

“QCDL4”

EXTENSIÓN DE QGIS PARA LA GENERACIÓN DE LINDEROS PREDIALES

Autores:

Jessica Paola Pulido Vásquez

Cindy Lorena Quecan Rueda

**Trabajo de grado en modalidad de monografía presentado como requisito parcial para
optar por el título de especialista en Sistemas de Información Geográfica**

Director:

Msc. Salomón Ramírez

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Facultad de Ingeniería

Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Bogotá D.C., Colombia

Mayo 2018

Tabla de Contenido

1.	Introducción	1
2.	Problema	3
3.	Justificación	6
4.	Alcance	8
4.1	Espacial	8
4.2	Técnico.....	8
5.	Objetivos.....	9
5.1	Objetivo General.....	9
5.2	Objetivos Específicos.....	9
6.	Estado del arte.....	10
6.1	Antecedentes	10
6.2	Marco Teórico.....	12
7.	Metodología	14
8.	Resultados	16
8.1	Fase de Análisis de requerimientos.....	16
8.2	Fase de Diseño	17
8.2.1	Diagrama de clases	17
8.2.2	Diagrama de secuencias	18
8.2.3	Diagrama de componentes	19
8.2.4	Diagrama de despliegue	20
8.2.5	Diagrama de vista de alto nivel.....	21

8.3	Fase de Desarrollo.....	22
8.3.1	Interfaz gráfica de Usuario – GUI	22
8.3.2	Funcionalidad.....	23
8.4	Fase de validación.....	24
8.4.1	Evaluación de usabilidad	24
8.4.2	Pruebas de rendimiento (tiempo de ejecución).....	26
9.	Conclusiones.....	27
10.	Referencias.....	28

Lista de figuras

Figura 1: Esquema metodológico para el desarrollo de la extensión.....	15
Figura 2. Diagrama de caso de uso	16
Figura 3. Diagrama de clases	17
Figura 4. Diagrama de secuencias	18
Figura 5. Diagrama de componentes	19
Figura 6. Diagrama de despliegue	20
Figura 7. Vista de alto nivel.....	21
Figura 8. Interfaz gráfica.....	22
Figura 9. Flujo general del algoritmo	23

1. Introducción

Actualmente Colombia atraviesa por el periodo del post-conflicto debido a la firma del proceso de paz. Dentro de este, uno de los acuerdos que se están adelantando es la formalización, restitución predial y actualización catastral. Sin embargo, al ser estos de los proyectos más ambiciosos de país, generar información manualmente es casi imposible debido al volumen de datos contenidos. Dentro de los productos a entregar en estos proyectos se encuentra el plano predial, donde es necesario incluir la tabla de colindancia, los nodos del predio en estudio, el nombre de los colindantes y las distancias entre cada uno de ellos, diligenciar esta información manualmente implica retrasos en todas las dependencias del proyecto.

Por esta razón, se planteó implementar una herramienta SIG que permita automatizar la extracción de la información de los colindantes, teniendo en cuenta el nombre de los propietarios de cada predio adyacente al predio en estudio, los nodos y las distancias entre los mismos. Esto con el fin de agilizar tiempos de entrega, ampliando la posibilidad de comprometer al equipo de trabajo con metas altas.

Para dar respuesta a la labor mencionada, se desarrolló una extensión para el software SIG (Open Source) de escritorio, denominada “QCDL4” que es capaz de generar una tabla con la información de colindancia. La extensión se desarrolló bajo una propuesta metodológica SCRUM, la cual contempla cuatro fases dentro de un proceso de análisis, diseño, implementación y evaluación.

La fase de análisis de requerimientos permitió identificar solo un caso de uso asociado a la generación de linderos. En la fase de diseño se definió conceptualmente el esquema de la extensión, detallando su funcionalidad y usabilidad herramienta – usuario. En la fase de desarrollo se programó el código de la funcionalidad de la herramienta y se generó la interfaz gráfica, teniendo en cuenta lo acordado en las fases anteriormente descritas.

En general la extensión “QCDDL4” es una herramienta amigable capaz de dar respuesta a la necesidad de automatizar la identificación y extracción de linderos, permitiendo dar cumplimiento a una de las tareas que tienen los contratistas de los proyectos mencionados de manera ágil y precisa, esto con el fin de agilizar todos los procesos dependientes de esta información garantizando cantidad y calidad.

2. Problema

Debido al proceso de paz, actualmente Colombia afronta uno de los más ambiciosos programas de titulación y actualización predial, llevando a cabo un plan estratégico para formalizar la propiedad en zonas rurales e implementar el catastro multipropósito en zonas urbanas. Una de las funciones de estos programas son la elaboración y la suscripción de los informes técnico-jurídicos, planos y actas de colindancia previstos en la Ley 1561 de 2012. Lo mencionado anteriormente implica la generación de cartografía masiva donde es necesario realizar procesos técnicos relevantes como la correcta definición de linderos, teniendo en cuenta puntos de quiebres, distancias e información jurídica catastral existente. Dada la gran cantidad de predios asociados en estos programas, realizar el cálculo o la extracción manual de información aumenta el tiempo de producción cartográfica por predio.

Dentro de las obligaciones contractuales de los contratos firmados por las empresas operadoras existen tres dependencias principales claves para dar cumplimiento a las funciones del programa, estas están nombradas como área técnica, área jurídica y área social. Cada una de ellas cuenta con profesionales expertos en el tema y experiencia específica no menor a un año, cada área debe cumplir con procesos precisos dependientes entre sí, por ejemplo, en la definición de linderos la parte técnica necesita saber siempre los propietarios de todos los predios basados en un estudio de títulos preliminar, elaborados por el área jurídica, a su vez esta área solicita ubicación y distancias de los linderos en cada uno de los puntos cardinales (Norte, sur, oriente y occidente) para elaborar el estudio de títulos final. En este orden de flujo de trabajo el retraso o demora en la

entrega de información técnica o jurídica implica el incumplimiento parcial o total de las demás dependencias.

