

**< SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE LA  
INFORMACIÓN OBTENIDA DURANTE LA PROSPECCIÓN Y EXPLORACIÓN  
MINERA >**

**JOHN WILLIAM ALZATE RAMIREZ  
CLAUDIA MILENA GARCIA SERNA**



**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA  
MANIZALES  
2015**

**SISTEMA DE INFORMACION PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE LA  
INFORMACIÓN OBTENIDA DURANTE LA PROSPECCIÓN Y EXPLORACIÓN  
MINERA**

**JOHN WILLIAM ALZATE RAMIREZ  
CLAUDIA MILENA GARCIA SERNA**

Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar  
al título de Especialista en Información Geográfica

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA  
MANIZALES  
2015**

## CONTENIDO

<b>1. ÁREA PROBLEMÁTICA</b> .....	12
1.1. DESCRIPCION .....	12
1.2. DELIMITACIÓN.....	12
1.3. FORMULACIÓN .....	12
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	14
2.1. OBJETIVO GENERAL .....	14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>4. MARCO TEÓRICO</b> .....	16
4.1. EXPLORACION MINERA .....	16
4.2. MUESTREO .....	18
4.3. ANALISIS DE LABORATORIO .....	20
4.4. SISTEMAS DE INFORMACION.....	21
4.5 ANTECEDENTES.....	23
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	26
5.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	26
5.2. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	26
5.3. ESTANDARIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	26
5.4. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS.....	26
5.5. FORMULARIOS.....	26
5.6. UTILIZAR UN SOFTWARE PARA CREAR LA BASE DE DATOS .....	26
5.7. UTILIZAR UN SOFTWARE PARA VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS ESTANDARIZADOS.....	27
<b>6. RESULTADOS</b> .....	28
6.1 ESTANDARIZACION DE LA INFORMACION.....	28
6.1.1 DICCIONARIO DE DATOS .....	28
6.2 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS.....	41
6.3 CREACION DE LA BASE DE DATOS.....	41
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	52
<b>8. RECOMENDACIONES</b> .....	53
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	54

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Muestra de Sedimentos Activos. Fuente: Elaboración propia.....	18
Figura 2. Muestra de Suelo. Fuente: Elaboración propia.....	19
Figura 3. Muestra de Roca tomada en un túnel. Fuente: Elaboración propia. ....	19
Figura 4. Taladro. Fuente: Elaboración propia.....	20

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Esquemas de los componentes de un SIG. Fuente: <a href="http://definicion.de/sistema-de-informacion">http://definicion.de/sistema-de-informacion</a> .....	22
Ilustración 2 Diagrama de estructuras relacionadas. ....	41
Ilustración 3 Sentencia en CMD para instalación de Ruby. ....	42
Ilustración 4 Sentencia en CMD para instalación de Git. ....	42
Ilustración 5 Instalación de RHC.....	43
Ilustración 6 Dirección (IP) asociada a la base de datos. ....	44
Ilustración 7 Adición de un servidor en PgAdmin.....	45
Ilustración 8 Información de los campos para adicionar un servidor.....	45
Ilustración 9 Instrucción en la consola CMD para trabajar en Postgres a través del servidor web.....	46
Ilustración 10 Tablas creadas en Postgres para la base de datos DATAEXPLORING. ....	46
Ilustración 11 Campos creados para la tabla stream_sediments.....	47
Ilustración 12 Formulario para las muestras de sedimentos activos, en él se pueden observar los campos que el geólogo debe llenar con la información recolectada en campo.....	48
Ilustración 13 Lista creada en la aplicación que permite visualizar la información almacenada en la base de datos. ....	48
Ilustración 15 Selección de la tabla que contiene la información a graficar. ....	49
Ilustración 16 Visualización de algunos puntos contenidos en la base de datos. ...	50
Ilustración 17. Mapa tematico en proceso, en el se ubica el muestreo en una veta. .....	50
Ilustración 18. Mapa de Avances Exploratorios en el que se encuentra graficada la información adquirida durante una comisión en campo.....	51

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Tabla PROJECT con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	28
Tabla 2. Tabla LICENSE con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	29
Tabla 3. Tabla AREA con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	29
Tabla 4. Tabla GEOLOGIST con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	29
Tabla 5. Tabla SAMPLE con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	30
Tabla 6. Tabla SAMPLE TYPE ROCK con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	30
Tabla 7. Abreviaciones de la lista se selección del tipo de muestra tomada en rocas ....	30
Tabla 8. Tabla STREAM TYPE con los campos que la conforman y las características de los mismos ....	30
Tabla 9. Abreviaciones de la lista se selección del tipo de corriente. ....	31
Tabla 10. Tabla SOIL TYPE con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	31
Tabla 11. Abreviaciones de la lista se selección del tipos de suelo. ....	31
Tabla 12. Tabla SILT TYPE con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	32
Tabla 13. Abreviaciones de la lista se selección del tamaño de grano del suelo. ...	32
Tabla 14. Tabla HORIZONT con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	32
Tabla 15. Tabla SOURCE con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	32
Tabla 16. Abreviaciones de la lista se selección de la procedencia del suelo. ....	33
Tabla 17. Tabla VEIN con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	33
Tabla 18. Abreviaciones de la lista se selección de los tipos de vetas. ....	33
Tabla 19. Tabla VEIN TEXTURE con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	33
Tabla 20. Abreviaciones de la lista se selección de texturas en vetas. ....	34
Tabla 21. Tabla TYPE ROCKS con los campos que la conforman y las características de los mismos ....	34
Tabla 22. Tabla ENVIRONMENT IGNEOUS ROCKS con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	34
Tabla 23. Tabla IGNEOUS ROCKS con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	35
Tabla 24. Abreviaciones de la lista se selección de texturas de rocas igneas. ....	36

Tabla 25. Tabla ENVIRONMENT SEDIMENTARY ROCKS con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	37
Tabla 26. Tabla SEDIMENTARY ROCKS con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	37
Tabla 27. Abreviaciones de la lista se selección de las rocas sedimentarias. ....	37
Tabla 28. Tabla TYPE OF METAMORPHISM con los campos que la conforman y las características de los mismos.....	38
Tabla 29. Tabla METAMORPHIC ROCKS con los campos que la conforman y las características de los mismos. ....	38
Tabla 30. Abreviaciones de la lista se selección de las rocas metamórficas. ....	39
Tabla 31. Tabla STRUCTURE con los campos que la conforman y las características de los mismos .....	39
Tabla 32. Abreviaciones de la lista se selección de los tipos de estructuras. ....	39
Tabla 33. Tabla SSULPHYDES TYPE con los campos que la conforman y las características de los mismos .....	39
Tabla 34. Abreviaciones de la lista se selección de los tipos de sulfuros. ....	40

## RESUMEN

Durante el desarrollo de las actividades propias de la prospección y exploración minera se adquiere una gran cantidad de datos que deben ser manipulados e interpretados por el equipo técnico de una empresa minera, en estos se basan la mayoría de las decisiones, afectando de forma positiva o negativa la continuidad de un proyecto minero.

Considerando lo anterior surge la idea de crear DATAEXPLORING, una base de datos pensada para empresas con proyectos en etapas iniciales.

Las consideraciones principales para la creación de la misma son inicialmente tener información estandarizada y organizada, diseñar la base de datos, desarrollar, implementar y visualizar la información almacenada en la misma usando software libre.

Esto se logró empleando un servidor web para tener acceso a la base de datos desde diferentes lugares, utilizando Postgres como motor de base de datos, Eclipse para el desarrollo de una aplicación haciendo más amigable la interacción con la base de datos y QGIS como sistema de información para visualizar y manipular la información geográfica.

## **ABSTRACT**

During the development of own activities of prospecting and mining exploration, it gets a lot of data that must be manipulated and analyzed by the team of a mining Company. Based on these results most of the decisions affect positive or negatively the process of a mining project.

Considering this, arises the idea of creating DATAEXPLORING, a database designed for companies with projects on early stages.

The main considerations for creating it, are to have standardized and organized Information. At the same time design a database, to develop, implement and visualize stored information in this by using free software.

This is achieved by using a web server to access the database from different places, Postgres as database engine, Eclipse for developing an application by doing more friendly the interaction with the database and QGIS as an Geographic information system to display and manipulate information.

## INTRODUCCIÓN

Colombia gracias a sus características geológicas cuenta con una gran riqueza en recursos minerales; esto ha permitido que el país tenga un desarrollo minero de aproximadamente 2300 años; en ese entonces las comunidades realizaban actividades de orfebrería y cerámica entre otras. Desde la época de la colonización se vienen realizando explotaciones a cielo abierto, sobre todo en zonas como el choco, esto debido a las altas concentraciones de metales y al bajo costo de esa operación; estas labores ilegales conllevaron en esa época y en el presente a grandes problemas sociales (Pirazan 2003).

En las últimas décadas el interés del gobierno en extraer dichos recursos ha permitido que grandes y pequeñas empresas lleguen al país y obtengan gran cantidad de títulos mineros a lo largo del territorio colombiano, para ser inicialmente exploradas, lo que ha generado la renuencia de las comunidades al desarrollo de dichas labores; esto sumado a los problemas de orden público han hecho que en varias ocasiones se suspendan las labores adelantadas y las empresas devuelvan los títulos adquiridos.

Al emprender un proyecto minero se deben realizar diferentes estudios, con estos se puede llegar a ubicar, modelar, estimar y calcular la cantidad de mineral que podría ser extraído en un área específica.

La prospección es la etapa en la que se buscan minerales aprovechables en una zona determinada. Las técnicas que se usan son las basadas en estudios geológicos, o bien mediante técnicas basadas en geofísica, geoquímica, etc. En esta fase se determinan anomalías del terreno que justifiquen estudios posteriores de mayor precisión. Para ello se realizan muestreos de Sedimentos Activos, Suelos y Afloramientos de roca.

La Exploración es aquella etapa en la que se realiza un dimensionamiento del depósito mineral de modo que se definan tanto la forma, el contenido de mineral y el valor de dicho depósito, entendiendo como *valor* a la cantidad de mineral que se puede extraer de manera rentable. Para ello se realizan túneles exploratorios y sondeos con taladros con broca diamantada, los cuales con sus respectivos muestreos arrojan una mayor información tridimensional del depósito.

La explotación de cualquier mineral es una maniobra dinámica con un conjunto de diversos criterios de diseño, producción y límites financieros que deben ser considerados antes de seleccionar un método óptimo para extraer el mineral. El conocimiento de los patrones de distribución espacial de los minerales es de suma importancia para los procesos de extracción, en la medida en que podrían reducir costos económicos y ambientales.

En la actualidad cada compañía minera recolecta, procesa y almacena la información adquirida durante las fases ya mencionadas de manera independiente lo cual conlleva a la creación de múltiples formas de almacenar y expresar la información en las bases de datos, esto se manifiesta en redundancia de información generando muchas formas de expresar un mismo dato. Por tal motivo en el presente trabajo se pretende estandarizar la información que es común a cualquier proyecto minero, como ejemplo los nombres litológicos. Además de unificar la forma de ingresar la misma en la base de datos para que pueda haber un intercambio de datos más ágil; así mismo se hace la relación entre esta base de datos y un software especializado que la grafique.

Gracias al crecimiento económico, la expansión global y el desarrollo tecnológico; nuevas empresas han visto en la minería un gran negocio y por tal motivo se han erigido una gran cantidad de estas en los últimos años. Todas estas empresas llamadas "Junior" pretenden descubrir nuevos prospectos mineros, con un costo - beneficio ajustado al presupuesto de sus inversionistas.

## **1. ÁREA PROBLEMÁTICA**

### **1.1. DESCRIPCION**

En el planeta existen múltiples minerales de interés económico los cuales son necesarios para el desarrollo humano. A través de la historia el hombre ha tratado de hallar, explotar y beneficiarse de estos; con el avance de la industria se vio la necesidad de encontrarlos en gran cantidad por lo que las grandes potencias mundiales desarrollaron diferentes métodos prospectivos y exploratorios con los cuales se pudieran ubicar de manera más precisa, esto llevo a la creación de un gran número de empresas especializadas las cuales recolectaron un sin número de datos espaciales generando la necesidad de crear una forma de almacenar esta información de manera ordenada y de implementar Software especializados con los cuales se pudiera apreciar la distribución espacial de toda esta información.

En la actualidad cada compañía minera recolecta, procesa y almacena la información de manera independiente lo cual conlleva a la creación de múltiples formas de ingresar y expresar la información en las bases de datos, lo que se manifiesta en redundancia de información, generando muchas formas de expresar un mismo dato.

Las compañías mineras cuentan con sistemas de información de costos elevados y de uso exclusivo, por esta razón se busca estandarizar la información e implementar uno que sea fácil de usar, económico y que se adapte a los intereses y posibilidades de cada empresa; en el que se empleen programas libres y otros de fácil acceso para empresas pequeñas.

Toda empresa minera que este en etapa de prospección o exploración necesita tener la información organizada, estandarizada, que se pueda manipular y visualizar fácilmente; para esto se plantea la creación e implementación de una base de datos donde se pueda ingresar la información en el momento de la obtención de la misma y también visualizarla en tiempo real.

### **1.2. DELIMITACIÓN**

Este proyecto se pretende realizar inicialmente en una empresa de exploración minera durante sus etapas de prospección y exploración.

