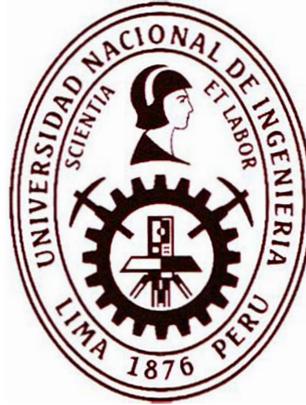


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

“Desarrollo de un Software que Permita Automatizar la Obtención de Planos Catastrales en Base a la Información Alfanumérica, Geográfica e Imágenes en el Instituto Catastral de Lima”

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Físico

ELABORADO POR:

Luis Anco Alderete

ORCID: 0009-0005-5754-4329

ASESOR:

Dr. German Yuri Comina Bellido

ORCID: 0000-0003-2114-0486

LIMA – PERÚ

2025

Citar/How to cite	Anco Alderete [1]
Referencia/Reference	[1] L. Anco Alderete. “ <i>Desarrollo de un software que permita automatizar la obtención de planos catastrales en base a la información alfanumérica, geográfica e imágenes en el Instituto Catastral de Lima</i> ” [Trabajo de Suficiencia Profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2025.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

Citar/How to cite	(Anco, 2025)
Referencia/Reference	Anco, L. (2025). <i>Desarrollo de un software que permita automatizar la obtención de planos catastrales en base a la información alfanumérica, geográfica e imágenes en el Instituto Catastral de Lima</i> . [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

DEDICATORIA

A Dios quien me da sabiduría y salud en momentos difíciles. fuerza para no flaquear, inteligencia para resolver situaciones imprevistas en mi camino. A mis padres Nicolas Anco Ricaldi y Marina Alderete Campomanes. que desde cielo me motiva con sus palabras y me enseñó desde mi niñez a valorar el estudio como medio para sobrevivir en este camino de la vida.

AGRADECIMIENTOS

Mientras existimos y aunque los méritos puedan estar asociados a un nombre y apellido, nadie alcanza sus logros de manera completamente individual. Por ello, deseo expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. Germán Yuri Comina Bellido, cuya guía, experiencia y valiosos consejos, tanto durante mis años como estudiante en la Facultad de Ciencias de la UNI como ahora en su rol de asesor, han tenido un impacto significativo en mi desarrollo profesional.

Gracias al Gerente de Cartografía y Tecnologías de la Información del Instituto Catastral de Lima Ing. Alonso Guardia Gonzales por brindarme lo necesario para el desarrollo de mi proyecto.

Quiero expresar mi especial agradecimiento al Coordinador Fidel Arévalo López, cuyas valiosas opiniones técnicas, combinadas con su amplia experiencia, fueron un pilar fundamental para el desarrollo y soporte del presente informe.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi compañero de trabajo en el área de soporte técnico, Jorge Ormeño Huayanca, por su constante motivación.

Mi especial consideración a mi familia por su apoyo total.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN.	xvi
CAPÍTULO I. PARTE INTRODUCTORIA DEL TRABAJO	1
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
1.4 ANTECEDENTES	3
1.5 PUNTOS CLAVE A DESTACAR	3
1.6 IMPACTO DEL USO DE AUTO LISP	4
1.6.1 Ahorro de tiempo	4
1.6.2 Personalización	4
1.6.3. Mejora en precisión	4
1.6.4 Aumento de productividad	4
1.6.5 Ventaja competitiva	4
CAPÍTULO II: _MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	5
2.1 MARCO TEÓRICO	5
2.1.1 Catastro y su Función en la Gestión Territorial	5
2.1.2 Automatización en el Proceso Catastral	5
2.1.3 Bases de Datos Gráficas (Geodatabase)	6
2.1.4 Bases de Datos Alfanuméricas	7
2.2 BASE DE DATOS GRÁFICOS	7
2.2.1 Lenguajes de Programación y Automatización con Python y Arcpy. (Tateosian, 2015)	7
2.2.2 Tecnologías de Geoprocesamiento	8
2.2.3 Proceso de Elaboración de Planos Catastrales Automatizados	8
2.3 CONSULTA AUTOMÁTICA A LAS BASES DE DATOS	8

2.3.1	Procesamiento y Análisis de Datos	8
2.3.2	Resultados de la Generación Automática de Planos	9
2.4	FUNCIONES PRINCIPALES DEL ICL:	10
2.4.1	Beneficios de la Automatización en la Elaboración de Planos Catastrales	11
2.4.2	Impacto en la Gestión Territorial.....	11
2.5	MARCO CONCEPTUAL	12
2.5.1	Aspecto general	13
2.5.2	Dato histórico	13
2.6	MARCO LEGAL Y NORMATIVO	14
2.6.1	Creación del catastro en Lima Metropolitana	14
2.6.2	Creación del Instituto Catastral de Lima.....	15
2.6.3	Creación del Instituto Catastral e Informático de Lima (ICIL)	15
2.6.4	Instituto Catastral de Lima (ICL).....	15
2.6.5	Plano Catastral.....	16
2.7	EQUIPAMIENTO TECNOLÓGICO	19
2.7.1	Área de Fotogrametría	22
2.7.2	Área de Encuesta, Linderación de lotes - Encuesta catastral	24
2.7.3	Linderación de lotes	25
2.7.4	Área de edición gráfica	27
2.7.5	Área de Tecnología de la Información Catastral.....	27
2.7.6	Área de Geodesia y Topografía.....	29
2.8	TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y SISTEMA DE BASE DE DATOS ALFANUMÉRICOS	30
2.8.1	Desarrollo del Sistema de Información Catastral (SISCAT)	32
2.8.2	Subsistemas del Sistema de Información Catastral (SISCAT)	32
2.8.3	Tecnologías de la Información y Sistema de Base de Datos Gráficos en el ICL.....	33
2.8.4	Antecedentes del Módulo para la Generación del Planos Catastrales automatizado.....	35

2.8.5	Uso del lenguaje de programación LISP en AutoCAD para la automatización de los planos catastrales	37
2.8.6	Generación de un Plano Catastral automatizado en Autocad Map "ICL Tools v.1"	38
2.8.7	Plano Informativo de Colindancia	42
2.8.8	Tecnología de Sistema de Información Geográfico (GIS) aplicado al Catastro Urbano	44
2.8.9	Migración de la base gráfica CAD a GIS	44
2.8.10	Limpieza y corrección topológica de los datos:	45
2.8.11	Conversión de formatos y preparación de datos	45
2.8.12	Geodatabase y edición concurrente:	46
2.8.13	Requisitos de hardware y software	46
2.8.14	Importancia de los gráficos en un SIG	46
2.9	CAD y GIS	47
2.9.1	¿Qué es un CAD?	47
2.9.1.1	Características del CAD	47
2.9.1.2	Aplicaciones de CAD	48
2.9.2	¿Qué es GIS?	48
2.9.2.1	Componentes claves de un GIS	48
2.9.2.2	Funciones principales del GIS	49
2.9.3	¿Qué es una GEODATABASE?	51
2.9.3.1	Características clave de una Geodatabase	52
2.9.3.2	Tipos de datos almacenados en una Geodatabase	53
2.10	PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE CAD Y GIS	55
2.10.1	Tipos de datos y Geometrías	56
2.10.2	Formato de Archivos	56
2.10.3	Objetivo y aplicación	56
2.10.4	Capacidades de edición	57
2.10.5	Uso de Atributos y Base de Datos	57
2.10.6	Enfoque	57
2.10.7	Interoperabilidad	58

2.10.8	Escalabilidad y Usos	58
2.11	VENTAJAS DEL ARCGIS	59
2.11.1	Interfaz gráfica de generación Planos Catastrales automatizado	60
2.11.2	Plantilla general diseñada	64
2.11.3	Plano Informativo de Colindancia	64
2.11.4	Datos gráficos:	66
CAPÍTULO III:	DESARROLLO DEL TRABAJO	68
3.1	MÉTODOS Y DESARROLLO	68
3.2	DISEÑO DE ESTUDIO	69
3.2.1	Estudio sistemático	69
3.2.2	Estrategias de búsqueda.....	70
3.2.3	Desarrollo del proyecto	70
3.3	MATERIALES	70
3.3.1	BDA Base de Datos Alfanuméricos ubicado en el data center de la MML	70
3.3.2	BDE Base de Datos Espaciales ubicado en el data center del ICL ...	71
3.3.3	Interpretación del esquema de trabajo desarrollado para la elaboración de planos catastrales automatizados.....	72
3.4	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:	73
3.4.1	Base de Datos Alfanuméricas	73
3.4.2	Base de Datos Gráficas o Espaciales	73
3.4.3	Algoritmo.....	74
3.4.4	Repositorios y herramientas de planos generados en forma automática.....	76
3.4.5	Descripción y Función de Cada Carpeta	76
3.4.5.1	Foto Error	76
3.4.5.2	Foto Fachada	76
3.4.5.3	Geodatabase.....	76
3.4.5.4	Geoprocesos.....	77
3.4.5.5	Archivos MXD.....	77
3.4.5.6	Archivos PDF.....	77

3.4.5.7 Plantillas_MXD	77
3.4.5.8 Python	77
3.4.5.9 Web.config	78
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	88
4.1 RESULTADOS Y ANÁLISIS	88
4.1.1 Análisis	88
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Tabla de planos catastrales generados durante los últimos 10 años.....</i>	89
Tabla 2.	<i>Tabla de elementos cuantificados en la estructura de la Geodatabase.</i>	89
Tabla 3.	<i>Sistema de enlaces ArcGIS para la generación automatizada de plano vía web</i>	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	<i>Base legal para emisión del Plano Catastral</i>	17
Figura 2	<i>Planeamiento de trabajo en el ICL-UNI</i>	20
Figura 3	<i>Plan de vuelo del proyecto ICA</i>	20
Figura 4	<i>Fotografía aérea escala de vuelo 1:4.500 con formato de 23x23 cm para proyectos catastrales</i>	21
Figura 5	<i>Obtención de puntos de control y puntos de apoyo</i>	21
Figura 6	<i>Señalización de puntos de control terrestre en fotos aéreas</i>	22
Figura 7	<i>Restitución fotogramétrica (obtención de objetos vectoriales) en 3D X, Y, Z</i>	23
Figura 8	<i>Estaciones de restitución fotogramétrica T1 MATRA</i>	23
Figura 9	<i>Plotter horizontal neumático para salida gráfica</i>	24
Figura 10	<i>Encuestas catastrales</i>	25
Figura 11	<i>Medición de los linderos del predio</i>	26
Figura 12	<i>Actualización Gráfica de linderación de lotes. construcción y otros.</i>	26
Figura 13	<i>Edición gráfica y procesamiento en base a planos actualizados en campo con consolas TECTRONIK</i>	27
Figura 14	<i>Unidad Central de Procesamiento (CPU) del ICL</i>	28
Figura 15	<i>Equipos topográficos para obtención de puntos de control terrestre</i>	30
Figura 16	<i>Nueva Unidad Central de Procesamiento (CPU) RS/6000</i>	31
Figura 17	<i>Digitación de fichas catastrales</i>	32
Figura 18	<i>Estaciones de edición gráfica bajo plataforma CAD</i>	34

Figura 19	<i>Plóter Vertical para salida gráfica de diversos planos catastrales..</i>	34
Figura 20	Finalidad de automatizar de Planos Catastrales	35
Figura 21	<i>Interfaz de conexión al SISCAT.</i>	36
Figura 22	<i>Interfaz del SISCAT.</i>	36
Figura 23	<i>Acceso a pestaña de aplicación para generación de planos.</i>	37
Figura 24	<i>Obtención de datos alfanuméricos del lote catastral.</i>	37
Figura 25	<i>Módulo de generación del plano catastral o plano informativo de colindancia.</i>	40
Figura 26	<i>Plano Catastral para ploteo</i>	41
Figura 27	<i>Plano Informativo de colindancia</i>	43
Figura 28	<i>Plataforma de software ArcGIS</i>	44
Figura 29	<i>Recursos necesarios para el funcionamiento de un GIS</i>	50
Figura 30	<i>Componentes de Geodatabase</i>	53
Figura 31	<i>Menú principal ICL Tools v.2 instalado en la barra de herramientas.</i>	60
Figura 32	<i>Conexión a la Geodatabase ingresando sus credenciales.</i>	61
Figura 33	<i>Ingreso de parámetros para la obtención del plano solicitado</i>	61
Figura 34	<i>Plano Catastral generado</i>	62
Figura 35	<i>Plano Informativo de colindancia generado.</i>	65
Figura 36	<i>Detalle del lote solicitado y sus lotes colindantes.</i>	66
Figura 37	Esquema del proceso de elaboración de planos automatizados. ..	72
Figura 38	<i>Diagrama de flujo del proceso de elaboración de planos automatizados.</i>	75
Figura 39	<i>Estructuras de carpetas en el servidor ICL</i>	76
Figura 41	Interfaz de usuario de Plano Catastral.....	79

Figura 42	<i>Código de consulta para Plano Informativo de Colindancia para datos alfanuméricos</i>	80
Figura 43	<i>Plano Catastral</i>	81
Figura 44	<i>Generación del Plano Informativo de Colindancia</i>	82
Figura 45	<i>Código de consulta para Plano Informativo de Colindancia para datos alfanuméricos</i>	82
Figura 46	<i>Plano Informativo de Colindancia</i>	83
Figura 47	<i>Interfaz de usuario para la generación de Planos Hoja Informativa Catastral Urbano</i>	84
Figura 48	<i>Plano, Hoja Informativa Catastral Urbano</i>	85
Figura 49	<i>Directorio de archivos con extensión .MXD generados para ejecución en ArcGis</i>	86
Figura 50	<i>Directorio de archivos con extensión .PDF generados</i>	86
Figura 51	<i>Código de consulta y resultado del lote y sus colindantes</i>	87

RESUMEN

El Instituto Catastral de Lima cuenta con procesos específicos para la elaboración de planos catastrales. Sin embargo, existen tres tipos de planos que son solicitados con mayor frecuencia: el Plano Catastral, el Plano Informativo de Colindancia y Plano Informativo Catastral Urbano. Actualmente, la elaboración de estos planos se realiza manualmente, consultando bases de datos alfanuméricas y gráficas.

Este proceso implica copiar, pegar y digitar la información en plantillas predefinidas en formato ArcGIS, utilizando un marco gráfico (Mapframe) para los datos geográficos. Como consecuencia, se generan errores de digitación, retrasos en la entrega y un mayor uso de recursos humanos. Tras un análisis del proceso actual, se identificó la necesidad de automatizar la emisión de los planos catastrales. Por tanto, el presente proyecto propone el diseño de un software que automatice la generación de estos planos, utilizando el lenguaje de programación Python, su librería Arcpy y otras herramientas web, con el objetivo de optimizar y agilizar los procesos.

La implementación de esta aplicación beneficiará tanto a los solicitantes como a la institución, al reducir el tiempo de entrega y mejorar la precisión de los datos consignados en los planos.

ABSTRACT

The Cadastral Institute of Lima follows specific processes for the preparation of cadastral plans. However, three types of plans are most frequently requested: the Cadastral Plan, the Adjacent Information Plan and the Urban Cadastral Information Plan. Currently, these plans are prepared manually by consulting alphanumeric and graphic databases. This process involves copying, pasting, and typing information into predefined templates in ArcGIS format, using a graphical frame (Mapframe) for geographic data.

As a result, this manual process leads to typing errors, delivery delays, and increased use of human resources. An analysis of the current workflow identified the need to automate the preparation of cadastral plans. To address this, this project proposes the design of software that automates the generation of these plans using the Python programming language, the Arcpy library, and other web tools, with the aim of optimizing and streamlining the process.

The implementation of this application will benefit both applicants and the institution by reducing delivery times and improving the accuracy of the data recorded in the plans.

INTRODUCCIÓN

Desde 1980, Lima, la capital del Perú, ha experimentado un notable crecimiento en población, edificaciones y comercio. Este incremento, motivado por diversos factores, se ha concentrado en el Distrito de Cercado de Lima, donde antiguos locales industriales han sido transformados en grandes conglomerados comerciales, y casonas del centro histórico se han convertido en almacenes y depósitos. Esta situación ha derivado en el mal uso de las vías públicas y la construcción de inmuebles fuera de normativa, lo que ha fomentado el comercio informal y exacerbado diversos problemas sociales.

Para enfrentar estos desafíos, el gobierno municipal ha implementado métodos y herramientas tecnológicas avanzadas para realizar un inventario físico y legal de las propiedades, locales comerciales, espacios públicos y monumentos históricos. Este inventario incluye tanto información alfanumérica como geográfica de los predios. Como parte de este esfuerzo, se creó el Instituto Catastral de Lima, una entidad a la que se le otorgaron las facultades necesarias para llevar a cabo un inventario integral desde las perspectivas física, legal y económica en el distrito del Cercado de Lima.

En la actualidad, el Instituto Catastral de Lima, en colaboración con la Gerencia de Cartografía y Tecnología de Información, ha desarrollado un software que promete garantizar la elaboración eficiente de los planos catastrales. Este aplicativo automatizará el proceso, reduciendo significativamente el tiempo de ejecución.

El avance de las nuevas tecnologías ofrece la oportunidad de aplicar estos desarrollos en los sistemas de información alfanuméricos y gráficos. Por ello, el presente documento se enfoca en la automatización del proceso de elaboración de la información cartográfica catastral mediante un aplicativo, asegurando la completa validación de los parámetros establecidos.

Palabras clave: GIS, Geodatabase, Python, código catastral, planos catastrales.

CAPITULO I:

PARTE INTRODUCTORIA DEL TRABAJO

1.1 GENERALIDADES

El Instituto Catastral de Lima asume con gran responsabilidad los retos que implica el desarrollo y ordenamiento territorial de Lima Cercado, zonas donde experimenta un notable crecimiento social y económico. Como consecuencia, los ciudadanos requieren atención inmediata para obtener documentos con mapas georreferenciados, fotografías y datos del predio, los cuales son necesarios para diversos trámites administrativos.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Para abordar esta problemática, tanto las gestiones municipales anteriores como las actuales han impulsado el desarrollo de diversas herramientas tecnológicas para la emisión de documentos certificados de manera más eficiente. Estas herramientas permiten que los ciudadanos reciban sus solicitudes resueltas en el menor tiempo posible, incluyendo respuestas vía web y el uso de firmas digitales respaldadas por la RENIEC (Registro Nacional de Identificación y Estado Civil).

En la actualidad, el principal problema en el área de cartografía y tecnología de la información, es la falta de un software o aplicativo que elabore en forma automática los planos catastrales específicos. La falta de la automatización mediante un aplicativo consume mucho tiempo y es propenso a errores. Además, el tiempo de entrega y los recursos humanos necesarios para completar y entregar los planos solicitados son significativos.

1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

La falta de esta automatización en el proceso, también demanda tiempos adicionales para que el usuario ejecuta esta actividad, a su vez hace más complejo el proceso, sin ser posible determinar que usuario cometió el error y generar una estadística de los errores cometidos por cada usuario, esto conlleva a que no exista un proceso de corrección de estos errores que se generó, como resultado a la falta de la oportuna intervención, se incide en el riesgo de una propagación de errores que se podrían evitar con anticipación. Para alcanzar estos resultados y optimizar el flujo de trabajo, ha sido necesaria una investigación exhaustiva de las diversas opciones viables. En los apartados sucesivos, se detallará cómo se tomaron las decisiones en cada etapa del flujo de trabajo, exponiendo y explicando los caminos seguidos y su aceptación hasta alcanzar el proceso final.

1.3.1 Objetivo general

Desarrollo e implementación de un software "ICL Tools v.3" para la generación automatizada de 3 planos catastrales específicos en el ICL, mediante la utilización de herramientas de programación.

Reducir el tiempo de elaboración, disminución de errores consignados en los planos mencionados y reducción de recursos humanos.

1.3.2 Objetivos específicos

- El primer enfoque tiene un carácter cartográfico, se basa en concebir un Sistema de Información Geográfica como una herramienta para el manejo de cartografía automática.
- Formular el método correspondiente para la automatización e integración de los parámetros establecidos
- Poner énfasis en las características y el funcionamiento de la gestión de bases de datos alfanuméricas y gráficas.

- Validar el aplicativo desarrollado en reemplazo a los procedimientos actualmente empleados.

1.4 ANTECEDENTES

El avance y evolución de la tecnología en el ámbito de la automatización para la elaboración de planos catastrales ha sido impulsado por el uso de herramientas de programación específicas como Auto LISP en AutoCAD, las cuales han permitido reducir el tiempo y aumentar la precisión en el manejo de entidades gráficas.

AutoLISP es un lenguaje de programación basado en LISP, diseñado para automatizar procesos en AutoCAD. Mediante el uso de algoritmos, permite ejecutar múltiples comandos en una sola operación, optimizando tanto el tiempo como los costos en la generación de dibujos estructurales detallados. (Coconubo & Murcia, 2014). cita: Cuando se desarrolló el AutoCAD, su lenguaje de estructuración fue el LISP, poderoso lenguaje de bajo nivel de programación el mismo que por su versatilidad pudo implementar un enorme potencial gráfico y de desarrollo al AutoCAD, de allí nace una combinación para denominar a un lenguaje de desarrollo denominado Auto LISP, el mismo que combina comandos propios del CAD con funciones del LISP.

1.5 PUNTOS CLAVE A DESTACAR

Evolución tecnológica: En los últimos años, se ha presenciado una consolidación del uso de ordenadores y programación orientada a objetos, lo que ha permitido un avance notable en la automatización de procesos gráficos y alfanuméricos en la creación de planos catastrales.

Esta herramienta Auto LISP ha sido crucial en la automatización de tareas específicas dentro de AutoCAD, como la creación de bloques o cuadros técnicos, permitiendo una mayor eficiencia y reducción de tiempo en comparación con los métodos tradicionales.

1.6 IMPACTO DEL USO DE AUTO LISP

1.6.1 Ahorro de tiempo.

Automatización de tareas repetitivas mediante código.

1.6.2 Personalización.

Creación de herramientas a medida dentro de AutoCAD.

1.6.3. Mejora en precisión.

Reducción de errores comunes en los dibujos.

1.6.4 Aumento de productividad.

Capacidad para completar proyectos de forma más rápida y eficiente.

1.6.5 Ventaja competitiva.

Incremento del valor en el mercado laboral para quienes dominan estas herramientas.

El uso de estos modelos automatizados se formaliza en el año 2006, convirtiéndose en un pilar en la elaboración de planos catastrales automatizados y en la investigación de nuevas formas de integración entre bases de datos gráficas y alfanuméricas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 MARCO TEÓRICO

La elaboración de planos catastrales automatizados, tanto gráficos como alfanuméricos, es un proceso tecnológico clave en la modernización de la gestión territorial y la administración de bienes inmuebles. La automatización de estos procesos se basa en el uso de herramientas geoespaciales, bases de datos, lenguajes de programación y tecnologías emergentes que permiten mejorar la eficiencia, precisión y accesibilidad de la información catastral. A continuación, se desarrollan los aspectos teóricos fundamentales que sostienen la implementación de este tipo de sistemas automatizados.

2.1.1 Catastro y su Función en la Gestión Territorial

El catastro es el registro oficial de los bienes inmuebles dentro de un territorio, y cumple una función vital para la planificación, la gestión fiscal y la resolución de disputas sobre la propiedad. Los planos catastrales representan gráficamente las parcelas, edificaciones, usos del suelo y características geográficas relevantes. Además, el catastro integra información alfanumérica como los propietarios, usos permitidos y valores catastrales, lo que proporciona una visión completa y estructurada de los activos inmobiliarios. (ERBA, 2008)

2.1.2 Automatización en el Proceso Catastral

La Automatización de Procesos Catastrales (APC) implica el uso de tecnologías avanzadas para minimizar la intervención manual, agilizando las tareas

repetitivas y aumentando la precisión. Los sistemas de automatización permiten la creación, actualización y validación automática de planos catastrales tanto gráficos como alfanuméricos. Esto es posible gracias a la integración de Sistemas de Información Geográfica (SIG), bases de datos espaciales, y herramientas de procesamiento como Python con librería Arcpy y las API (Interfaz de Programación de Aplicaciones).

La automatización se traduce en una mayor eficiencia en la generación de planos, la consulta de datos y la emisión de reportes, optimizando así los recursos técnicos y humanos.

2.1.3 Bases de Datos Gráficas (Geodatabase)

Una Geodatabase es una base de datos diseñada para almacenar, gestionar y manipular información geoespacial. En el contexto catastral, las Geodatabases permiten almacenar la geometría de los predios y sus características asociadas, como límites, edificaciones y redes de infraestructura. Estas bases de datos son esenciales para la automatización, ya que facilitan la consulta rápida y precisa de la información geoespacial necesaria para la generación de planos gráficos.

Tiene por objeto la obtención de datos espaciales o representación gráfica de una superficie terrestre en planos impresos o digitales.

➤ **Formato de Almacenamiento.** Los datos geoespaciales se almacenan en formatos estandarizados como shapefiles o feature classes, los cuales pueden ser manipulados directamente mediante lenguajes de programación como Python.

2.1.4 Bases de Datos Alfanuméricas

Las bases de datos alfanuméricas contienen la información no gráfica asociada a los bienes inmuebles, como los datos de propiedad, el uso del suelo, las clasificaciones fiscales y los códigos catastrales. Estas bases de datos suelen estar alojadas en servidores SQL (por ejemplo, Microsoft SQL Server o Oracle), lo que permite consultas rápidas y automatizadas utilizando herramientas de desarrollo como SQL Developer o JDBC en el caso de sistemas basados en Java.

Parámetros Catastrales.

Un parámetro común en la automatización es el "Código Catastral" o Código Único Catastral (CUC), que permite vincular la información gráfica y alfanumérica para la creación de reportes completos.

2.2 BASE DE DATOS GRÁFICOS

2.2.1 Lenguajes de Programación y Automatización con Python y Arcpy. (Tateosian, 2015)

El lenguaje de programación Python, junto con su librería Arcpy, es fundamental en la automatización del proceso de generación de planos catastrales. Python permite interactuar directamente con sistemas SIG y bases de datos, ejecutando tareas como consultas espaciales, generación de mapas, y la exportación de archivos en formatos específicos (PDF, MXD).

Arcpy. Es una librería de Python desarrollada para interactuar con ArcGIS. Facilita la automatización de geoprocursos como la generación de planos, la aplicación de simbología y la consulta de Geodatabases, lo que permite una producción masiva y precisa de planos catastrales.

2.2.2 Tecnologías de Geoprocесamiento

El geoprocесamiento es el conjunto de herramientas y técnicas que permiten realizar análisis espaciales y manipular datos geográficos para obtener resultados específicos, como la delimitación de propiedades, generación de buffers, o superposición de capas. Estas técnicas son esenciales para procesar la información gráfica y generar los planos catastrales de manera automatizada.

2.2.3 Proceso de Elaboración de Planos Catastrales Automatizados

Entrada de Parámetros

El proceso comienza con la entrada de parámetros a través de una interfaz por parte del usuario.

El Código Catastral es uno de los parámetros clave que permite identificar el lote o propiedad de interés en las bases de datos. El usuario puede interactuar con las herramientas para realizar consultas automáticas.

2.3 CONSULTA AUTOMÁTICA A LAS BASES DE DATOS

El sistema realiza consultas automáticas en paralelo tanto a las bases de datos gráficas (Geodatabase) como en las bases de datos alfanuméricas (SQL Server). Estas consultas extraen la información gráfica del lote o propiedad, así como los datos alfanuméricos relacionados, como el propietario y la zonificación.

2.3.1 Procesamiento y Análisis de Datos

Una vez obtenidos los datos, se ejecutan procesos de análisis geoespacial y alfanumérico utilizando herramientas de geoprocесamiento. En esta etapa, los datos gráficos se integran con la información alfanumérica para generar un producto completo y coherente.

Resultados de la Generación Automática de Planos

La generación automática de planos catastrales es un proceso clave que optimiza la creación de documentos gráficos y alfanuméricos mediante el uso de tecnologías avanzadas y datos geospaciales. Este proceso permite automatizar la producción de planos que son esenciales para la administración catastral

Procesamiento de Datos Geográficos y Alfanuméricos: A partir de las bases de datos gráficas y alfanuméricas (que incluyen información de lotes, propiedades y otros elementos territoriales), se extraen los datos necesarios para la creación de planos catastrales. Estos datos son procesados mediante software especializado (como ArcGIS, Python y su librería ArcPy, SQL Server, Oracle SQL Developer), asegurando que la información sea precisa y esté actualizada.

Una vez que los datos han sido procesados, el sistema aplica simbología predefinida para representar elementos geográficos como lotes, vías, manzanas y otros detalles catastrales. La simbología asegura que los planos sean consistentes y legibles, siguiendo las normas cartográficas establecidas.

El siguiente paso es la composición de mapas, que incluye la disposición de elementos gráficos en el plano. Esto abarca la inclusión de etiquetas, leyendas, escalas, y otros detalles cartográficos que hacen que el plano sea comprensible y útil para los usuarios finales.

Integración de Datos Alfanuméricos, los planos gráficos se complementan con datos alfanuméricos que proporcionan información detallada sobre cada lote o propiedad, como:

- ✓ Código Catastral
- ✓ Nombre de propietario(s).
- ✓ Área del lote.

- ✓ Uso del suelo.
- ✓ Clasificación. entre otros.

Estos datos se generan automáticamente a partir de las bases de datos y se vinculan con los gráficos para proporcionar un reporte completo.

Una vez que el plano ha sido generado. se exporta en formatos estándar como PDF y MXD. El formato PDF es utilizado para la distribución y consulta de planos por parte de usuarios no técnicos, mientras que el formato MXD (de ArcGIS) Permite la edición y análisis geoespacial de los datos por parte de técnicos catastrales.

Finalmente, el sistema puede genera reportes automáticos que contienen tanto la información gráfica como los datos alfanuméricos en un solo documento. Estos reportes también se exportan en formatos PDF o MXD, facilitando su uso para trámites catastrales o consultas por parte de los contribuyentes.

2.4 FUNCIONES PRINCIPALES DEL ICL:

- Elaboración de mapas topográficos a nivel provincial: El ICL produce mapas a escala de vuelo 1:30,000, que representan grandes extensiones de territorio e incluyen límites de manzanas, vías y otros elementos clave. Estos mapas son fundamentales para la planificación territorial a gran escala y la coordinación de proyectos de infraestructura.
- Elaboración de mapas topográficos distritales para catastro: A nivel distrital, los mapas topográficos son creados a una escala de vuelo 1:4,500. lo que permite representar lotes prediales, edificaciones y otros detalles esenciales para la gestión catastral local. Esta escala es crucial para la administración detallada del suelo en distritos urbanos y periurbanos.

- Salida de planos como documentos catastrales: Los planos catastrales se elaboran a diversas escalas para responder a diferentes necesidades de análisis territorial. Las escalas más comunes utilizadas por el ICL son:
 - **1:250**: Detalles finos del lote con áreas menores (Urbanizaciones).
 - **1:500**: Representaciones estándar de lotes (edificios).
 - **1:750**: Adecuada para zonas de densidad media (pequeñas industrias)
 - **1:1,000**: Útil para análisis de zonas más amplias. como industrias. grandes colegios, campos deportivos etc.

2.4.1 Beneficios de la Automatización en la Elaboración de Planos Catastrales

Eficiencia Operativa

La automatización permite una reducción significativa del tiempo necesario para la elaboración de planos catastrales, eliminando tareas manuales y repetitivas. Esto se traduce en una mayor productividad y una reducción de costos operativos.

Precisión y Reducción de Errores

El uso de sistemas automatizados garantiza una mayor precisión en la representación de los datos, reduciendo la posibilidad de errores humanos que podrían afectar la exactitud de los planos catastrales.

2.4.2 Impacto en la Gestión Territorial

La automatización no solo mejora los procesos técnicos. sino que también tiene un impacto positivo en la gestión territorial. permitiendo a las autoridades locales y nacionales contar con información actualizada y precisa para la planificación urbana. la recaudación de impuestos, fiscalización y la toma de decisiones estratégicas.

2.5 MARCO CONCEPTUAL

Automatización. La automatización en la elaboración de planos de lotes prediales implica la utilización de tecnologías y sistemas para llevar a cabo tareas o procesos sin la intervención directa del ser humano. A lo largo de la historia, la automatización ha sido un objetivo constante en la búsqueda de optimizar el trabajo y reducir costos operativos. Con el avance de la informática y la digitalización, este concepto ha evolucionado significativamente, dando lugar a enfoques más sofisticados como la Automatización de Procesos Catastrales (APC), que permiten mejorar la eficiencia y precisión en diversas áreas, incluida la cartografía catastral.

Automatización de Procesos Catastrales. (APC) se fundamenta en el uso de software, algoritmos y códigos inteligentes para replicar y ejecutar tareas que tradicionalmente requerirían intervención humana. Estos programas pueden interactuar con distintos sistemas informáticos, realizar cálculos complejos, recopilar y extraer información, así como ejecutar procesos previamente definidos. La APC facilita la automatización de tareas repetitivas, minimiza errores y optimiza la eficiencia en los procedimientos catastrales, contribuyendo a una gestión más ágil y precisa de la información territorial.

Impacto en el empleo. No obstante, se argumenta que la Automatización de Procesos Catastrales (APC) puede liberar a los técnicos cartográficos de tareas repetitivas y rutinarias, permitiéndoles enfocarse en actividades de mayor valor agregado, como el análisis estratégico, la optimización de la gestión territorial y la mejora en la atención a los contribuyentes. En lugar de reducir empleos, la automatización podría optimizar el uso de los recursos humanos, facilitando la modernización de los procesos catastrales y creando nuevas oportunidades para

que los técnicos desarrollen habilidades más especializadas y orientadas a la toma de decisiones.

Eficiencia y reducción de costos. Uno de los principales beneficios de la Automatización de Procesos Catastrales (APC) es su capacidad para aumentar la eficiencia y reducir los costos en la gestión catastral. Al automatizar tareas repetitivas y susceptibles a errores, la APC acelera la ejecución de los procesos, reduce la necesidad de intervención manual y mejora la precisión en la obtención y procesamiento de datos. Esto impacta positivamente en la eficiencia operativa de las entidades catastrales, permitiendo una mayor productividad y una disminución significativa de los costos derivados de errores humanos y tiempos prolongados de procesamiento.

2.5.1 Aspecto general

Según la Ley Orgánica de Municipalidades Nro 28853 artículo 65 inciso 8), publicado el 28 de mayo de 1984, dice: son funciones específicas: Elaborar el Catastro Municipal. Entendiéndose que se refiere a todos las provincias y distritos del Perú. (CATASTRO MUNICIPAL , 1982)

2.5.2 Dato histórico

En la Municipalidad Metropolitana de Lima, el Catastro Urbano se inicia en el año 1982 durante la gestión del alcalde de Lima provincial, Arq. Eduardo Orrego Villacorta, con un presupuesto de 39.000 francos franceses, que fueron parte de un financiamiento mayor asignados dentro del convenio entre la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) - El Grupo Francés Matra SFS - Municipalidad de Lima Metropolitana.

2.6 MARCO LEGAL Y NORMATIVO

El Proyecto de Catastro Integral fue establecido mediante Decreto de Alcaldía en diciembre de 1984, bajo la administración del Dr. Alfonso Barrantes Lingán. Este proyecto tuvo como objetivo principal la utilización tridimensional de las fotografías aéreas proporcionadas por el Servicio Aéreo Nacional (SAN) del área Metropolitana, así como el procesamiento cartográfico y alfanumérico. De esta manera, se dio inicio al desarrollo del sistema catastral integral automatizado, introduciendo nuevas tecnologías que fueron pioneras tanto en Perú como en Sudamérica.

Es fundamental que la automatización de los procesos catastrales cumpla con la normativa vigente. Esto incluye leyes relacionadas con la administración del territorio, la tenencia de la tierra, la protección de datos y la interoperabilidad de los sistemas de información geográfica.

2.6.1 Creación del catastro en Lima Metropolitana

Dada la importancia demostrada del catastro para la administración urbana, el Concejo Metropolitano de Lima acordó mediante la Ordenanza municipal N° 008 del 5 de diciembre de 1985, la creación de la Empresa Municipal de Catastro Integral (EMCIM). Esta entidad se estableció con el propósito de elaborar y mantener actualizado de manera continua el catastro urbano de Lima, además de proporcionar servicios a nivel nacional.

En el periodo 1987-1989 en la gestión del alcalde Dr. Jorge del Castillo, inicia sus operaciones como Empresa Municipal de Catastro Integral (EMCIN).

2.6.2 Creación del Instituto Catastral de Lima

En sesión ordinaria del Concejo Metropolitano de Lima, se consideró la propuesta presentada por el presidente de EMCIN y se tomó en cuenta la opinión favorable de la comisión de economía, planificación y presupuesto, con el voto mayoritario del Concejo. En virtud del Decreto de Alcaldía N° 019 del 26 de enero de 1989, se acordó lo siguiente:

- Aprobar la disolución de la Empresa Municipal de Catastro Integral (EMCIN).
- Establecer la creación del Instituto Catastral de Lima (ICL), el cual asumirá las funciones especificadas en su Estatuto.
- Ratificar el Estatuto del Instituto Catastral de Lima.

2.6.3 Creación del Instituto Catastral e Informático de Lima (ICIL)

El 28 de febrero de 1997, durante la administración del Dr. Alberto Andrade Carmona, el Instituto Catastral de Lima (ICL) amplió su objeto y razón social, convirtiéndose en el Instituto Catastral e Informático de Lima (ICIL) [3].

Basándose en las atribuciones establecidas en sus Estatutos y en el Manual de Normas y Especificaciones Básicas para el Catastro Urbano Municipal, publicado en agosto de 1991, el ICIL ha mantenido su operación y ha jugado un papel activo en los programas de Actualización Catastral en el área de Lima Metropolitana.

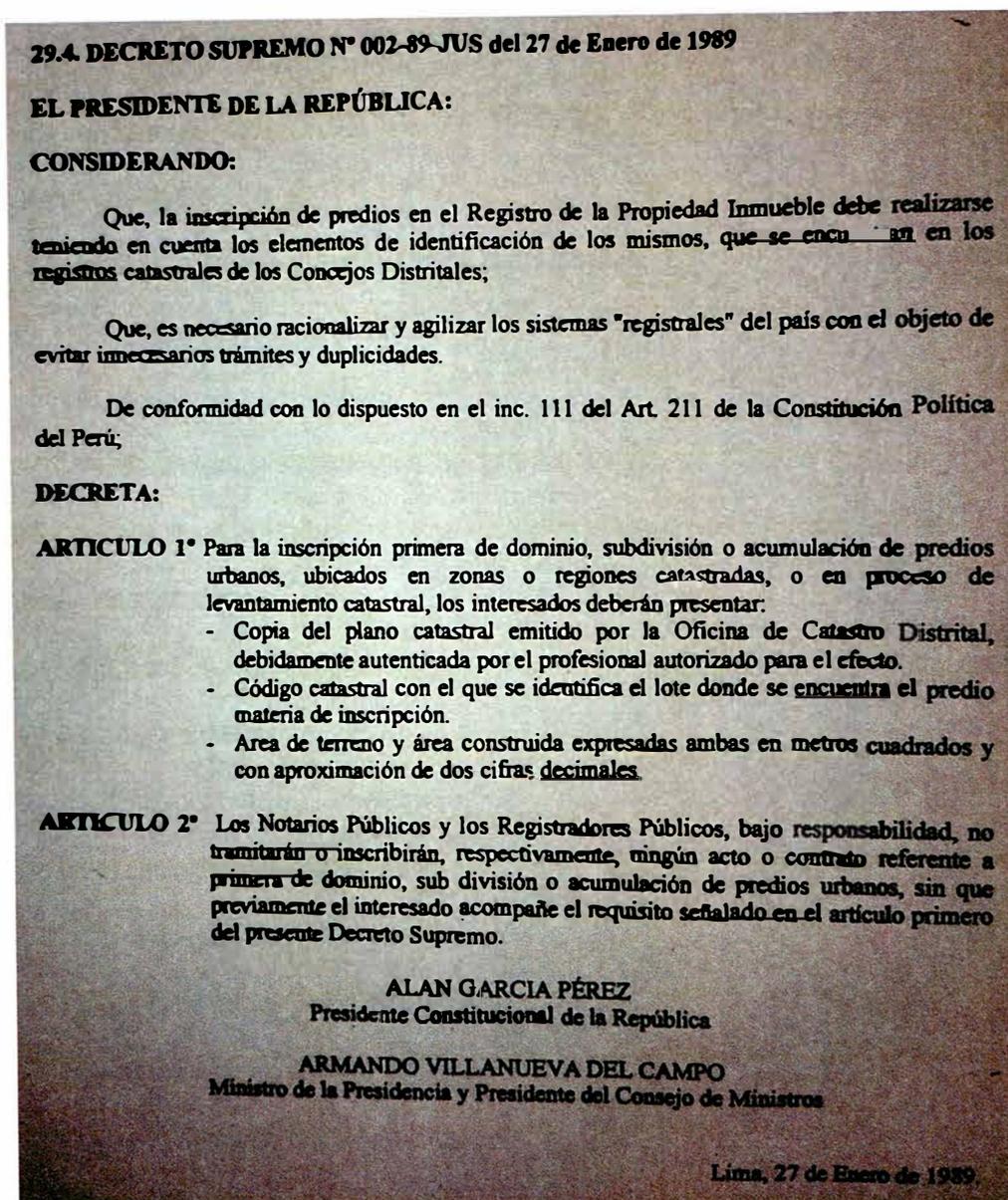
2.6.4 Instituto Catastral de Lima (ICL)

Finalmente, mediante la Ordenanza N° 657, publicada el 12 de agosto de 2004, se restablece el nombre actual de Instituto Catastral de Lima (ICL).

2.6.5 Plano Catastral

Mediante el D.S. N° 002-89-JUS establece que los elementos de identificación de los inmuebles se encuentran en los Registros Catastrales Distritales.

Figura 1
Base legal para emisión del Plano Catastral (Base Legal, 1989)



Nota: Tomado del ICL

Registra la información topográfica, los linderos físicos de los lotes catastrales a escala 1/1,000 y 1/750. 1/500, 1/250 La información que contiene (gráfica - literal) debe estar actualizada previa inspección ocular (Anexo 29).

Este documento se otorga solamente a los propietarios o poseedores para su inscripción en Registros Públicos en los siguientes casos:

- Inscripción Primera de Dominio.
- Subdivisión de Lotes.
- Acumulación de Lotes.
- Independización o Acumulación de Inmuebles.
- Rectificación de linderos.
- Prescripción Adquisitiva.
- Procedimientos Administrativos Municipales.

De acuerdo a sus fines el Plano Catastral contiene la siguiente información:

Información alfanumérica

- Número de hoja de plano.
- Código catastral.
- Escala del plano.
- Ubicación política del distrito.
- Clasificación del inmueble.
- Área total de terreno (lote).
- Área de terreno de uso exclusivo.
- Área construida de uso exclusivo.
- Porcentaje de bienes comunes.
- Apellidos y nombres del propietario.
- Dirección del predio o número municipal.

Información gráfica

- Polígono de manzana.
- Nombre de vías.

- Lote solicitado.
- Perímetro del lote
- Ubicación del lote.
- Área construida.
- Veredas.
- Datum

2.7 EQUIPAMIENTO TECNOLÓGICO

La Municipalidad Metropolitana de Lima (MML), en su esfuerzo por modernizar el Catastro Integral, instaló una serie de equipos de última generación, provenientes de tecnología francesa, con el objetivo de optimizar la precisión, eficiencia y capacidad operativa en la gestión catastral. Entre estos equipos se incluye tecnología de fotogrametría analítica, consolas gráficas, terminales de ingreso de datos alfanuméricas, estaciones topográficas de alta precisión, plóter horizontales, macrocomputadoras, unidades centrales de procesamiento. UPS con autonomía de 30 minutos en todo su funcionamiento, fotografías aéreas del Servicio aerofotográfico Nacional (SAN) y Puntos de control terrestre del Instituto Geográfico Nacional y capacitación de manejo de equipo y métodos catastrales por el personal del grupo Frances. Todo este equipamiento fue adquirido a través del Convenio de Cooperación entre Francia y la MML, impulsando un sistema catastral más moderno de Sudamérica.

- Lote solicitado.
- Perímetro del lote
- Ubicación del lote.
- Área construida.
- Veredas.
- Datum

2.7 EQUIPAMIENTO TECNOLÓGICO

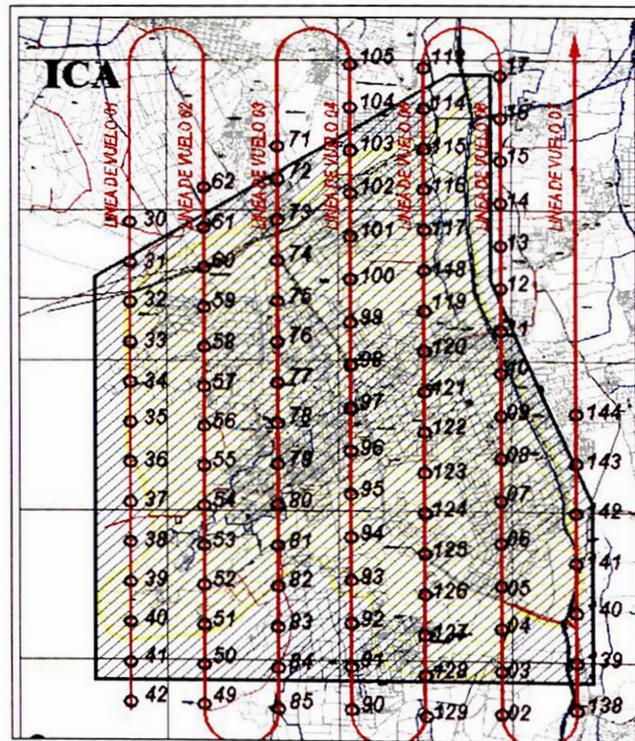
La Municipalidad Metropolitana de Lima (MML). en su esfuerzo por modernizar el Catastro Integral, instaló una serie de equipos de última generación. provenientes de tecnología francesa, con el objetivo de optimizar la precisión, eficiencia y capacidad operativa en la gestión catastral. Entre estos equipos se incluye tecnología de fotogrametría analítica, consolas gráficas, terminales de ingreso de datos alfanuméricas. estaciones topográficos de alta precisión, plóter horizontales, macrocomputadoras, unidades centrales de procesamiento. UPS con autonomía de 30 minutos en todo su funcionamiento, fotografías aéreas del Servicio aerofotográfico Nacional (SAN) y Puntos de control terrestre del Instituto Geográfico Nacional y capacitación de manejo de equipo y métodos catastrales por el personal del grupo Frances. Todo este equipamiento fue adquirido a través del Convenio de Cooperación entre Francia y la MML, impulsando un sistema catastral más moderno de Sudamérica.

Figura 2
Planeamiento de trabajo en el ICL-UNI



Nota: Tomado del ICL

Figura 3
Plan de vuelo del proyecto ICA



Nota: Tomado del ICL

Figura 4

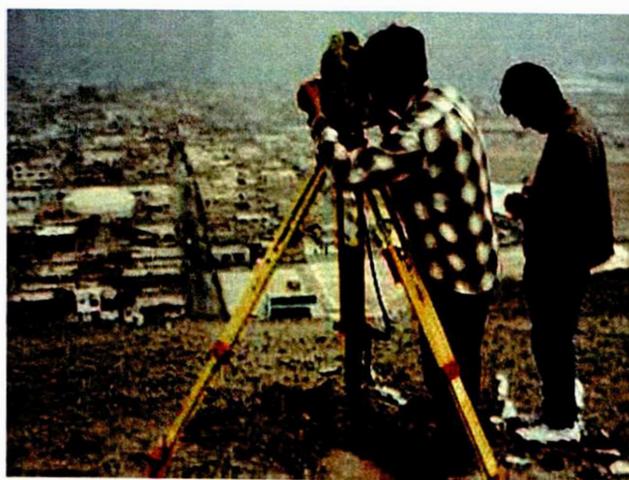
Fotografía aérea escala de vuelo 1:4,500 con formato de 23x23 cm para proyectos catastrales



Nota: Tomado del ICL

Figura 5

Obtención de puntos de control y puntos de apoyo



Nota: Tomado del ICL

2.7.1 Área de Fotogrametría

Los procedimientos de planeamiento, aerotriangulación, ajustes y restitución fotogramétricos desarrollados en el marco del convenio entre Francia, la Municipalidad Metropolitana de Lima y la Universidad Nacional de Ingeniería datan de 1984. En esa época, el equipo francés impartió una metodología de trabajo adaptada a las necesidades del municipio capitalino, implementando tecnología de punta. Entre estos avances destacan las "cuatro estaciones fotogramétricas T1 asistidas por ordenador", que fueron adquiridas cuando la fotogrametría empezaba a explorar la digitalización. Los restituidores analíticos TRASTER MATRA T1, únicos en Sudamérica, permitieron al municipio desarrollar sus propias capacidades tecnológicas para cubrir las necesidades catastrales locales.

Figura 6

Señalización de puntos de control terrestre en fotos aéreas



Nota: Tomado del ICL

Figura 7

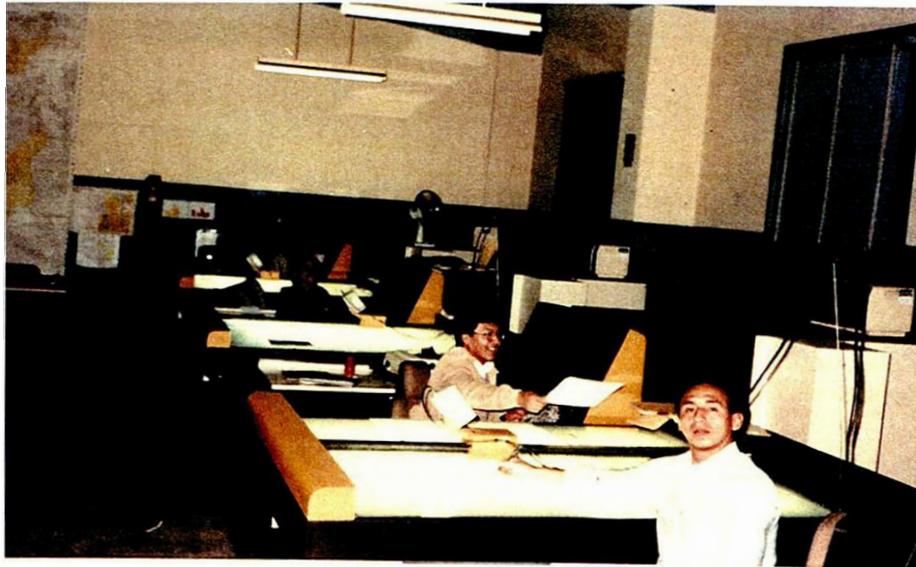
Restitución fotogramétrica (obtención de objetos vectoriales) en 3D X, Y, Z



Nota: Tomado del ICL

Figura 8

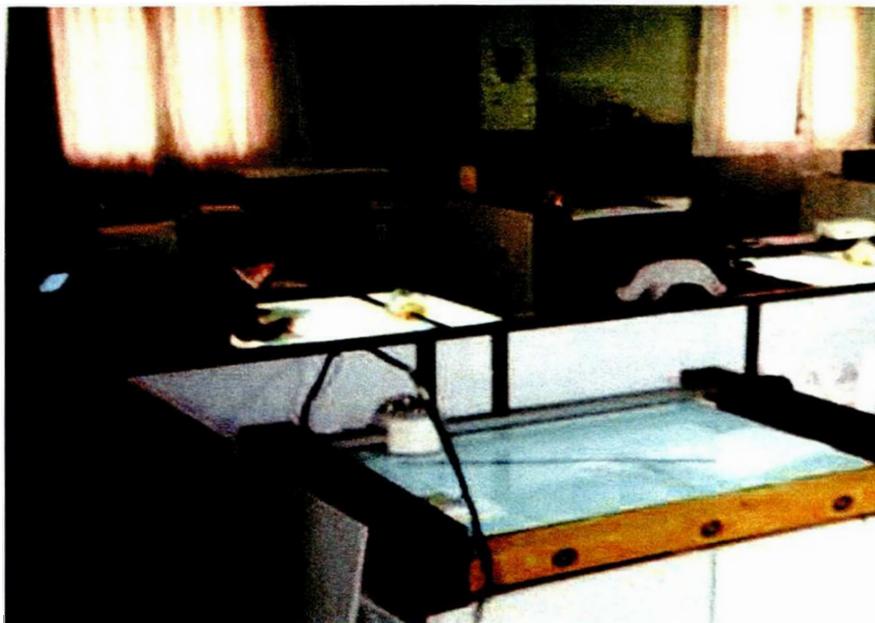
Estaciones de restitución fotogramétrica TI MATRA



Nota: Tomado del ICL

Figura 9

Plotter horizontal neumático para salida gráfica

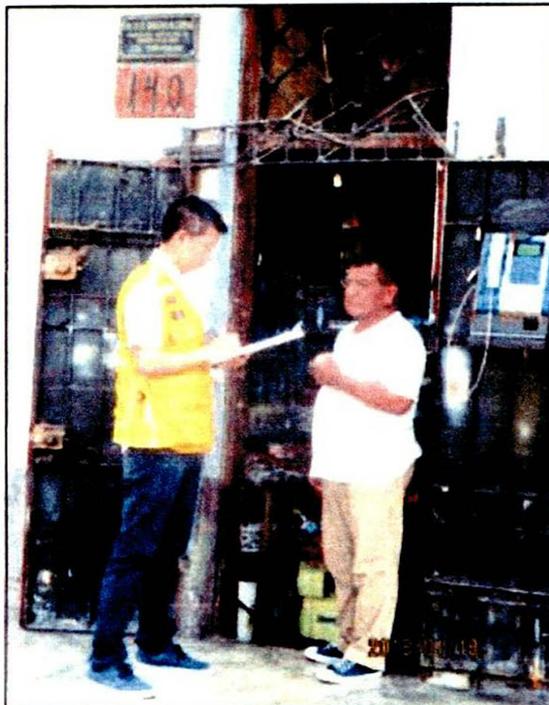


Nota: Tomado del ICL

2.7.2 Área de Encuesta, Linderación de lotes - Encuesta catastral

Proceso mediante el cual se efectúa la inspección ocular del predio catastral previo permiso del propietario, representante legal o poseedor. la documentación relativa a la propiedad para inscribirla en el registro catastral. Se utiliza la ficha catastral oficial para consignar los datos. Permite precisar el derecho de propiedad o posesión, determinar la ubicación, características de la edificación, uso, estado de conservación, categorías, áreas de terreno, áreas techadas del predio.

Figura 10
Encuestas catastrales



Nota: Tomado del ICL

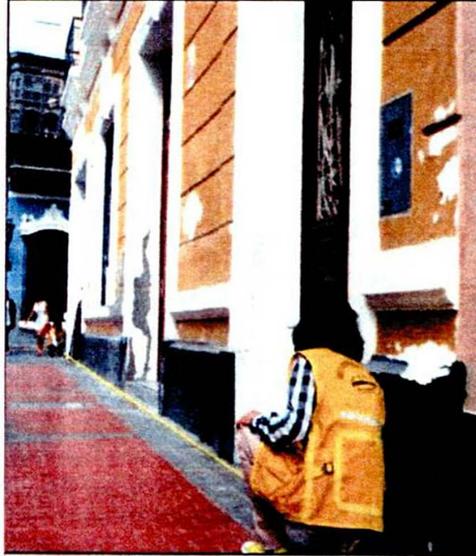
2.7.3 Linderación de lotes

La linderación de lotes consiste en el reconocimiento in situ de la manzana catastral y sus respectivos lotes. El proceso comienza verificando los nombres de las vías que rodean la manzana y a través de la linderación, se identifican los lotes y sus linderos, definiendo su forma geométrica y dimensiones, los cuales se trazan sobre el plano previamente restituido.

Los objetivos de la linderación son:

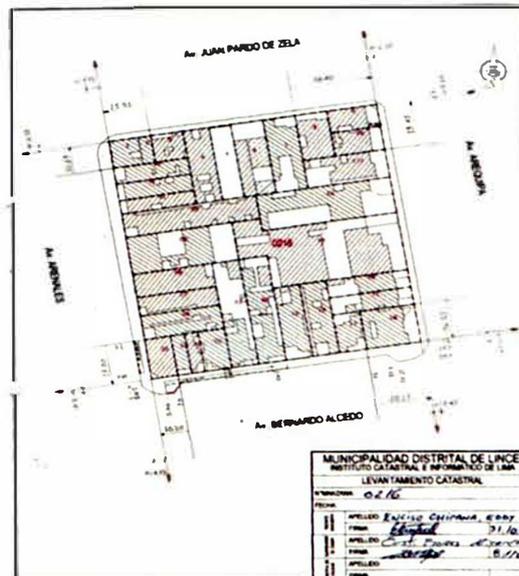
- Definir los linderos de la manzana y asignar número.
- Asignar un número a cada lote.
- Verificar las construcciones existentes en cada lote.
- Verificar si el predio tiene construcción reglamentaria o antirreglamentaria.
- Verificación de número municipal, si no los tiene asignar un número.

Figura 11
Medición de los linderos del predio



Nota: Tomado de ICL

Figura 12
Actualización Grafica de linderación de lotes, construcción y otros.



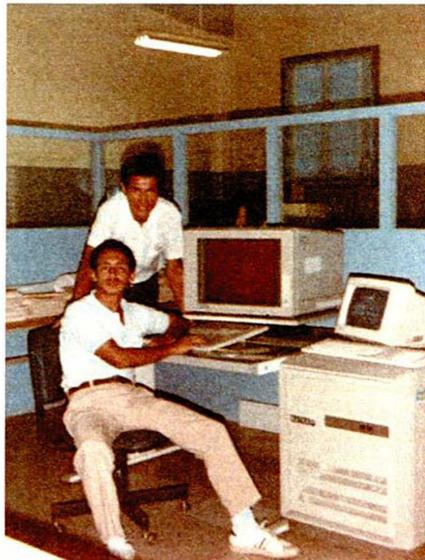
Nota: Tomado del ICL

2.7.4 Área de edición gráfica

El procesamiento y la edición gráfica se realizaban mediante consolas gráficas Tektronix, conectadas a una red intranet que accedía a la base de datos gráfica del servidor. El proceso consistía en actualizar dicha base gráfica con la información recolectada en campo, mientras se vinculaban los datos alfanuméricos correspondientes a cada elemento gráfico, extraídos del servidor. De este modo, se conformaba un Sistema de Información Geográfica (SIG), integrando de manera eficiente la información espacial y alfanumérica para su análisis y gestión.

Figura 13

Edición gráfica y procesamiento en base a planos actualizados en campo con consolas TECTRNIK



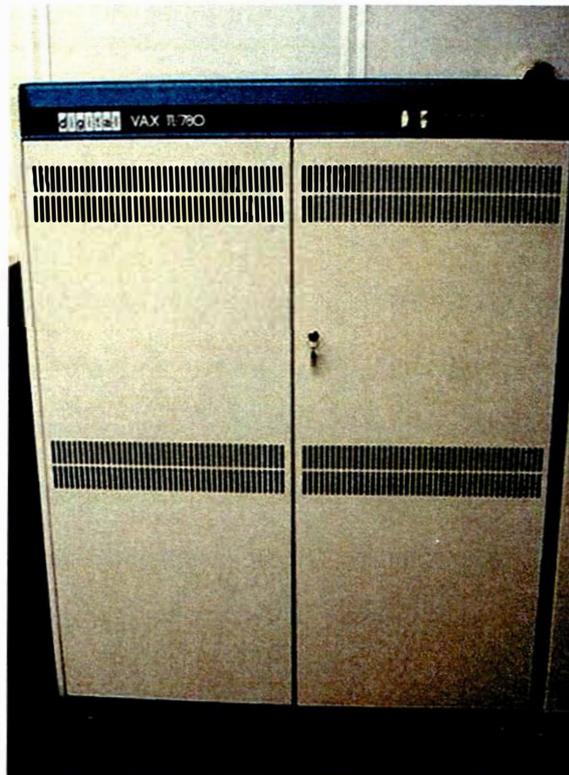
Nota: Tomado del ICL

2.7.5 Área de Tecnología de la Información Catastral

La información recopilada, tanto alfanumérica como gráfica, se almacenaba en una supercomputadora llamada VAX (Virtual Address eXtension o Extensión de Direccionamiento Virtual), que funcionaba como unidad central de procesamiento.

La VAX gestionaba el pequeño espacio de direcciones de memoria con una base de 64 KB. Estas máquinas, representativas de la arquitectura CISC (Complex Instruction Set Computer), eran el equivalente a lo que hoy conocemos como servidores. Los datos se guardaban en el disco duro de la VAX y se respaldaban en cintas magnéticas para asegurar su preservación.

Figura 14
Unidad Central de Procesamiento (CPU) del ICL



Nota: ICL (Digital Equipment Corporation, 1981)

2.7.6 Área de Geodesia y Topografía

La geodesia es la ciencia que estudia la forma, las dimensiones y el campo gravitatorio de la Tierra, especialmente en un contexto territorial amplio, con el objetivo de obtener representaciones precisas de su superficie y medir posición.

La topografía actúa en áreas territoriales reducidas, donde la curvatura de la Tierra puede considerarse despreciable. Ambas disciplinas, la topografía y la geodesia, comparten el objetivo de representar una porción de la superficie terrestre en un plano. Sin embargo, debido a los avances tecnológicos en el instrumento de medición, la distinción entre ambas es cada vez menos clara. La geodesia comienza donde la topografía finaliza, pero no pueden separarse por completo, ya que la topografía se apoya en la geodesia. (Sánchez & Pereda, s.f.)

El ICL siempre ha contado con el equipamiento necesario para el área de topografía, incluyendo modernos equipos topográficos como la estación total y GPS. Los equipos de campo están dotados de distanciómetros electrónicos y cumplen con la norma para el posicionamiento geodésico estático relativo, utilizando receptores del sistema satelital de navegación global del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN).

Figura 15
Equipos topográficos para obtención de puntos de control terrestre.



Nota: ICL

2.8 TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y SISTEMA DE BASE DE DATOS ALFANUMÉRICOS

El mainframe VAX 11/750 y MicroVAX se reemplazaron por un nuevo servidor con sistema operativo UNIX, que permitía el uso de lenguajes como COBOL y FORTRAN V. Esta configuración facilitó la gestión de bases de datos mediante terminales simples (monitor y teclado), permitiendo ingresar y gestionar registros de datos recopilados en encuestas de campo sobre las características de los predios y la documentación de los contribuyentes. La transición a este nuevo

sistema mejoró la eficiencia en la recolección y administración de datos, adaptándose mejor a las necesidades de procesamiento y análisis.

La migración a un servidor RS/6000 de IBM, ante el deterioro de la VAX 11/750, no solo fue una decisión económica, sino también estratégica. Al aumentar la capacidad en áreas críticas, se mejoró la administración de sistemas y redes, la conectividad y la integración con otros sistemas. Además, la gestión de bases de datos distribuidas se optimizó, lo que permitió un mejor rendimiento y eficiencia en las operaciones de computación cliente-servidor. Esta transición fue clave para adaptarse a las necesidades tecnológicas en evolución. (El Tiempo, 2024)

Figura 16

Nueva Unidad Central de Procesamiento (CPU) RS/6000



Nota: (IBM International Technical Support Organization, 1995)

Figura 17

Digitación de fichas catastrales



Nota: Tomado del ICL

2.8.1 Desarrollo del Sistema de Información Catastral (SISCAT)

El SISCAT, desarrollado por el Instituto Catastral de Lima, es un sistema integrado que gestiona la información catastral urbana de Lima Metropolitana. Facilita la toma de decisiones en la gestión pública y privada al ofrecer datos sobre las características físicas y administrativas de los predios, incluyendo el historial de inspecciones y fotografías. Además, proporciona información actual e histórica, apoyando el análisis del crecimiento urbano. El sistema es utilizado por diversas gerencias municipales y organismos públicos, como la Policía Nacional.

2.8.2 Subsistemas del Sistema de Información Catastral (SISCAT)

El SISCAT, debido al volumen de información que maneja, funciona sobre la plataforma ORACLE. Está compuesto por tres subsistemas principales:

Subsistema de Base de Datos: Se encarga de almacenar la información catastral en bases de datos alfanuméricas. Este subsistema pasa por tres procesos clave: conversión, selección e integración de datos.

Subsistema de Actualización: Garantiza la continuidad y precisión de los datos al ser responsable de la actualización de la información catastral.

Subsistema de Análisis: Explora la información almacenada mediante la definición de modelos para el análisis y la visualización, permitiendo así un uso efectivo de los datos catastrales.

