

INFORME DE GESTIÓN AÑO 2018

Bogotá, enero de 2019

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

Oscar Eladio Paredes Zapata
DIRECTOR GENERAL

Juan Pablo Marín Echeverry
SECRETARIO GENERAL

Mario Andrés Cuellar Cárdenas
DIRECTOR DE GEOCIENCIAS BÁSICAS

Gloria Prieto Rincón
DIRECTORA DE RECURSOS MINERALES

Marta Calvache Velasco
DIRECTORA DE GEOAMENAZAS

Héctor Enciso Prieto
DIRECTOR DE LABORATORIOS

Mary Luz Peña Urueña
DIRECTOR DE ASUNTOS NUCLEARES

Margarita Bravo Guerrero
DIRECTORA GESTIÓN DE INFORMACIÓN GEOCIENTÍFICA

Dalia Inés Olarte Martínez
JEFE OFICINA ASESORA JURÍDICA

Olga Patricia Rocha Sánchez
ASESORA COORDINADORA GRUPO DE PLANEACIÓN

María Esperanza Pérez Pérez
JEFE OFICINA CONTROL INTERNO

CONTENIDO

DIRECCIÓN GEOCIENCIAS BÁSICAS	4
DIRECCIÓN DE RECURSOS MINERALES	¡Error! Marcador no definido.
DIRECCIÓN DE HIDROCARBUROS	¡Error! Marcador no definido.
DIRECCIÓN DE GEOAMENAZAS	¡Error! Marcador no definido.
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
DIRECCIÓN DE ASUNTOS NUCLEARES.....	¡Error! Marcador no definido.
DIRECCIÓN LABORATORIOS	395
SECRETARIA GENERAL.....	¡Error! Marcador no definido.

DIRECCIÓN GEOCIENCIAS BÁSICAS

1. Proyecto de Gestión / Operación ID 1000819: Gestionar la Ampliación del Conocimiento

Descripción del Proyecto: Llevar a cabo la administración, programación, organización, control, divulgación y evaluación de los recursos de las regalías a cargo del SGC en el marco de la ampliación del conocimiento geocientífico.

La Dirección de Geociencias tiene la obligación de realizar seguimiento a cada uno de los proyectos de inversión de orden técnico, administrativo, jurídico y de apropiación social del conocimiento en las regiones en donde se desarrollan las actividades técnico científicas de cada proyecto. Con la implementación de la herramienta de gestión de proyectos Planview cada uno de los proyectos formulados cuenta con un presupuesto asignado y unas actividades específicas, situación que restringe el desarrollo de tareas que se encuentran fuera de dichos proyectos pero que en efecto hacen parte de la misión de la dependencia. En este sentido la Operación Gestionar la Ampliación del Conocimiento, permite dar cubrimiento a las distintas solicitudes y tareas de tipo transversal que deben ser desarrolladas por la Dirección de Geociencias Básicas.

1.1. Dr. Armando Espinosa Baquero

Actividades:

- Participar en las actividades y proyectos relacionados con las publicaciones del Servicio Geológico Colombiano.
- Participar en el empalme de la Planchas 224 Pereira y 243 Armenia.
- Revisar y dar conceptos y observaciones sobre mapas geológicos y memorias de la Dirección de Geociencias Básicas.
- Investigar sobre la historia Servicio Geológico Colombiano y participar en las actividades del Centenario de la institución.
- Contribuir a la implementación del levantamiento de la geología de Cuaternario.
- Identificar en la biblioteca documentos geológicos de interés particular.

Productos:

- Documentos para el comité Editorial, según actas del comité.
- Mapa del Cuaternario de la zona de empalme de las Planchas 224 y 243 escala 1:50.000 y memoria con caracterización petrográfica de las unidades y descripción del Sistema de Fallas de Romeiral y de los sistemas transversales.
- Informes de revisiones, conceptos y observaciones sobre mapas geológicos y memorias de la Dirección de Geociencias Básicas.
- Lista de documentos geológicos de interés particular identificados en la biblioteca.

1.1.1 Empalme de los depósitos cuaternarios en las Planchas 224 Pereira y 243 Armenia

Las inconsistencias en la zona de empalme de las Planchas 224 Pereira y 243 Armenia en las unidades cuaternarias y en la tectónica plantearon la necesidad de una cartografía más detallada, escala 1:50.000, del Cuaternario del Quindío y Risaralda, Figura 1.