En el área técnica los profesionales encargados de la producción cartográfica deben cumplir una asignación diaria de entrega que no tiene en cuenta características particulares de cada uno de los predios como la forma, tamaño y cantidad de colindantes. El proceso de extracción manual de información de linderos tarda entre dos (2) y tres (3) horas aproximadamente dependiendo el caso de estudio, pero si el polígono del predio del cual se está haciendo el estudio tiene propiedades especiales, aumenta el tiempo de dedicación laboral. Adicionalmente es prioritario definir los linderos para el área jurídica, quienes basan sus estudios de títulos en la información antes mencionada, si este insumo no llega a tiempo es imposible completar el producto final, dejando a estos profesionales sin recurso laboral incurriendo en gasto de personal no aprovechado de manera eficiente.

Por lo anterior, se propone generar una herramienta que permita la automatización del proceso de extracción y cálculo de linderos, inicialmente el técnico puede seleccionar el predio asignado dando la instrucción a la herramienta de calcular los nodos, distancias y propietarios relacionados. Al final visualizará los nodos en pantalla y obtendrá una tabla detallada con la información organizada. De manera que definir este requerimiento tardará menos tiempo del que actualmente se está empleando, el insumo podrá entregarse inmediatamente a la dependencia jurídica y los técnicos solo tendrían que copiar los linderos en su salida grafica final. Esto con el fin de reducir tiempo de dedicación en cada una de las asignaciones y poder estimar cifras de entrega

considerables en volumen y calidad, se puede decir que antes de implementar la herramienta todas las áreas están incurriendo en pérdida de tiempo innecesario sin desmeritar el trabajo elaborado. Cualquier proceso que pueda ser automatizado debería ser una obligación del contrato de total cumplimiento.

3. Justificación

Para lograr éxito en estos procesos es indispensable contar con un equipo especializado y herramientas que permitan agilizar procesos. En respuesta al tiempo que toma extraer manualmente información de linderos se planteó implementar una herramienta para un software que permita la automatización del cálculo de los mismos. Debido al volumen de barrido predial que demandan estos proyectos y teniendo en cuenta que la captura de información manualmente toma tiempo considerable, dar solución a este problema mejoraría el lapso de entrega de los productos.

El usuario o técnico encargado podrá seleccionar un polígono de una base catastral existente en la cual deberá estar contenida información de nombre del propietario del predio, número predial nacional asociado y número de matrícula inmobiliaria. Al dar clic en la herramienta, esta automáticamente calcula nodos, distancias y propietarios asociados a esas distancias. Se contempla reducir el proceso a aproximadamente 2 horas, lo cual permitirá entregar información técnica base al departamento jurídico casi que de inmediato. Además, las entregas diarias podrán aumentar sin que las características de forma, colindantes o extensión del predio sean obstáculo para avanzar en los siguientes polígonos, de tal forma que las empresas operadoras podrán cumplir con metas altas sin incurrir en gasto de personal innecesario y tampoco demandar horas extras en el personal existente.

La automatización de procesos en este contexto obliga a simplificar y dinamizar las tareas relacionadas con la identificación de linderos, incidiendo en la productividad de las personas

encargadas y del software utilizado. Una de las ventajas a parte de reducir el tiempo que es de la más importantes es la de reducir el error humano al momento de hacer la digitalización manual, realizar cálculos, tomar distancias o extraer el nombre de los colindantes. En este caso poder resolver el problema que más toma tiempo en la generación cartográfica permite agilizar el trabajo de otros departamentos dependientes de esta y disminuir producción por predio, con esta implementación es posible hacer un cálculo estimado de metas diarias y metas generales de entrega ya que no se deberá tener en cuenta las características iniciales de dibujo.

Finalmente el beneficio principal se verá reflejado en un beneficio colectivo, principalmente para el área técnica debido a que podrán dedicar más tiempo a otros requerimientos, si bien es cierto que la definición de linderos es la base para todas las áreas de trabajo, este no debería implicar retrocesos y gasto de tiempo innecesario, por otro lado indirectamente las empresas operadoras contratadas en cada proyecto se favorecerían al poder entregar avances en gran volumen, con alta precisión y mejor calidad sin necesidad de incurrir en gastos extras. Los dos grandes proyectos de formalización de la propiedad rural y catastro multipropósito que van orientados al beneficio de la comunidad podrán disponer de más tiempo de los mismos para reunir documentación, aclarar linderos en terreno y asistir a socializaciones informativas, podrán mostrar resultados eficientes en el barrido predial masivo, permitiendo adquirir mayor presupuesto por parte de las entidades promotoras.

4. Alcance

4.1 Espacial

La extensión “QCDL4” calcula automáticamente los linderos del predio en estudio, extrayendo espacialmente la información de los predios adyacentes, las distancias entre ellos y los nodos que separan las colindancias entre cada uno.

4.2 Técnico

Se desarrolló la herramienta “QCDL4” para generar los linderos de un predio a partir de una base catastral existente, la cual permite al usuario seleccionar el polígono asociado en estudio y conocer por medio de una tabla generada, las distancias compartidas entre colindantes, los propietarios de los predios adyacentes y los puntos de inicio y fin entre cada uno de ellos. La funcionalidad de la extensión se desarrolló plenamente y cumple con el objetivo propuesto.

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

- Diseñar e implementar una herramienta que permita calcular los linderos de un predio seleccionado a partir de una base catastral existente, teniendo en cuenta nodos, distancias y propietarios asociados.

5.2 Objetivos Específicos

- Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales de la herramienta en desarrollo.
- Definir la arquitectura de la herramienta que permita implementar la funcionalidad de la misma.
- Desarrollar e implementar un algoritmo que se adapte a todos los requerimientos específicos del cálculo de linderos de un predio.

6. Estado del arte

6.1 Antecedentes

A nivel nacional las empresas operadoras de los proyectos de formalización predial y catastro multipropósito integraron un código que tenía la capacidad de diligenciar múltiples formatos a la vez, una de sus funciones era extraer información personal del propietario del predio que se requería como código catastral, número de matrícula inmobiliaria, área total y calcular las distancias entre los nodos que se habían ubicado previamente. Sin embargo, por ser parte de una contratación privada, no era posible que este código se pudiera distribuir de forma masiva ni estar al alcance de cualquier usuario sin requerir permisos previos.

En ArcMap se identificaron dos extensiones relacionadas con el tema: “COGO” es una herramienta que fue desarrollada para levantamientos topográficos. En la fase de funcionalidad es necesario que el usuario cargue una capa que contenga información topográfica y al ejecutarla permite calcular de forma automática la distancia, dirección, radio y ángulo entre otras entidades a partir de un trazado poligonal existente, una de las ventajas es que puede describir muy bien las esquinas y representa muy bien las líneas, muestra longitud y dirección.

La segunda extensión encontrada es “Point Distance”, como datos de entrada solicita el punto desde el cual se determinara la distancia, luego el punto donde se calcula la distancia y finalmente el directorio de salida para almacenar la tabla en la cual se contiene todos los resultados. Es totalmente aplicable para el caso de determinar distancias desde un punto base a otros puntos

aleatorios, pero no, si se requieren distancias entre puntos de un polígono, a menos de que se seleccione cada dos puntos.

Teniendo en cuenta software empleado para sistemas de información geográfica, QGIS es un equipamiento lógico de escritorio del cual existen diversos desarrollos implementados en aplicaciones catastrales, comprenden funcionalidades similares a las desarrolladas en este proyecto. Para la Conferencia de Geomática libre organizada por OSGeo donde una de los temas era desarrollo para software libre como QGIS en agosto de 2017, se denominó a QGIS como la plataforma para la administración de información geográfica catastral. Por lo cual, a continuación, se detallan los proyectos con características similares y más relevantes, teniendo en cuenta que los siguientes desarrollos se envuelven en proyectos para manejar la información predial en general.

El plugin “VFK” es un módulo complementario para QGIS desarrollado para trabajar con datos del Registro de la Propiedad Checa. Lo primero que debe hacerse para la funcionalidad de esta herramienta es cargar capas de parcelas y edificios, luego se ejecuta el plugin y este internamente hace una búsqueda del polígono seleccionado. Finalmente le muestra al usuario toda la información descriptiva relacionada de la selección como área y ubicación urbana.

Por último, a partir de la documentación realizada de los desarrollos realizados con orientación a la automatización de cálculo de linderos, nodos, distancia y extracción de información de colindantes prediales en áreas rurales y urbanas den Colombia, se considera que los proyectos descritos anteriormente permiten visualizar la utilización y la importancia del manejo de

información predial. Pero de forma aplicada falta implementar una herramienta que permita unificar todos estos conceptos y a su vez organice toda la información comprendida en cada capa, al final que muestre la información relevante para cabida de linderos y aclaración catastral.

6.2 Marco Teórico

Bermúdez y Garolera (2007) Afirman. “El catastro debería ser el principal proveedor de información básica del territorio, sobre la cual, tanto el sector público como el privado se apoyen para desarrollar múltiples proyectos, que deberían redundar en el mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes de un país”. En los últimos años el catastro nacional lo ha venido adelantando por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Haciendo parte de la actualización catastral, la cual debe adelantarse cada 5 años, según el Artículo 97 de la Resolución 0070 de 2011. Sin embargo, en Colombia no se le ha dado el nivel de importancia requerido a la actualización predial, debido a la existencia de una descentralización de información desde el punto de vista de administración pública.

Debido a falta de coherencia de información entre las entidades y la realidad en terreno sobre todo en zonas rurales, se viene adelantando un proyecto masivo de catastro multipropósito como un gran acierto para ordenar el territorio y consolidar la paz en el país, aprobado en el artículo 104, Contenido en el Plan Nacional de Desarrollo. De acuerdo con el texto aprobado el Catastro Nacional con enfoque multipropósito *“es aquel que dispone información predial para contribuir a la seguridad jurídica del derecho de propiedad inmueble, al fortalecimiento de los fiscos locales, al ordenamiento territorial y la planeación social y económica”*.

En cuanto a los linderos de un predio es la línea que separa las propiedades o heredades de otras, es decir, es el límite o límites hasta los cuales superficialmente se extiende un predio o dominio de la misma. En Colombia deben estar contenidos en los títulos de dominio registrado en las oficinas de registro de instrumentos públicos, es necesario precisarlos técnica y jurídicamente para que no existan variaciones en área ni desplazamientos en cuanto a la forma del predio con respecto a lo consignado en los títulos registrados. Los colindantes o vecinos prediales son personas jurídicas o naturales propietarias de un terreno con un lindero común con otro predio, según la normatividad vigente para precisar quien posee la calidad de colindante se deben tener en cuenta los artículos 18 y 24 del Decreto Nacional 564 de 2006.

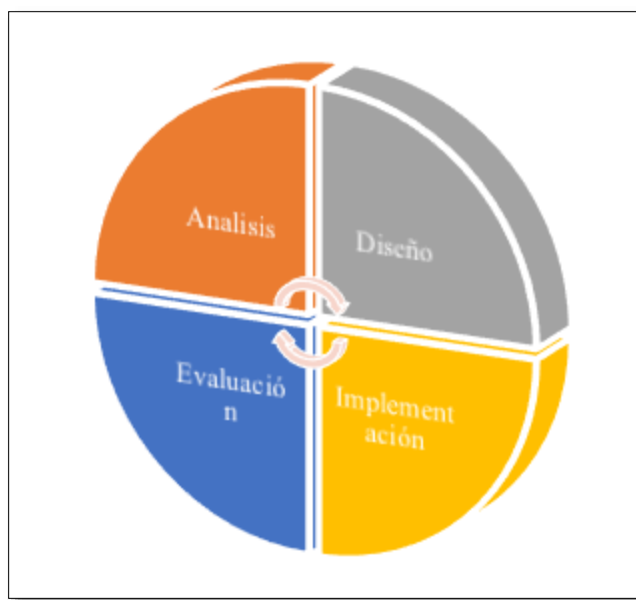
El derecho a la propiedad de la tierra es un derecho humano, el cual, antes de ser reconocido por la ley ya tenía un trasfondo religioso, cultural, social y económico, razón que justifica el abordaje del derecho de propiedad sobre la tierra desde un enfoque de "manejo de derechos", es decir, como un fin del estado para lograr el acceso de todas las personas a un lugar seguro donde puedan vivir en paz y de manera digna, para lo cual requieren vivienda, tierra y propiedad, tanto quienes no la tienen como quienes la tienen de manera precaria o mediante arreglos consuetudinario o ancestralmente, así como quienes la tuvieron y fueron despojados u obligados a abandonarla por la violencia, o por efecto de la discriminación o la marginación como minoría o población vulnerable. En este orden de ideas, el éxito de la lucha contra la pobreza depende de la manera como la sociedad defina, asigne y proteja los derechos de propiedad (Soto, 2009).

7. Metodología

Teniendo en cuenta que el proyecto contó con poco tiempo para desarrollarse y que el equipo estuvo conformado por dos desarrolladores con dedicación completa al proyecto, se contempló una metodología que permitió contrarrestar las condiciones temporales para diseñar la herramienta de manera eficiente, productiva y rápida.

Dadas las condiciones anteriormente descritas, se seleccionó la metodología SCRUM, debido a que permitió que la estrategia de implementación fuera incremental, garantizando la calidad del resultado basándose en el conocimiento de los integrantes del equipo de trabajo más que en los procesos seleccionados para el desarrollo de la herramienta. Por último, retroalimentación constante el desarrollo debido al trabajo simultáneo de todo el equipo, el cual se conformó por (2) ingenieros que estuvieron presentes en el desarrollo de las distintas funciones de la herramienta, permitiendo tener claridad de la dirección del proyecto, evitando retrocesos en etapas finales, tomando decisiones difíciles y remediando los errores tan pronto como fueron detectados.

Siguiendo los lineamientos de la metodología SCRUM, de la fase del desarrollo del proyecto (Figura 1). Inicialmente se debió tener claridad de los requerimientos funcionales y no funcionales para plantear los objetivos y el desarrollo del proyecto. Con los requerimientos definidos se realizó un proceso de análisis, diseño, implementación y evaluación, buscando el perfeccionamiento del proyecto durante el desarrollo.



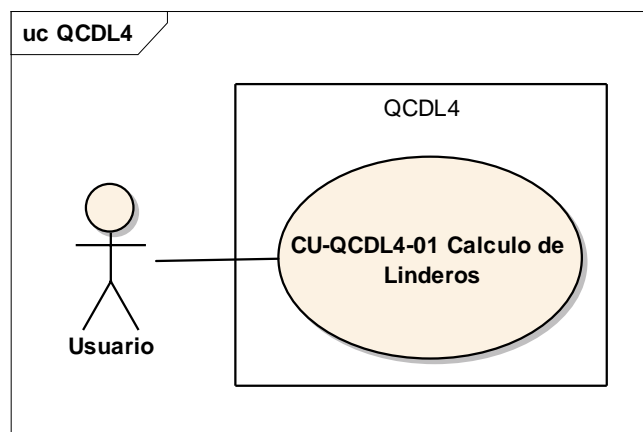
*Figura 1: Esquema metodológico para el desarrollo de la extensión
Fuente: Elaboración propia*

8. Resultados

8.1 Fase de Análisis de requerimientos

La fase de levantamiento de requerimientos permitió identificar un caso de uso denominado Cálculo de linderos (CU-QCDL4) el cual se describe a continuación:

Una vez el usuario ejecuta la extensión, debe seleccionar el predio del cual desea conocer los linderos y el nodo principal del predio requerido. Posteriormente, el usuario hará clic sobre el botón Calcular Linderos, el cual mostrará en la pantalla de QGIS una tabla con la información de los propietarios de los predios colindantes después de calcular los nodos faltantes del predio, las distancias entre estos y extraer la información de los propietarios de la tabla de atributos de la capa vectorial (Shape File) de la Base predial, la cual tiene asignado el sistema de coordenadas Magna Colombia Bogotá (Código EPSG:3116). La Figura 2 muestra el diagrama de caso de uso “Calculo de Linderos”.



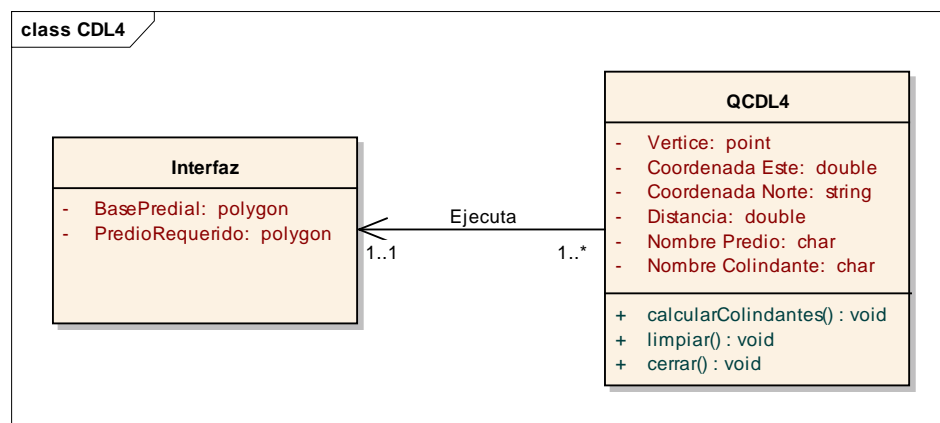
*Figura 2. Diagrama de caso de uso
Fuente: Elaboración propia*

8.2 Fase de Diseño

A continuación, se presentan el diagrama de clases, de secuencias, de componentes, de despliegue y vista de alto nivel.