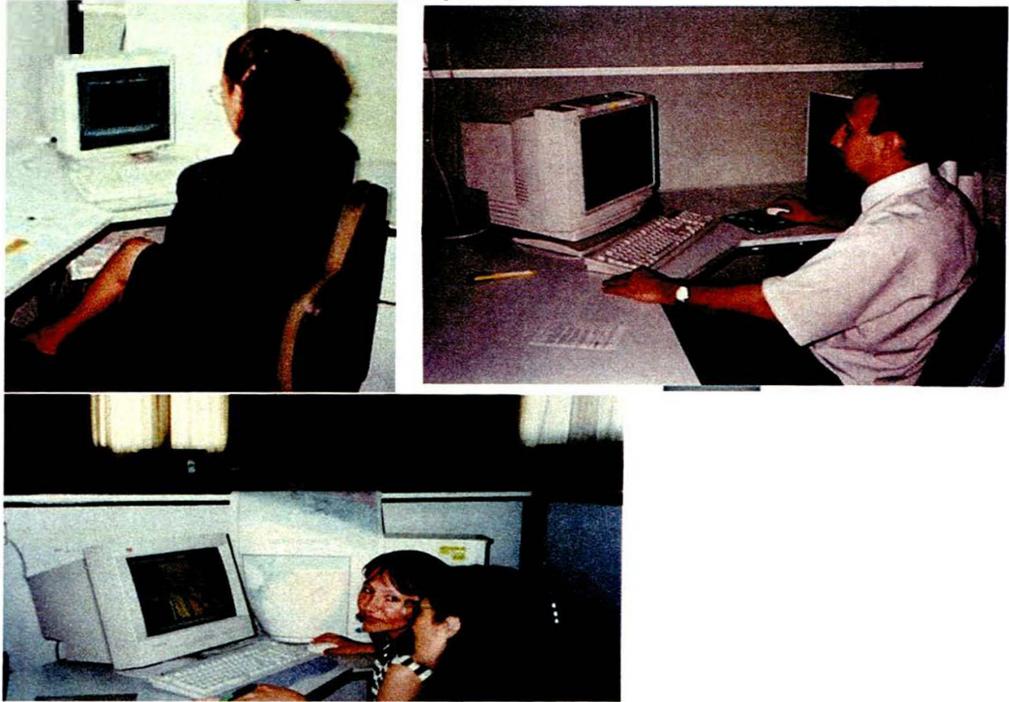
2.8.3 Tecnologías de la Información y Sistema de Base de Datos Gráficos en el ICL

En el área de fotogrametría, los restituidores han jugado un papel fundamental en el levantamiento gráfico catastral de Lima Metropolitana, generando archivos gráficos con extensión *.t1 que se almacenaban en la MicroVAX, respaldados en cintas magnéticas. Estos archivos se convierten a formato *.don para su edición en computadoras con consolas Tectronik, y posteriormente se migran a formato *.dxf.

Con la llegada de nuevas tecnologías, como ordenadores personales y software como AutoCAD, InfoCAD y MapInfo, se comenzó a procesar la data gráfica en estas plataformas. La decisión de adquirir licencias de Autodesk y su derivado AutoCAD Map permitió realizar ediciones gráficas de forma permanente. Esta nueva plataforma ofrece versatilidad y precisión, incorporando herramientas de diseño de ingeniería y capacidad para manejar datos georreferenciados, lo cual es esencial para la gestión catastral.

Figura 18

Estaciones de edición gráfica bajo plataforma CAD



Nota: ICL

Figura 19

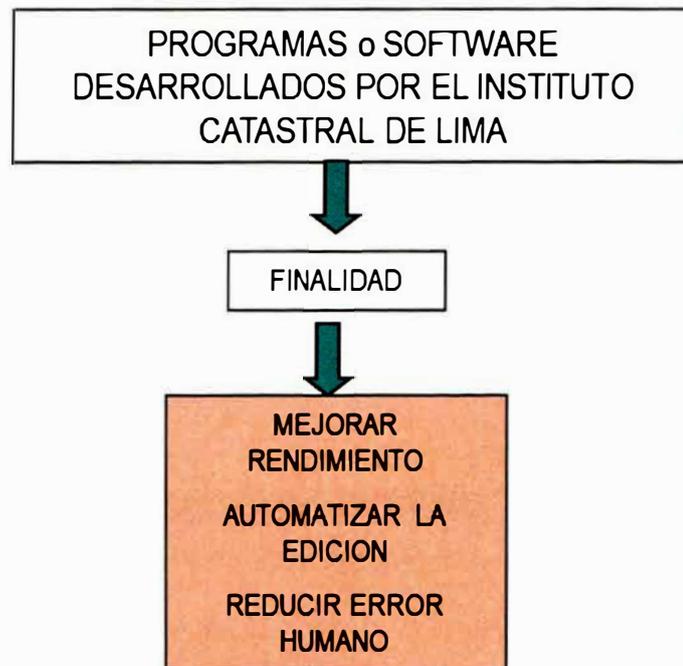
Plóter Vertical para salida gráfica de diversos planos catastrales



Nota: ICL

2.8.4 Antecedentes del Módulo para la Generación del Planos Catastrales automatizado

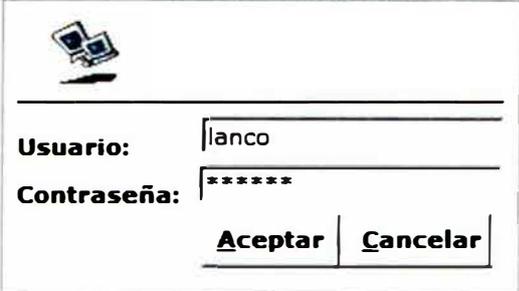
Figura 20
Finalidad de automatizar de Planos Catastrales



Los desarrolladores del ICL incorporaron al SISCAT un módulo denominado "Enlace Gráfico", que permite exportar los datos alfanuméricos necesarios para la elaboración de planos catastrales. Este módulo utiliza un campo relacional al parámetro **CODLINK** (código catastral hasta nivel de lote) de donde obtiene un fichero alfanumérico correspondiente a lote catastral.

Figura 21
Interfaz de conexión al SISCAT.

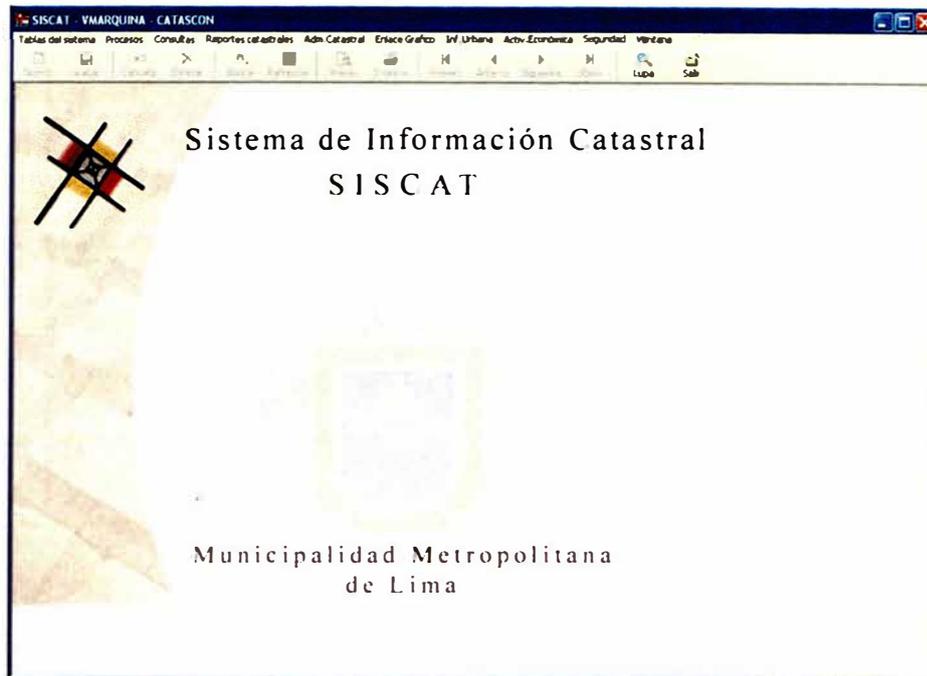
Inicio de Sesión



The login form contains a small icon of a computer monitor and keyboard at the top left. Below it, there are two input fields: one for the username labeled 'Usuario:' containing the text 'lanco', and one for the password labeled 'Contraseña:' containing seven asterisks. At the bottom of the form are two buttons: 'Aceptar' and 'Cancelar'.

Nota: ICL

Figura 22
Interfaz del SISCAT.



Nota: ICL

Figura 23

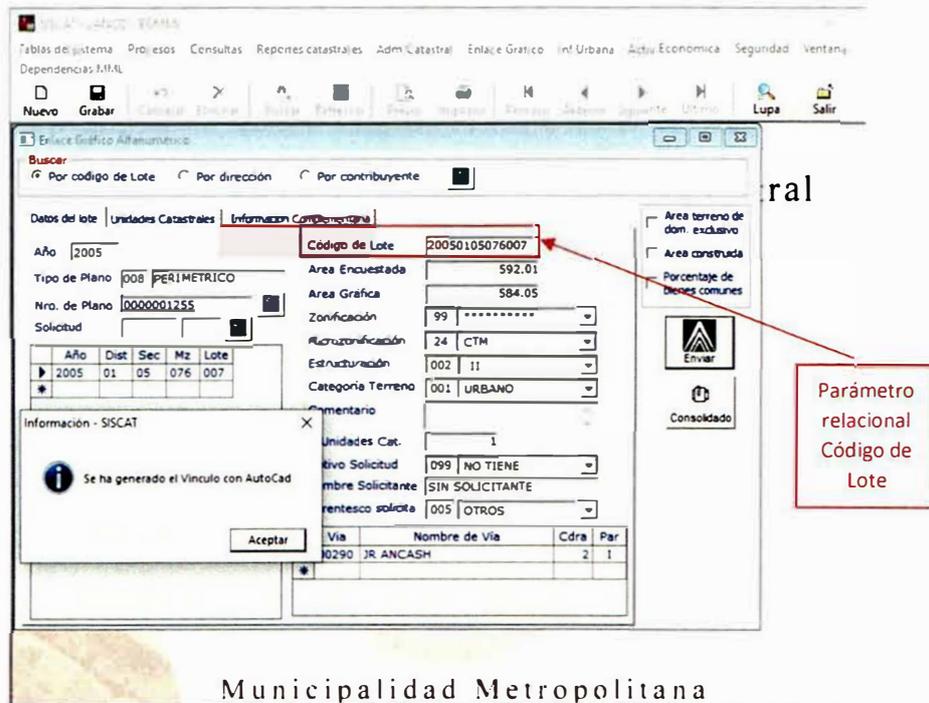
Acceso a pestaña de aplicación para generación de planos.



Nota: ICL

Figura 24

Obtención de datos alfanuméricos del lote catastral.



Nota: ICL

2.8.5 Uso del lenguaje de programación LISP en AutoCAD para la automatización de los planos catastrales

Auto LISP es un lenguaje de programación, derivado del lenguaje LISP significa "List Processor" ('Procesamiento de listas'). Es utilizado para

generar rutinas orientadas al uso específico de AutoCAD. Permite desarrollar programas y funciones para el manejo de entidades del tipo gráfico.

Los programas hechos en Auto LISP amplían los comandos y aplicaciones de AutoCAD, creando así una solución óptima para cada problema en particular, desde el simple trazo de una línea hasta el diseño de un plano o pieza automáticamente, llegando a cálculos complejos, convirtiéndose en gran ayuda para las aplicaciones de ingeniería.

Entre las aplicaciones más notables de Autolisp se pueden citar:

- Programas y rutinas que pueden acotar líneas y contornos automáticamente.
- Creación de objetos bidimensionales y tridimensionales.
- Generación de gráficas y modificación de tipos de líneas con propiedades preferentes.
- Cálculos de áreas, ángulos y tablas de datos, combinación de comandos de dibujo para realizar cuadros técnicos de coordenadas y exportación.

2.8.6 Generación de un Plano Catastral automatizado en Autocad Map “ICL Tools v.1”

Obtención de datos alfanuméricos: Se extraen los datos necesarios desde el módulo SISCAT.

Parte gráfica: Se seleccionan las siguientes capas codificadas:

B01, B02, B03, B04, B05: Áreas construidas

L05: Límite de manzana

L08: Linderos

L11: Límite de lotes

W05: Borde de vereda

Y10: Nombre de avenidas

Y11: Nombre de jirones o calles

Y14: Número de cuadra

Y20: Número de lote

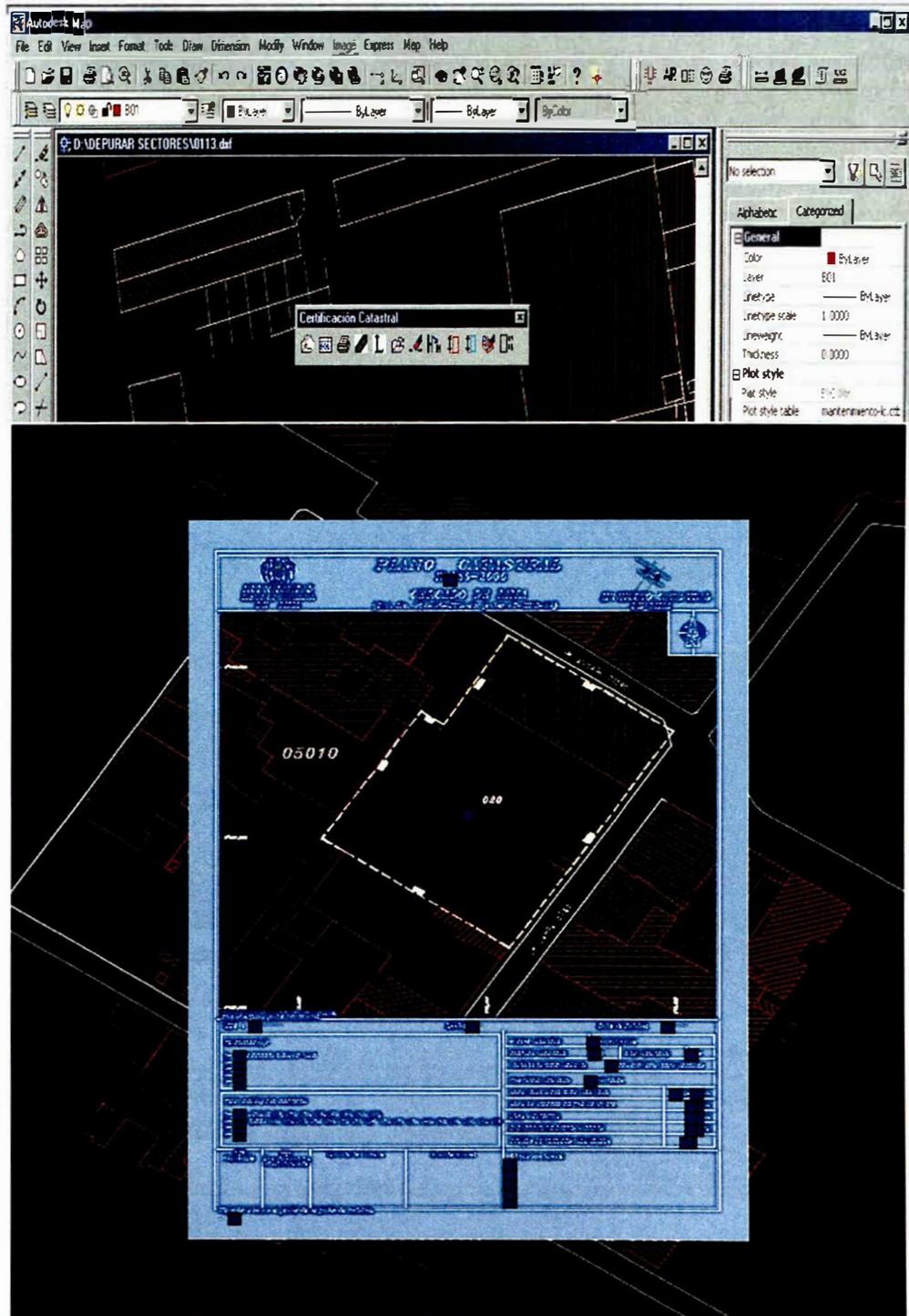
Y25: Número de manzana

Las demás capas se desactivan para aplicar el comando WBLOCK exclusivamente a las capas mencionadas, obteniendo así un archivo gráfico.

Tanto los datos alfanuméricos como los gráficos, junto con la plantilla, se utilizan en el programa **CERTIFICACIÓN CATASTRAL.LSP**, ejecutado en AutoLISP. Este programa invoca los parámetros desde el módulo de enlace gráfico del SISCAT, integrándolos en la plantilla prediseñada para generar el plano catastral final.

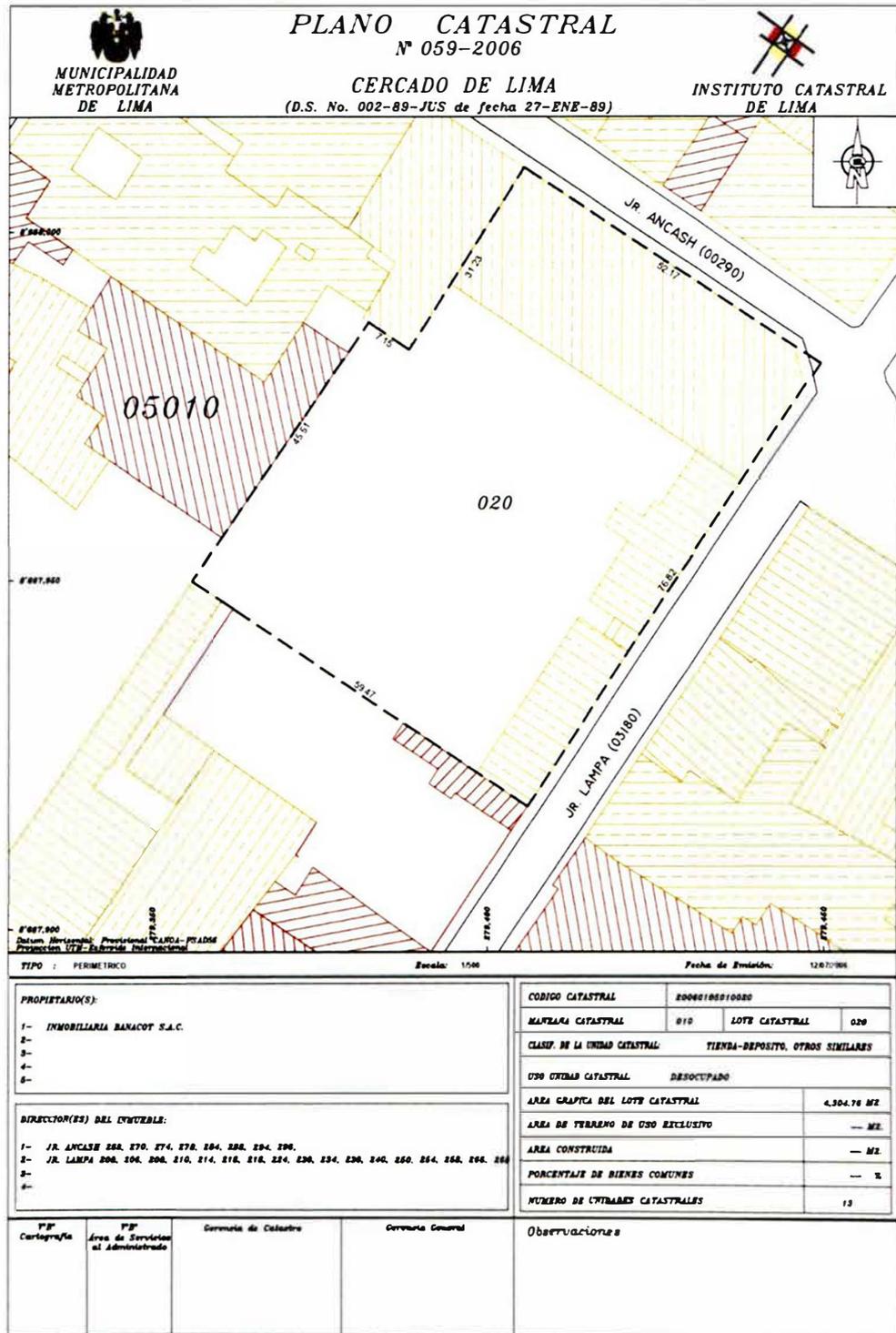
Figura 25

Módulo de generación del plano catastral o plano informativo de colindancia.



Nota: ICL

Figura 26
Plano Catastral para ploteo



Nota: ICL

2.8.7 Plano Informativo de Colindancia

El plano informativo de colindancia sigue un procedimiento similar al del plano catastral, en el que se incluyen los lotes colindantes, los propietarios, las medidas perimétricas y los números municipales. Este plano tiene un carácter meramente informativo y está basado en la fecha de actualización registrada en la base de datos alfanumérica. No se lleva a cabo una inspección ocular de actualización, por lo que carece de valor legal para trámites oficiales.

Figura 27
Plano Informativo de colindancia

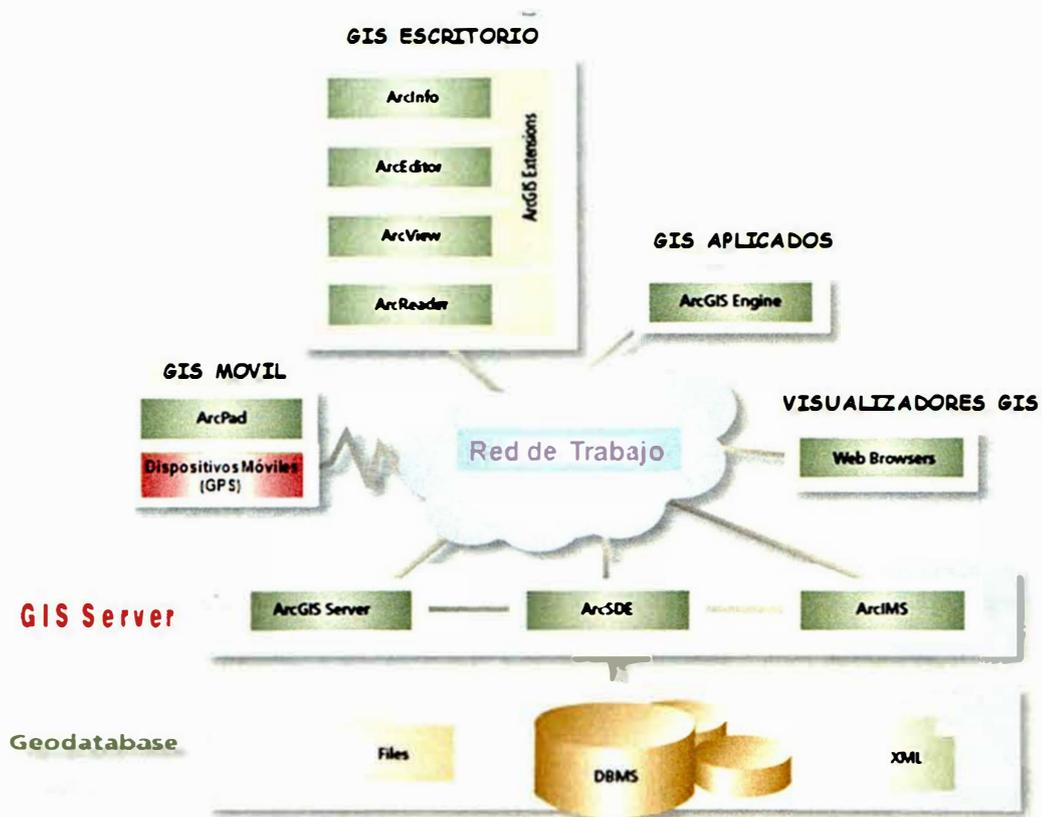


Nota: ICL

2.8.8 Tecnología de Sistema de Información Geográfico (GIS) aplicado al Catastro Urbano

A mediados del año 2007 el ICL logra un convenio con la Empresa TELEMÁTICA para adquirir nuevos softwares GIS Desktop corporativo. Un Sistema de Información Geográfica (GIS) es un elemento relativamente nuevo entre la tecnología de información.

Figura 28
Plataforma de software ArcGIS



Nota: ICL

2.8.9 Migración de la base gráfica CAD a GIS.

La migración de una base gráfica CAD a un entorno GIS implica varios desafíos técnicos, especialmente cuando los datos no se encuentran en las

condiciones óptimas para su uso en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Algunos puntos clave en este proceso incluyen:

2.8.10 Limpieza y corrección topológica de los datos:

Los archivos CAD, aunque útiles para diseño técnico, no siempre cumplen con las restricciones topológicas requeridas en un SIG. Los problemas típicos que se deben corregir incluyen:

Polígonos no cerrados. En CAD, los polígonos pueden parecer cerrados, pero en realidad no lo están.

Segmentos duplicados o líneas no conectadas. A menudo, es necesario eliminar duplicaciones y asegurar la conectividad entre los elementos.

Validación topológica. En un SIG, las relaciones espaciales entre objetos son críticas. Esto implica realizar operaciones de topología para garantizar que los polígonos estén cerrados y no se superpongan, y que las líneas y puntos respeten las reglas espaciales predefinidas.

2.8.11 Conversión de formatos y preparación de datos

Los archivos CAD suelen estar en formatos como *.dwg o *.dxf, pero en un SIG, los formatos más comunes incluyen shapefiles (.shp) o Geodatabase. Este paso requiere:

Conversión de geometrías. Pasar de archivos de CAD a GIS implica trabajar con las tres geometrías básicas (puntos, líneas y polígonos) y asegurarse de que la información en la tabla de atributos se conserve y sea consistente.

Asociación de atributos. A medida que los datos gráficos se migran, es fundamental que los atributos asociados a cada geometría se mantengan intactos.

2.8.12 Geodatabase y edición concurrente:

Una vez que los datos han sido limpiados y convertidos, se deben almacenar en una Geodatabase para permitir la edición y gestión concurrente. La configuración de un servidor SQL con ArcGIS (Dara, 2017) permite que varios usuarios trabajen simultáneamente en los datos sin tener que utilizar archivos individuales, lo que mejora la eficiencia y la integridad de los datos.

2.8.13 Requisitos de hardware y software

Con la evolución de las tecnologías GIS, se requiere un hardware más potente. La capacidad de los ordenadores ha mejorado, permitiendo que tareas que antes requerían equipos especializados ahora se puedan realizar en PCs convencionales, pero aun así es importante contar con equipos que tengan suficiente capacidad de procesamiento y almacenamiento, especialmente cuando se trabaja con grandes volúmenes de datos.

2.8.14 Importancia de los gráficos en un SIG

Los datos gráficos (geoespaciales) son fundamentales en un SIG, ya que, sin ellos, el análisis espacial y la toma de decisiones basada en la localización no serían posibles. La calidad de los datos, por tanto, tiene una influencia directa en la calidad de los resultados que un SIG puede proporcionar.

Este proceso de migración no solo mejora la accesibilidad y funcionalidad de los datos, sino que también optimiza la infraestructura técnica para facilitar una gestión más eficiente y colaborativa de la información geoespacial.

2.9 CAD y GIS

2.9.1 ¿Qué es un CAD?

El Diseño Asistido por Computadora (CAD) es una tecnología que permite a ingenieros, arquitectos, diseñadores y otros profesionales crear, modificar, analizar y optimizar diseños mediante el uso de software especializado. Esta herramienta se utiliza principalmente para el desarrollo de planos técnicos, prototipos, y modelos en diversas industrias, como la ingeniería, la arquitectura, la fabricación y el diseño de productos.

2.9.1.1 Características del CAD.

Dibujo 2D. Utiliza entidades geométricas vectoriales como puntos, líneas, arcos y polígonos, permitiendo a los diseñadores crear representaciones planas de objetos y estructuras. Este enfoque es útil para generar planos y diagramas técnicos detallados.

Dibujo 3D. Aparte del dibujo en 2D, muchos programas CAD también incluyen capacidades de modelado en 3D, que permiten a los usuarios crear modelos tridimensionales realistas de objetos. Estos modelos 3D pueden incluir superficies y sólidos que son compatibles con tecnologías modernas, como impresoras 3D.

Compatibilidad con placas microcontroladoras. Algunos sistemas CAD modernos pueden trabajar en conjunto con placas como Arduino, que son microcontroladores utilizados en la fabricación de prototipos físicos, facilitando la creación de modelos para impresión 3D y otras aplicaciones de diseño industrial.

2.9.1.2 Aplicaciones de CAD.

Arquitectura. Creación de planos y diseños de edificios, con detalles estructurales y de infraestructura.

Ingeniería mecánica. Diseño de piezas mecánicas, vehículos, herramientas y maquinaria.

Industria manufacturera. Desarrollo de prototipos de productos, moldes y estructuras para producción.

Impresión 3D. Creación de modelos para la fabricación rápida de prototipos a través de impresoras 3D.

El CAD ha transformado cómo los profesionales del diseño y la ingeniería realizan su trabajo, reduciendo significativamente el tiempo y los costos asociados con la creación de modelos físicos y mejorando la precisión de los resultados finales.

2.9.2 ¿Qué es GIS?

Un Sistema de Información Geográfica (GIS) es una plataforma que combina software, hardware y procedimientos para recopilar, gestionar, analizar y visualizar datos georreferenciados (datos con una ubicación geográfica específica). Su objetivo principal es resolver problemas relacionados con la planificación, gestión y toma de decisiones, permitiendo a los usuarios interactuar con datos espaciales y analizar relaciones, patrones y tendencias geográficas.

2.9.2.1 Componentes claves de un GIS.

Software incluye aplicaciones especializadas que permiten la manipulación y análisis de datos geoespaciales. Ejemplos comunes son ArcGIS, QGIS y GRASS GIS.

Hardware. Comprende los dispositivos físicos utilizados para la captura, almacenamiento y procesamiento de datos, como ordenadores, GPS y servidores para almacenar grandes volúmenes de información geográfica.

Datos georreferenciados. La base de un GIS son los datos que incluyen una referencia espacial, como coordenadas, direcciones o cualquier otra forma de ubicación. Estos datos pueden ser puntos, líneas, polígonos o incluso imágenes satelitales.

Procedimientos y métodos. Se refiere a los pasos y métodos sistemáticos utilizados para gestionar y analizar los datos, desde la recopilación de información hasta la generación de resultados y mapas para la toma de decisiones.

2.9.2.2 Funciones principales del GIS.

Gestión de datos espaciales. Almacena y organiza grandes volúmenes de información geográfica.

Análisis espacial. Permite identificar patrones y relaciones espaciales, como la proximidad entre puntos, la superposición de polígonos o la distribución de objetos.

Visualización. Facilita la representación gráfica de los datos. a través de mapas temáticos, gráficos y modelos en 3D, que permiten una mejor interpretación y comunicación de los resultados.

Toma de decisiones. GIS se utiliza en la planificación urbana, la gestión de recursos naturales, la planificación de infraestructuras y la respuesta a desastres, entre otras aplicaciones.

En resumen, un GIS es una herramienta esencial para trabajar con información geográfica, facilitando la resolución de problemas complejos en diversas áreas mediante el análisis y la visualización de datos espaciales.

Figura 29

Recursos necesarios para el funcionamiento de un GIS



Nota: ICL

La representación gráfica de los componentes clave de un Sistema de Información Geográfica (GIS), destacando los elementos esenciales que intervienen en su funcionamiento. A continuación, doy una descripción de cada componente.

Personal Especializado: El personal capacitado es fundamental en un GIS, ya que son los encargados de la recolección, análisis y gestión de los datos geoespaciales, así como de la operación del software y hardware.

Organización: La estructura organizativa es crucial para garantizar que el sistema funcione de manera eficiente y que los roles y responsabilidades estén claramente definidos dentro del equipo de trabajo.

Procedimientos: Incluyen las metodologías y pasos establecidos para gestionar y analizar los datos dentro del GIS, asegurando consistencia y calidad en los resultados.

Software y Hardware: Hace referencia a las herramientas tecnológicas necesarias para operar el GIS. Esto incluye software especializado como ArcGIS o QGIS, y hardware adecuado (ordenadores, servidores, GPS. etc.) para manejar grandes cantidades de datos geoespaciales.

Geodatabase: Es la base de datos espacial que almacena y organiza los datos georreferenciados en diferentes formatos (puntos, líneas, polígonos, etc.) y permite la edición y consulta eficiente de la información.

En resumen, esta representación subraya la importancia de la colaboración entre personal capacitado, herramientas tecnológicas adecuadas (software y hardware), procedimientos bien definidos y la gestión de los datos a través de una Geodatabase para el buen funcionamiento de un GIS.

2.9.3 ¿Qué es una GEODATABASE?

Una Geodatabase es un sistema de almacenamiento y organización de datasets geográficos (conjuntos de datos espaciales) que permite manejar, gestionar y analizar datos geoespaciales de manera eficiente. Los datasets dentro

de una geodatabase pueden contener diferentes tipos de información geográfica. como puntos, líneas, polígonos, tablas, y datos ráster.

2.9.3.1 Características clave de una Geodatabase

Almacenamiento versátil. Las geodatabases pueden estar almacenadas en varios formatos, incluyendo:

- Carpetas de sistema de archivos comunes (archivo geodatabase o file geodatabase).
- Bases de datos relacionales o bases de datos de gestión (DBMS) como Oracle, Microsoft SQL Server o PostgreSQL.

Escalabilidad. Las geodatabases pueden variar en tamaño y número de usuarios, lo que las hace adaptables para diferentes tipos de proyectos:

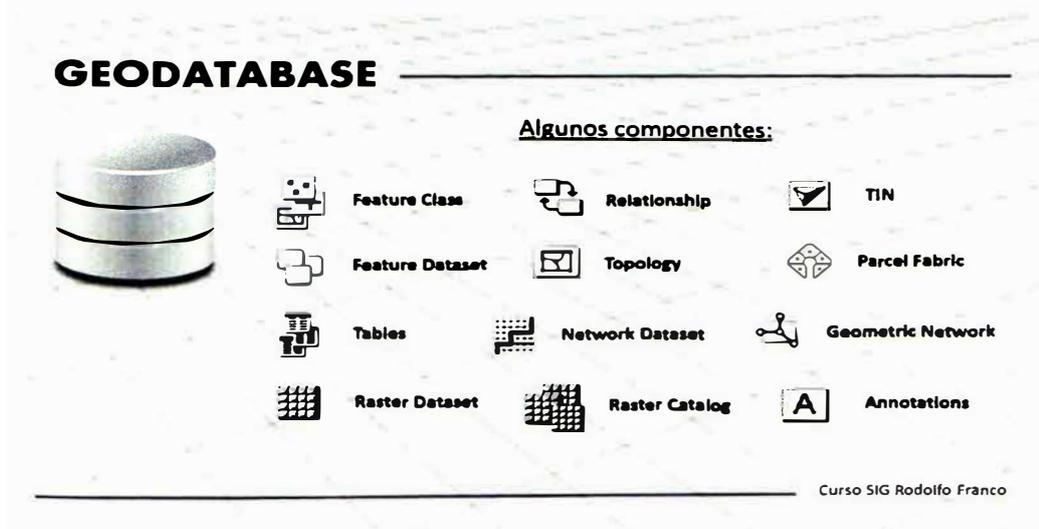
- **Geodatabases de archivo.** Usadas para pequeños proyectos o por un solo usuario.
- **Geodatabase.** Diseñadas para ser accedidas y gestionadas por varios usuarios al mismo tiempo, como las geodatabases corporativas utilizadas en grandes organizaciones o instituciones, como el Instituto Catastral de Lima (ICL). tiene la ventaja de un almacenamiento mayor, de hasta 1 TB e incluso más según la configuración. Por otra parte, mucha información geográfica disponible en la red viene en formato File Geodatabase
- **Geodatabase Multiusuario.** En las geodatabases corporativas o de grandes organizaciones, varios usuarios pueden acceder y editar los datos de manera concurrente, lo que facilita la colaboración en proyectos de gran escala.

- **Geodatabase personal.** La personal Geodatabase es que todo es compilado en un único archivo y no muchos como sucede con los shapefiles. Aunque una personal Geodatabase tiene un límite de hasta 500 MB de tamaño.

2.9.3.2 Tipos de datos almacenados en una Geodatabase

Una Geodatabase es una plataforma poderosa y flexible para la gestión de datos espaciales, fundamental para proyectos SIG que requieren colaboración, escalabilidad y manejo eficiente de grandes volúmenes de información geográfica.

Figura 30
Componentes de Geodatabase



Nota: (Franco, 2023)

Las Fuentes de información geográfica clásicas son:

La imagen muestra una representación de los componentes clave de una Geodatabase en un Sistema de Información Geográfica (SIG). A continuación, explico brevemente cada uno de estos componentes:

Feature Class. Conjunto de entidades geográficas (puntos, líneas o polígonos) con atributos comunes, como manzanas, lotes, construcciones, vías, etc.

Feature Dataset. Un grupo de feature classes que comparten el mismo sistema de coordenadas, lo que permite que se almacenen juntas y se mantengan relaciones espaciales.

Tables. Tablas alfanuméricas que contienen información no espacial relacionada con las entidades geográficas, como datos de población, nombres de calles, etc.

Raster Dataset. Imágenes o datos ráster que representan información continua, como mapas de elevación, imágenes satelitales o modelos de terreno.

Raster Catalog. Colección de conjuntos de datos ráster organizados en un único catálogo, permitiendo una gestión eficiente de múltiples capas ráster.

Relationship. Define relaciones entre las tablas y las entidades geográficas dentro de la Geodatabase, permitiendo enlaces dinámicos entre diferentes tipos de datos.

Topology. Establece las reglas que controlan las relaciones espaciales entre las entidades geográficas, como la conectividad y la no superposición.

TIN (Triangulated Irregular Network). Representación de superficies mediante la creación de una red de triángulos irregulares, utilizado comúnmente para modelos de elevación.

Network Dataset. Conjunto de datos que modela una red, como redes de vías nacionales, vías expresas, avenida, calles, jirones, pasajes o distribución de servicios, para análisis como rutas o distancias.

Geometric Network. Red de entidades geométricas conectadas, como redes de vías, agua o electricidad, que permite la modelización y análisis del flujo dentro de la red.

Parcel Fabric. Conjunto de datos espaciales que representa parcelas de terreno, utilizadas en catastro y gestión del suelo.

Annotations. Etiquetas o anotaciones que pueden colocarse en los mapas para mostrar información textual asociada a las entidades geográficas.

Estos componentes permiten a la Geodatabase ser una herramienta poderosa en la organización, análisis y gestión de datos espaciales y no espaciales, facilitando el uso eficiente de los datos en aplicaciones SIG complejas.

2.10 PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE CAD Y GIS

Las principales diferencias entre CAD (Diseño Asistido por Computadora) y GIS (Sistema de Información Geográfica) se basan en su enfoque, funcionalidad y

manejo de datos geoespaciales y gráficos. A continuación, se detallan los puntos clave que distinguen ambos sistemas:

2.10.1 Tipos de datos y Geometrías

CAD. Trabaja principalmente con puntos, líneas, polilíneas abiertas o cerradas, arcos, círculos y textos. Se enfoca en la precisión de los elementos gráficos, siendo útil para la elaboración detallada de planos técnicos.

GIS. Utiliza puntos, líneas y polígonos como geometrías básicas, pero cada objeto tiene una tabla de atributos asociada que contiene información adicional (por ejemplo, un punto puede representar una estación meteorológica y tener atributos como temperatura, humedad, etc.).

2.10.2 Formato de Archivos

CAD. Emplea formatos como DXF y DWG que son estándar en el ámbito del diseño asistido por computadora, y son principalmente gráficos sin atributos espaciales.

GIS. Maneja formatos de datos espaciales como SHP (Shapefile), GDB (Geodatabase), GML, KML, entre otros. Estos archivos no solo almacenan geometría, sino también información alfanumérica en tablas vinculadas.

2.10.3 Objetivo y aplicación

CAD. Se utiliza principalmente para diseño, construcción y representación precisa de objetos en 2D y 3D, orientado a la creación de planos de arquitectura, ingeniería, mecánica y urbanismo.

GIS. Está orientado al análisis espacial y geográfico, facilitando la gestión, modelado y análisis de datos espaciales para resolver problemáticas complejas como catastro, agricultura, minería, hidrología, teledetección, mapas de riesgos y más.

2.10.4 Capacidades de edición

CAD. Tiene capacidades avanzadas de edición gráfica, lo que lo convierte en una herramienta esencial para tareas detalladas de diseño y modelado.

GIS. Aunque ofrece opciones de edición, estas son más limitadas en comparación con **CAD**. No obstante, GIS compensa con la posibilidad de agregar análisis espacial, y se pueden ampliar las funciones de digitalización avanzada mediante plugins.

2.10.5 Uso de Atributos y Base de Datos

CAD. No maneja atributos espaciales extensos ni bases de datos. Su uso se centra en las propiedades gráficas de los objetos.

GIS. Permite el uso de bases de datos espaciales (Geodatabases), donde los objetos están ligados a tablas de atributos, lo que facilita análisis complejos basados en los datos geográficos.

2.10.6 Enfoque

CAD. Su ámbito de trabajo se centra en la producción de planos y diseños técnicos, abarcando principalmente ingeniería, arquitectura, diseño de plantas, y modelado 3D.

GIS. Tiene un enfoque más amplio en la gestión, análisis y visualización de datos espaciales, con aplicaciones en catastro, ordenación territorial, monitoreo ambiental, planificación urbana, entre otros.

2.10.7 Interoperabilidad

Aunque ambos tienen diferentes enfoques, CAD y GIS son complementarios. La capacidad de importar y exportar entre ambos sistemas permite a los profesionales aprovechar las fortalezas del diseño preciso de CAD y las capacidades analíticas de GIS.

2.10.8 Escalabilidad y Usos

CAD. Su enfoque está más limitado a la creación y diseño de proyectos específicos, como planos técnicos de ingeniería y arquitectura.

GIS. Tiene un amplio abanico de aplicaciones que abarca múltiples disciplinas, como la planificación territorial, agricultura, minería, hidrología, teledetección, y análisis de riesgos, entre muchas otras.

Resumen.

CAD se enfoca en el diseño preciso y detallado de objetos gráficos, mientras que GIS se especializa en la manipulación de datos geoespaciales y el análisis territorial. Ambos son herramientas poderosas, pero su fortaleza radica en diferentes aspectos: CAD en el diseño técnico, y **GIS** en el análisis espacial y la gestión de información geográfica.

VENTAJAS DEL ARCGIS

Herramientas de geoprocésamiento, basadas en las necesidades del usuario.

Calidad de mapas superior; cuadrillas, coordenadas automatizadas, etc.

Integración de múltiples formatos vectoriales y ráster (importación y exportación mejorada).

Estructura de la información gráfica a Bases de Datos (Oracle, Server SQL)
Desarrollo de aplicaciones con Visual Basic sobre ArcObjects.

Antecedentes del desarrollo de aplicaciones para la automatización de planos catastrales con ArcGIS y Visual Basic v6.0:

Con la migración de la base gráfica desde plataformas CAD a ArcGIS, el Instituto Catastral de Lima (ICL) identificó la necesidad de desarrollar un nuevo software para automatizar la elaboración de planos catastrales.

A través de la combinación de Visual Basic con ArcObjects (.NET), los desarrolladores del ICL lograron crear una aplicación que permitió la automatización de estos planos, incorporando por primera vez imágenes fotográficas de los predios como parte del proceso.

La aplicación, denominada "ICL Tools v.2," fue diseñada para integrarse directamente en el menú principal de ArcGIS de cada usuario o cliente, presentándose como una barra de herramientas accesible dentro de la plataforma. Esto facilitó la interacción directa con las funcionalidades automatizadas, optimizando el flujo de trabajo en la elaboración de planos catastrales.

2.11.1 Interfaz gráfica de generación Planos Catastrales automatizado

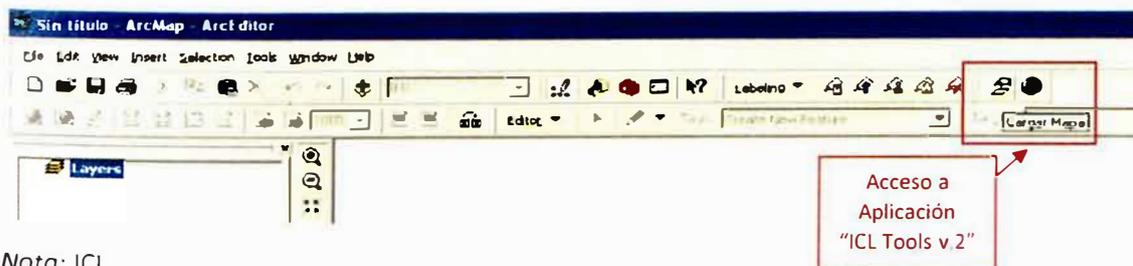
La interfaz de usuario presenta dos pestañas principales: Ingreso y Carga de datos.

Ingreso. Permite gestionar la conexión al servidor, seleccionando la instancia adecuada, especificando la ruta hacia la Geodatabase, e ingresando el usuario y contraseña requeridos para autenticar el acceso.

Carga de datos. Facilita la obtención de datos mediante parámetros definidos. Al ingresarlos, el sistema carga automáticamente el plano solicitado para su visualización.

Esta estructura asegura un flujo eficiente y sencillo para el usuario al gestionar y visualizar los datos catastrales.

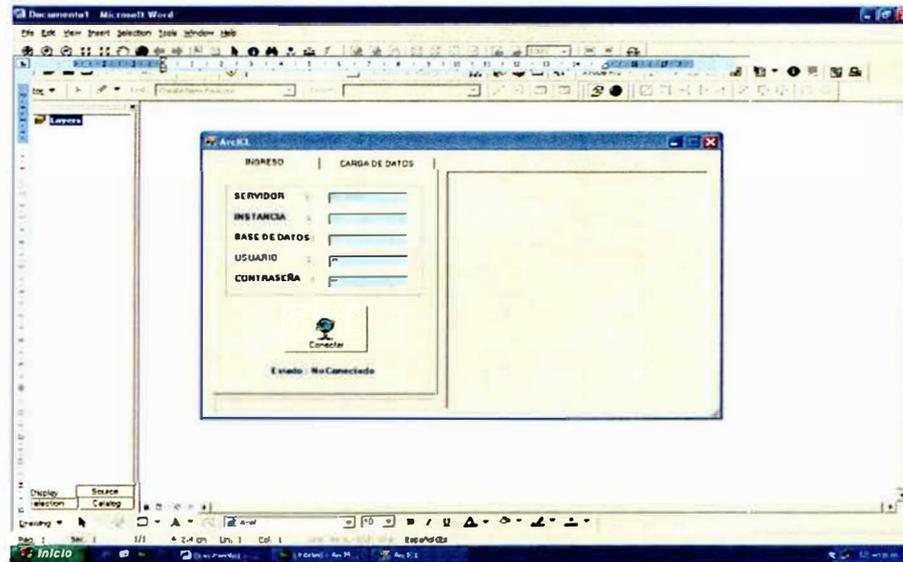
Figura 31
Menú principal ICL Tools v.2 instalado en la barra de herramientas.



Nota: ICL

Figura 32

Conexión a la Geodatabase ingresando sus credenciales.

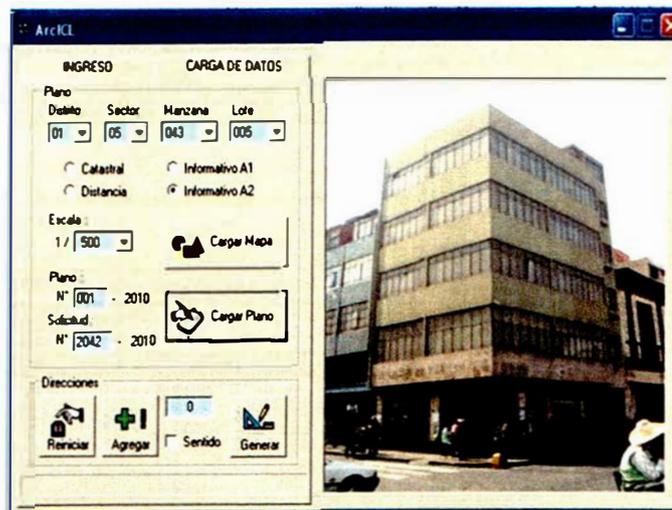


Nota: ICL

Tener en cuenta cuando se hizo este software, no se tenía en cuenta los denominados Frontend y Backend, todo era un software integral para lograr este objetivo

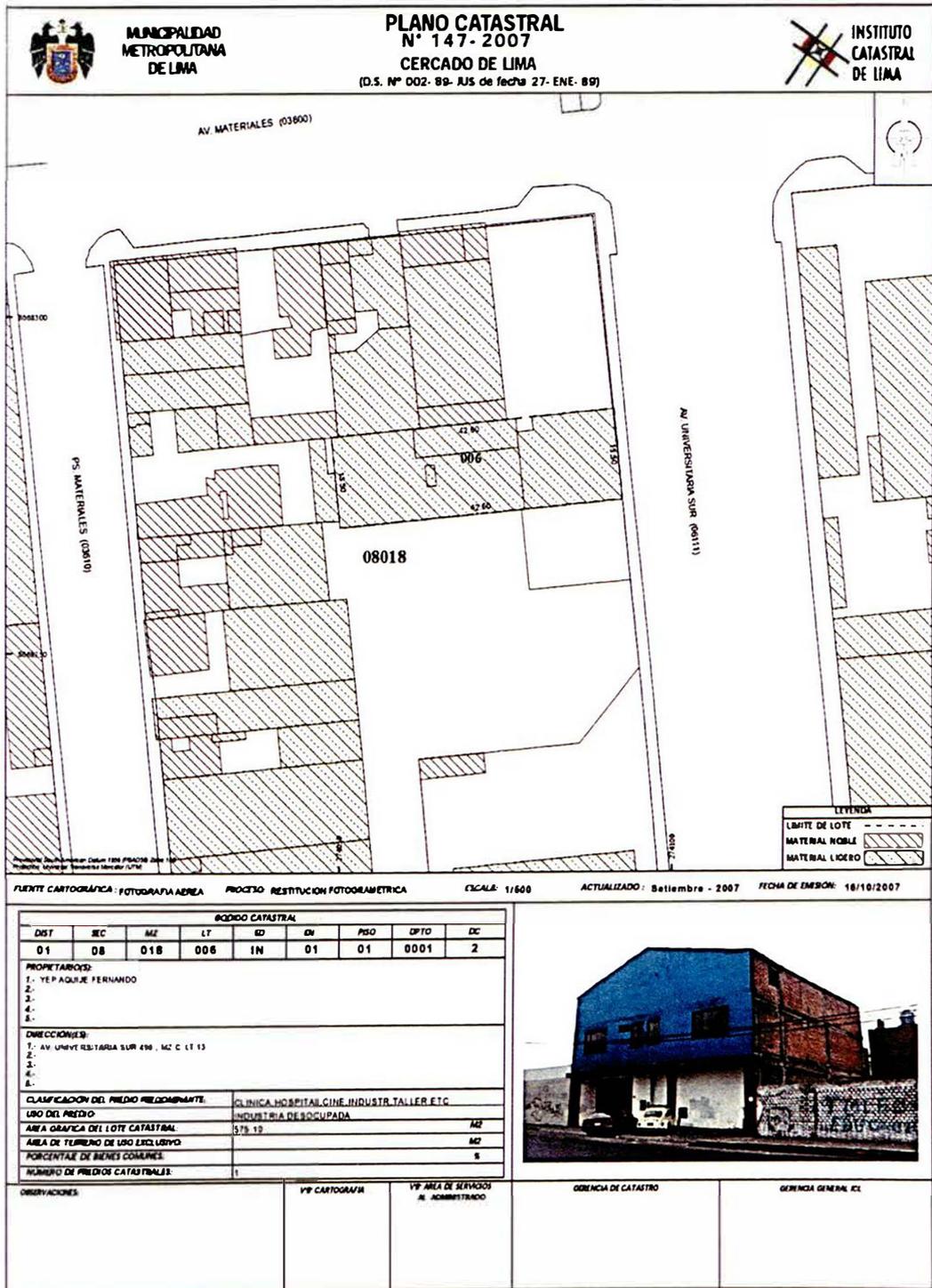
Figura 33

Ingreso de parámetros para la obtención del plano solicitado



Nota: ICL

Figura 34
Plano Catastral generado



Nota: ICL

Como podemos observar, en la parte superior se encuentra el denominado DataFrame o marco de datos gráficos, que define una extensión geográfica. un sistema de coordenadas y otras propiedades de visualización obtenidos de la Geodatabase.

En la parte inferior tenemos datos obtenidos desde la base alfanumérica SISCAT, encabezado y parte inferior corresponde a una plantilla diseñada para todos los planos.

Los datos que nos proporciona el plano catastral son los siguientes:

- DataFrame (marco de datos gráficos) obtenidos del servidor Microsoft Server SQL.
- Nro. de Distrito, Sector, Manzana y Lote.
- Medidas Perimétricas del Lote.
- Construcciones Material Noble y ligero (cobertizo).
- Nombre y Código de Vía.
- Áreas de Circulación (veredas bermas).
- Cuadrilla de coordenadas según parámetro de escala.

Datos alfanuméricos obtenidos del SISCAT servidor Oracle 11g

- Código Catastral.
- propietario del predio.
- Dirección del predio.
- Clasificación predominante del predio.
- Uso del predio.
- Área gráfica del lote catastral.
- Área ocupada.
- Porcentaje de bienes comunes.

- Número de predios catastrales.
- Fecha de actualización de datos gráficos-alfanuméricos.
- Figura de fachada del predio.

2.11.2 Plantilla general diseñada

- Tipo de Plano.
- N° de plano y año.
- Justificación de la elaboración del plano (D.S. N° 002-89-JUS de fecha 27-ENE-89)
- Logos de la MML.
- Logo del ICL.
- Norte Magnético.
- Fuente: de los datos gráficos
- Proceso de elaboración de la data gráfica
- Fecha de emisión del plano
- Leyenda
- Observaciones diversas relacionadas a la información del plano.
- Firmas de conformidad de los responsables de entrega del plano.

2.11.3 Plano Informativo de Colindancia

Ingresamos el Código Catastral, el tipo de plano que vamos a generar, que puede ser Informativo A1 o Informativo A2, esto dependerá del tamaño del lote, luego el N° de Plano, Nro. de solicitud y se activa el campo Cargar Mapa, nos muestra la foto de fachada el cual seleccionamos para cargar el plano desde la Geodatabase.

Figura 36

Detalle del lote solicitado y sus lotes colindantes.



Nota: ICL

2.11.4 Datos gráficos:

- Lotes colindantes del lote solicitado.
- Números municipales o puertas.
- Medidas perimétricas de los lotes colindantes.
- Áreas de lotes solicitados y colindantes.
- Datos alfanuméricos:
- Presuntos propietarios.
- Presuntos propietarios de los lotes colindantes.
- Última fecha de inspección ocular de los lotes colindantes.
- Características de construcción por pisos (categorías).

Para concluir este antecedente puedo decir: Con la aparición de nuevas tecnologías de información, como el cambio de sistemas operativo de Windows 7 a Windows 10 y la actualización a nuevas versiones del ArcGis 10.0, los aplicativos

desarrollados dejan de funcionar por falta de adecuación a estas nuevas tecnologías.

Sin embargo, los planos catastrales se siguen elaborando, pero ya no automatizado, en base a plantillas diseñadas anteriormente e incorporando el marco de datos gráficos obtenidos desde la Geodatabase del servidor SQL SERVER EXPRESS y por lado los datos alfanuméricos se obtienen en base a consultas al SISCAT y a las tablas estructurales del Oracle.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 MÉTODOS Y DESARROLLO

3.1.1 Métodos

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional, en adelante TSP, ha consistido de un trabajo específico, desarrollar e implementar un sistema (software) de emisión de planos automatizados denominado "ICL Tools v.3" para la generación de tres tipos específicos de planos a partir de información alfanumérica y vectorial existentes en dos bases de datos del Instituto Catastral de Lima (ICL), los cuales formarán parte de otro software o aplicativos que posee el ICL.

Este tipo de software de los muchos que tenemos en ICL, son elaborados con procedimientos propios del área de la Gerencia de Cartografía y Tecnologías de la Información (GCTI) designado para hacer este tipo de funciones.

Definitivamente el TSP ofrece una solución óptima a un problema que actualmente carece el ICL en el área de cartografía. Esto es debido a que actualmente, los planos catastrales en mención han vuelto a emitirse manualmente, esto es, consultando a una base de datos Oracle 11g mediante el entorno SQL Developer y al SISCAT, y otra consulta a una base datos geográficos Geodatabase, digitando, copiando y pegando en las plantillas creadas para este fin, generando errores, tiempo y uso de recursos humanos.

El trabajo desarrollado se va a dividir en dos frentes de actuación denominados Backend:

- ✓ Obtención de datos gráficos con código Python.
- ✓ Obtención de datos alfanuméricos.

La metodología incluye el tratamiento automatizado de las capas gráficas y alfanuméricas tal y conforme a un modelo de los planos, hasta la composición e impresión de los planos catastrales.

Respecto a la metodología de automatización, se ha creado un algoritmo. y para la realización del software se usará el lenguaje de programación Python con librería Arcpy que se adecua a ArcGIS y el entorno de desarrollo SQL Developer, para consulta alfanumérica al Oracle 12g, además de utilizar otros servicios de procesamientos web con el fin de obtener la interfaz de usuario.

3 2 DISEÑO DE ESTUDIO

3.2.1 Estudio sistemático

Se ha realizado una revisión sistemática de documentos y antecedentes de elaboración de planos catastrales automatizados desarrollados por el ICL.

La Fuente bibliográfica de su elaboración está basada generalmente en manuales redactados para uso y aplicación, no ha sido necesario recurrir a fuentes externas.

Es necesario señalar que los códigos fuente del software o aplicación no han sido resguardadas ni actualizados, ya que en su momento los desarrolladores han sido contratados para ese fin, razón por la cual en la actualidad han dejado de funcionar bajo las plataformas o nuevos sistemas operativos.

El diseño se hará utilizando las plantillas:

- Plano catastral, que han sufrido pocos cambios significativos en su presentación.
- Plano Informativo de colindancia

Se incorpora:

- El plano denominado "Hoja informativa Catastral Urbana" creado por Ley N° 28294, tiene un formato bajo consideración del SNCP (Sistema Nacional Integrado de Catastro). (Ley N° 28294. 2004)

3.2.2 Estrategias de búsqueda

Según la revisión encontrada sobre este tema de automatizar los planos catastrales, se encontró dos versiones de software o aplicativo que automatiza los planos:

- "ICL Tools v.1". desarrollado con AutoCad con el lenguaje AutoLisp.
- "ICL Tools v.2", desarrollado con ArcGis con el lenguaje .NET.

3.2.3 Desarrollo del proyecto

Diseño del proyecto "ICL Tools v.3" con el lenguaje Python, se tiene como materiales de trabajo lo siguiente:

3.3 MATERIALES

3.3.1 BDA Base de Datos Alfanuméricos ubicado en el data center de la MML

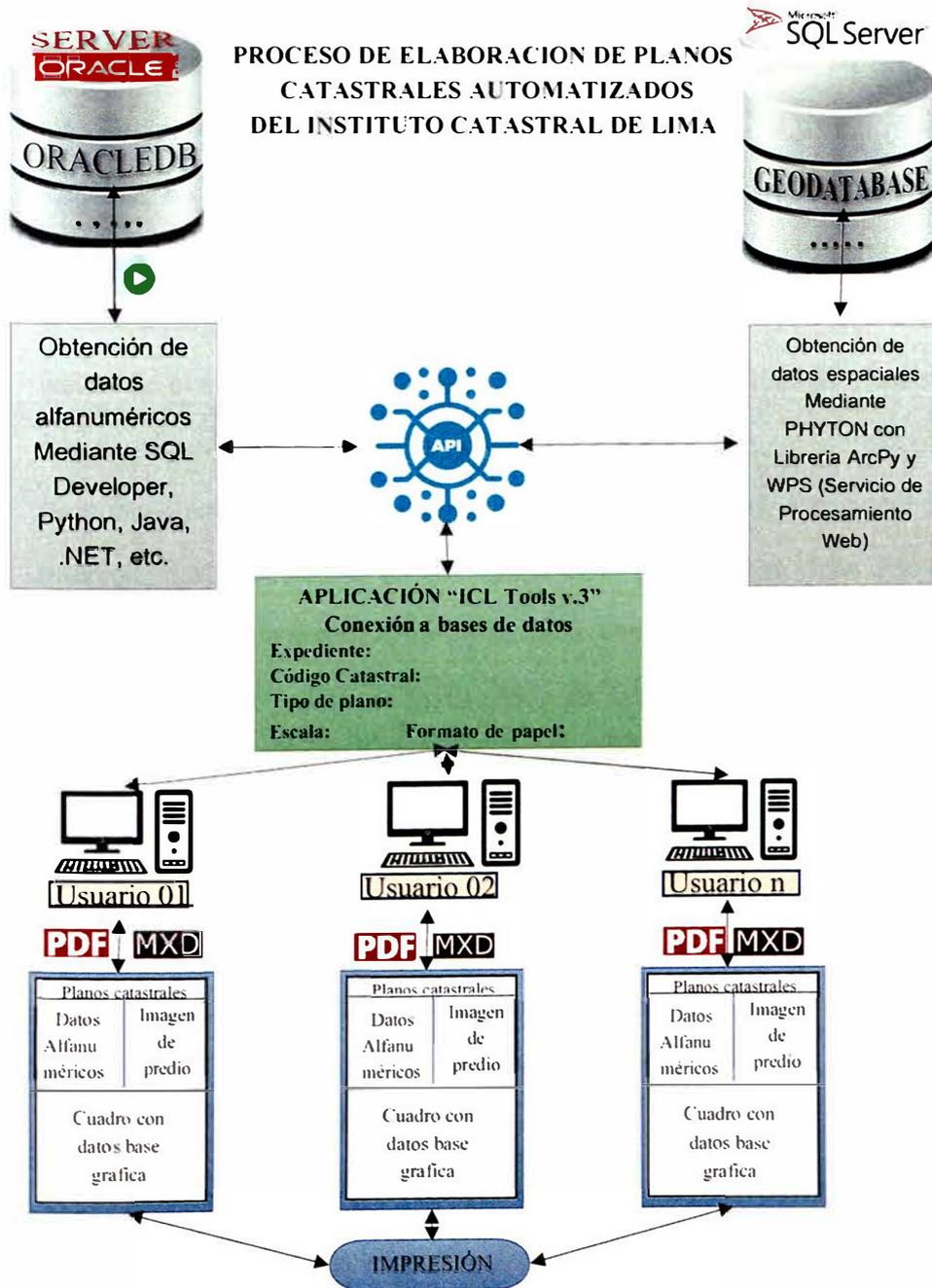
- Servidor (hardware): una máquina física o el "host" que funciona bajo un sistema operativo, integrado a una red informática corporativa.
- Servidor de base de datos Oracle 12g, este software es el que se encarga de almacenar y entregar datos a través del modelo cliente - servidor, bajo protocolos de transmisión específicos. En este tenemos funcionando el programa SISCAT (Sistema Catastral)
- Servidor de archivos o repositorio: donde se almacena información de imágenes fotográficas de los predios.

3.3.2 BDE Base de Datos Espaciales ubicado en el data center del ICL

- **Servidor (hardware).** Una máquina física o el "host" que funciona bajo un sistema operativo, integrado a una red informática del ICL.
- **Servidor de base de datos (software).** Microsoft SQL Server. este programa es el que se encarga de almacenar y entregar datos espaciales a través del modelo cliente - servidor. bajo protocolos de transmisión específicos, En este tenemos funcionando la Geodatabase.
- **Servidor de correo electrónico (software).** Consta de varios módulos de software cuya interacción hace posible la recepción, el envío y el reenvío de correos electrónicos del personal que labora en el ICL, así como su puesta a punto (creación y eliminación de cuentas de correo electrónico), para que estén disponibles. Por regla general funciona mediante el protocolo de transferencia simple de correo (SMTP). Los usuarios del ICL que quieran acceder a un servidor de correo electrónico necesitan un cliente de correo electrónico que recoja los mensajes del servidor y los entregue en la bandeja de entrada. proceso que tiene lugar a través de los protocolos IMAP (Internet Message Access Protocol).
- **Servidor web.** El servidor web del ICL es el que se encarga de guardar y organizar páginas web y entregarlas a otras áreas de la MML con acceso al público en general como navegadores web, servicios como Visores Gráfico - Alfanumérico de los predios de Lima Cercado.

3.3.3 Interpretación del esquema de trabajo desarrollado para la elaboración de planos catastrales automatizados

Figura 37
Esquema del proceso de elaboración de planos automatizados.



3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:

3.4.1 Base de Datos Alfanuméricas

- El ICL ha tenido instalado un servidor o host que alberga la plataforma de gestión de datos Oracle. Se ha elegido la plataforma Oracle y sus versiones anteriores debido a la seguridad que ofrece para proteger información integral.
- Ubicación: Este servidor se encuentra físicamente en el centro de datos de la MML, administrado conjuntamente por el ICL y la MML.
- Software de Gestión: El principal programa de gestión de bases de datos alfanuméricas del ICL es el SISCAT.
- Acceso a Datos: Los datos del servidor Oracle se obtienen mediante consultas utilizando el entorno de programación SQL Developer de Oracle. También se puede utilizar Toad u otros entornos compatibles.
- Componente Principal: Su componente principal es un motor relacional que se encarga del procesamiento de comandos y consultas, así como del almacenamiento de archivos, bases de datos, tablas y búferes de datos.
- Los códigos de consulta para la obtención de datos para los planos catastrales son realizados por otro equipo de trabajo, para la inserción en los planos automatizados

3.4.2 Base de Datos Gráficas o Espaciales

- El ICL tiene otro servidor (hardware) o host instalado en su centro de datos, donde se aloja la plataforma Microsoft SQL Server. Se ha elegido Microsoft SQL Server porque es ideal para almacenar bases de datos espaciales y para administrar estos datos sin complicaciones, gracias a su interfaz visual y a sus diversas opciones y herramientas. Esto es especialmente importante para aplicaciones web que permiten a los usuarios registrarse e iniciar sesión.

- **Ubicación:** Este servidor se encuentra en el centro de datos del ICL y es administrado por el ICL.
- **Función Principal:** La principal función de este servidor es alojar la base de datos espacial o gráfica estructurada bajo una Geodatabase de ArcGIS.
- **Otros Servicios:** Además, el servidor aloja bases de datos como Postgres, servidores web, archivos, correos electrónicos y visores de mapas.
- **Capacidades Adicionales:** Microsoft SQL Server proporciona la capacidad de ejecutar scripts de Python con datos relacionales. Para llevar a cabo análisis predictivo y aprendizaje automático. Los scripts se ejecutan en la base de datos sin necesidad de mover los datos fuera de Microsoft SQL Server o a través de la red.
- Los códigos para la obtención de datos espaciales están realizados en lenguaje Python con la aplicación de la librería Arcpy

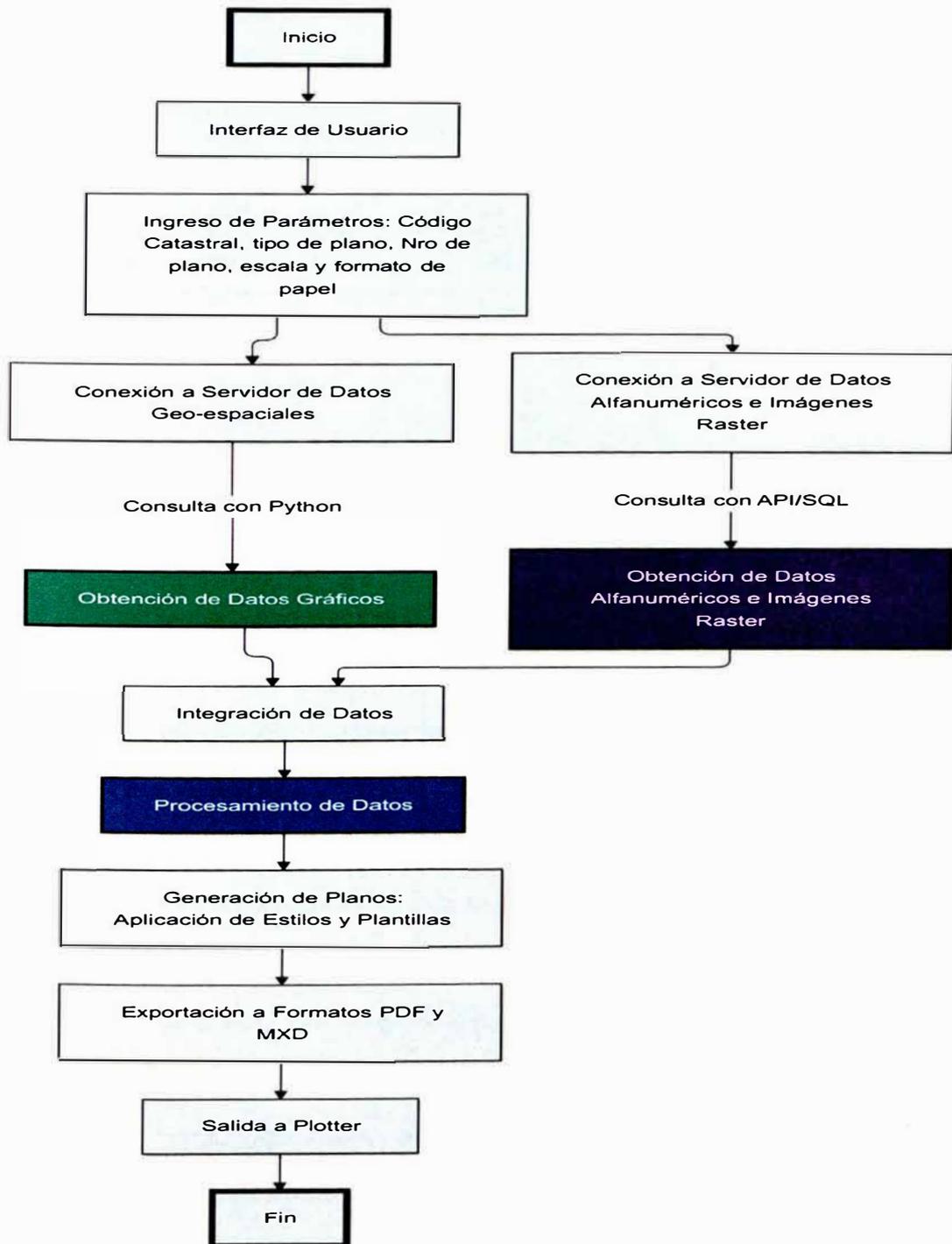
3.4.3 Algoritmo

1. **Inicio:** El usuario interactúa con una interfaz amigable.
2. **Parámetros:** Se ingresa un código catastral que actúa como clave principal.
3. **Conexiones a Servidores:**
 - Uno para datos alfanuméricos e imágenes raster mediante API o SQL.
 - Otro para datos gráficos o geo-espaciales mediante Python.
4. **Obtención de Datos:** Se extraen los datos relevantes de ambos servidores.
5. **Integración y Procesamiento:** Los datos se combinan y se preparan para la generación de planos.
6. **Generación de Planos:** Se aplican estilos y plantillas definidas en ArcGIS.
7. **Exportación:** Los planos se generan en formatos PDF y MXD.
8. **Impresión:** Los archivos exportados están listos para su impresión.

Fin: Culmina el proceso.

Figura 38

Diagrama de flujo del proceso de elaboración de planos automatizados.



3.4.4 Repositorios y herramientas de planos generados en forma automática

Figura 39

Estructuras de carpetas en el servidor ICL

<u>[Al directorio principal]</u>		
29/07/2024	15:20	<dir> FOTO_ERROR
29/07/2024	15:27	<dir> FOTO_FACHADA
29/07/2024	15:27	<dir> GEODATABASE
29/07/2024	15:27	<dir> GEOPROCESO
04/08/2024	10:55	<dir> MXD
04/08/2024	10:55	<dir> PDF
29/07/2024	15:27	<dir> PLANTILLAS_MXD
29/07/2024	15:27	<dir> PYTHON
01/08/2024	9:06	301 web.config

3.4.5 Descripción y Función de Cada Carpeta

3.4.5.1 Foto Error

- Descripción: Almacena imágenes de fachadas que no pudieron ser procesadas correctamente o imágenes inexistentes.
- Función: Permite una revisión manual de errores en las fotos de fachada y su corrección.

3.4.5.2 Foto Fachada

- Descripción: Contiene las imágenes de las fachadas de los lotes catastrales.
- Función: Las fotos de fachada son integradas en los planos catastrales para proporcionar una vista visual de las propiedades.

3.4.5.3 Geodatabase

- Descripción: Contiene la base de datos geográfica (Geodatabase) utilizada por ArcGIS.
- Función: Almacena datos espaciales y atributos necesarios para generar los planos catastrales. La Geodatabase es consultada durante el proceso de generación de planos.

3.4.5.4 Geoprocesos

- Descripción: Almacena scripts y herramientas de geoprocesamiento.
- Función: Ejecuta procesos geoespaciales que transforman y analizan los datos de la Geodatabase para preparar la información necesaria para los planos.

3.4.5.5 Archivos MXD

- Descripción: Contiene los archivos de documento de mapa (MXD) de ArcGIS.
- Función: Define la estructura y el diseño de los mapas catastrales. Los archivos MXD son utilizados como plantillas para la generación de nuevos planos.

3.4.5.6 Archivos PDF

- Descripción: Carpeta donde se almacenan los planos catastrales en formato PDF.
- Función: Permite la visualización y distribución fácil de los planos generados. Los archivos PDF son el resultado final que puede ser impreso o compartido digitalmente.

3.4.5.7 Plantillas_MXD

- Descripción: Contiene plantillas de archivos MXD que se utilizan como base para la generación de nuevos planos.
- Función: Asegura la consistencia en el diseño y formato de los planos catastrales generados.

3.4.5.8 Python

- Descripción: Almacena scripts (códigos fuente) y módulos de Python utilizados en el proceso de generación de planos catastrales.

- Función: Los scripts de Python automatizan la interacción con las bases de datos, el geoprocesamiento, y la creación de los archivos MXD y PDF.

3.4.5.9 *Web.config*

- Descripción: Archivo de configuración para la aplicación web.
- Función: Define las configuraciones del servidor y los parámetros necesarios para la ejecución del sistema de planos automatizados. Incluye configuraciones de seguridad, rutas de acceso a las carpetas y parámetros de conexión a la base de datos.

Interfaz de usuario.

1. De lado servidor Microsoft SQL Server es donde encuentran la Base Gráfica, mediante programación en Python y convertido en un archivo ejecutable script **pyPlanoInformativoColindancia.py**, **pyHojainformativa.py** y **pyPlanoCatastral.py**, se ejecuta este archivo o script en Backend, obteniendo información geométrica del lote catastral solicitado, así como los lotes colindantes con sus respectivas longitudes, número de lote, etc.
2. Los datos gráficos extraídos se plasman sobre la plantilla en un MapFrame del software ArcGIS, debidamente georreferenciado.
3. Ahora mediante Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) nos permite la obtención de los tres componentes; datos alfanuméricos, datos gráficos e imágenes ráster creándose un archivo PDF y un archivo MXD, con formatos de hoja de diferente tamaño A3 o A2 según escala solicitado en la interfaz de usuario.

4. Iniciamos ejecutando la interfaz gráfica para el usuario, ingresamos los parámetros necesarios que deben interactuar con la base de datos alfanuméricos y base de datos gráficos, que tenga opciones para la generación de los planos solicitados y que permitan hacer una conexión segura y la carga de datos. (frontend) con software HTML.

Figura 41
Interfaz de usuario de Plano Catastral.

Enviar trabajo (PlanoCatastral)

Id_lote: (GPString)	<input type="text" value="0118031004"/>
escala: (GPString)	<input type="text" value="750"/>
num_expediente: (GPString)	<input type="text" value="222-2024"/>
num_plano: (GPString)	<input type="text" value="222-2024"/>
Opciones:	
Referencia espacial de salida:	<input type="text"/>
Referencia espacial del proceso:	<input type="text"/>
Regreso:	<input type="radio"/> Verdadero <input checked="" type="radio"/> Falso
Regreso:	<input type="radio"/> Verdadero <input checked="" type="radio"/> Falso
Devolver curvas verdaderas:	<input type="radio"/> Verdadero <input checked="" type="radio"/> Falso
Contexto:	<input type="text"/>
Formato:	<input type="text" value="HTML"/>
<input type="button" value="Enviar trabajo (GET)"/> <input type="button" value="Enviar trabajo (POST)"/>	

Figura 42

Código de consulta para Plano Informativo de Colindancia para datos alfanuméricos

The screenshot shows a SQL query editor window with the following content:

```
----- PLANO CATASTRAL -----  
----- BIEN !!!!  
SELECT CODDIS||CODSEC||CODMAN||NUMLOT AS CODIGO,  
       '1501'||CODDIS AS UBIGEO, CODSEC, CODMAN, NUMLOT, TRIM(RANGDIS) AS CUC  
FROM SISICL.UNIDAD  
WHERE ANOPRO=TO_CHAR(SYSDATE,'YYYY') AND TIPACT!= 'A' AND DEPART != 'XXXX'  
AND CODDIS||CODSEC||CODMAN||NUMLOT = '0112024032'  
GROUP BY CODDIS, CODSEC, CODMAN, NUMLOT, TRIM(RANGDIS)  
ORDER BY CODSEC, CODMAN, NUMLOT
```

A red box labeled "Parámetro de Consulta" points to the value '0112024032' in the WHERE clause.

Below the query editor, the results are displayed in a table:

	CODIGO	UBIGEO	CODSEC	CODMAN	NUMLOT	CUC
1	0112024032	150101	12	024	032	42562929

Nota: ICL

Figura 43
Plano Catastral

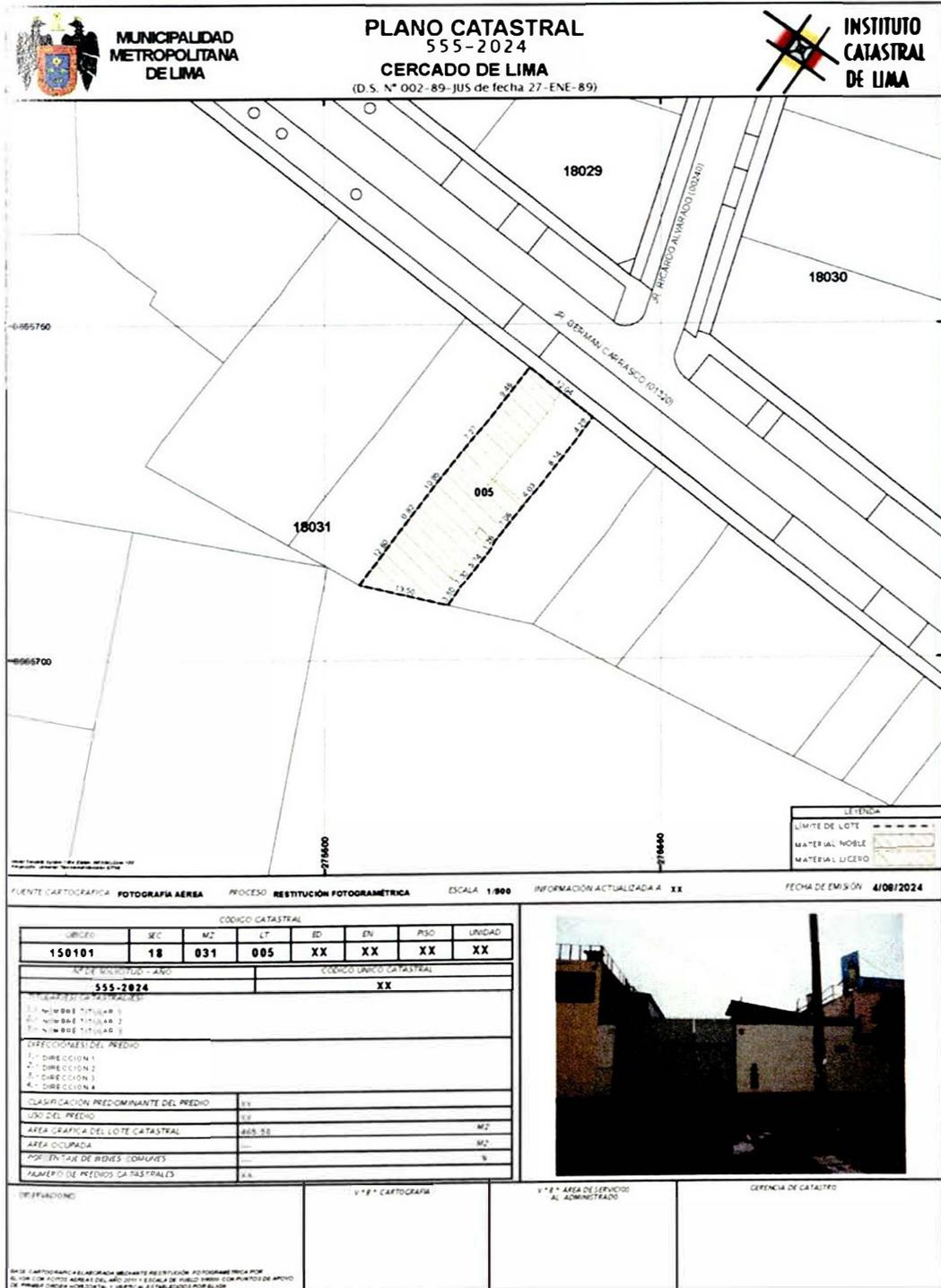


FIGURA 44

Generación del Plano Informativo de Colindancia

Enviar trabajo (PlanoInformativoColindancia)

id_lote: (GPString)	<input type="text" value="0118031007"/>
escala: (GPString)	<input type="text" value="500"/>
num_expediente: (GPString)	<input type="text" value="002"/>
num_plano: (GPString)	<input type="text" value="999-2024"/>
Opciones:	
Referencia espacial de salida:	<input type="text"/>
Referencia espacial del proceso:	<input type="text"/>
RegresoZ:	<input type="radio"/> Verdadero <input checked="" type="radio"/> Falso
Regreso:	<input type="radio"/> Verdadero <input checked="" type="radio"/> Falso
Devolver curvas verdaderas:	<input type="radio"/> Verdadero <input checked="" type="radio"/> Falso
Contexto:	<input type="text"/>
Formato:	<input type="text" value="HTML"/>
<input type="button" value="Enviar trabajo (GET)"/> <input type="button" value="Enviar trabajo (POST)"/>	

Figura 45

Código de consulta para Plano Informativo de Colindancia para datos alfanuméricos

The screenshot shows a SQL IDE interface with a query editor and a results pane. The query editor contains the following SQL code:

```
--***PLANO INFORMATIVO DE COLINDANCIA***--- BIEN!!!  
  
SELECT CODDIS||CODSEC||CODMAN||NUMLOT AS CODIGO,  
'0112024032' AS LOTECOLINDANTES ,  
'1501'||CODDIS AS UBIGEO, CODSEC, CODMAN, NUMLOT, TRIM(RANGDIS) AS CUC  
FROM SISICL.UNIDAD  
WHERE ANOPRO=TO_CHAR(SYSDATE, 'YYYY') AND TIPACT!= 'A' AND DEPART != 'XXXX'  
AND CODDIS||CODSEC||CODMAN||NUMLOT = '0112024032'  
GROUP BY CODDIS, CODSEC, CODMAN, NUMLOT, TRIM(RANGDIS)  
ORDER BY CODSEC, CODMAN, NUMLOT
```

The results pane shows the following data:

CODIGO	LOTECOLINDANTES	UBIGEO	CODSEC	CODMAN	NUMLOT	CUC
1 0112024032	0112024032	150101	12	024	032	42562929

Figura 47

Interfaz de usuario para la generación de Planos Hoja Informativa Catastral Urbano.

Enviar Trabajo (HojaInformativa)

id_lote: (GPString)	<input type="text" value="0118031004"/>
escala: (GPString)	<input type="text" value="750"/>
num_expediente: (GPString)	<input type="text" value="111-2024"/>
num_plano: (GPString)	<input type="text" value="111-2024"/>
Opciones:	
Referencia espacial de salida:	<input type="text"/>
Referencia espacial del proceso:	<input type="text"/>
RegresoZ:	<input type="radio"/> Verdadero <input checked="" type="radio"/> Falso
Regreso:	<input type="radio"/> Verdadero <input checked="" type="radio"/> Falso
Devolver curvas verdaderas:	<input type="radio"/> Verdadero <input checked="" type="radio"/> Falso
Contexto:	<input type="text"/>
Formato:	<input type="text" value="HTML"/>
<input type="button" value="Enviar trabajo (GET)"/> <input type="button" value="Enviar trabajo (POST)"/>	

Figura 48
Plano, Hoja Informativo Catastral Urbano.



SNCP
SISTEMA NACIONAL
AUTOMATIZADO DE INFORMACIÓN
CATASTRAL (SINCA) - 1993

FECHA DE EMISIÓN:	18/03/2024
ÁREA DE EMISIÓN:	17/03/2024
N° SOLICITUD INGRESO:	999-2024

HOJA INFORMATIVA CATASTRAL URBANA N° 999-2024

CALLE N° 2031 Y VIALCANTAS N° 1700, 2000, 2010

CODIGO UNICO CATASTRAL									
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

CODIGO DE HOJA CATASTRAL									
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

CODIGO DE REFERENCIA CATASTRAL									
UBIGEO		SECTOR	MUNICIPALIDAD	LOTE	EDIFICIO	ENTRADA	PISO	UNIDAD	
DPTO.	PROV.	DIST.							
5		01							



**INSTITUTO
CATASTRAL
DE LIMA**

DATOS DEL TITULAR(ES) CATASTRAL

Nombre y Apellidos, Razón Social e Denominación	Cond. Titular	Tipo de Dato.	N° Documento	% Titularidad
	X	X	X	X
	X	X	X	X
	X	X	X	X
	X	X	X	X

DATOS DEL PREDIO o UNIDAD INMOBILIARIA

DIRECCIÓN DEL PREDIO

Tipo de Vía	Nombre de Vía	N° Municipal	Interior o Exter.	Lote	Manzana

Urbanización - HU	DISTRICTO	Provincia	Departamento
X	Cercado de Lima	Lima	Lima

Área de Terreno (m2)	Área Ocupada (m2)	Área de Terreno Común (m2)	Área Techada (m2)	Área Techada Común (m2)	% Bien Común
248.28					

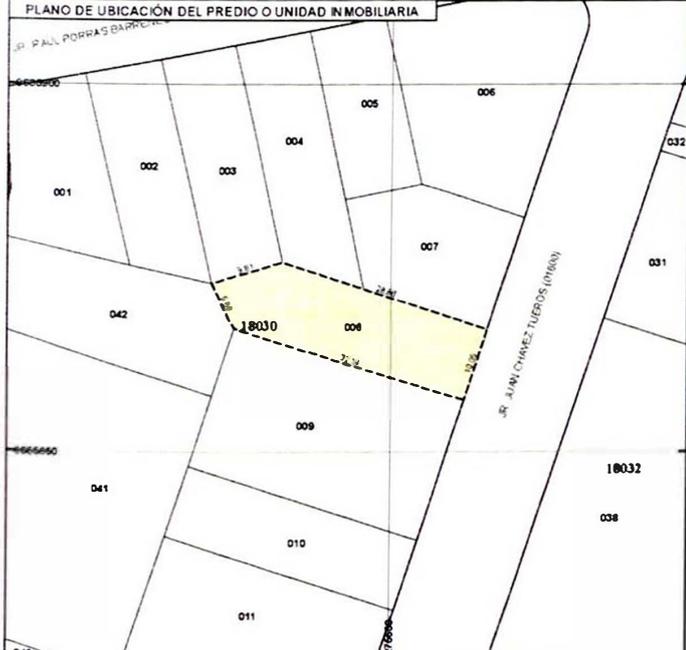
COLINDANCIAS DEL PREDIO O UNIDAD INMOBILIARIA

Arrieta	Derecha	Izquierda	Frente
X	X	X	X

MEDIDAS PERIMÉTRICAS DEL PREDIO O UNIDAD INMOBILIARIA (m)

--	--	--	--	--	--

PLANO DE UBICACIÓN DEL PREDIO O UNIDAD INMOBILIARIA





ZONA CATASTRADA

Según PLAN TOPOGRÁFICO DE EMERGENCIAS N° 003-2008-0001-0001 del 18/03/2008, emitido por el Instituto Geográfico Nacional, el cual ha sido actualizado por el Instituto Catastral de Lima, en el marco de la Ley N° 27444, Ley de Modernización de la Gestión del Estado, y la Ley N° 27445, Ley de Organización y Funciones del Poder Ejecutivo, y la Ley N° 27446, Ley de Organización y Funciones del Poder Judicial.

SE EXPIDE EL PRESENTE DOCUMENTO A SOLICITUD DE:

VISTO DE LA ENTIDAD GERENCIAL DE CATASTRO Y FIRMA DEL FUNCIONARIO RESPONSABLE

DATUM: WGS84	OBSERVACIONES:
COORDENADAS UTM	
ZONA UTM (Zona 17, 18 e 19 Sur; Zona 18 Sur)	
ESCALA DE IMPRESIÓN: 1:600	FECHA DE LEVANTAMIENTO O ACTUALIZACIÓN: 18/03/2024







Figura 49

Directorio de archivos con extensión .MXD generados para ejecución en ArcGis.

<u>[Al directorio principal]</u>			
03/08/2024	11:56	7204352	<u>HI_0118030008_(999-2024).mxd</u>
02/08/2024	12:30	7203840	<u>HI_0118031004_(111-2024).mxd</u>
02/08/2024	12:32	7203840	<u>HI_0118031007_(111-2024).mxd</u>
03/08/2024	11:55	7204352	<u>HI_0118031008_(999-2024).mxd</u>
02/08/2024	8:28	7205376	<u>HI_0119005015_(11111-2024).mxd</u>
04/08/2024	10:50	3723264	<u>PC_0118031004_(222-2024).mxd</u>
04/08/2024	10:52	3723264	<u>PC_0118031004_(2221-2024).mxd</u>
04/08/2024	10:55	3723264	<u>PC_0118031005_(555-2024).mxd</u>
02/08/2024	8:22	3723264	<u>PC_0119005015_(111-2024).mxd</u>
02/08/2024	8:20	3723264	<u>PC_0119005015_(555-2024).mxd</u>
03/08/2024	14:48	4626432	<u>PI_0118031007_(002-2024).mxd</u>

Nota: ICL

Plano Catastral generado es un archivo MXD que se ejecuta con ArcGIS, está preparado para editar datos gráficos-alfanuméricos-ráster para incluir detalles adicionales.

Figura 50

Directorio de archivos con extensión .PDF generados

<u>[Al directorio principal]</u>			
07/10/2024	10:09	742312	<u>HI_0118015004_(015-2024).pdf</u>
07/10/2024	10:01	649552	<u>HI_0118031004_(025-2024).pdf</u>
03/12/2024	12:15	522033	<u>PC_0105010015_(050-2024).pdf</u>
07/10/2024	9:36	352574	<u>PC_0120010015_(678-2020).pdf</u>
07/10/2024	10:12	437085	<u>PI_0105012010_(0945-2024).pdf</u>
13/09/2024	11:46	442867	<u>PI_0105057009_(10000).pdf</u>
13/09/2024	12:05	438444	<u>PI_0105057027_(10000).pdf</u>
07/10/2024	10:05	389048	<u>PI_0107057009_(1245-2025).pdf</u>
07/10/2024	10:16	435276	<u>PI_0117015007_(00165-2024).pdf</u>
07/10/2024	9:52	389254	<u>PI_0118013009_(1121-2024).pdf</u>
13/09/2024	12:08	716883	<u>PI_0118015011_(10000).pdf</u>
20/09/2024	15:34	617685	<u>PI_0118020009_(6969).pdf</u>
07/10/2024	9:41	385972	<u>PI_0118057001_(145-2024).pdf</u>
13/09/2024	12:48	660648	<u>PI_0119015009_(01441-2024).pdf</u>

Nota: ICL

Figura 51
Código de consulta y resultado del lote y sus colindantes.

The screenshot shows a SQL IDE interface with a query editor and a results pane. The query is as follows:

```

-----PLANO INFORMATICO COLINDANCIA-----
SELECT CODDIS||CODSEC||CODMAN||NUMLOT AS CODIGO,
        SP(LOTECOLINDANTES) AS LOTECOLINDANTES ,
        '1501'||CODDIS AS UBIGEO, CODSEC, CODMAN, NUMLOT, TRIM(RANGDIS) AS CUC
FROM SISICL.UNIDAD
WHERE ANOPRO=TO_CHAR(SYSDATE,'YYYY') AND TIPACT!='A' AND DEPART != 'XXXX'
AND CODDIS||CODSEC||CODMAN||NUMLOT = SP(CODIGO)
GROUP BY CODDIS, CODSEC, CODMAN, NUMLOT, TRIM(RANGDIS)
ORDER BY CODSEC, CODMAN, NUMLOT

-----DATOS DEL FREDIO
SELECT T1.CODIGO, T1.CLASPRE, T1.TOTAUNID, T1.USOSGENE, T2.AREENC
FROM
(SELECT tt.CODIGO, tt.CLASPRE, tt.TOTAUNID, tt.USOSGENE
FROM SISICL.UNIDAD U
INNER JOIN SISICL.TABLA_TEMATICA tt ON tt.CODIGO = u.CODDIS||u.CODSEC||u.CODMAN||u.NUMLOT AND
WHERE UPPER(NVL(TRIM(u.TIPACT),'A')) != 'A' AND u.ANOPRO = TO_CHAR(SYSDATE,'YYYY')
AND UPPER(u.DEPART) != 'XXXX'
AND tt.CODIGO = SP(CODIGO)
GROUP BY tt.CODIGO, tt.CLASPRE, tt.TOTAUNID, tt.USOSGENE
ORDER BY 1) T1
INNER JOIN
(SELECT u.CODDIS||u.CODSEC||u.CODMAN||u.NUMLOT AS CODIGO, SUM(ucc.AREENC) AS AREENC
FROM SISICL.UNIDAD u
INNER JOIN SISICL.UCCONST ucc ON ucc.ANOPRO = u.ANOPRO AND ucc.CODDIS = u.CODDIS AND ucc.COD
WHERE UPPER(NVL(TRIM(u.TIPACT),'A')) != 'A' AND u.ANOPRO = TO_CHAR(SYSDATE,'YYYY')
AND u.CODDIS||u.CODSEC||u.CODMAN||u.NUMLOT = SP(CODIGO)
GROUP BY u.CODDIS||u.CODSEC||u.CODMAN||u.NUMLOT
ORDER BY 1) T2
ON T2.CODIGO = T1.CODIGO WHERE T1.CODIGO = SP(CODIGO)

----IMAGEN DE FREDIO
SELECT IMAGEN FROM IMAGENES.EDIFICACION
WHERE ANOPRO=TO_CHAR(SYSDATE,'YYYY') AND TIPACT!='A' AND FOTOLOTEPUBL = '1'
AND CODDIS||CODSEC||CODMAN||NUMLOT = SP(CODIGO)

-----TITULARES CATASTRALES
SELECT REGNUM AS NRO, NOMSRE
FROM (SELECT c.NOMBRE
FROM SISICL.UNIDAD u
INNER JOIN SISICL.UOCUPAN uco ON uco.ANOPRO = u.ANOPRO AND uco.CODDIS = u.CODDIS AND uco.CC
INNER JOIN SISICL.CONTRIBUYENTE c ON c.codcon = uco.codcon
WHERE UPPER(NVL(TRIM(u.TIPACT),'A')) != 'A' AND u.ANOPRO = TO CHAR(SYSDATE,'YYYY'))

```

The results pane shows the following data:

CODIGO	LOTECOLINDANTES	UBIGEO	CODSEC	COOMAN	NUMLOT	CUC
1 0112024032	0112024032	150101	12	024	032	42562929

Nota: ICL

CAPÍTULO IV.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1.1 Análisis

Se hizo un análisis exhaustivo y se identificaron todas las actividades relacionadas con la elaboración de planos catastrales de predios, con un enfoque especial en el uso de lenguajes de programación como Python, SQL Developer, .NET, Java y Lisp. A partir de esta investigación, se logró una mejora significativa y la optimización de los parámetros y variables que prevalecían de manera manual en el ámbito de la cartografía en el Cercado de Lima. Esto se logró mediante la implementación de procedimientos para la elaboración automatizada de Planos Catastrales.

La definición clara de estos procedimientos tiene un impacto directo en la reducción de los costos de mano de obra y en la disminución de los errores de digitación, lo que conlleva a una notable reducción del tiempo de trabajo. Como resultado final, se forma a técnicos altamente capacitados en actividades específicas relacionadas con el catastro y las tecnologías de la información.

Este enfoque fomenta el uso adecuado de los planos catastrales automatizados y promueve una gestión más eficiente de los recursos territoriales.

Tabla 1.*Tabla de planos catastrales generados durante los últimos 10 años*

PRODUCTO	PLANOS CATASTRALES BRINDADOS A LOS ADMINISTRADOS										SUBTOTAL	
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024		
Plano Catastral	89	143	129	129	140	60	77	98	91	70	1,026	
Plano Informativo de Colindancia	233	165	351	351	87	53	52	71	73	75	1,511	
Hoja Informativa Catastral Urbana	-	-	129	129	132	60	3	69	86	70	678	
											TOTAL	3,215

Tabla 2.*Tabla de elementos cuantificados en la estructura de la Geodatabase.*

ELEMENTOS	TOTAL
Manzanas	1,617
Lotes	28,000
Linderos	159,560
Construcciones	103,520
Vías	1,018
Lotes >= 5,000 mts ²	380
Linderos <= 0.5 mts	3,097
Planos catastrales emitidos y registrados	1,026
Lotes catastrales faltantes para ser automatizadas	23,497

Analizando tabla 2. de los lotes, se establece un procedimiento específico para la emisión de planos, en el caso de lotes prediales que superen los 5,000 metros cuadrados. Este proceso no se automatiza debido a que requiere un tratamiento manual, dado que los planos están programados para hojas en formato A3 o A2.

Además, es necesario detallar los perímetros de lotes irregulares, especialmente cuando los lados miden entre el rango de 0.10 mts. y 0.5 mts. El aplicativo reconoce estas dimensiones, pero debido a la escala generada, los lados entre ese rango no son visibles, lo que requiere la inclusión de detalles adicionales para asegurar la correcta visualización de los perímetros.

En Lima Cercado, existen aproximadamente 28,000 lotes catastrales, de los cuales alrededor del 20% cuentan con planos catastrales.

Tablas 3

Sistema de enlaces ArcGIS para la generación automatizada de plano vía web

HERRAMIENTAS DEL PROYECTO

Folder	Herramientas
enlace	Link URL.... arcgis/rest/services/HERRAMIENTAS
observación	En este Enlace publica todas las herramientas de geoprocesamiento en el servidor gráfico. Ver enlace en archivo adjunto al proyecto en DVD.

Aquí están los 3 servicios para cada plano

PLANO CATASTRAL

Folder	Plano Catastral
enlace	Link URL.....: /arcgis/rest/services/HERRAMIENTAS/PlanoCatastral/GPServer/PlanoCatastral/submitJob
observación	El enlace genera el plano catastral Ver enlace en archivo adjunto al proyecto en DVD.

PLANO INFORMATIVO DE COLINDANCIA

Folder	Plano Informativo de Colindancia
enlace	LinkURL.....: /arcgis/rest/services/HERRAMIENTAS/PlanoInformativo/GPServer/PlanoInfo/submitJob
observación	El enlace genera el Plano Informativo de Colindancia Ver enlace en archivo adjunto al proyecto en DVD.

PLANO HOJA INFORMATIVA CATASTRAL URBANO

Folder	Plano Hoja Informativa Catastral Urbano
enlace	Link URL.... /arcgis/rest/services/HERRAMIENTAS/HojaInformativa/GPServer/HojaInformativa/submitJob
observación	El enlace genera el Plano Hoja Informativa Catastral Urbana Ver enlace en archivo adjunto al proyecto en DVD.

REPOSITORIO DONDE SE CREAN Y ALMACENAN LOS ARCHIVOS MXD

Folder	Repositorio
enlace	Link URL....: /planos icl/MXD/
observación	Repositorio Archivos .mxd Ver enlace en archivo adjunto al proyecto en DVD.

REPOSITORIO DONDE SE CREAN Y ALMACENAN LOS ARCHIVOS PDF

Folder	repositorio
enlace	Link URL.... /planos icl/PDF/
observación	Dirección donde se crean los archivos *.PDF Ver enlace en archivo adjunto al proyecto en DVD.

DIRECTORIO PRINCIPAL

Folder	Drive.google.com
enlace	Link URL.... /planos icl/
observación	Esta es la ruta al directorio principal. Ver enlace en archivo adjunto al proyecto en DVD.

REPOSITORIO DONDE ALMACENAN LAS IMÁGENES DE FOTOS_FACHADA

Folder	Drive.google.com
enlace	Link URL... /planos icl/FOTO_FACHADA/
observación	Fotos de fachadas de predios del sector 18 y 19. Ver enlace en archivo adjunto al proyecto en DVD.

Carpetas BackUp del proyecto, ver carpeta PLANOS_ICL_2024_09_13 adjuntos al proyecto en DVD.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo
FOTO_ERROR	29/07/2024 15:20	Carpeta de archivos
FOTO_FACHADA	29/07/2024 15:27	Carpeta de archivos
GEODATABASE	26/08/2024 16:07	Carpeta de archivos
GEOPROCESO	26/08/2024 16:29	Carpeta de archivos
MXD	13/09/2024 11:46	Carpeta de archivos
PDF	13/09/2024 11:46	Carpeta de archivos
PLANTILLAS_MXD	11/09/2024 13:04	Carpeta de archivos
PYTHON	26/08/2024 16:27	Carpeta de archivos
web.config	1/08/2024 09:06	Archivo de origen ...

Nota: ICL Ver 3 Códigos Fuente en Carpeta PYTHON del proyecto

CONCLUSIONES

- Se logró desarrollar una aplicación para la generación de marcos gráficos basada en el software Python, integrando eficazmente el proceso con otros servicios para obtener la parte alfanumérica correspondiente.
- La interfaz gráfica de usuario fue diseñada de forma amigable, con software de fácil uso, que a su vez generará reportes tanto espaciales como alfanuméricos de la información consultada.
- Con la implementación del sistema de productos catastrales automatizados, se permitirá mejorar el manejo de esta información de forma más rápida, eficiente y moderna, aprovechando todos los recursos que se involucran al necesitar dicha información para la realización de cualquier proceso en referencia a otros planos que se requieran automatizar en el ICL.
- El software principal utilizado en el desarrollo de los productos catastrales básicos es Python junto con su librería Arcpy. Esta elección se basa en su naturaleza de código abierto y dominio público, lo que facilita un desarrollo más flexible y económico al eliminar los costos asociados con licencias y actualizaciones de software propietario.
- La automatización en la elaboración de planos catastrales, tanto gráficos como alfanuméricos, representa un avance significativo en la modernización de los procesos de gestión territorial. Con la integración de tecnologías SIG, bases de datos espaciales y lenguajes de programación como Python, se logra una optimización de los recursos y una mejora en la calidad y precisión de los datos catastrales. Esto contribuye a una mejor toma de decisiones y a un desarrollo territorial más eficiente y sostenible.

RECOMENDACIONES

Para mejorar los procesos de automatización, se recomienda realizar revisiones conjuntas que integren al equipo de profesionales en geografía y técnicos especializados en cartografía, junto con los expertos en tecnologías de la información y los programadores del Instituto Catastral de Lima.

Con este propósito, se sugiere organizar reuniones de trabajo para validar y verificar las funcionalidades de los módulos informáticos en relación con los planos catastrales desarrollados en el contexto de este proyecto.

Para optimizar el rendimiento de un sistema automatizado, es esencial mantener la información actualizada en todo momento. Capacitar al personal encargado de actualizar la base de datos y los programas utilizados en el desarrollo del sistema es fundamental. Además, para garantizar el mantenimiento adecuado del sistema, se necesita la asistencia de un profesional con experiencia en sistemas de información geográfica y un sólido dominio del software Python.

La falta de medios presupuestales provocó diferencias sustanciales en su incorporación al mundo tecnológico, como por ejemplo actualmente no contamos con restituidores fotogramétricos, drones para tomas de fotografías geo referenciadas, que nos entregue una cartografía digital detallada, fundamental en un centro donde se inició el Catastro Urbano en el Perú.

Para el procesamiento alfanumérico, se recomienda utilizar un gestor de bases de datos relacional (como Oracle, SQL Server, entre otros softwares con licencia). ya que ofrece un almacenamiento y manejo de la información más seguros y confiables.

Es fundamental disponer de una aplicación catastral propia para el ingreso de datos, generación de reportes alfanuméricos como gráficos. Esto asegura que los programas

fuentes estén siempre disponibles para cualquier modificación necesaria, evitando la dependencia de personal temporal o consultorías externas para resolver problemas.

Dentro del personal comprometido con el proyecto catastral se debe contar con un responsable para el desarrollo de programas informáticos y otro para el soporte de red. La ventaja radica en que ambos responsables presentarán una respuesta inmediata para cualquier solicitud requerida dentro del proyecto catastral.

Dar la debida importancia a la integración constante entre la base alfanumérica y la base gráfica. El resultado de esto permite tener una confiable información para cada unidad catastral.

Convencer a otros gobiernos municipales, cuya gestión aún carecen de un catastro, de los beneficios que conlleva una implementación catastral. Hacerles entender que un Catastro no es recolección de datos prediales y llenado fichas y luego dejar éstas almacenadas en archivadores, sino como una herramienta de planificación territorial.

Los registros de emisión de planos catastrales no fueron adecuadamente registrados, tanto en su forma física como digital, lo que resultó en errores al emitir nuevamente parcelas o predios, sería necesario que se realice un mantenimiento catastral integral.

La transformación del sistema de coordenadas de PSAD56 a WGS84 presentó dificultades significativas, especialmente en lotes que superan los 5,000 metros cuadrados. Lo más óptimo, sería realizar un nuevo levantamiento gráfico con tecnología moderna.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Base Legal. (1989). Decreto Supremo N° 002-89-JUS.
<https://www.miraflores.gob.pe/Gestorw3b/files/pdf/5006-406-decretosupremo00289jus.pdf>, consultado el 12 de diciembre del 2024.
- CATASTRO MUNICIPAL . (1982). CATASTRO MUNICIPAL.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/344291/3766-420190725-19981-sdck7i.pdf>, consultado el 12 de diciembre de 2024.
- Toms, S., O'Beirne, D. (2017). *ArcPy and ArcGIS: Automating ArcGIS for Desktop and ArcGIS Online with Python*. India: Packt Publishing.
- Ley N° 28294 (2004). Ley que crea el Sistema Nacional Integrado de Catastro y su vinculación con el Registro de Predios. Diario El Peruano
<https://www.leyes.congreso.gob.pe/documentos/leyes/28294.pdf>, consultado el 12 de diciembre del 2024.
- El Tiempo. (2024). Crece el Sistema RISC/6000. Consultado el 12 de diciembre del 2024, de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-146031>, consultado el 12 de diciembre del 2024.
- Erba, D. (2008). *El Catastro territorial en América Latina y el Caribe*. Lincoln Institute of Land Policy. Cambridge, M.A.
- Franco, R. (s.f.). Geodatabases. Rodolfo Franco Web.
<https://rodolfofrancoweb.com/tag/geodatabase/>, consultado el 12 de diciembre del 2024.
- Cocunubo Carreño, L. & Murcia Peralta, J. (2014). *Rutina AutoLISP para el despiece de columnas*. Ingenierías USBMed, 5(1), 61-66.
- Tateosian, L. (2015). *Python For ArcGIS*. Springer.
- Sánchez Espeso, J. M., & Pereda García, R. (s.f.). Introducción a la topografía, geodesia y cartografía: Documentación de apoyo para los contenidos del Bloque 1. E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de Cantabria.
https://ocw.unican.es/pluginfile.php/2494/course/section/2568/Topografia_cartografia_geodesia.pdf, consultado el 12 de diciembre del 2024.
- Digital Equipment Corporation (1981). VAX -11/750 H7 104 Power System Technical Description (2ª ed). Maynard, Massachusetts.
- International Technical Support Organization (1995). *IBM RISC System/6000 SMP servers: Architecture and implementation* (1ª ed.). IBM Corporation.