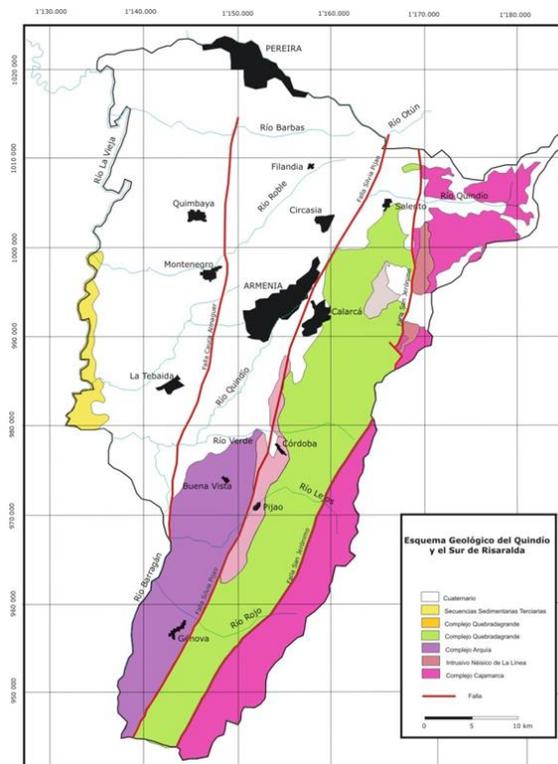


Figura 1: Mapa geológico de la zona de estudio y de la Cordillera Central del Quindío. Adaptado de González y Núñez

(1991).

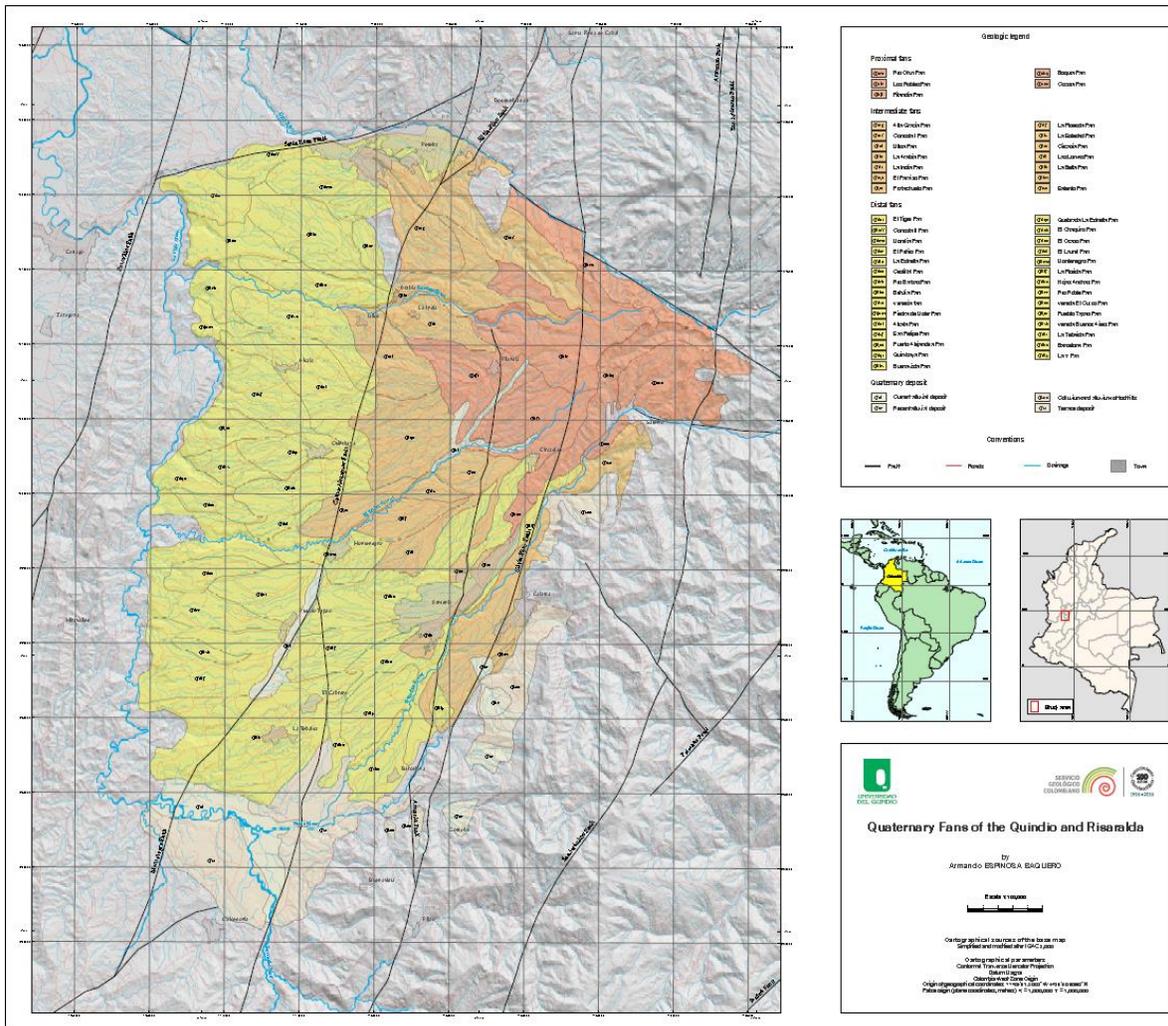


Figura 2 Mapa con abanicos cuaternarios del Quindío y Risaralda



Figura 3 Abanico del Quindío en primer plano y Cordillera Central al fondo. Vista desde Armenia hacia el Oriente.