### **1.3. FORMULACIÓN**

¿Por qué se debe estandarizar la forma de ingresar e intercambiar los datos recolectados durante las etapas de prospección y exploración minera,

desplegándolos en un sistema de información, además de la posibilidad de visualizarlos.

>

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Estandarizar la forma de ingresar los datos recolectados durante las etapas de prospección y exploración minera, y su visualización en un sistema de información.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estandarizar la forma como se ingresara la información que se obtendrá en campo.
- Establecer la relación entre la información almacenada en la base de datos y un software especializado que la grafique.
- Comprobar la funcionalidad del sistema desarrollado en una compañía minera.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Con este proyecto se pudo estandarizar la forma de ingresar y manipular la información recolectada durante las etapas de prospección y exploración minera, además se facilitó el intercambio de datos y su visualización en tiempo real.

Permitió la aplicabilidad de la estandarización, en cualquier empresa de este tipo y que cuente con un software especializado de mapeo, ya que la mayoría de las compañías tienen bases de datos poco eficientes, o eficientes pero de costo elevado y de uso exclusivo; por esta razón se buscó crear una que sea práctica y se adapte a los intereses y posibilidades de cada empresa, que sea económica, en la que se emplearon programas libres y otros de fácil acceso para empresas pequeñas.

La necesidad de estandarizar datos surgió a raíz de que en el momento de la captura de la información en campo y su almacenamiento en la base de datos se incurre en gran cantidad de errores de tipo gramatical, técnico y en muchos casos en el registro de datos incorrectos, generando un sin número de casos de duplicidad de la información lo que complica su manipulación y procesamiento. Con el fin de evitar esto se buscó estandarizar la información y se le dio un procesamiento adecuado permitiendo una mejor interpretación y manipulación de los datos para labores propias de la exploración a futuro.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1. EXPLORACION MINERA

Por ser la minería la madre de todas las industrias, la que provee a la humanidad de la materia prima para su desarrollo ayudando en su rápido crecimiento y avance, es que cada día surgen más y más empresas que se dedican a la búsqueda de metales y materias primas para abastecer la industria.

Para hallar estos elementos empresas junior o senior realizan labores de exploración minera, estas son una serie de actividades llevadas a cabo para encontrar, delimitar y estimar los recursos de un área determinada, permitiendo tomar la decisión sobre la rentabilidad de la explotación minera, conservar un área o devolverla al estado.

Inicialmente se realiza la prospección minera, esta permite a las empresas mediante estudios iniciales determinar si en el área estudiada existen minerales de interés económico, una vez se tiene la confirmación de esta presencia se inicia la exploración.

La Agencia Nacional Minera define la exploración minera en cuatro fases que serán descritas a continuación.

#### ***Fase I. Exploración Geológica de Superficie.***

*En esta fase se realizan estudios y caracterizaciones geológicas superficiales de una zona determinada y permiten establecer los sectores con las mejores manifestaciones o indicios geológicos que indican la presencia de una sustancia mineralizada y de proponer los sitios específicos donde la misma sustancia pueda ser evaluada mediante la aplicación de técnicas directas o indirectas.*

#### ***Fase II. Exploración Geológica del Subsuelo***

*Esta fase busca delimitar el depósito potencialmente económico, con estimativos más específicos de tamaño y contenido mineral, definiendo el verdadero potencial geológico minero del yacimiento.*

#### ***Fase III. Evaluación y Modelo Geológico.***

*Con los resultados obtenidos en las fases previas se define el verdadero potencial del yacimiento y se da inicio a la planificación y diseño del Programa de Trabajos y Obras (PTO).*

#### ***Fase IV. Programa de Trabajos y Obras.***

*Se realiza el Programa de Trabajos y Obras (PTO). Este PTO deberá presentarse de manera simultánea con el Estudio de Impacto Ambiental, ante las autoridades competentes, y será la base del otorgamiento de la Licencia Ambiental, requisito indispensable para pasar a la siguiente etapa del contrato de concesión: Construcción y Montaje. Fuente: Agencia Nacional Minera.*

Otra forma de definir la exploración minera y las etapas que la comprende se describe a continuación, se consideran algunas fases que no son discriminadas o tenidas en cuenta por ciertas entidades o empresas:

Durante la primera fase de exploración se realiza un reconocimiento del área y una toma de muestras de Sedimentos Activos (Stream Sediments), para delimitar zonas anómalas.

En la segunda fase se realizan recorridos por las quebradas y carreteras y caminos de la zona, realizando el levantamiento cartográfico y geológico del área, levantamiento y muestreo de labores mineras existentes. Paralelo a este trabajo se toman muestras de roca en los afloramientos (lugar donde la roca se encuentra expuesta en superficie) hallados y se realiza un muestreo de suelos.

Una vez obtenidos los resultados de los análisis realizados en las etapas anteriores y delimitadas las zonas o áreas con mayor potencial se procede con la tercera fase, durante la cual se plantea e implementa el plan de perforación. Este permite conocer los límites del depósito a profundidad, conocer su extensión y crear el modelo conceptual del depósito.

Durante la prefactibilidad o cuarta fase de exploración se realizan perforaciones sistemáticas, es decir siguiendo una malla determinada por el equipo técnico. En esta etapa también se debe finalizar el modelo geológico, estimar si los recursos presentes en el depósito son suficientes para que la explotación del mismo sea rentable, iniciar con el diseño de la mina, determinar el tipo de explotación y beneficio del material; además se adelantan estudios Hidrogeológicos, Geotécnicos y Metalúrgicos.

La factibilidad o quinta fase está conformada por once etapas, estas se listan a continuación

- *Selección del tamaño de la mina y la planta.*
- *Selección del método de explotación y procesamiento.*
- *Determinación de las reservas (Recursos económicamente explotables).*
- *Plan Minero (desarrollo – extracción - producción).*
- *Determinación del equipamiento e infraestructura.*
- *Determinación de inversiones.*
- *Determinación de costos de operación y comercialización.*
- *Determinación de flujo de caja y rentabilidad del proyecto.*
- *Aspectos legales (propiedad, agua, energía, accesos, etc.)*
- *Aspectos sociales.*
- *Estudio de Impacto ambiental (EIA). (BARRICK minería responsable, 2008, p. 12).*

Fase seis consiste en la construcción y montaje de la mina.

Fase siete consiste en la explotación del material. Esta puede tener una duración de decenas de años, todo depende de la cantidad de material presente en el depósito.

En la fase ocho se realizan el cierre de la mina y post cierre. En esta etapa el principal actor es el área ambiental, consiste en dejar la mina y área de influencia del proyecto en las menores condiciones ambientales posibles.

#### **4.2. MUESTREO**

Durante la exploración se realizan muestreos de sedimentos activos, suelo, roca y perforaciones corazonadas, dichas muestras son enviados al laboratorio para análisis geoquímicos.

Las muestras de sedimentos activos (Figura 1) consisten en la toma sistemática del material detrítico y clástico producto de la meteorización de las rocas que circundan las quebradas y que han sido transportados y acumulados por las aguas.

Se toman muestras inicialmente en los principales drenajes de las cuencas y subcuencas, si estos arrojan un resultado anómalo una vez realizado el análisis geoquímico se muestrean los drenajes de todas las subcuencas. El material recolectado posteriormente es tamizado usando una malla o tamiz obteniendo como resultado un agua con lodo, para separar estas partículas del agua se adiciona una sustancia conocida como floculante (óxido de aluminio), una vez separadas se desecha el agua y el lodo obtenido se envía a laboratorios especializados para su análisis. La muestra debe tener un peso aproximado de 1kg.



Figura 1. Muestra de Sedimentos Activos. Fuente: Elaboración propia.

Las muestras de suelo (Figura 2) son tomadas siguiendo una malla o red determinada por el equipo técnico, puede ser de 100\*100 (cada 100 metros en la N y 100 metros en la E) según las necesidades y tipo de depósito; esta muestra es tomada con un instrumento llamado auger que permite extraer una porción del horizonte C generalmente. La muestra de suelo debe tener un peso aproximado de 2kg. La profundidad puede variar entre 0.5 hasta 7m, esta varía dependiendo del tipo de depósito y según las especificaciones del geólogo encargado. Estas también son enviadas al laboratorio.



Figura 2. Muestra de Suelo. Fuente: Elaboración propia.

Las muestras de roca (Figura 3) pueden ser tomadas en afloramientos sobre las vías, caminos, quebradas, y labores mineras como túneles. Existen muchas formas de recolectar una muestra de este tipo, pero generalmente se toman generando un canal en la roca que usualmente tiene una longitud de 2m y un peso de 2kg. Para su recolección se recomienda limpiar previamente el afloramiento, ya que la roca debe estar lo más fresca o inalterada posible.



Figura 3. Muestra de Roca tomada en un túnel. Fuente: Elaboración propia.

Una vez se tienen delimitadas las áreas de mayor interés y de las que se desea conocer la continuidad de la presencia mineral a profundidad, se procede a realizar perforaciones exploratorias. Esta actividad se realiza empleando un taladro (Figura 4) obteniendo secciones de roca con forma cilíndrica, puede alcanzar profundidades hasta de 1.5 km o más. Las secciones de roca obtenidas son muestreadas y posteriormente logueadas o descritas por el geólogo. Durante el proceso de logueo se describe el tipo de roca, porcentaje de minerales de interés económico, tipo e intensidad de la alteración, longitud y tipo de estructuras (fallas, vetillas entre otras); estos datos se consignan en una base de datos y son la base del modelo geológico.



Figura 4. Taladro. Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. ANALISIS DE LABORATORIO

Previo a la realización de cualquier ensayo la muestra debe ser preparada. Inicialmente es secada empleando un horno de secado a una temperatura y tiempo específico que no permita que la muestra se contamine o que los elementos pierdan sus propiedades, posteriormente es pulverizada (hasta alcanzar un tamaño de 1.7mm) y cuarteada (dividida en cuatro partes iguales), para el análisis se toma la mitad de la muestra, y la otra mitad queda como testigo para repetir el ensayo en caso de ser necesario.

Solo 200gr del peso total de la muestra es analizado para esto es pulverizada *hasta alcanzar un tamaño de 150 micras.*

Los ensayos más comunes realizados para conocer el contenido de oro presente en una roca, suelo o sedimento son descritos por la empresa ACTLABS COLOMBIA SAS de la siguiente forma:

#### ***Ensayo al Fuego (Fire Assay)***

*Los metales preciosos suelen determinarse utilizando oxido de plomo y fuego, esto es necesario para separar los metales preciosos de la matriz y lo*

que podría interferir elementos. El método de colección de plomo (con Ag como colector) se utiliza habitualmente para el oro, el platino y el paladio. Varios tipos de cuantificación final pueden ser utilizados, como absorción atómica, gravimétrica, ICP/OES e ICP / MS.

#### **Digestión de Muestras**

*Agua Regia:* Esta digestión parcial utiliza una mezcla de ácido clorhídrico y ácido nítrico para disolver los sulfuros, algunos óxidos y algunos silicatos alterado. En general, los metales básicos se disuelven totalmente, pero este dependerá de Mineralogía.

*Digestión Total:* La digestión total utiliza una mezcla de ácidos clorhídrico, nítrico, perclórico y fluorhídrico a temperaturas de 260 grados C; esta digestión es total exceptuando fases muy resistentes como cromita, barita, monacita, esfero etc.

#### **ICP-OES (VARIAN 730-ES)**

La espectroscopia de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) se basa en la vaporización, disociación, ionización y excitación de los diferentes elementos químicos de una muestra en el interior de un plasma.

#### **Gravimetría**

La gravimetría es usada cuando las densidades de las muestras varían altamente.

Con los resultados de los análisis, los datos obtenidos durante el logueo y las descripciones de campo se realiza un modelo digital en 3D en el cual se puede ver la interpretación que el equipo técnico le ha dado a la información, obteniendo tendencias minerales, zonas enriquecidas y distribución de la mineralización así como una estimación del potencial mineral del depósito.

#### **4.4. SISTEMAS DE INFORMACION**

Un sistema de informacion esta integrado por un conjunto de procesos, personas software, hardware y datos (Ilustración 1); se crea para la organización, procesamiento, analisis, edicion y visualizacion de grandes cantidades de informacion cuyo principal objetivo es ayudar en la toma de decisiones. Son usados por las entidades gubernamentales, para el ordenamiento territorial, para fines investigativos y por el sector privado.



Ilustración 1. Esquemas de los componentes de un SIG. Fuente: <http://definicion.de/sistema-de-informacion>.

Una parte muy importante dentro de este proceso es el el manejo de los datos, estos deben estar estandarizados, ordenados y ser compatibles entre si; esto con la finalidad de permitir un mejor manejo, interpretacion y visualizacion de los mismos. Para esto se crean las bases de datos.

las bases de datos espaciales son aquellas que presentan datos con atributos espaciales es decir que contienen un componente geografico (coordenadas) y datos no espaciales es decir aquellos que describen un objeto y cuya informacion se almacena en tablas.

Morales (2001) en su tesis Base de Datos Geográfica para el Soporte de Toma de Decisiones en la Zona del Volcán Popocatépet define las bases de datos geograficas de la siguiente forma:

*Una base de datos geografica es una colección de datos organizados de tal manera que sirvan efectivamente para una o varias aplicaciones SIG. Esta base de datos comprende la asociacion entre sus dos principales componentes: datos espaciles y atributos o datos no espaciales.*

Las bases de datos permiten la organización, estandarizacion de la informacion y evitan la duplicidad de la misma. Son creadas con el fin de facilitar el intercambio de informacion, pueden ser actualizadas constantemente y son accesibles en tiempo real, permiten la interaccion de varios usuarios; son el punto de partida para la creacion de un sistema de informacion.

Cuando se requiere tener acceso a la base de datos desde cualquier lugar, bien sea para consultarla o para ingresar información es necesario tener acceso o alquilar un lugar en un servidor web. DUPLIKA describe su funcionalidad como *“almacenar los archivos de un sitio y emitirlos por Internet para poder ser visitado por los usuarios”*.

En este servidor web se guarda la base de datos mediante una conexión con el programa administrador de la base de datos por ejemplo postgres y para tener acceso a la misma desde cualquier lugar por medio de la web se crea un formulario que es alojado allí y al cual se accede mediante una dirección url.

Para la creación de la base de datos se emplean software desarrolladores de bases de datos como Postgres, estos permiten almacenar, modificar, extraer la información y mantener su integridad. Para obtener una base de datos geográfica se usa el soporte PostGis, es un software que proporciona el componente geográfico transformando la base de datos relacional en una base de datos geográfica.

Para visualizar y manipular la información almacenada en la base de datos se usa un sistema de información geográfica que nos grafique esta información. QGIS es un software libre, que permite establecer conexión directa con la base de datos, extraer, manipular y crear mapas temáticos, para tener una mejor interpretación de la información.

#### **4.5 ANTECEDENTES**

Debido al creciente interés de las empresas, instituciones y entidades por implementar sistemas de información acordes a sus necesidades particulares, es que Melo (2005) plantea la idea de implementar software libre; proponiendo entre otros, beneficios como su bajo costo, fácil acceso y seguridad de los sistemas de información; aportando una completa guía que mediante comparaciones y descripciones de los software, facilita la escogencia del Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGDB) acorde a la Base de Datos (BD) que se desee crear.

Callejas & Delgado (2005) fueron más allá y durante su práctica empresarial implementaron herramientas de software libre en la creación de un sistema de información para Caracol S.A., con este mejoraron el proceso de inventario de la empresa a nivel nacional.

*El producto se desarrolla sobre una arquitectura cliente/servidor utilizando herramientas de software libre como sistema operativo Linux (RedHat 9.0), para la codificación Kylix 3 Open Edition, con motor de base de datos FirebirdSQL v1.5 y administrador de la base de datos IBMManager v3.7. Para el diseño lógico y físico del RDM se utilizó PowerDesigner v6.1. (p. 8).*

Al implementar estos software rompieron con mitos existentes sobre la seguridad y eficacia de los mismos.

Las empresas mineras y algunas instituciones gubernamentales debido al gran volumen de información que manejan, se han visto en la obligación de crear sistemas de información de uso exclusivo y en los que han tenido que invertir grandes sumas de dinero, esto es lo que llevo a Delgado & Ríos (2011) a plantear una metodología para el desarrollo de SIG mineros y con esto ayudar a las entidades gubernamentales a llevar un control en las labores mineras que se desarrollan en los municipios y departamentos del país; para esto proponen la creación de un inventario minero en el que se recopile toda la información relevante como cartografía, geología, infraestructura, seguridad y aspectos relacionados con tramitación legal y administrativa entre otros, tanto para minería legal como ilegal. Posteriormente dicha información se almacenara en una base de datos que permitirá realizar consultas y su procesamiento en un sistema de información geográfica el cual se pueden crear mapas temáticos.

Con la llegada del boom minero al país, el gobierno se vio en la obligación de crear nuevas leyes para controlar las labores mineras y proteger el medio ambiente. En el municipio de Marmato (Caldas) se desarrolla una intensa minería de oro tanto legal realizada por empresas oficialmente constituidas y vigiladas por los entes gubernamentales como minería ilegal, gran parte de esta ejecutada por personas locales cuyas familias se dedicaron a estas labores y que desconocen en algunos casos las normas que rigen la minería en el país generando problemas ambientales que ponen en riesgo a la comunidad y que pueden representar retos para los entes que vigilan esta labores; es por esto de Rodríguez (2012) emplea los “SIG, para identificar áreas compatibles con la minería, cuya explotación no afecte a los recursos naturales renovables y el desarrollo territorial existente en el municipio” (p. 9); Empleando la normatividad nacional y regional creó una herramienta de gran utilidad en la que recopiló información sobre las áreas ambientales protegidas e información geológica entre otras con las cuales elaboró mapas temáticos con las zonas de restricción ambiental y territorial del municipio, dando como resultado final las “áreas ambiental y territorialmente afines con la minería” (p. 63) de gran utilidad a la hora de otorgar títulos mineros entre otras.

Los SIG son aplicables no solo a la exploración minera sino también a la exploración de hidrocarburos particularmente a la exploración sísmica. Guerrero (2013) propone “Implementar un Sistema de Información Geográfica para la elaboración de planes de manejo ambiental orientado a la exploración sísmica, sector de aplicación: Área Sísmica PUT 10 2D en el departamento del Putumayo”. (p 15) el cual se rige por los requerimientos de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), este sistema de información propone “identificar las áreas de sensibilidad ambiental y de manejo, con el fin de que los trabajos realizados en el proyecto de exploración sísmica no afecten al sistema biofísico y a las comunidades presentes (con sus bienes y servicios)” (p. 10). Para esto se recopiló

la información que sería almacenada en la geodatabase (GDB) como zonas ambientalmente protegidas, centros poblados entre otros; a partir de esta se crearon mapas temáticos utilizando el programa ArcGis que permitieron evaluar las áreas a explorar y en base a la información obtenida diseñar el plan de manejo ambiental.

## **5. METODOLOGIA**

### **5.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Se realizó la búsqueda y recopilación de información sobre temas afines desarrollados con anterioridad, sirviendo de base y guía para el desarrollo del presente proyecto. Para esta búsqueda se tuvieron en cuenta principalmente trabajos realizados por estudiantes de la especialización, y otros realizados en otros países y que se desarrollaran en un contexto similar a este

### **5.2. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Se seleccionó la información requerida y relevante para la realización de la base de datos como coordenadas, tipo de muestra, litología, alteraciones entre otros.

### **5.3. ESTANDARIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Una vez clara la información disponible, se generaron una serie de códigos y parámetros que permitieron estandarizar la información que irían a la base de datos y los que serán ingresados en un futuro. Esta estandarización permitirá el intercambio de información con otras bases de datos además facilitar el manejo y procesamiento de esta información.

### **5.4. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS**

Se elaboró el diagrama de estructuras relacionadas especificando las tablas y campos para la construcción de la base de datos y las llaves que permitirán realizar consultas.

### **5.5. FORMULARIOS**

Desarrollo de un aplicativo a través de lenguaje programacional Java, en el cual se ingresen los datos recolectados en campo a través de formularios con campos ya predefinidos.

### **5.6. UTILIZAR UN SOFTWARE PARA CREAR LA BASE DE DATOS**

Se implementó el funcionamiento de un motor de bases de datos en un servidor web, el cual usara los datos estandarizados para la generación de consultas.

## **5.7. UTILIZAR UN SOFTWARE PARA VISUALIZACIÓN DE LOS DATOS ESTANDARIZADOS.**

Se utilizó un software gráfico con el cual se pueda visualizar y consultar la información almacenada en el motor de bases de datos. Con este se podrán generar múltiples mapas temáticos, tablas y estadísticas de los datos obtenidos en la exploración minera.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 ESTANDARIZACION DE LA INFORMACION

Las labores que se llevan a cabo durante la prospección y exploración minera conllevan a la obtención de una gran cantidad de datos (coordenadas, descripciones de muestras, lugares, etc.) que son obtenidos por un grupo de geólogos, cada uno de ellos es autónomo en sus descripciones generando de esta forma una gran cantidad de abreviaciones y nombres a la hora de realizar la descripción; esto genera duplicidad y desorden de la información, lo que finalmente dificulta la manipulación e interpretación de la misma.

Con el fin de evitar esto se crearon una serie de abreviaciones (de inversión propia), que simplifican los nombres de los diferentes tipos de rocas, alteraciones, minerales, geólogos, estructuras, proyectos etc. Con esto se restringe al geólogo a la hora de coleccionar la información esperando que todos se expresen en los mismos términos, tener una base de datos ordenada, un mejor procesamiento e interpretación de la información, y en caso de ser necesario un mejor intercambio de la misma. Estas abreviaciones están directamente relacionadas a las tablas, ya que estas se presentan como listas desplegables.

Para lograr una correcta organización y uso de los datos se realizó un diccionario de datos donde se especifica la información que llevan los formularios para el ingreso ordenado de los datos recolectados durante las fases, además se anexa las listas desplegables estandarizadas de cada ítem cuando este lo requiere.

#### 6.1.1 DICCIONARIO DE DATOS

- Datos referentes a la información donde se está realizando la exploración minera:

PROJECT: Hace referencia al nombre que la empresa asignará al proyecto, esto generalmente está asociado con el nombre del municipio o una zona de interés particular. Tabla 1

PROJECT				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
pk	código project	Cproj	Numérico	Almacena código del proyecto
	nombre	nproj	texto	Almacena nombre del proyecto

Tabla 1. Tabla PROJECT con los campos que la conforman y las características de los mismos.

LICENSE: Hace referencia al nombre que le ha sido adjudicado por parte de la Agencia Nacional Minera, y como debe aparecer en Catastro Minero Colombiano. Tabla 2

LICENSE				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
pk	código License	Clic	Numérico	Almacena código de la licencia
	nombre	nlic	texto	Almacena nombre de la licencia
fk	código Area	Carea	Numérico	Almacena código del área

Tabla 2. Tabla LICENSE con los campos que la conforman y las características de los mismos.

AREA: Hace referencia al nombre local con el que se conoce la zona donde fue tomada la muestra. Tabla 3

AREA				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
pk	código Area	Carea	Numérico	Almacena código del área
	nombre	narea	texto	Almacena nombre del área

Tabla 3. Tabla AREA con los campos que la conforman y las características de los mismos.

- Datos referentes a la información de quien está recolectando la muestra:

GEOLOGIST: Hace referencia al nombre del geólogo que recolecto la muestra. Tabla 4

GEOLOGIST				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
pk	código Geologist	Cgeo	Numérico	Almacena código del geólogo
	nombre	ngeo	texto	Almacena nombre del geólogo

Tabla 4. Tabla GEOLOGIST con los campos que la conforman y las características de los mismos.

- Datos referentes a la información donde se está tomando la muestra:

SAMPLE: Hace referencia al nombre único con el cual será identificada la muestra recolectada durante la exploración minera, el cual siempre deberá tener su información geográfica anexa y la fecha en la que fue tomada. Tabla 5

SAMPLE				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
pk	código Sample	Csamp	Numérico	Almacena código de la muestra
	nombre	nsamp	texto	Almacena nombre de la muestra
	coordenada Este sample	cordx	geom	Almacena la coordenada Este donde se toma la muestra
	Coordenada Norte sample	cordy	geom	Almacena la coordenada Norte

				donde se toma la muestra
	Altura sample	elev	Numérico	Almacena la elevación metros sobre el nivel del mar
	Fecha sample	fecha	fecha	Almacena la fecha en la que se toma la muestra

Tabla 5. Tabla SAMPLE con los campos que la conforman y las características de los mismos.

- Datos referentes a la información de la muestra:

SAMPLE TYPE ROCK: Hace referencia al tipo de muestra recolectada durante la exploración minera. Tabla 6

SAMPLE TYPE ROCK				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
<b>pk</b>	código Sample type	Csamty	Numérico	Almacena código del tipo de muestra
	nombre	nsamty	texto	Almacena nombre del tipo de muestra

Tabla 6. Tabla SAMPLE TYPE ROCK con los campos que la conforman y las características de los mismos.

SAMPLE TYPE ROCK: Lista estandarizada de tipos de muestras en rocas. Tabla 7

ABREV	SAMPLE TYPE ROCK	ABREV	SAMPLE TYPE ROCK
<b>BK</b>	BLANK	ST	STANDARD
<b>BRX</b>	BRECCIA	VC	VEIN-CHANNEL
<b>DB</b>	ROCK-DUMP	VD	VEIN-DUMP
<b>DU</b>	DUPLICATE	VF	VEIN-FLOAT
<b>FL</b>	ROCK-FLOAT	VL	VEIN-PANEL
<b>RC</b>	ROCK-CHIP	VN	VEIN
<b>RK</b>	ROCK	VP	VEIN-CHIP
<b>RP</b>	ROCK-PANEL	VS	VEIN-SUBCROP

Tabla 7. Abreviaciones de la lista de selección del tipo de muestra tomada en rocas

STREAM TYPE: Hace referencia al tipo de corriente donde fue tomada la muestra de sedimentos activos. Tabla 8

STREAM TYPE				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
<b>pk</b>	código Stream type	Csttype	Numérico	Almacena código del tipo de corriente
	nombre	nsttype	texto	Almacena nombre del tipo de corriente

Tabla 8. Tabla STREAM TYPE con los campos que la conforman y las características de los mismos

STREAM TYPE: Lista estandarizada de tipos de corrientes. Tabla 9

ABREV	STREAM TYPE
C	CREEK
R	RIVER
S	STREAM

Tabla 9. Abreviaciones de la lista de selección del tipo de corriente.

SOIL TYPE: Hace referencia al tipo de suelo donde fue tomada la muestra de suelos. Tabla 10

SOIL TYPE				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
pk	código Soil type	Csoiltype	Numérico	Almacena código del tipo de suelo
	nombre	nsoiltype	texto	Almacena nombre del tipo de suelo
fk	código Silt type	Csiltytype	Numérico	Almacena código del tamaño del suelo
fk	código Horizont	Chori	Numérico	Almacena código del horizonte donde se tomó la muestra de suelo
fk	código Source	Csour	Numérico	Almacena código del tipo de procedencia del suelo

Tabla 10. Tabla SOIL TYPE con los campos que la conforman y las características de los mismos.

SOIL TYPE: Lista estandarizada de tipos de suelos. Tabla 11

ABREV	SOIL_TYPE
CLY	CLAY
GOS	GOSSAN
GRU	GRUSS
HUM	HUMUS
LMT	LIMESTONE
LTR	LATERITE
MAR	MARSHY
SAN	SANDY
SAP	SAPROLITE
SLT	SILTY

Tabla 11. Abreviaciones de la lista de selección del tipo de suelo.

SILT TYPE: Hace referencia al tipo de textura que tiene el suelo en la muestra de suelos. Tabla 12

SILT TYPE				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
<b>pk</b>	código Silt type	Csilttype	Numérico	Almacena código del tamaño del suelo
	nombre	nsilttype	texto	Almacena nombre del tamaño del suelo

Tabla 12. Tabla SILT TYPE con los campos que la conforman y las características de los mismos.

SILT TYPE: Lista Estandarizada de tamaño de grano del suelo. Tabla 13

ABREV	SILT_TYPE
<b>CLY</b>	CLAY
<b>MAR</b>	MARSHY
<b>SAN</b>	SANDY

Tabla 13. Abreviaciones de la lista de selección del tamaño de grano del suelo.

HORIZONT: Hace referencia al horizonte alcanzado durante la toma de muestra de suelo. Tabla 14

HORIZONT				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
<b>pk</b>	código Horizont	Chori	Numérico	Almacena código del horizonte donde se tomó la muestra de suelo
	nombre	nchori	texto	Almacena nombre del horizonte donde se tomó la muestra de suelo

Tabla 14. Tabla HORIZONT con los campos que la conforman y las características de los mismos.

SOURCE: Hace referencia a la procedencia del suelo, para las muestras de Suelos. Tabla 15

SOURCE				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
<b>pk</b>	código Source	Csour	Numérico	Almacena código del tipo de procedencia del suelo
	nombre	nsour	texto	Almacena nombre del tipo de procedencia del suelo

Tabla 15. Tabla SOURCE con los campos que la conforman y las características de los mismos.

SOURCE: Lista estandarizada de los tipos de procedencia del suelo. Tabla 16

ABREV	SOURCE
<b>A</b>	ALLUVIAL
<b>O</b>	AEOLIAN
<b>C</b>	COLLUVIAL

<b>E</b>	ELUVIAL
<b>G</b>	GLACIERS
<b>I</b>	INDETERMINATED
<b>R</b>	RESIDUAL
<b>S</b>	SEA
<b>D</b>	TALUS-DELUVIAL

Tabla 16. Abreviaciones de la lista de selección de la procedencia del suelo.

VEIN: Hace referencia al nombre del tipo de veta, si la muestra es de este tipo.  
Tabla 17

VEIN				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
<b>pk</b>	código Vein	Cvein	Numérico	Almacena código del tipo de veta
	nombre	nvein	texto	Almacena nombre del tipo de veta
<b>fk</b>	código Vein Texture	Cveint	Numérico	Almacena código de la textura de la veta

Tabla 17. Tabla VEIN con los campos que la conforman y las características de los mismos.

VEIN: Lista estandarizada de tipos de vetas. Tabla 18

ABREV	VEIN	ABREV	VEIN
<b>A</b>	COARSE XTL QZ	SH	SHEETED
<b>B</b>	BANDED QZ	SI	SIGMOIDAL
<b>D</b>	QZ + COARSE PY	STWK	STOCKWORK
<b>EE</b>	EN ECHELON	VLT	VEINLET
<b>LDG</b>	LEDGE	VN	VEIN
<b>MNT</b>	MANTO	VNBX	VEIN BRECCIA

Tabla 18. Abreviaciones de la lista de selección de los tipos de vetas.

VEIN TEXTURE: Hace referencia a la textura de la veta, si la muestra es de este tipo. Tabla 19

VEIN TEXTURE				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
<b>pk</b>	código Vein Texture	Cveint	Numérico	Almacena código de la textura de la veta
	nombre	nveint	texto	Almacena nombre de la textura de la veta

Tabla 19. Tabla VEIN TEXTURE con los campos que la conforman y las características de los mismos.

VEIN TEXTURE: Lista estandarizada de tipos de texturas en vetas. Tabla 20

ABREV	VEIN TEXTURE	ABREV	VEIN TEXTURE
AM	AMORPHOUS	CR	CRUSTIFORM
BD	BANDED	CY	CRYSTALLINE
BL	BLADED	DR	DRUSY
BR	BRECCIATED	MA	MASSIVE
CC	CRUSTIFORM COLLIFORM	MCY	MICROCRYSTALLINE
CH	CHALCEDONIC	PA	PSEUDO ACICULAR
CK	COCKADE	RH	RHOMBIC
CL	COLLOFORM	SA	SACCHAROIDAL
CM	COMB	TE	TERMINATED

Tabla 20. Abreviaciones de la lista de selección de texturas en vetas.

TYPE ROCKS: Hace referencia al tipo de roca que se encontró en el sitio de la toma de la muestra. Tabla 21

TYPE ROCKS				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
pk	código Rocks	Crock	Numérico	Almacena código de la roca
	nombre	nrock	texto	Almacena nombre de la roca
fk	código IG Rocks	Cigrock	Numérico	Almacena código del ambiente de formación de la roca ígnea
fk	código SED Rocks	Csedrock	Numérico	Almacena código de la roca sedimentaria
fk	código META Rocks	Cmerock	Numérico	Almacena código de la roca metamórfica

Tabla 21. Tabla TYPE ROCKS con los campos que la conforman y las características de los mismos

ENVIRONMENT IGNEOUS ROCKS: se refiere al tipo de ambiente de formación de la roca ígnea que se encontró en el sitio de la toma de la muestra. Tabla 22

ENVIRONMENT IGNEOUS ROCKS				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
pk	código Envi IG Rocks	Cenvigrock	Numérico	Almacena código del ambiente de formación de la roca ígnea
	nombre	nenvirock	texto	Almacena nombre del ambiente de formación de la roca ígnea
fk	código IG Rocks	Cigrock	Numérico	Almacena código de la roca ígnea

Tabla 22. Tabla ENVIRONMENT IGNEOUS ROCKS con los campos que la conforman y las características de los mismos.

IGNEOUS ROCKS: se Hace referencia al tipo de roca ígnea. Tabla 23

IGNEOUS ROCKS				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
pk	código IG Rocks	Cigrock	Numérico	Almacena código de la roca ígnea
	nombre	nigrock	texto	Almacena nombre de la roca ígnea

Tabla 23. Tabla IGNEOUS ROCKS con los campos que la conforman y las características de los mismos.

IGNEOUS ROCKS: Lista estandarizada de tipos de rocas ígneas. Tabla 24

INTRUSIVE	ABRE V	EXTRUSIVE	ABRE V	HIPOABISAL	ABRE V
<b>FELSIC-INTERMEDIATE</b>		<b>FELSIC-INTERMEDIATE</b>		<b>porphyry</b>	<b>POR</b>
<b>CUARZOLITE</b>	QTE	ALKALI_FELDSPAR _RHYOLITE	AFR	PORPHYRY QUARTZ	QP
<b>QUARTZ-RICH_GRANITOID</b>	QRG	RHYOLITE	RHY	PORPHYRY_FEL DSPAR	FPH
<b>GRANITE</b>	GNT	RHYODACITE	RYD	DACITIC PORPHYRY	PDA
<b>ALKALI_FELDSPAR_GRAN ITE</b>	AFG	DACITE	DAC	ANDESITIC PORPHYRY	PAN
<b>SYENOGANITE</b>	SGR	ALKALI_FELDSPAR _QUARTZ_ TRACHYTE	FQT	DOLERITE	DLT
<b>MONZOGANITE</b>	MGR	QUARTZ_TRAQUIT E	QTQ		
<b>GRANODIORITE</b>	GRD	QUARTZ_LATITE	QLT		
<b>TONALITE</b>	TON	ANDESITE	AND		
<b>ALKALI_FELDSPAR_QUAR TZ_SYENIT</b>	QAS	ALKALI_FELDSPAR _TRACHYTE	ATQ		
<b>QUARTZ_SYENITE</b>	QSY	TRACHYTE	TRY		
<b>QUARTZ_MONZONITE</b>	QMZ	LATITE (TRACHYANDESITE )	LTT		
<b>QUARTS_MONZODIORITE</b>	QMD	APLITE	APL		
<b>QUARTZ_MONZOGABBRO</b>	QMG	OBSIDIAN	OBD		
<b>QUARTZ_DIORITE</b>	QZD	MAFIC			
<b>QUARTZ_GABBRO</b>	QGB	BASALT	BAS		
<b>ALKALI_FELDSPAR_SYENI TE</b>	AFS	BASALTIC_ANDESI TE	BAN		
<b>SYENITE</b>	SYE	BASALTIC_TRACHY ANDESITE	BTA		
<b>MONZONITE</b>	MNZ	CARBONATITE	CBT		
<b>MONZODIORITE</b>	MDI	PICRITE	PCT		
<b>MONZOGABBRO</b>	MGB	PICROBASALT	PCB		
<b>DIORITE</b>	DIO	SPILITE	SPL		
<b>PEGMATITE</b>	PGM	THOLEITE	THL		

<b>MAFIC</b>		ULTRAMAFITE		
<b>FOIDOLITE</b>	FOI	KOMATIITE	KTT	
<b>GABBRO</b>	GAB	VOLCANIC		
<b>GABBRONORITE</b>	GBN	ADAKITE	AKT	
<b>NORITE</b>	NOR	AGGLOMERATE	AGL	
<b>TROCTOLITE</b>	TCT	ASH	ASH	
<b>ULTRAMAFITE</b>		ASH_TUFF	ATU	
<b>CHROMITITE</b>	CRT	BLOCKY_TUFF	BTU	
<b>CLINOPYROXENITE</b>	CPX	BOMB_BLOCK_TEP HRA	BBT	
<b>DUNITE</b>	DUT	CRYSTAL_ASH	CYA	
<b>HARZBURGITE</b>	HZB	CRYSTAL_LITHIC_ VITRIC_TUFF	TCL	
<b>HORNBLENDITE</b>	HBT	CRYSTAL_TUFF	CTU	
<b>KIMBERLITE</b>	KIM	CRYSTAL_VITRIC_ LITHIC_TUFF	TCV	
<b>LHERZOLITE</b>	LZT	DEBRIS_FLOW_TU FF	TDF	
<b>OLIVINE_CLINOPYROXENI TE</b>	OCP	IGNIMBRITE	IGN	
<b>OLIVINE_HORNBLLENDE_P YROXENITE</b>	OHP	LAPILLI_TEPHRA	LLT	
<b>OLIVINE_HORNBLENDITE</b>	OHB	LAPILLI_TUFF	TLL	
<b>OLIVINE_ORTHOPIROXEN ITE</b>	OOP	LITHIC_ASH	LAS	
<b>OLIVINE_WEBSTERITE</b>	OWB	LITHIC_CRYSTAL_ VITRIC_TUFF	TLC	
<b>OPHIOLITE</b>	OPT	LITHIC_TUFF	LTU	
<b>ORTHOPIROXENITE</b>	OPX	LITHIC_VITRIC_CY RSTAL_TUFF	TLV	
<b>PERIDOTITE</b>	PER	MEGABRECCIA	MBX	
<b>PYROXENE_HORNBLLENDE _PERIDOTIT</b>	PHP	PERLITE	PRL	
<b>PYROXENE_HORNBLLENDI TE</b>	PHB	PUMICE	PUM	
<b>PYROXENE_PERIDOTITE</b>	PPR	PYROCLASTIC	PYC	
<b>PYROXENITE</b>	PXX	PYROCLASTIC_BR ECCIA	PBX	
<b>WEBSTERITE</b>	WBT	TEPHRA	TEP	
<b>WEHRLITE</b>	WLT	TUFF	TUF	

Tabla 24. Abreviaciones de la lista se selección de texturas de rocas ígneas.

**ENVIRONMENT SEDIMENTARY ROCKS:** Hace referencia al tipo de ambiente de formación de la roca sedimentaria caja encontrada en el sitio de la toma de la muestra. Tabla 25

<b>ENVIRONMENT SEDIMENTARY ROCKS</b>				
<b>Llave</b>	<b>Nombre</b>	<b>Campo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>pk</b>	código envi Rocks SED	Cenvisedrock	Numérico	Almacena código del ambiente de formación de la roca sedimentaria

	nombre	nenvisedrock	texto	Almacena nombre del ambiente de formación de la roca sedimentaria
<b>fk</b>	código SED Rocks	Csedrock	Numérico	Almacena código de la roca sedimentaria

Tabla 25. Tabla ENVIRONMENT SEDIMENTARY ROCKS con los campos que la conforman y las características de los mismos.

SEDIMENTARY ROCKS: Hace referencia al tipo de roca sedimentaria. Tabla 26

SEDIMENTARY ROCKS				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
<b>pk</b>	código SED Rocks	Csedrock	Numérico	Almacena código de la roca sedimentaria
	nombre	nsedrock	texto	Almacena nombre de la roca sedimentaria

Tabla 26. Tabla SEDIMENTARY ROCKS con los campos que la conforman y las características de los mismos.

SEDIMENTARY ROCKS: Lista estandarizada de tipos de rocas sedimentarias. Tabla 27

SEDIMENTARY ROCKS			
TERRIGENOUS_ROCK	ABREV	OTHER_ROCKS	ABREV
ARENITE	ARE	ANHYDRITE	ANH
ARGILLITE	ART	EVAPORITE	EVP
ARKOSE	AKS	IRON_FORMATION	IFM
BRECCIA	BXX	IRONSTONE	IRS
CLAYSTONE	CLS	LACUSTRINE	LTN
CONGLOMERATE	CNG	MARL	MRL
DIAMICTITE	DTT	PELITE	PEL
FANGLOMERATE	FGL	PHOSPHORITE	PHO
GRAYWACKE	GWK	PORCELLANITE	PCL
MUDSTONE	MDS	TILLITE	TLT
SANDSTONE	SST	TURBIDITE	TBT
SILTSTONE	SLT	VOLCANOCLASTIC	VCT
CARBONACEOUS_ROCK	ABREV	SILICOLITAS	ABREV
BOUNDSTONE	BST	CHERT	CHT
CALCRETE	CAL	DIATOMITE	DIE
GRAINSTONE	GRA	JASPER	JSP
GRAPESTONE	GPS	RADIOLARITE	RDO
PACKSTONE	PKS	SHALE	SHL
WACKESTONE	WKS	BIOCHEMICAL_ROCK	ABREV
ORGANIC_ROCK	ABREV	CHALK	CHK
BITUMEN	BTM	COQUINA	CQN
COAL	COL	DOLOMITE	DOL
PEAT	PAT	LIMESTONE	LST

Tabla 27. Abreviaciones de la lista de selección de las rocas sedimentarias.

TYPE OF METAMORPHISM: se refiere al tipo de metamorfismo en la roca caja encontrada en el sitio de la toma de la muestra. Tabla 28

TYPE OF METAMORPHISM				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
pk	código Type META Rocks	Ctmerock	Numérico	Almacena código del tipo de metamorfismo de la roca
	nombre	ntmerock	texto	Almacena nombre del tipo de metamorfismo de la roca
fk	código META Rocks	Cmerock	Numérico	Almacena código de la roca metamórfica

Tabla 28. Tabla TYPE OF METAMORPHISM con los campos que la conforman y las características de los mismos

METAMORPHIC ROCKS: se refiere al tipo de roca metamórfica. Tabla 29

METAMORPHIC ROCKS				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
pk	código META Rocks	Cmerock	Numérico	Almacena código de la roca metamórfica
	nombre	nmerock	texto	Almacena nombre de la roca metamórfica

Tabla 29. Tabla METAMORPHIC ROCKS con los campos que la conforman y las características de los mismos.

METAMORPHIC ROCKS: Lista estandarizada de tipos de rocas metamórficas. Tabla 30

METAMORPHIC ROCKS					
CONTACT	ABREV	REGIONAL	ABREV	DYNAMIC	ABREV
HORNFELS	HNF	METAPELITE	MTP	CATACLASTITE	CAT
MARBLE	MRB	METAVOLCANIC	MTV	MYLONITE	MYL
QUARTZITE	QZT	METAVOLCANICLASTIC	MVC		
SKARN	SKR	SERPENTINITE	SRP		
		SLATE	SLA		
		PHYLLITE	PHY		
		SERICITE_PHYLLITE	SRP		
		CHLORITE_PHYLLITE	CHP		
		SERICITE- CHLORITE_PHYLLITE	SCP		
		CHLORITE- SERICITE_PHYLLITE	CRP		
		SCHIST	SCH		
		CHLORITE_SCHIST	CHS		
		MICA_SCHIST	MSC		
		TALC_SCHIST	TCS		
		AMPHIBOLITE	AMP		
		GNEISS	GNE		

		GRANULITE	GRL		
		ECLOGITE	ECL		
		MIGMATITE	MIG		

Tabla 30. Abreviaciones de la lista de selección de las rocas metamórficas.

STRUCTURE: Hace referencia al tipo de estructura geológica. Tabla 31

STRUCTURE				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
pk	código Structure	Cstruc	Numérico	Almacena código de la estructura geológica
	nombre	nstruc	texto	Almacena nombre de la estructura geológica

Tabla 31. Tabla STRUCTURE con los campos que la conforman y las características de los mismos

STRUCTURE: Lista estandarizada de los tipos de estructuras. Tabla 32

ABREV	STRUCTURE	ABREV	STRUCTURE	ABREV	STRUCTURE
BOU	BOUDINAGED	FSS	FAULT-STRIKE SLIP	JCO	JOINTS-COLUMNAR
BED	BEDDING	FTH	FAULT-THRUST	JPL	JOINTS-PLATY
BXP	BRECCIA PIPE	FIA	FIAMME	KAR	KARST
BRX	BRECCIATED	FLO	FLOW	LIN	LINEATION
BOX	BOXWORK	FOA	FOLD-ANTIFORM	OTH	OTHER
CON	CONTACT	FOS	FOLD-SINFORM	PLG	PLUG
CRE	CRENULATION	FLD	FOLDED	IPL	PLUTON
DOM	DOME	FOL	FOLIATION	SHD	SHEARED
DIA	DIATREM	FWV	FOOT WALL-VEIN	SSD	SOFT SEDIMENT DEFORM
DIK	DYKE	FRA	FRACTURED	SUS	SOLUTION STRUCTURES
FLT	FAULT	HWV	HANGING WALL-VEIN	STK	STOCKWORK
FLN	FAULT-NORMAL	ISL	INTRUSIVE SILL	VEN	VEIN
FLO	FAULT-OBLIQUE	JOI	JOINTS	VFL	VOID FILLING
FLR	FAULT-REVERSE	JBL	JOINTS-BLOCKY	VNL	VEINLETS

Tabla 32. Abreviaciones de la lista de selección de los tipos de estructuras.

SULPHYDES TYPE: se refiere al tipo de sulfuro encontrado en la roca o veta de la muestra tomada. Tabla 33

SULPHYDES TYPE				
Llave	Nombre	Campo	Tipo	Descripción
pk	código Sulphides type	Csulpty	Numérico	Almacena código del tipo de sulfuro
	nombre	nsulpty	texto	Almacena nombre del tipo de sulfuro

Tabla 33. Tabla SSULPHYDES TYPE con los campos que la conforman y las características de los mismos

SULPHYDES: Lista estandarizada de los tipos de sulfuros. Tabla 34

ABREV	SULPHYDES TYPE	ABREV	SULPHYDES TYPE	ABREV	SULPHYDES TYPE
<b>ACA</b>	ACANTHITE	COV	COVELLITE	PRU	PROUSTITE
<b>ANM</b>	ANTIMONITE	CBN	CUBANITE	PYY	PYRITE
<b>ARG</b>	ARGENTITE	ENA	ENARGITE	PYT	PYRRHOTITE
<b>ARS</b>	ARSENOPYRITE	EPS	EPSOMITE	REA	REALGAR
<b>BAR</b>	BARITE	GAL	GALENA	SGM	SELIGMANNITE
<b>BTR</b>	BERTHIERITE	GKT	GREENOCKITE	SMA	SMALTITE
<b>BMT</b>	BISMUTHINITE	HZW	HEAZLEWOODITE	SPH	SPHALERITE
<b>BSP</b>	BUCKSHOT_PYRITE	JPT	JALPAITE	STZ	STUTZITE
<b>BOR</b>	BORNITE	JAM	JAMESONITE	SFD	SULPHIDE
<b>BON</b>	BOURNONITE	MIA	MIARGYRITE	SUL	SULPHUR
<b>CAL</b>	CALAVERTITE	MIL	MILLERITE	SYV	SYLVANITE
<b>CHA</b>	CHALCOCITE	MDL	MOLYBDENITE	TEN	TENNANTITE
<b>CPY</b>	CHALCOPYRITE	ORP	ORPIMENT	TET	TETRAHEDRITE
<b>CIN</b>	CINNABAR	PEN	PENTLANDITE	--	NOT APPLICABLE
<b>COB</b>	COBALTITE	PBS	POLYBASITE		

Tabla 34. Abreviaciones de la lista de selección de los tipos de sulfuros.

## 6.2 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

Una vez organizada la información se diseñó la base de datos para esto se realizó el diagrama de estructuras relacionadas usando el programa MySQL Workbench en la cual se definieron las tablas y relaciones entre las mismas (Ilustración 2).

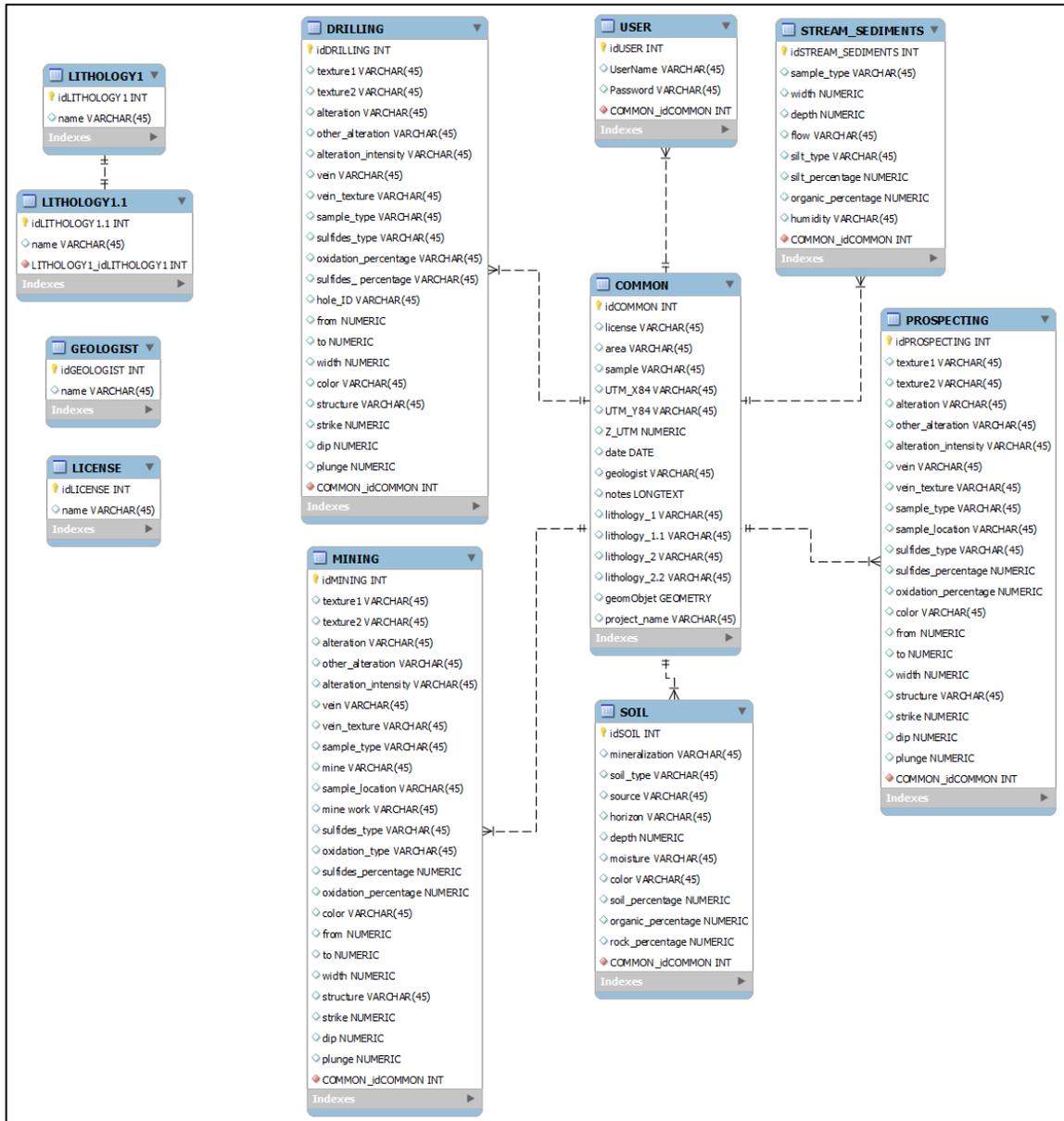


Ilustración 2 Diagrama de estructuras relacionadas.

## 6.3 CREACION DE LA BASE DE DATOS

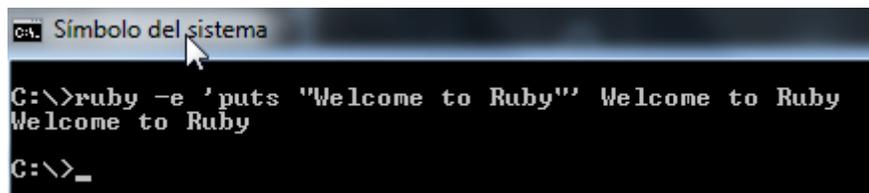
Para la creación de la base de datos llamada DATAEXPLORING se desarrolló un aplicativo web con un dominio en el cual se encuentran los formularios con los

campos predefinidos para que la información sea ingresada de manera ordenada. Para ello se empleó Openshift el cual es un servidor web gratuito que permite mediante el dominio creado acceder al servidor y a la base de datos.

Para realizar la conexión del equipo local con Openshift es necesaria la instalación de los complementos RUBY (<http://rubyinstaller.org/downloads/>) y GIT (<http://msysgit.github.io/>). Estos complementos son para conectarse al servidor y abrir Postgres.

Una vez terminada la instalación se ejecutan las siguientes instrucciones en la consola CMD para verificar la correcta instalación de Ruby y Git.

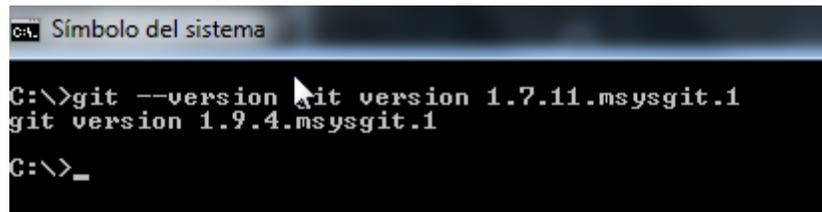
**ruby -e 'puts "Welcome to Ruby" ' Welcome to Ruby** (Ilustración 3).



```
C:\> Símbolo del sistema
C:\> ruby -e 'puts "Welcome to Ruby"' Welcome to Ruby
Welcome to Ruby
C:\> _
```

Ilustración 3 Sentencia en CMD para instalación de Ruby.

**git --version** (Ilustración 4).



```
C:\> Símbolo del sistema
C:\> git --version git version 1.7.11.msysgit.1
git version 1.9.4.msysgit.1
C:\> _
```

Ilustración 4 Sentencia en CMD para instalación de Git.

Una vez instalados RUBY y GIT se procede a configurar el RHC.

En la consola CMD se ejecuta la siguiente instrucción tomada de <http://rubygems.org>, la cual descarga e instala el RHC a través de Ruby (Ilustración 5).

**gem install rhc**

Una vez realizada la instalación se ejecuta. Para configurar el RHC (rhc setup), se ingresar el correo y la contraseña que fue creada en la cuenta de Openshift .

```
rhc port-forward data
C:\Users\John W>rhc setup
DL is deprecated, please use Fiddle
OpenShift Client Tools (RHC) Setup Wizard

This wizard will help you upload your SSH keys, set your application namespace,
and check that other programs like Git are properly installed.

If you have your own OpenShift server, you can specify it now. Just hit enter to
use the server for OpenShift Online: openshift.redhat.com.
Enter the server hostname: !openshift.redhat.com!

You can add more servers later using 'rhc server'.

Using an existing token for jhonalzate17@gmail.com to login to
openshift.redhat.com

Saving configuration to C:\Users\John W\.openshift\express.conf ... done

Checking common problems

Your private SSH key file should be set as readable only to yourself. Please
run 'chmod 600 C:\Users\John W\.ssh\id_rsa'

Checking for a domain ... exploring

Checking for applications ... found 1

  data http://data-exploring.rhcloud.com/

  You are using 0 of 3 total gears
  The following gear sizes are available to you: small

Your client tools are now configured.

C:\Users\John W>rhc port-forward data
DL is deprecated, please use Fiddle
Checking available ports ... done
Forwarding ports ...
Solo se permite un uso de cada direcci?n de socket (protocolo/direcci?n de
red/puerto) - bind(2) while forwarding port 8080. Trying local port 8081
Solo se permite un uso de cada direcci?n de socket (protocolo/direcci?n de
red/puerto) - bind(2) while forwarding port 8080. Trying local port 8081
Solo se permite un uso de cada direcci?n de socket (protocolo/direcci?n de
red/puerto) - bind(2) while forwarding port 8081. Trying local port 8082

To connect to a service running on OpenShift, use the Local address

Service      Local      OpenShift
-----

```

Ilustración 5 Instalación de RHC.

Luego se debe tener instalado Postgres SQL en el equipo local (<http://www.pgadmin.org/download/windows.php>), para gestionar la base de datos seleccionada para DATAEXPLORING.

Para conocer la dirección (IP) asociada a la base de datos en una consola CDM se ejecuta la siguiente instrucción (Ilustración 6):

**rhc port-forward <nombre aplicación>.**

En este caso el nombre de la aplicación para desarrollo es data.

```

rhc port-forward data
Use the server for OpenShift Online: openshift.redhat.com.
Enter the server hostname: !openshift.redhat.com!
You can add more servers later using 'rhc server'.
Using an existing token for jhonalzate17@gmail.com to login to
openshift.redhat.com
Saving configuration to C:\Users\John W\.openshift\express.conf ... done
Checking common problems
Your private SSH key file should be set as readable only to yourself. Please
run 'chmod 600 C:\Users\John W\.ssh\id_rsa'
Checking for a domain ... exploring
Checking for applications ... found 1
  data http://data-exploring.rhcloud.com/
  You are using 0 of 3 total gears
  The following gear sizes are available to you: small
Your client tools are now configured.
C:\Users\John W\rhc port-forward data
DL is deprecated, please use Fiddle
Checking available ports ... done
Forwarding ports ...
Solo se permite un uso de cada direcci?n de socket (protocolo/direcci?n de
red/puerto) - bind(2) while forwarding port 8080. Trying local port 8081
Solo se permite un uso de cada direcci?n de socket (protocolo/direcci?n de
red/puerto) - bind(2) while forwarding port 8080. Trying local port 8081
Solo se permite un uso de cada direcci?n de socket (protocolo/direcci?n de
red/puerto) - bind(2) while forwarding port 8081. Trying local port 8082
To connect to a service running on OpenShift, use the Local address
Service      Local                OpenShift
-----
haproxy      127.0.0.1:8080      => 127.8.0.2:8080
haproxy      127.0.0.1:8081      => 127.8.0.3:8080
java         127.0.0.1:3528      => 127.8.0.1:3528
java         127.0.0.1:4447      => 127.8.0.1:4447
java         127.0.0.1:5445      => 127.8.0.1:5445
java         127.0.0.1:5455      => 127.8.0.1:5455
java         127.0.0.1:8082      => 127.8.0.1:8080
java         127.0.0.1:9990      => 127.8.0.1:9990
java         127.0.0.1:9999      => 127.8.0.1:9999
postgresql  127.0.0.1:48871     => 54da9948e0b8cd2d27000074-exploring.rhcloud.com:4
8871
Press CTRL-C to terminate port forwarding
Ending port forward

```

Ilustración 6 Dirección (IP) asociada a la base de datos.

Luego de tener instalado PgAdmin se adiciona un servidor como se indica en la Ilustración 7 e Ilustración 8.

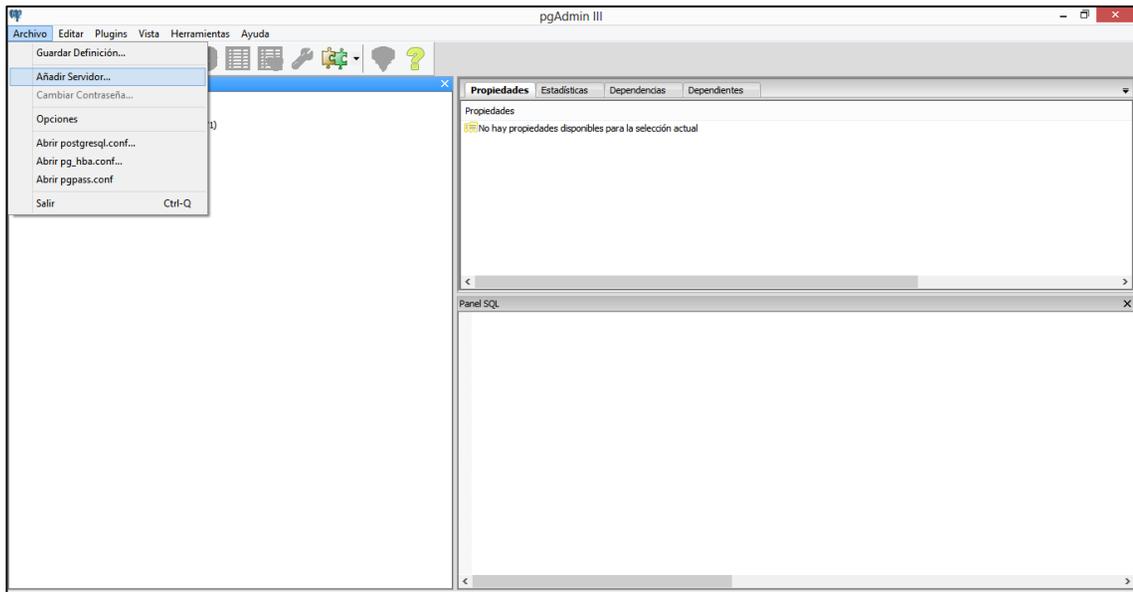


Ilustración 7 Adición de un servidor en PgAdmin.

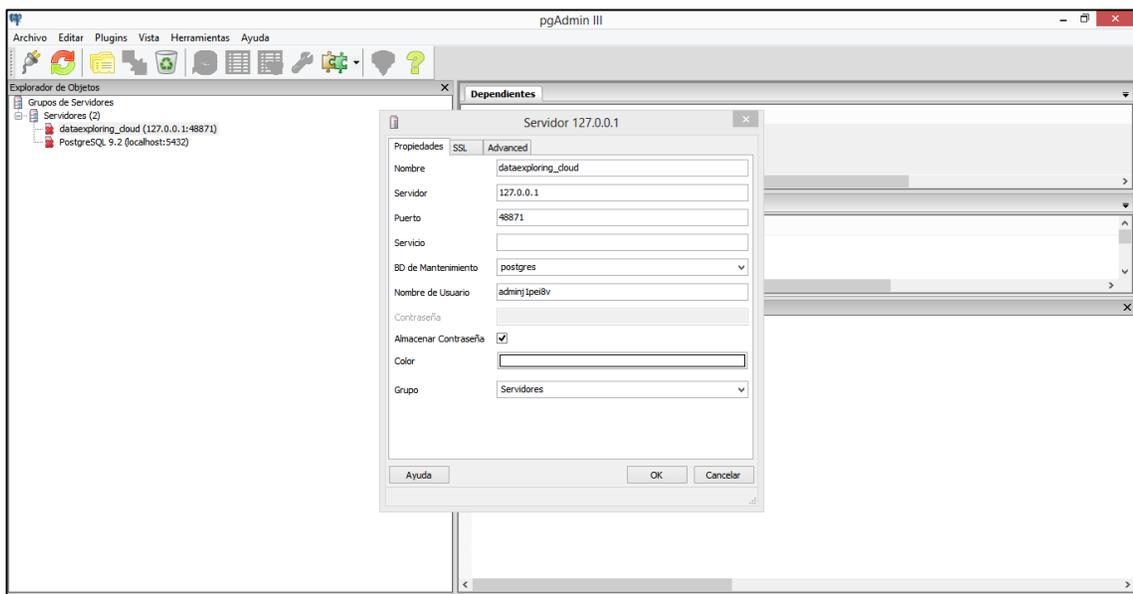


Ilustración 8 Información de los campos para adicionar un servidor.

Para estar conectado al servidor web se debe tener abierta la consola CMD. En la consola se escribe la siguiente instrucción (Ilustración 9), después de escribirla se da enter.

**rhc port-forward data**

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 6.2.9200]
(c) 2012 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.
C:\Users\John W>rhc port-forward data
```

Ilustración 9 Instrucción en la consola CMD para trabajar en Postgres a través del servidor web.

Ya se puede ingresar a Postgres y conectarse al servidor web.

Una vez esté en el servidor que para el ejemplo se llamó **dataexploring\_cloud**, se pueden observar las bases de datos creadas, las tablas y si es necesario también es posible crear nuevas sentencias SQL.

En las ilustraciones 8 y 9 se pueden observar las tablas creadas en Postgres para la recolección y procesamiento de los datos obtenidos durante el desarrollo de un proyecto minero, también los campos creados y el tipo de dato.

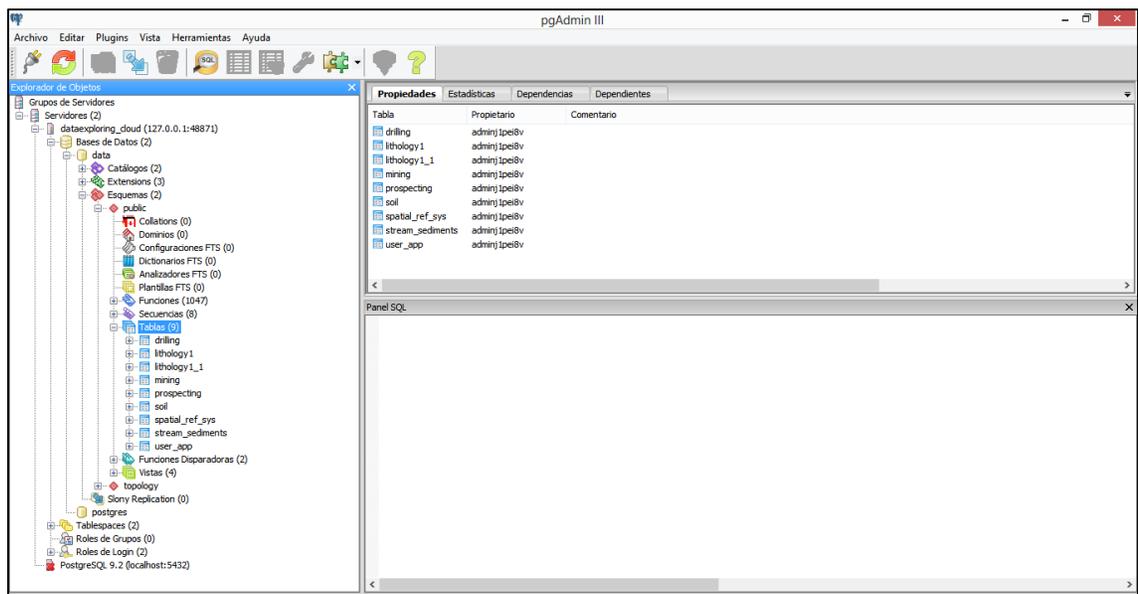


Ilustración 10 Tablas creadas en Postgres para la base de datos DATAEXPLORING.

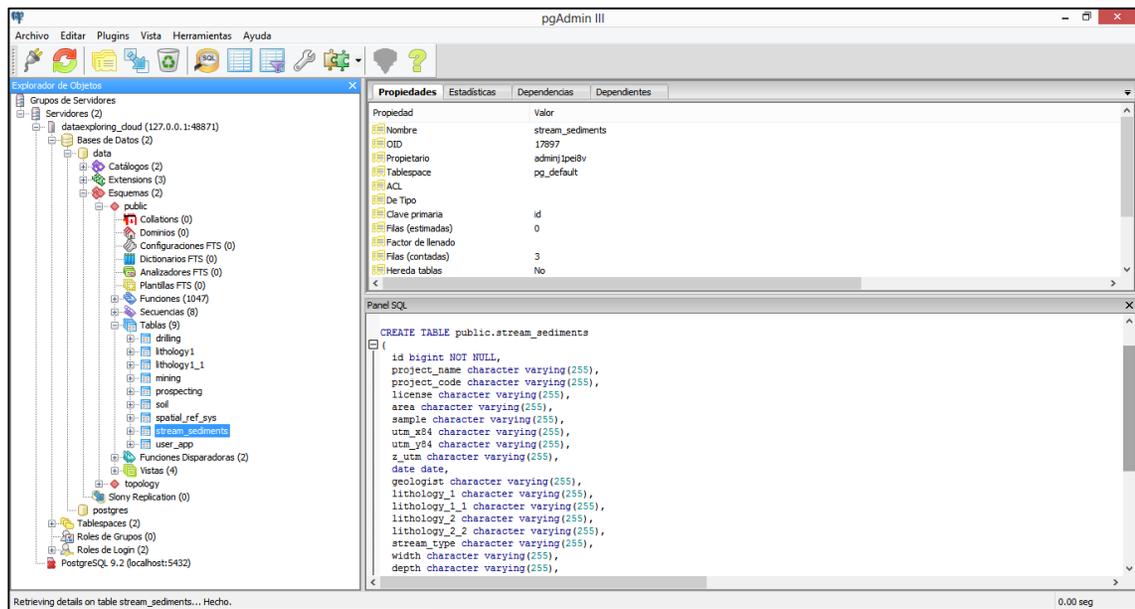


Ilustración 11 Campos creados para la tabla stream\_sediments.

Si se desean ver las muestras ingresadas en el formulario y que han sido guardadas en el servidor web, se hace una consulta.

Los formulario fueron creados en Eclipse, este editor fue la herramienta usada para hacer el desarrollo de la aplicación. La Ilustración 12 permite observar el diseño del formulario, en él se ingresa la información y esta se ve reflejada automáticamente en la base de datos, también se pueden ver los datos que han sido ingresados mediante sentencias SQL en Postgres.

Dominio para ingresar al formulario web.  
<http://data-exploring.rhcloud.com/index.xhtml>

The screenshot shows a web browser window with the URL `data-exploring.rhcloud.com/paginas/streamSediments.xhtml?faces-redirect=true`. The page title is "STREAM SEDIMENTS". On the left, there is a menu with options: INICIO, STREAM SEDIMENTS, SOIL, DRILLING, MINING, PROSPECTING, and a LOG OUT button. The main form contains several input fields and dropdown menus. The top row includes SAMPLE (dropdown), PROJECT (dropdown), LICENSE (dropdown), AREA (dropdown), UTM\_X84 (text), UTM\_Y84 (text), Z\_UTM (text), and DATE (text). Below this is a GEOLOGIST (text) field. The second row includes LITHOLOGY\_1 (dropdown), LITHOLOGY\_2 (dropdown), STREAM TYPE (dropdown), and WIDTH(M) (text). The third row includes a dropdown, a dropdown, MOISTURE (dropdown), and DEPTH(M) (text). The fourth row includes FLOW RATE(GPM) (text), SILT TYPE (dropdown), SILT % (text), and ORGANICS % (text). At the bottom of the form is a large text area labeled "NOTES" and four buttons: SAVE, CONSULT, CLEAN FORM, and DELETE.

Ilustración 12 Formulario para las muestras de sedimentos activos, en él se pueden observar los campos que el geólogo debe llenar con la información recolectada en campo.

Para visualizar toda la información contenida en la base de datos se crea una lista Ilustración 13, en estas listas además de visualizar la información que ha sido ingresada en el formulario es posible ver la que se ha ingresado mediante sentencias SQL en Postgres.

The screenshot shows a web browser window with the URL `data-exploring.rhcloud.com/paginas/streamSediments.xhtml?faces-redirect=true`. The page title is "Stream Sediments List". On the left, there is a menu with options: INICIO, STREAM SEDIMENTS, SOIL, DRILLING, MINING, PROSPECTING, and a LOG OUT button. The main content is a table with the following columns: Projec, Projec code, Licenc, Area, Sampl, UTM\_X, UTM\_Y, Z\_UTM, Date, Geolog, Litholc 1, Litholc 11, Litholc 2, Litholc 22, Stream Type, Widht, Depth, and Flow Rate. The table contains three rows of data:

Projec	Projec code	Licenc	Area	Sampl	UTM_X	UTM_Y	Z_UTM	Date	Geolog	Litholc 1	Litholc 11	Litholc 2	Litholc 22	Stream Type	Widht	Depth	Flow Rate
EL REY	Code Project	133-95M	CHICH	015S00	531467	804057	500	Tue Feb 10 00:00:00 EST 2015	CMG	IGNEOI	GABBR	SEDIMI	VOLCA	R	10	2	30
EL REY	Code Project	BQM-5236	CHICH	025S00	532548	799413	251	Thu Feb 19 00:00:00 EST 2015		IGNEOI	VOLCA	METAM	SLATE	R			26565
FARAH	Code Project	QUAZ-65	LAS FLORE!	065S00	555200	802530				METAM	MYLON						

At the bottom of the table, there is a pagination control showing "(1 of 1)" and a "Close" button. There is also an "XLS Export" button.

Ilustración 13 Lista creada en la aplicación que permite visualizar la información almacenada en la base de datos.

Una de las finalidades de este proyecto es visualizar y manipular la información obtenida, para esto se establece la conexión entre Quantum GIS y el servidor web Postgres. Ilustración 14.

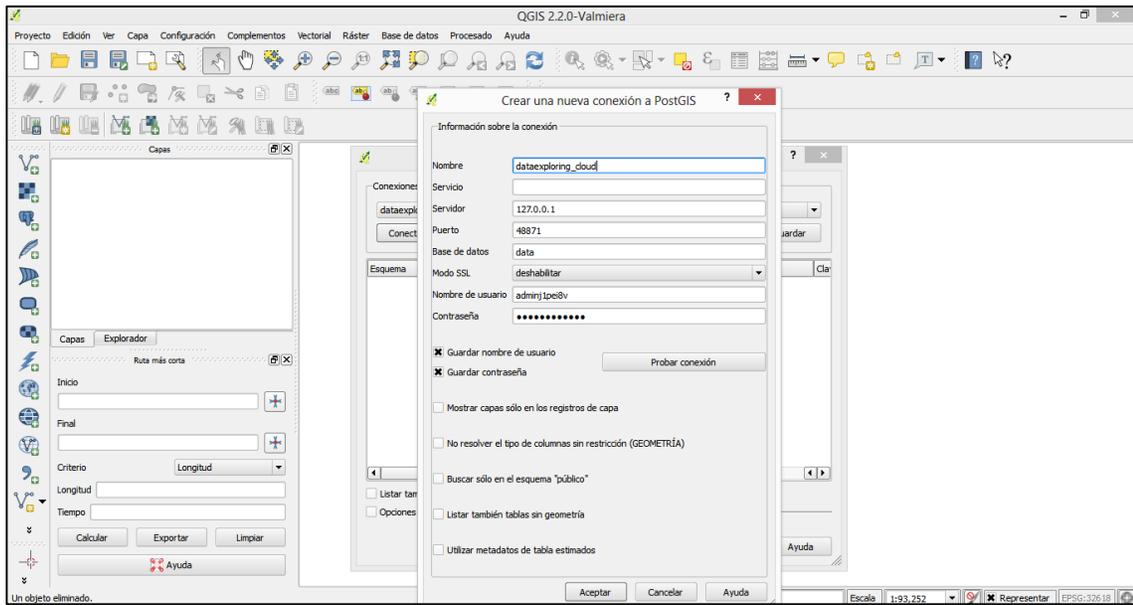


Ilustración 14 Conexión QGIS-Postgres.

Se selecciona la base de datos y las respectivas tablas con la información a graficar.

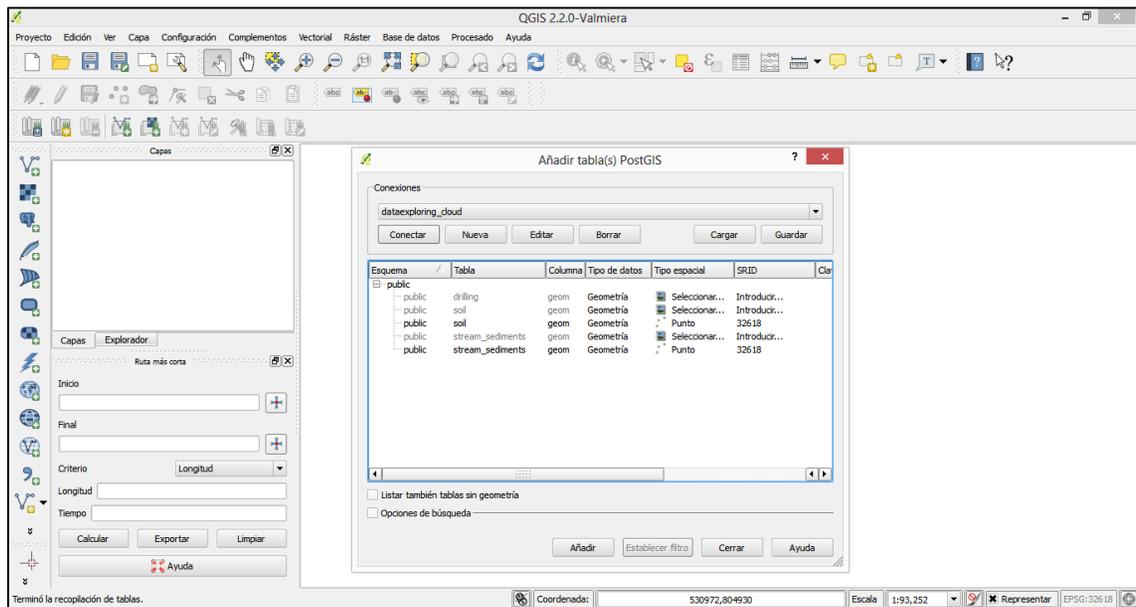


Ilustración 15 Selección de la tabla que contiene la información a graficar.

En la Ilustración 16 se muestra un ejemplo de visualización y manipulación de la información en Quantum GIS, así como este es posible crear diversos tipos de mapas permitiendo de esta forma tener una mejor interpretación de la información.

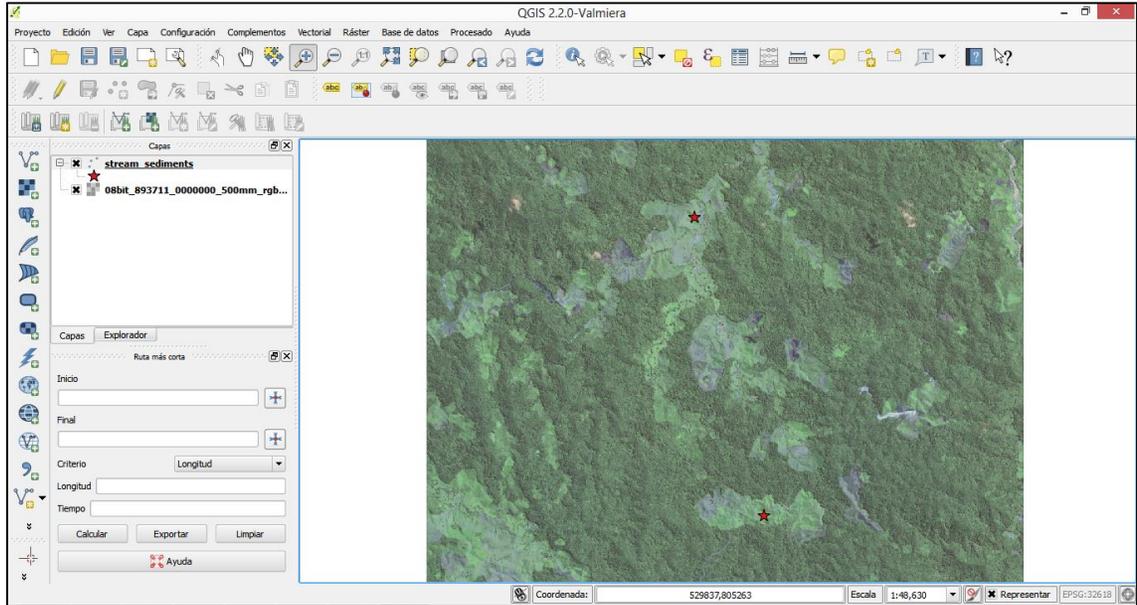


Ilustración 16 Visualización de algunos puntos contenidos en la base de datos.

Una vez establecida la conexión entre QGis y la base de datos se pueden crear mapas temáticos, que nos permitan visualizar e interpretar la información obtenida durante las labores exploratorias. En las Ilustraciones Ilustración 17 Ilustración 18 podemos ver dos ejemplos de los mapas que se obtuvieron como resultados de la interacción con las base de datos DATAEXPLORING.

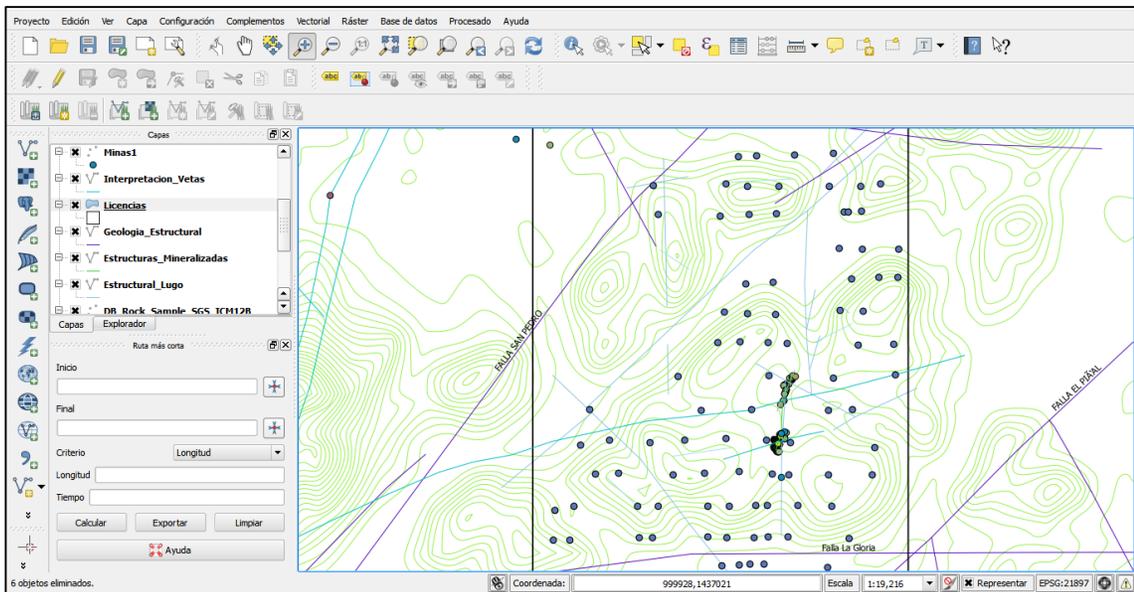


Ilustración 17. Mapa temático en proceso, en el se ubica el muestreo en una veta.

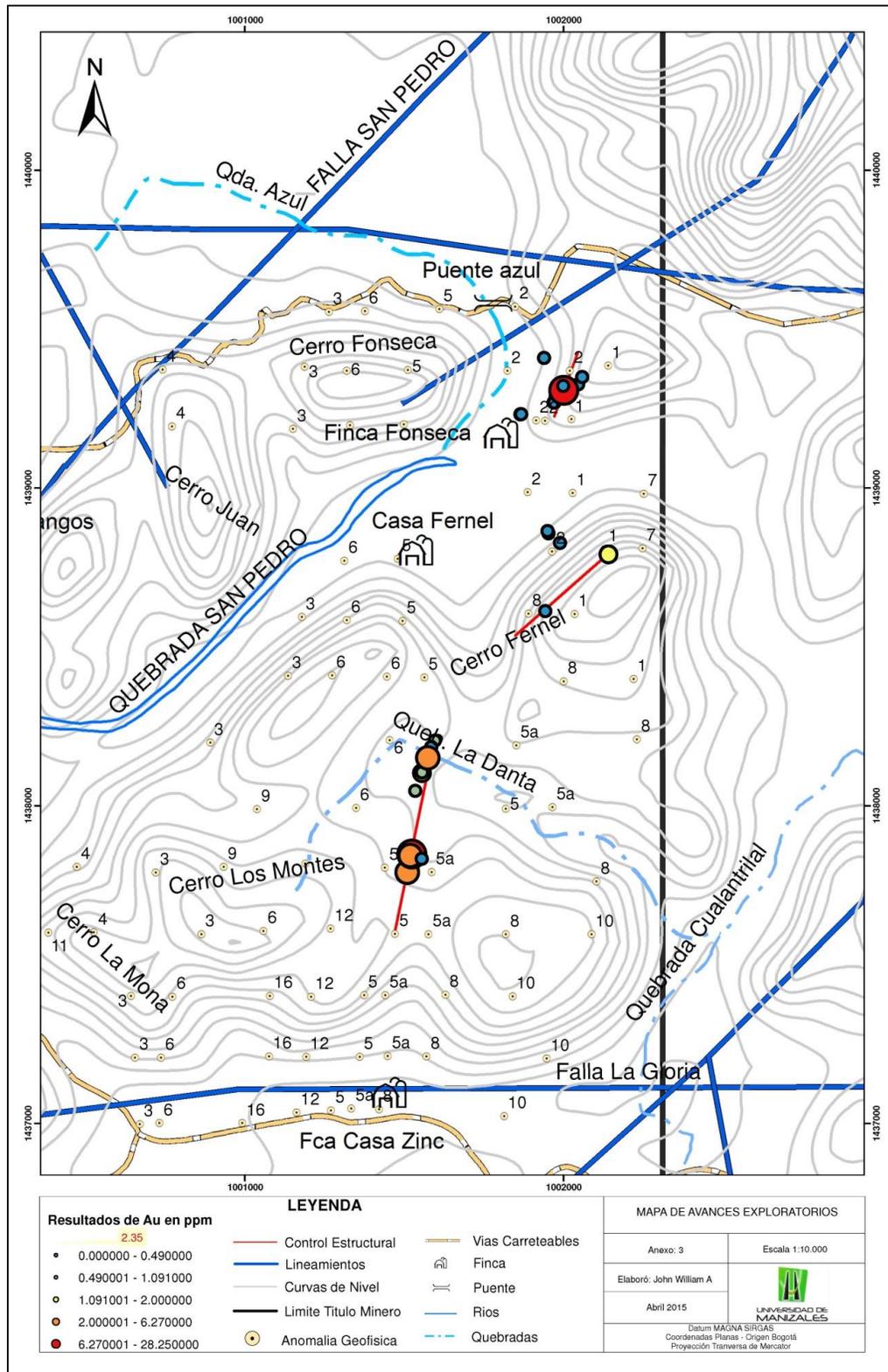


Ilustración 18. Mapa de Avances Exploratorios en el que se encuentra graficada la información adquirida durante una comision en campo.

## 7. CONCLUSIONES

- Se estandarizó la forma de ingresar los datos recolectados durante las etapas de prospección y exploración minera, mediante la creación de códigos o abreviaciones de la información típica obtenida en campo. Se condicionaron los campos creados en la base de datos para evitar ingresar datos errados.
- Se empleó el Sistema de Información Geográfica QGIS para manipular y visualizar la información creando mapas temáticos, con lo cual se demuestra su utilidad, eficiencia y economía ya que este es software libre.
- Se creó una aplicación que hace más amigable el ingreso de la información.
- Se comprobó la funcionalidad del Sistema de Información al usarlo en una compañía minera, demostrando los beneficios de tener información estandarizada y ordenada.
- Se comprobó la utilidad de tener una base de datos remota, que pueda ser actualizada y consultada en tiempo real.
- Se consigue tener una interacción más amigable entre el usuario y la base de datos al implementar el uso de formularios, evitando la necesidad de emplear lenguajes complejos para ingresar o editar la información.
-

## **8. RECOMENDACIONES**

- Continuar con el desarrollo de la BD integrando otras áreas de la empresa minera.
- Llevar la aplicación a un dispositivo móvil, para mejorar los tiempos del proceso.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Delgado Arias J. I., & Ríos Arias H. I. (2000). Propuesta metodológica para el desarrollo de SIG mineros en Colombia. En: Ventana Informática. No. 25 (jul. – dic., 2011). Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 159-172. Disponible en: <http://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/ventanainformatica/article/download/112/163>
- Callejas Cuervo M., & Delgado Becerra J.G. (2005). El software libre como herramienta para el desarrollo de sistemas de información: Experiencia de una práctica empresarial en Caracol S.A. En: Ventana Informática. No. 12 (ene. – jun., 2005). Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 239-254. Disponible en: [http://www.umanizales.edu.co/publicaciones/campos/ingenieria/ventana\\_informatica/html/ventana12/articulo22.pdf](http://www.umanizales.edu.co/publicaciones/campos/ingenieria/ventana_informatica/html/ventana12/articulo22.pdf)
- Melo Solarte D. S. (2005). Bases de datos con software libre. En: Ventana Informática. No. 12 (ene. – jun., 2005). Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 277-286. Disponible en: [http://www.umanizales.edu.co/publicaciones/campos/ingenieria/ventana\\_informatica/html/ventana12/articulo25.pdf](http://www.umanizales.edu.co/publicaciones/campos/ingenieria/ventana_informatica/html/ventana12/articulo25.pdf)
- Rodríguez Luna S. (2012). *Localización de áreas de potencial explotación minera que no afecten la dinámica ambiental y territorial del municipio de Marmato, utilizando sistemas de información geográfica*. Manizales: Universidad de Manizales. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Disponible en: <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/999/1/SIG%20MINERIA%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL%20Y%20AMBIENTAL.pdf>
- Guerrero Toro A. (2013). *Implementación de un sistema de información geográfica para la elaboración de planes de manejo ambiental para proyectos de exploración sísmica. sector de aplicación: proyecto sísmico PUT 10 2d en el departamento del Putumayo*. Manizales: Universidad de Manizales. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Disponible en: [http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/760/1/TORO\\_GUERRERO\\_ALEJANDRO\\_2013.pdf](http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/760/1/TORO_GUERRERO_ALEJANDRO_2013.pdf)
- Agencia Nacional Minera. Etapa de Exploración. [consulta: 10/12/2014]. p. 3, 4. Disponible en: <http://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/exploracion.pdf>.

- BARRICK minería responsable. Etapas en la vida de un Proyecto Minero. Carvajal H. Hugo, Gerente de proceso Proyecto Pascua Lama, Barrick Chile. Junio 2008. [consulta: 06/01/2015]. Disponible en: <http://www.sonami.cl/files/presentaciones/242/04.-%20Etapas%20en%20la%20vida%20de%20un%20proyecto%20minero.pdf>
- Ministerio de Minas y Energía. (Mayo 2002). Sector Colombiano de la Minería “Realidad y Perspectivas para su Desarrollo”. [consulta: 01/02/2015]. Disponible en: <http://www.unalmed.edu.co/rrodriguez/geologia/guias/Mineria%20en%20Colombia.pdf>
- Pirazan Peña J. D. (2003). Minería y Medio Ambiente en Colombia. Universidad Sergio Arboleda. Escuela de Post Grados, Especialización en Gerencia del Medio Ambiente y Prevención de Desastres. [consulta: 20/12/2014]. Disponible en: <http://www.usergioarboleda.edu.co/investigacion-medioambiente/MINERIA%20Y%20MEDIO%20AMBIENTE%20EN%20COLOMBIA.pdf>
- ACOLOMBIA SAS Quality Analysis...novative Technologies. [consulta: 03/02/2015].
- Definicion.de. [consulta: 26/05/2015]. Disponible en: <http://definicion.de/sistema-de-informacion>.
- Xique Morales A. (2001). Base de Datos Geográfica para el Soporte de Toma de Decisiones en la Zona del Volcán Popocatépetl. En: Colección de Tesis Digitales, Universidad de las Americas Puebla. Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. P 10-22. Disponible en: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/morales\\_x\\_a/portada.html](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/morales_x_a/portada.html).
- Servidor Web: [consulta: 24/05/2015]. Disponible en: <https://www.duplika.com/blog/que-son-los-servidores-web-y-por-que-son-necesarios>.