8.2.1 Diagrama de clases

En la Figura 3 se muestran las clases que estructuran las funcionalidades y entorno visual de la aplicación, sus atributos y las operaciones que las componen; sus dos clases principales están asociadas con la interfaz gráfica (Interfaz) cuyas operaciones están dadas por el inicio y finalización de la lógica de la estructura de operaciones de principales; esta clase en términos visuales, provee al usuario de cada una de los parámetros necesarios para desarrollar el proceso de cálculo de linderos. Por otro lado, se tiene la clase de las funcionalidades de la aplicación (QCDL4); esta clase se compone de una serie de operaciones que denotan cada uno de los pasos visibles y no visibles de la estructura u objetivo de la extensión del cálculo de linderos. Así, se requiere seleccionar el predio para el cual desea conocer los linderos y conocer el nodo principal del predio. El método que permite la asociación de las clases es Calcular Linderos ().

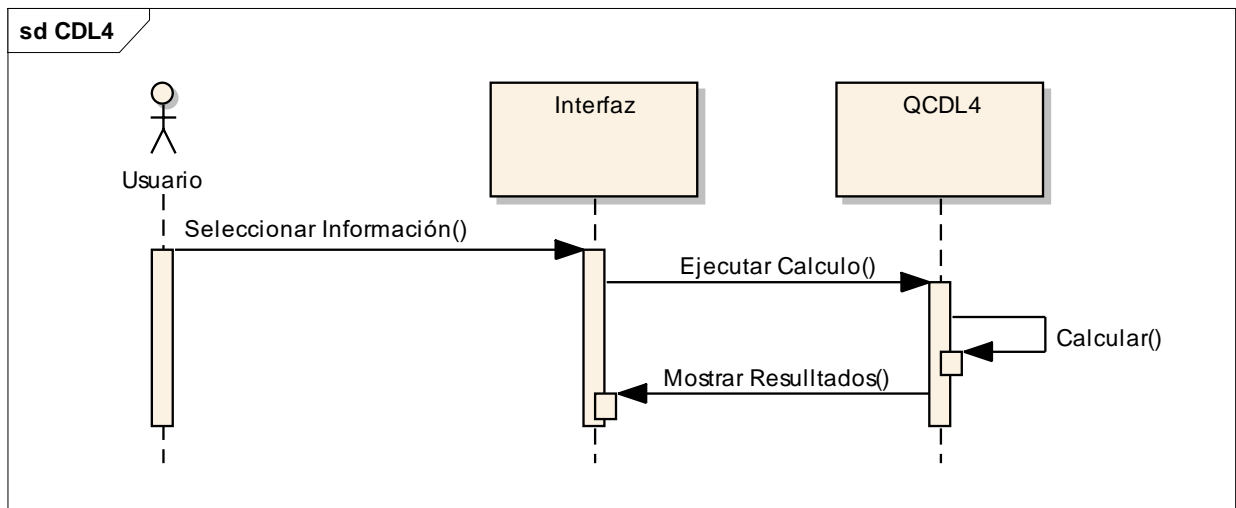


*Figura 3. Diagrama de clases
Fuente: Elaboración propia*

8.2.2 Diagrama de secuencias

El diagrama de secuencia, es un esquema de flujo del proceso multipropósito que se usa para modelar el comportamiento del sistema y es una herramienta gráfica para modelar el proceso de un caso de uso.

La Figura 4 muestra los mensajes y elementos que componen la funcionalidad de QCDL4, iniciando con un mensaje sincrónico donde el usuario da inicio a la ejecución de la interfaz, posteriormente se despliega un mensaje que constituyen los pasos donde el usuario seleccionar el predio y el nodo principal; seguidamente se generan entre las instancias de la interfaz y QCDL4 una serie de mensajes sincrónicos correspondientes al orden de ejecución y retorno de procesos (el cual se hace visual con la barra de proceso), también este modelo permite identificar las responsabilidades generales que tienen los objetos que interactúan aquí para la adecuada descripción de la recolección de la información.



*Figura 4. Diagrama de secuencias
Fuente: Elaboración propia*

8.2.3 Diagrama de componentes

Según Councill y Heineman (2005), teniendo en cuenta los estándares, una componente es un elemento de software que se ajusta a un modelo o diagrama de componentes y que puede ser desplegado y compuesto de forma independiente sin modificación según un estándar de composición. Szyperski (2015) refiere que, teniendo como razón principal las características clave, un componente de software es una unidad de composición con interfaces especificadas contractualmente y dependencias de contexto explícitas únicamente. Además, puede ser desplegado de forma independiente y este sujeto a la composición por terceras partes y no tiene un estado observable.

Un diagrama de componentes representa cómo un sistema de software es dividido en componentes y muestra las dependencias entre estos componentes. Así, se asignan servicios a los componentes y se diseñan sus interfaces.

En la Figura 5 se muestra que la extensión QC DL4 es el componente encargado de generar el cálculo de linderos, en el cual los procesos de carga, procesamiento y visualización de resultados se realizan dentro del mismo componente, es decir, la extensión.

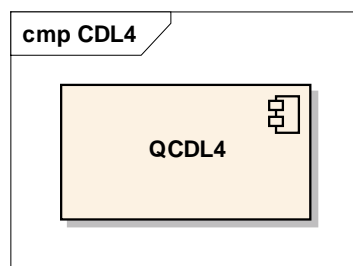


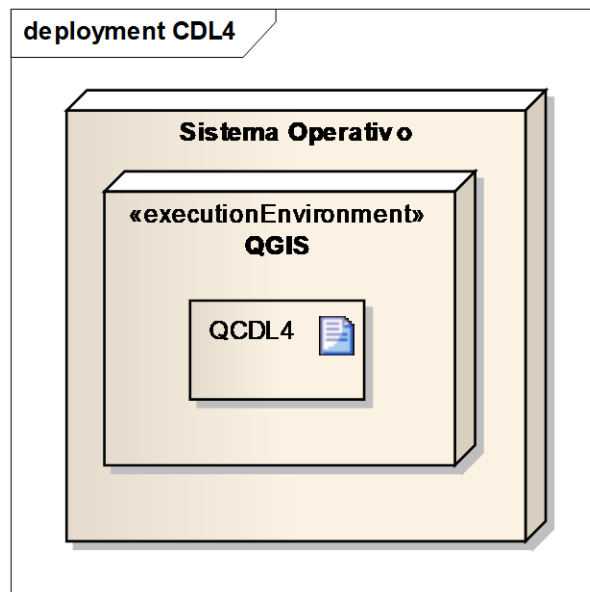
Figura 5. Diagrama de componentes
Fuente: Elaboración propia

8.2.4 Diagrama de despliegue

El diagrama de despliegue muestra cómo se desarrolla la aplicación, partiendo de un sistema operativo que puede ser Windows, Ubuntu, Mac o Linux, que soporta una interfaz sobre la cual se desarrolla e interactúa el software en donde funciona la extensión el software QGIS.

La vista de despliegue que representa un modelo monolítico de la arquitectura de la extensión, dicha arquitectura muestra que todos sus componentes operan en un mismo nodo, en el cual, se debe poder ejecutar el Software de escritorio QGIS ya que este último, corresponde a la herramienta sobre la cual se ejecutara la herramienta desarrollada.

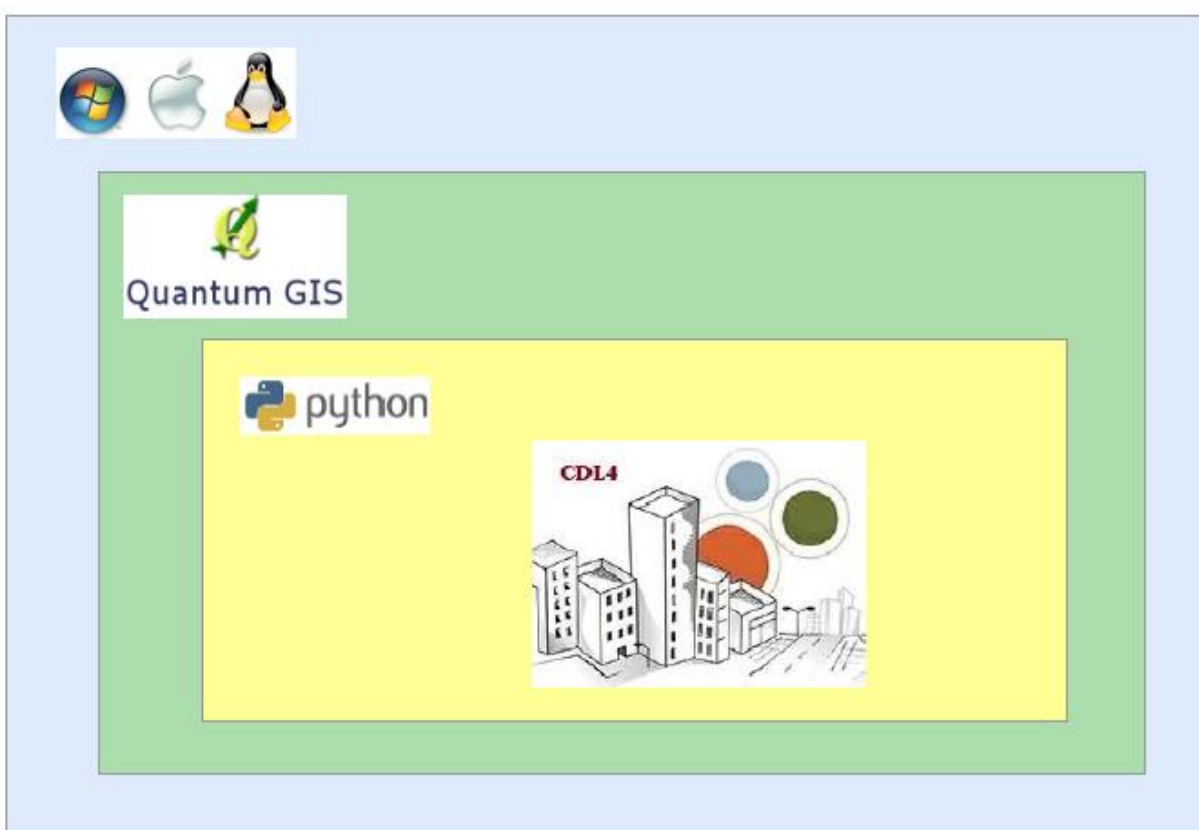
El diagrama de despliegue mostrado en la Figura 6 parte con el sistema multiplataforma que aloja el entorno de desarrollo, correspondiente al software QGIS, éste interactúa con la extensión.



*Figura 6. Diagrama de despliegue
Fuente: Elaboración propia*

8.2.5 Diagrama de vista de alto nivel

El diagrama de alto nivel mostrado en la Figura 7 permite visualizar al usuario de manera concreta la arquitectura que compone el software. La extensión QCDL4 es una herramienta de tipo plugin, lo que quiere decir que interactúa con otra herramienta para aportarle una función nueva y específica. Esta aplicación adicional es ejecutada por la aplicación principal e interactúa por medio de la Interfaz Programada. La extensión QCDL4 se desarrolló sobre el software libre de escritorio QGIS, alojado a su vez en un sistema operativo.



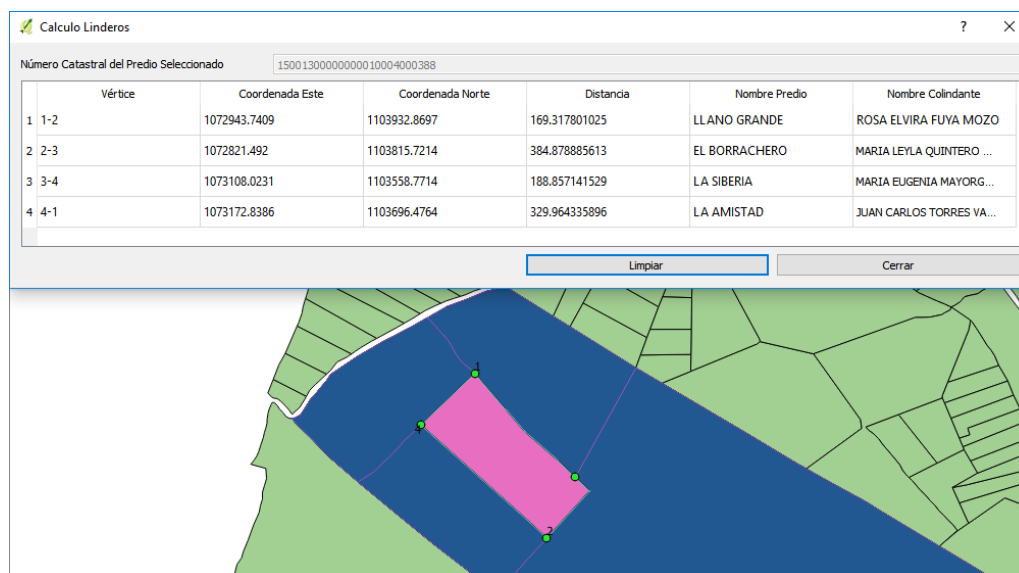
*Figura 7. Vista de alto nivel
Fuente: Elaboración propia*

8.3 Fase de Desarrollo

En esta fase se definió la estructura global de la extensión y se programó su funcionalidad. La extensión se creó con el complemento “Plugin Builder” para QGIS, la funcionalidad, programada en lenguaje python 2.7, se desarrolló utilizando el IDE PyScripter, la interfaz gráfica de usuario (GUI) se elaboró con la herramienta Qt Designer.

8.3.1 Interfaz gráfica de Usuario – GUI

La GUI tiene elementos tipo *TableWidget* donde queda almacenada la información de los colindantes. Incluye un elemento *LineEdit* para almacenar la cedula catastral del predio seleccionado. Por último, existen los elementos *PushBotton* “LIMPIAR” y “CERRAR”, los cuales tienen asociado un evento tipo *Clicked* que inicia la ejecución de los métodos limpiar y cerrar. La Figura 8 muestra la interfaz gráfica de usuario de la extensión QCCL4.



*Figura 8. Interfaz gráfica
Fuente: Elaboración propia*

8.3.2 Funcionalidad

El “core” de la aplicación está asociado al método `Calcular_Linderos()`, el cual tiene un flujo de trabajo secuencial a partir de la capa de la Base Predial, generando productos intermedios que se convierten en insumos de procesos posteriores, hasta la obtención de los atributos necesarios para diligenciar la tabla.

Una vez iniciada la ejecución del método, se muestran los datos diligenciados en la tabla. La Figura 9 detalla el flujo general de los procesos que lleva a cabo el algoritmo para obtener las capas intermedias con las cuales se extrae la información atributiva requerida.

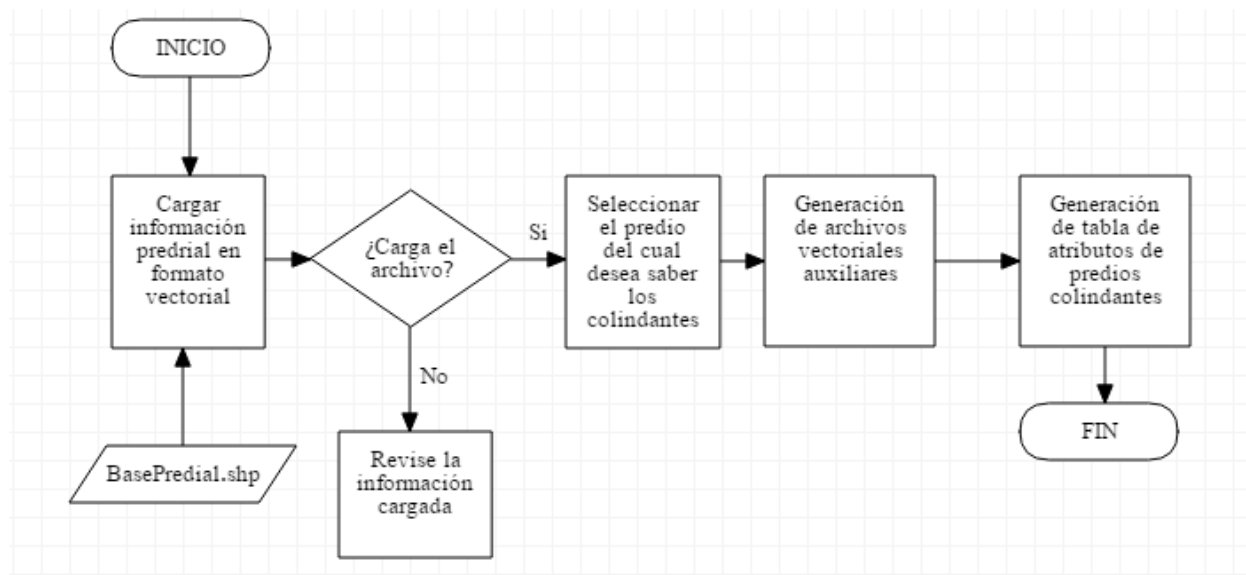


Figura 9. Flujo general del algoritmo
Fuente: Elaboración propia

8.4 Fase de validación

8.4.1 Evaluación de usabilidad

Con el fin de conocer la opinión y percepción de los usuarios respecto a aplicación de la extensión, se evaluó su usabilidad mediante la metodología mGQM. La Tabla 1 muestra los resultados de la evaluación. El puntaje promedio las métricas subjetivas (4,08) fue más bajo en comparación con las métricas objetivas (4,8). Aspectos relacionados con el tiempo de aprendizaje y el grado de satisfacción con la ayuda obtuvieron las puntuaciones más bajas, esto debido a que la herramienta carece de una manual o guía de ayuda para el principiante, donde se indique el objetivo, utilidad y como se inicia el algoritmo.

Los usuarios asignaron puntajes altos a las métricas objetivas, relacionadas con el “core” de la extensión y con condiciones ajenas al algoritmo que puedan comprometer la calidad del resultado. Esta puntuación sugiere que la extensión responde adecuadamente a la necesidad de mostrar los atributos necesarios de los colindantes de un predio seleccionado. A continuación, se describen las métricas evaluadas y su respectiva evaluación:

Tabla 1. Métricas Objetivas

METRICAS OBJETIVAS	O	Item	Descripción
	1	Tiempo requerido para ingresar los datos	Esta métrica mide el tiempo tomado por el usuario para ingresar los datos de entrada.
	2	Tiempo necesario para aprender	Este indicador mide el tiempo empleado por los usuarios para aprender a utilizar la herramienta.
	3	Número de errores mientras aprende	Este indicador mide el número de errores cometidos por los usuarios cuando están aprendiendo a utilizar la aplicación.
	4	Numero de errores	Este indicador mide si la herramienta es precisa
	5	Tiempo de ejecución	Esta métrica mide el tiempo empleado para finalizar la tarea.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Métricas Subjetivas

METRICAS SUBJETIVAS	S	Item	Descripción
	1	Placer	Esta métrica mide el disfrute de los usuarios cuando utilizan la herramienta.
	2	Satisfacción mientras aprenden	Este indicador mide el nivel de satisfacción cuando aprenden a utilizar la herramienta.
	3	Satisfacción con la interfaz	Este indicador mide la atracción de la herramienta hacia los usuarios.
	4	Satisfacción con la ayuda	Esta métrica mide cuan fácil es para los usuarios encontrar ayuda acerca de la herramienta.
	5	Satisfacción con la salida	Este indicador mide la satisfacción del usuario con los datos entregados.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Resultados evaluación de métricas objetivas y subjetivas

METRICAS SUBJETIVAS					
Usuario	U1	U2	U3	U4	U5
S1	5	5	5	5	5
S2	5	4	5	5	5
S3	5	5	5	5	5
S4	5	5	4	4	3
S5	5	5	5	5	5
Total, por Usuario	5.0	4.8	4.8	4.8	4.6
Promedio Usabilidad Subjetiva	4.8				
METRICAS OBJETIVAS					
Usuario	U1	U2	U3	U4	U5
S1	4	4	4	4	5
S2	4	4	4	3	3
S3	5	4	5	4	4
S4	5	4	4	5	3
S5	4	3	4	4	5
Total, por Usuario	4.4	3.8	4.2	4.0	4.0
Promedio Usabilidad Objetiva	4.08				

Fuente: Elaboración propia

Así, la Tabla 4 Muestra el puntaje final de la evaluación de usabilidad de la extensión es 4.4.

De acuerdo, con la metodología, la extensión tiene un alto grado de usabilidad.

Tabla 4. Resultado evaluación usabilidad de la extensión QCDL4

	U1	U2	U3	U4	U5	Promedio Usuario
Usabilidad	4.7	4.3	4.5	4.4	4.3	4.4

Fuente: Elaboración propia

8.4.2 Pruebas de rendimiento (tiempo de ejecución)

Las pruebas ejecutadas en la fase de desarrollo dejaron ver que el tiempo de ejecución del algoritmo es bajo, menos de un (1) minuto en un equipo de marca Toshiba CORE i7 con 1 TB de memoria RAM, motivo por el cual no fue necesario la ejecución de la extensión en diferentes equipos de cómputo.

9. Conclusiones

A partir de la necesidad de automatizar un proceso de cálculo de colindancias de un predio, se desarrolló una herramienta disponible para todos los usuarios involucrados en procesos catastrales en Colombia, quienes según la prueba de evaluación le dieron un alto grado de usabilidad, dando un valor agregado minimizando tiempos en uno de los procesos de generación cartográfica y estudios técnico-prediales.

Definir los requerimientos funcionales y no funcionales permitió el adecuado desarrollo de la extensión, solucionando apropiadamente las necesidades del área técnica de las empresas contratistas, tener esta herramienta permite disminuir los tiempos de generación cartográfica en promedio 2 horas por predio.

El algoritmo desarrollado para la herramienta genera resultados acordes con lo representado en la base catastral, plasma en la tabla resultado las distancias exactas, los nombres de los propietarios precisos junto con el nombre del predio colindante, además localiza los nodos en el punto exacto donde se presenta cambio de colindancia y enumera organizadamente los tramos para ubicarlos en el plano con mayor claridad y rapidez.

El desarrollo de herramientas enfocadas a la automatización de procesos repetitivos permite perfeccionar en tiempo y calidad los productos de entrega, para este caso, las empresas contratistas no van a tener la necesidad de incurrir en gasto extra de personal o u acceder a horarios laborales extenuantes, además los usuarios van a tener la posibilidad de interactuar con una interfaz sencilla, amigable y sobre todo de mucha utilidad para generación cartográfica con información catastral.

10. Referencias

Cendejas, J. L. (2014). *Implementación del modelo integral colaborativo (mdsic) como fuente de innovación para el desarrollo ágil de software en las empresas de la zona centro - occidente en México. Puebla, México. Obtenido de <http://www.eumed.net/tesisdoctorales/2014/jlcv/software.htm>*

Larman, C (2001). *UML y Patrones. Introduccion al analisis y diseño orientado a objetos. Mexico: Pearson*

Ramirez, S. (2009). *Documento de especificaciones para Sistema de Información para la Gestión Electoral Universitaria - SIGEU. Bogotá, D.C.*

Pressman, R. (2002). *Ingeniería del Software (Quinta edición ed.). España: McGraw-Hill*

Sommerville, I. (2005). *Ingeniería de software (Septima edición ed.). Mexico: Pearson.*