1.1.2 Geología de la Antigua Colombia Bolivariana - Venezuela, Nueva Granada y Ecuador

Traducción, introducción y notas de Armando Espinosa Baquero.

El naturalista alemán Hermann Karsten exploró el territorio de las actuales repúblicas de Venezuela, Colombia y Ecuador entre 1844 y 1856 y dejó una obra geológica que representa un paso importante en la evolución del conocimiento del subsuelo de esos inmensos territorios. Por un lado Karsten dejó una primera descripción sistemática, aunque con zonas no estudiadas; por otro lado dio inicio a la cartografía geológica de ese territorio, obra de tal magnitud que en Colombia, más de ciento cincuenta años después de sus exploraciones y de cien años de trabajos del Servicio Geológico Colombiano, aún no está totalmente terminada a escala regional (1:100 000).

Traducir al castellano una obra en francés del siglo XIX es un trabajo especializado y complejo que requiere un conocimiento del tema (la geología de los actuales países Colombia, Venezuela y Ecuador), el manejo de la terminología geológica francesa y el estilo del francés de esa época.

El problema se complica además cuando, como en el caso que nos ocupa, el francés no era la lengua materna del autor. Como sucede hoy con el inglés, hasta el siglo XIX el francés fue

el lenguaje universal y muchos autores alemanes (Alejandro de Humboldt entre ellos), rusos y de otras nacionalidades, escribieron sus obras en ese idioma.

El naturalista alemán Hermann Karsten escribió casi todas sus obras en su lengua materna, pero en cuanto a la Geología de la antigua Colombia Bolivariana, decidió escribirla en francés, sin duda con el objetivo de darle una mayor difusión, y en particular en los países que eran tema del estudio. Su texto adolece de ciertos errores, pero no corresponde al traductor corregirlos

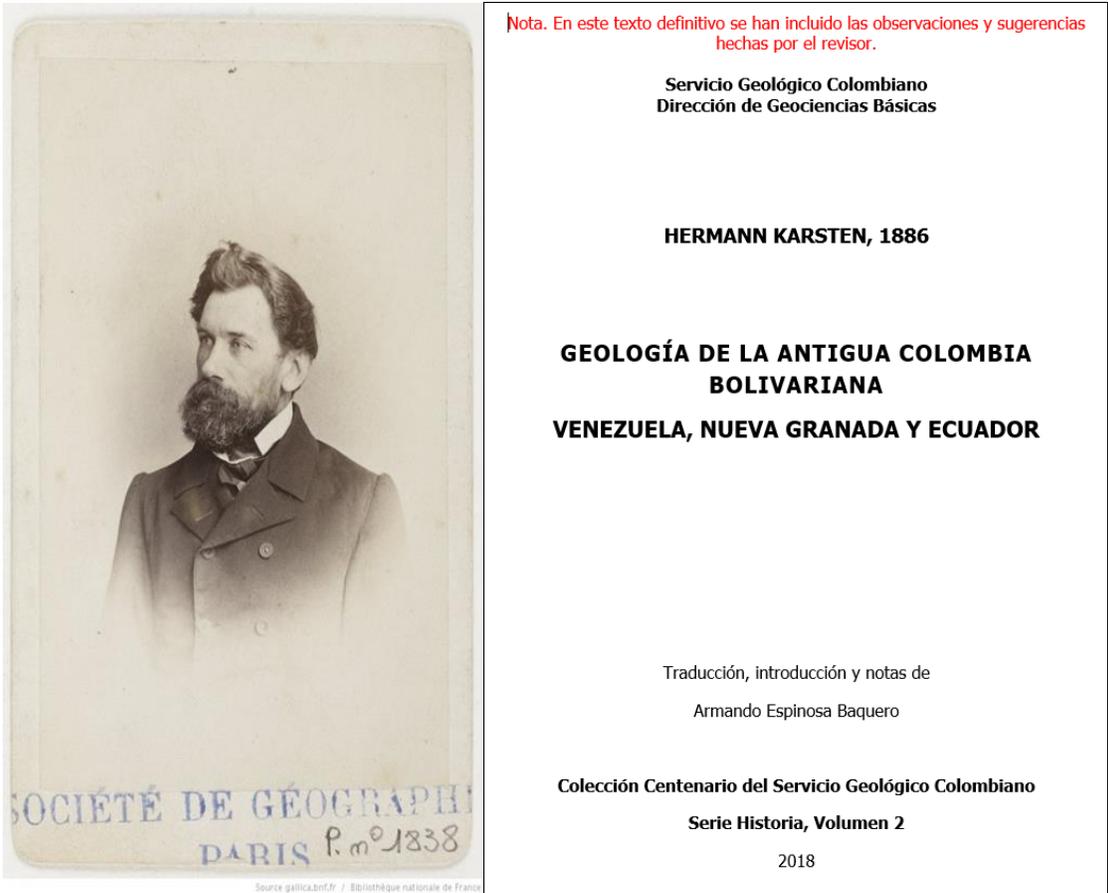


Figura 4. Naturalista alemán Hermann Karsten

1.1.3 Documentos de interés particular, seleccionados para conformar un fondo raro y curioso.

La idea de seleccionar los documentos de valor geológico e histórico de la Biblioteca Enrique Hubach Eggert del Servicio Geológico Colombiano fue propuesta en 2015 por el autor de

este documento, con la intención de separar y proteger los documentos antiguos y de valor científico/histórico, que hasta entonces se encontraban dispersos en las colecciones y disponibles para la consulta de todo usuario de la biblioteca. El objetivo fue crear el Fondo Raros y Curiosos, que debe existir en toda biblioteca pública, para proteger las obras de valor excepcional de la institución.

Se inició un rastreo sistemático de la biblioteca, mirando volumen por volumen todas las obras que la componen. Con tan solo una décima parte explorada, los resultados son sorprendentes: setenta obras han sido catalogadas como raras y curiosas. Entre las más notables: una edición original de Humboldt (*Mélanges de Géologie et de Physique Générale*, 1854) y una obra que probablemente data de la fundación del Museo Nacional de Colombia, el primer antecesor republicano del Servicio Geológico Colombiano. Se trata de un libro de 1823 (Philipps, W., 1823. *An elementary introduction to mineralogy*), posiblemente traído a Colombia por la Misión Boussingault (1822-1831).

1.1.4 La cartografía geológica oficial en Colombia hasta 1968: pioneros, Comisión Científica nacional y Servicio Geológico Nacional

Sin duda alguna en Colombia, como en el resto del mundo, una de las más notables contribuciones de la geología al desarrollo económico y social está en la cartografía geológica sistemática del territorio.

En el desarrollo de la cartografía geológica del planeta se observa una gran paradoja: en todos los países ella ha sido obra de muchos años (a veces de varios siglos), pero nunca estará totalmente terminada: los requerimientos de la sociedad van aumentando, nuevos temas prioritarios se van añadiendo y los conceptos científicos evolucionan.

La cartografía geológica colombiana ha seguido esa evolución, propia del tema, pero nació como un requisito en la búsqueda de recursos mineros, cosa que no ha sucedido en todos los países. Además, ha tenido las particularidades propias del entorno geográfico y político.

Los primeros ensayos para cartografiar el territorio colombiano datan de la segunda mitad del siglo XIX y de los inicios del siglo XX. El naturalista alemán Hermann Karsten y los geólogos Tulio Ospina y Ricardo Lleras Codazzi dan los primeros pasos, y se constituyen en los pioneros. En 1916 se crea la Comisión Científica Nacional, cuyo principal objetivo es proveer a Colombia los recursos mineros que en esa época son prioritarios; ese propósito le lleva precisamente a iniciar el levantamiento del mapa geológico del territorio colombiano.

2. GRUPO DE TRABAJO CARTOGRAFÍA INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA

El objeto del presente informe es realizar un balance de las diferentes actividades desarrolladas con corte a diciembre 31 de 2018, en los diferentes proyectos que el Grupo de Trabajo de Cartografía e Investigación Geológica y Geomorfológica desarrolló y sigue desarrollando para cumplir con la Misión de contribuir al conocimiento geológico del país

2.1 Proyecto de Gestión ID 1000715: “Elaboración de la cartografía geológica de un conjunto de planchas a escala 1:100.000 ubicadas en dos (2) áreas del territorio nacional, identificadas por el Servicio Geológico Colombiano. Antioquia-Córdoba-Meta-Guaviare (Proyecto de ejecución externa)

Las áreas del territorio nacional en las que se desarrolla la cartografía geológica hacen parte de los departamentos de Antioquia-Córdoba y Meta-Guaviare en planchas a escala 1:100.000, Figura 1. Estas áreas presentan vacíos de información básica geológica siendo por lo tanto fundamental su estudio para mejorar el modelo integral y evaluar el potencial mineral de esta zona; corresponde a un área total de 20.000 Km², en donde se le hace control de campo a 18.096,7 Km², dadas las malas condiciones de acceso, seguridad y por restricción en zonas de resguardos indígenas.

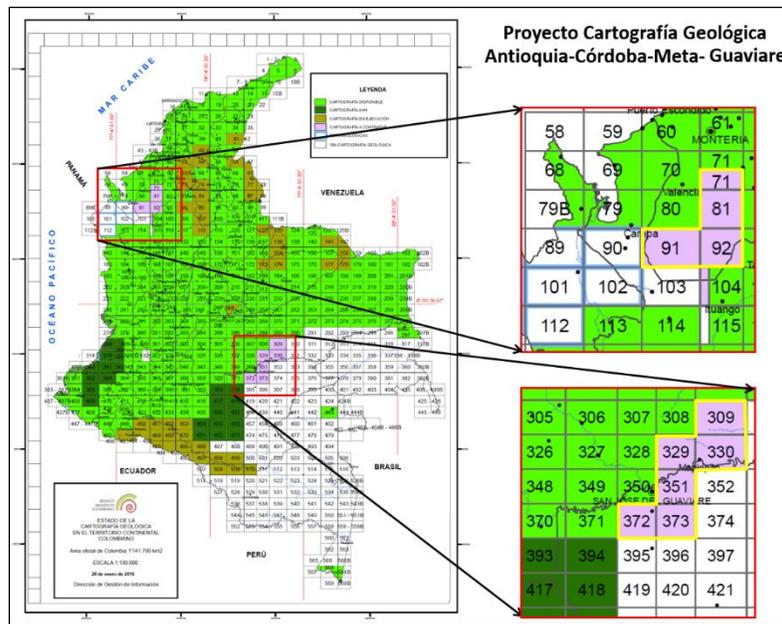


Figura 1. Cubrimiento de la Cartografía Proyecto Antioquia-Córdoba-Meta-Guaviare.

Con este objetivo, a partir del mes de agosto de 2017 se iniciaron las labores de cartografía mediante la adjudicación de los contratos No. 507 y 508 de 2017 a las firmas GRP SAS y Serviminas SAS, para las zonas Norte y Sur, respectivamente.

El proyecto de cartografía, cuenta con interventoría externa contratada, adjudicada mediante Concurso de Méritos al Consorcio Cartografía Colombiana (constituido por INGETEC S.A-JHON T. BOYD), quienes están desarrollando los contratos de Interventoría No. 517 y 518 de 2017, para las zonas Norte y Sur, respectivamente.

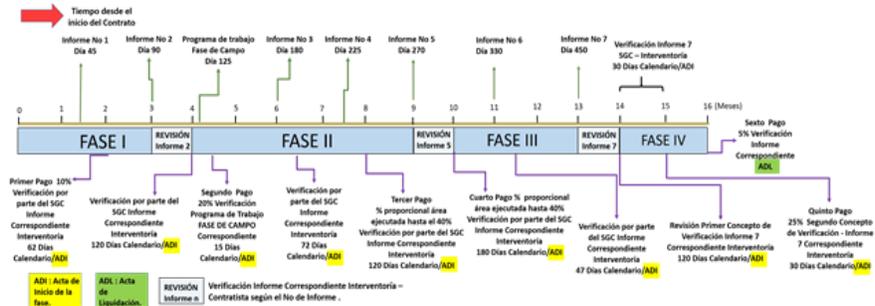
A la fecha se han completado las Fases 1, 2 y 3 y se encuentra en ejecución la Fase 4. (Ver Figura 2. Línea de Tiempo). Esta Fase 4 o Fase Final tiene una duración estimada de 2 meses y corresponde a la revisión conjunta entre la Interventoría y el SGC de los productos finales y en donde tanto la Interventoría como el Contratista realizarán las modificaciones que el SGC considere pertinentes. Esta fase se inició en noviembre de 2018 una vez la Interventoría emitió el primer concepto de verificación sobre el informe 7 (Informe Final).

Una vez cursada esta actividad, el Contratista entregó de nuevo los mapas, memorias y anexos técnicos correspondientes, en su versión 3, la Interventoría verificó que se hubieran realizado las correcciones, modificaciones o adiciones solicitadas por el SGC y emitió el segundo concepto de verificación sobre el Informe 7. Hoy día se está revisando y analizando por parte del SGC, si se puede aprobar este concepto de verificación sobre el informe 7 para



dar por concluidos los trabajos objeto del contrato. Una vez esto ocurra se dará por terminada esta Fase 4 y se procederá a la suscripción del Acta de Terminación del contrato.

Contrato Elaboración Cartografía Geológica Zona Norte (Córdoba-Antioquia) y sur (Meta y Guaviare).
Cronograma Informes y Pagos. (Diagrama 1)



Interventoría Cartografía Geológica Zona Norte (Córdoba-Antioquia) y sur (Meta y Guaviare).
Cronograma Informes y Pagos (Diagrama 2)

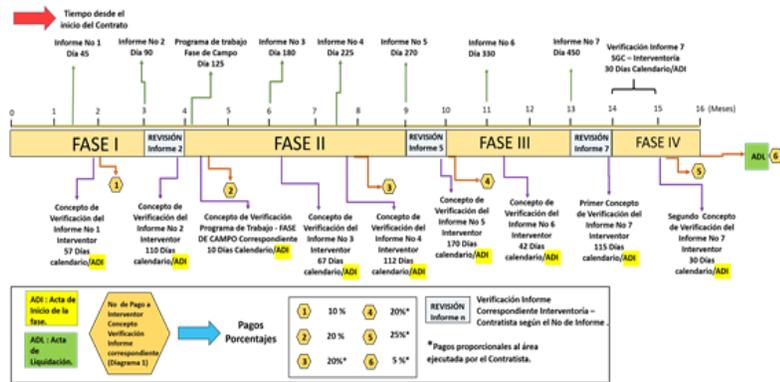
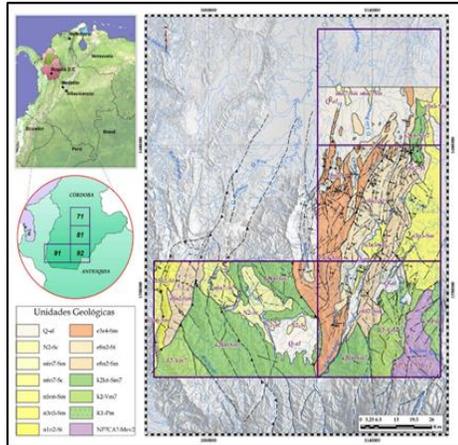


Figura 2. Línea de Tiempo Estimada Contratos Nos. 507-508 y contratos 517- 518 de 2017.



AVANCE A 31 DICIEMBRE DE 2018

FASE 1. Compilación, Evaluación Y Análisis de Información Geocientífica. (100%)

FASE 2. Trabajo de campo, análisis e interpretación de datos. (100%)

FASE 3. Integración de la información de campo. Mapa geológico y memoria. (100%)

FASE 4. Revisión por parte del sgc e interventoría del informe 7 y ajustes por el contratista (93%)

ACTIVIDADES FASE 4

1. Emisión del primer concepto de verificación Informe 7 (Interventoría)
2. Revisión y comentarios al Informe 7 (SGC-Interventoría-Contratista)
3. Revisión, corrección, adición o modificación, (Contratista)
4. Revisión de las correcciones, adiciones o modificaciones al Informe 7 (Interventoría)
5. Emisión del segundo concepto de verificación Informe 7 (Interventoría)
6. Aprobación del segundo concepto de verificación

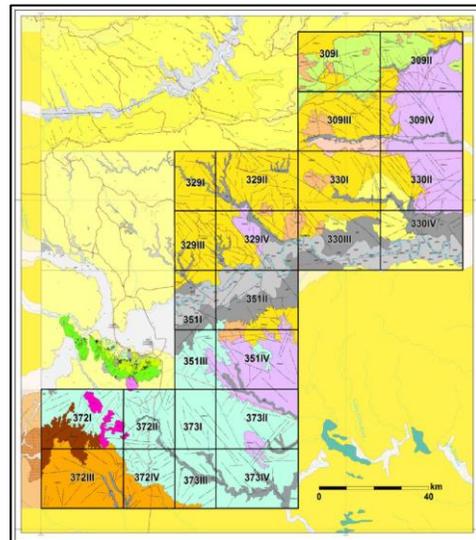


Figura 3. Mapa fotogeológico Zona Norte Antioquia-Córdoba.

Figura 4. Mapa fotogeológico Zona Sur Meta-Guaviare.

A la fecha el proyecto lleva un avance del 93%; con respecto a la zona Norte, se alcanzó un cubrimiento de 6.019 Km² (87,4% del área total contratada 6.900 Km²), mientras que para la zona Sur fue de 10.640,63 Km² (95,89% del área contratada 11.096,7 Km²).

Así mismo, se debe aclarar que el contrato 507 de la zona norte presenta retrasos ya que a la fecha no han sido entregados los informes 7 finales en su versión 3 de cada una de las planchas para su revisión.

2.2 PROYECTO 1000686. Cartografía Geológica de la Plancha 60-Canalete

Toda la información compilada, producida y analizada es incorporada en un SIG para su visualización en el software ArcGIS 10.2, para ello se usa el servidor: cartogr-geol\$ (\\srv-ar1) PL60-canalete, con capacidad de 5,16 TB, a la que tienen acceso los funcionarios y contratistas del proyecto y allí adjuntan la información obtenida en todas las etapas de construcción del producto, ver Figura 5. A la fecha contiene 425.778 archivos ocupando 1,38 TB de la capacidad del servidor.

Durante el año 2018 se termina de elaborar el Mapa Geológico (ver Figura 6), integrando la información cartográfica y parte de los resultados de análisis de laboratorio (petrografía y bioestratigrafía). Como aporte importante del Grupo de Hidrocarburos se desarrolló la interpretación e integración de la información sísmica y de pozos disponible en el Banco de Información Petrolera-BIP. (Anexo 1).

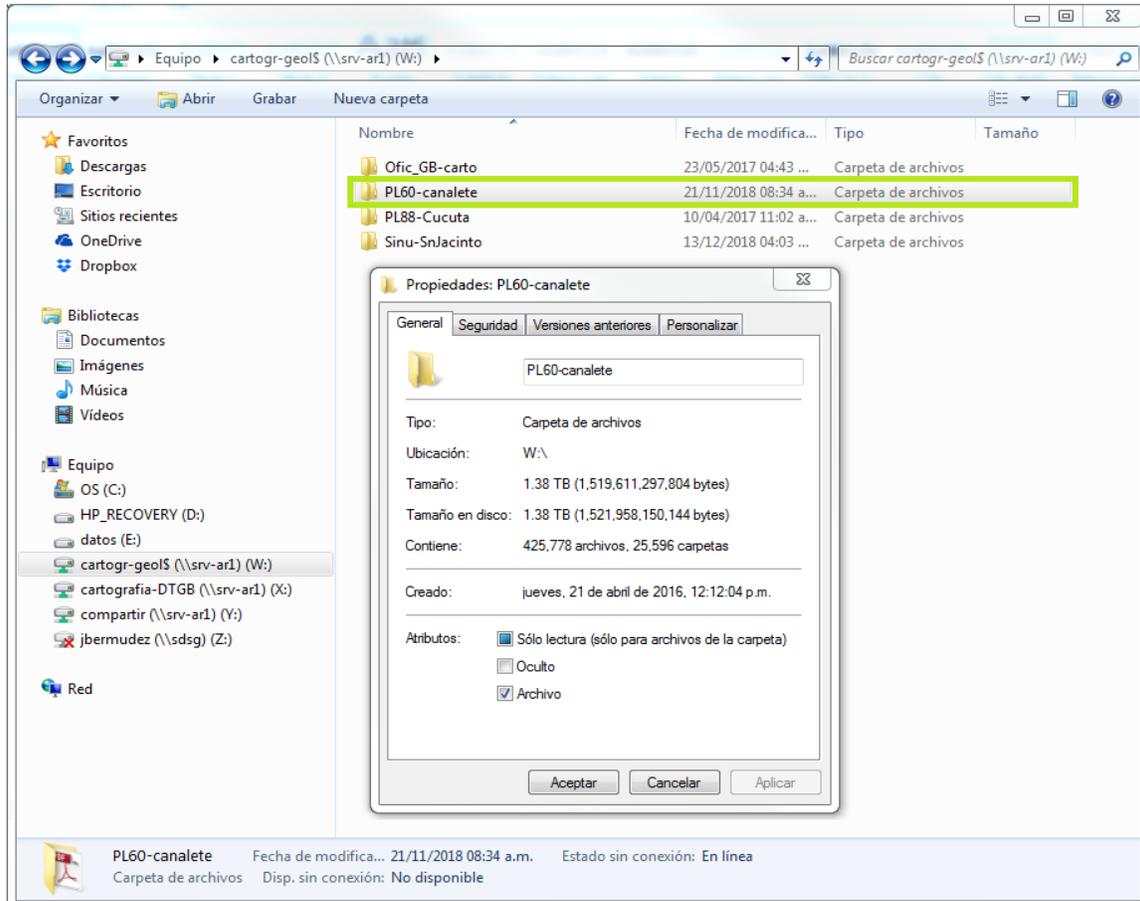


Figura 5. Pantallazo de localización del repositorio del proyecto cartografía geológica y geomorfológica de la Plancha 60-Canalete.

Se terminó la fase de campo, realizándose tres comisiones de servicios dirigidas al levantamiento estratigráfico de las unidades litológicas que permitieron la construcción de las secciones estratigráficas tipo, algunas veces secciones compuestas y la toma de muestras para bioestratigrafía, Se resaltan los trabajos realizados por la ingeniera topográfica Luisa White utilizando un equipo de precisión estación total marca Trimble Modelo M3-DR1 con sus accesorios base nivelante y prismas. La Figura 7 muestra el levantamiento estratigráfico realizado. Se debe resaltar que todas las actividades ejecutadas siempre estuvieron acompañadas de una continua gestión de socialización, ver Figura 8.

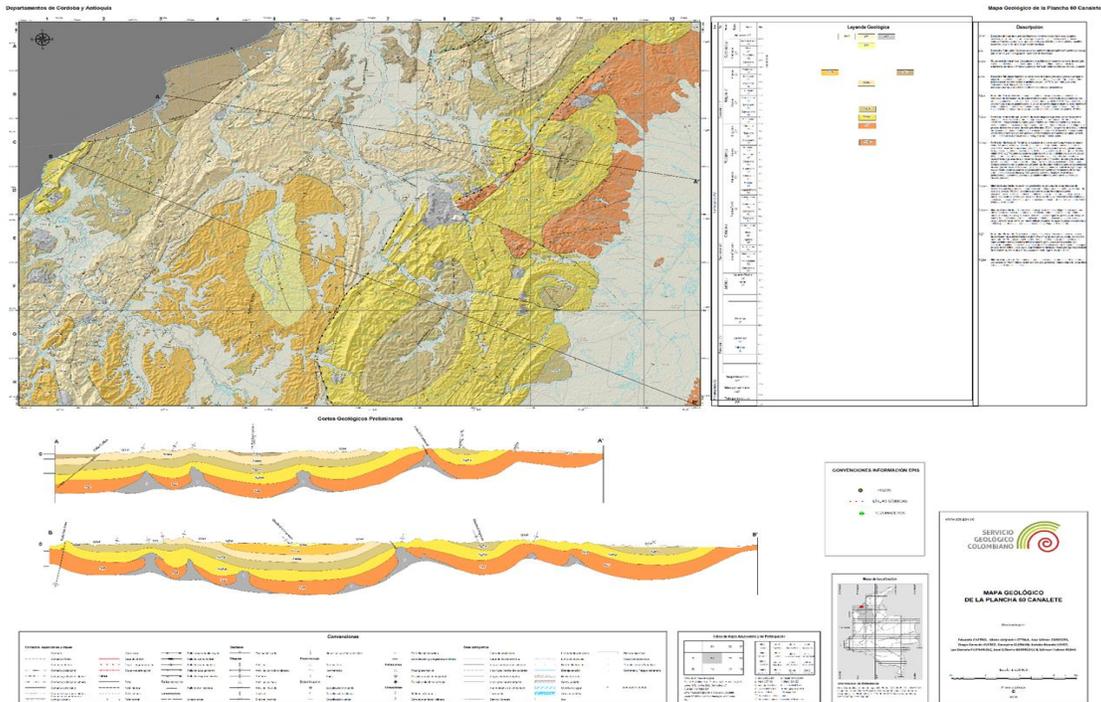


Figura 6. Mapa Geológico Plancha 60-Canalete.

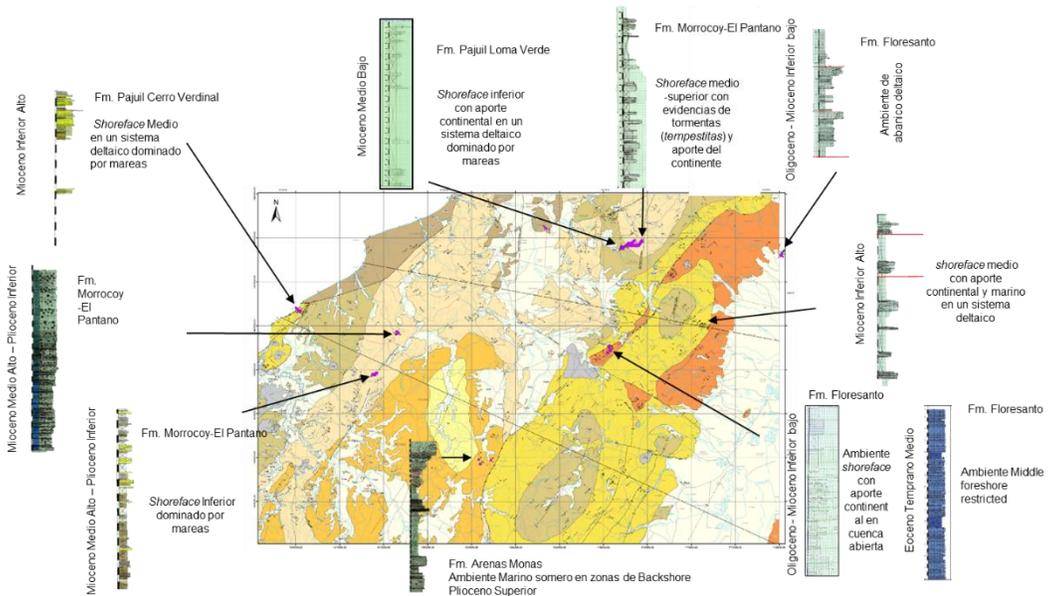


Figura 7. Se levantaron 11 columnas estratigráficas. Fm. Floresanto (San Pelayo, La Alcancía y Aguas Vivas), Fm. Pajuil-Cerro Verdinal (San Felipe – La Lucha y Qda. La Balandra), Fm. Pajuil-Loma Verde (Finca Santa Ana), Fm. Morrocoy–El Pantano (Vereda Santa Fe, Bajos La Arenosa y Las Lajas), Fm. Arenas Monas (Palo de Fruta), Fm. Corpa (Cerro Popa).



C. Socialización CVS, Montería, Córdoba



Socialización Arboletes, Antioquia.



Socialización, comunidad vereda Las Lajas,
Arboletes, Antioquia



Socialización, localidad del Limón – