundial conduce al desarrollo del nuevo software por la misma vía, con lo que tarde o temprano, será necesario implementar plataformas de multiusuarios con capacidades, incluso de edición de información en entornos de redes internas o externas.

CONCLUSIONES

1. El catastro se constituye actualmente como la mejor herramienta institucional de control de tenencia de la tierra de manera rápida, veraz y eficiente; su implementación se hace imprescindible en niveles, tanto de gobiernos locales, como del gobierno central.
2. Si bien la implementación catastral exige una inversión inicial alta, la misma se puede autofinanciar a corto plazo, al aplicarlo como herramienta de fiscalización inmobiliaria.
3. Todo desarrollo catastral debe buscar la eficiencia en la recopilación de datos físicos, jurídicos y económicos de los bienes inmuebles, ya que no se puede tener una cartografía de primera calidad, sin datos legales de las fincas que la conforman, y tampoco se podrían valorar masivamente los inmuebles del municipio, si no se cuenta con una cartografía adecuada.
4. Cualquier proyecto catastral, que se lleva a cabo, debe considerar que el levantamiento no es más que la fase inicial o punto de partida que cederá su lugar a las actualizaciones a corto, mediano y largo plazo; en otras palabras, el catastro que no se actualiza es una millonaria inversión pérdida.

RECOMENDACIONES


1. Se debe crear una asignación específica, dentro del p \acute{e} nsum de Ingenier \acute{a} Civil, que contemple impartir los temas relativos al catastro, para su implementaci \acute{o} n en el \acute{a} mbito nacional, pues actualmente ninguna carrera a nivel profesional cubre dicha \acute{a} rea.
2. Hay que presentar el catastro como herramienta de desarrollo urbano, capaz de brindar el avance t \acute{e} cnico y los recursos econ \acute{o} micos de los gobiernos locales, que manejan el Impuesto \acute{U} nico Sobre Inmuebles (IUSI).
3. El desarrollo de tecnolog $\acute{ı}$ as de punta, en el campo de la cartograf $\acute{ı}$ a, hace posible la obtenci \acute{o} n de nuevos materiales, que si bien llaman poderosamente la atenci \acute{o} n (im \acute{a} genes satelitales, tecnolog $\acute{ı}$ a SIG y GPS), es necesario obtener el adecuado respaldo t \acute{e} cnico, para no invertir infructuosamente.
4. Actualmente el campo del catastro en Guatemala se encuentra manejado por empresas transnacionales, que si bien realizan los proyectos relativos a implementaci \acute{o} n catastral, generalmente no cumplen con una funci \acute{o} n de capacitaci \acute{o} n y transferencia de tecnolog $\acute{ı}$ as, que permitan que el personal guatemalteco administre correctamente la informaci \acute{o} n catastral, cuando recibe dicha responsabilidad; es imprescindible que se creen los mecanismos de capacitaci \acute{o} n t \acute{e} cnica y profesional dentro del \acute{a} mbito catastral, para que se asuman correctamente dichas responsabilidades por personal nacional.

BIBLIOGRAFÍA

1. Editorial Everest. **Diccionario Everest de la Lengua Española**. España, 2000.
2. Instituto Geográfico Nacional de Guatemala. **Diccionario Geográfico de Guatemala**. Guatemala, 2000.
3. Departamento de Catastro, Municipalidad de Guatemala. **Manual de Reconocimiento Predial**. Guatemala, 2003.
4. Instituto de Estudios Fiscales, Ministerio de Hacienda. **Marco General de Identificación de Inmuebles**. España, 2003.
5. Instituto de Estudios Fiscales, Ministerio de Hacienda. **El Catastro Inmobiliario, Bienes Inmuebles Urbanos**. España, 2003.
6. Instituto de Estudios Fiscales, Ministerio de Hacienda. **El Catastro en España, 1714 -1906**. España, 2003.
7. Instituto de Estudios Fiscales, Ministerio de Hacienda. **La Gestión Catastral**. España, 2003.
8. Página Web de la Unidad Técnico Jurídica UTJ – Protierra
<http://www.property-registration.org/Documents/UTJ-PROTIERRA.htm>
9. Página Web del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Colombia
<http://www.igac.gov.co/>
10. Página Web del Catastro de la República de Uruguay
www.catastro.gub.uy

ANEXOS

Figura 37: ficha de levantamiento predial.



MUNI FICHA PREDIAL

DATOS GENERALES DEL PREDIO

HOJA 1:1,000	C.C. <input type="checkbox"/>	NUMERO CATASTRAL	ZONA	MANZANA	PREDIO	EDIFICIO	NIVEL	FILIAL
ZONA HOMOGENEA		ZONA ECONOMICA		TOTAL EDIFICIOS DEL PREDIO		TOTAL FILIALES		
DIRECCION		DATOS ADICIONALES						

DATOS GENERALES DEL TITULAR PERSONA NATURAL JURIDICA

TITULAR CATASTRAL

NIT	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO
CEDULA	APELLIDO DE CASADA	PRIMER NOMBRE
CUENTA	RAZON SOCIAL	
REPRESENTANTE LEGAL	APELLIDOS	NOMBRES

DOMICILIO FISCAL DATOS ADICIONALES

DATOS JURÍDICO-REGISTRALES DEL INMUEBLE

DOCUMENTO PUBLICO DOCUMENTO PRIVADO SIN DOCUMENTO

Finca _____ Folio _____ Libro _____ Tipo _____ Fecha Inscripción _____

Area según inscripción: _____ m² Monto de la transacción _____ quetzales Plano Si No

DATOS COTITULARES

APELLIDOS	NOMBRES	NIT / RAZON SOCIAL
APELLIDOS	NOMBRES	NIT / RAZON SOCIAL
APELLIDOS	NOMBRES	NIT / RAZON SOCIAL
APELLIDOS	NOMBRES	NIT / RAZON SOCIAL

INFORMACIÓN DEL TERRENO

AREA TERRENO (m ²)	FRENTE (m)	FONDO (m)	FACTORES DE CORRECCION
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Forma R <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> MI <input type="checkbox"/> Δ <input type="checkbox"/> Δ <input type="checkbox"/>
UTILIZAR SOLO EN CASO DE CONDOMINIO			Nivel + <input type="text"/> 0 <input type="text"/> - <input type="text"/>
AREA PRIVATIVA (m2)	INDIVISO (%)	AREA TERRENO COMÚN (m ²)	Ubicación MEDIAL <input type="checkbox"/> ESQUINA <input type="checkbox"/> INTERIOR <input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

INFORMANTE

PROPIETARIO ARRENDATARIO PARIENTE OTRO

APELLIDOS Y NOMBRES _____

NUMERO DE CEDULA: _____

INFORMACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

DENTRO DEL PREDIO

DENTRO DE AREAS COMUNES

EDIFICIO	EDAD ESTIMADA	TOTAL NIVELES	NIVEL	FILIAL	AREA (m²)	USO	CATEGORIA				
							ALTA	MEDIA	BAJA	PREC	TIFICACION

UTILIZAR SÓLO EN CASO DE CONDOMINIO

AREA PRIVATIVA	INDIVISO (%)	AREA CONSTRUIDA COMUN (m²)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

DESCRIPCION DEL INMUEBLE

MUROS

CONCRETO

BLOCK

LADRILLO

ADOBE

MADERA

LAMINA

PREFABRICADO

MAT. PRECARIOS

PIÑOS

PARQUET

MARMOL

LADRILLO GRANITO

LADRILLO CERAMICO

LADRILLO CEMENTO

LADRILLO BARRO

TORTA CEMENTO

TORTA + ALFOMBRA

MADERA

TIERRA

ADICIONALES

INST. DEPORTIVAS

MEZZANINE

SOTANO

DESVAN

MURO PERIMETRAL

PISCINA

GARAGE

TECHOS

CONCRETO

LAMINA

MAT. ASFÁLTICOS

BALDOSA

TEJA BARRO

MAT. PRECARIOS

ACABADOS

REPELLO

CERNIDO

PINTURA

MAT. VISTO ACABADO

MAT. VISTO SIN ACABADO

SERVICIOS PÚBLICOS

BORDILLO

ACERA

PAVIMENTO CONCRETO

ASFALTO

EMPEDRADO

BALASTRE

TIERRA

ALUMBRADO PÚBLICO

DRENAJE OCULTO

AGUA MUNICIPAL U OTRA

POZO PROPIO

TELÉFONO

T.V. CABLE

CIELOS

CONCRETO

CIELO FALSO

SIN CIELO FALSO

OBSERVACIONES:

DATOS DEL INVESTIGADOR:

FECHA DD MM AAAA

NOMBRES Y APELLIDOS

FIRMA

CLAVE

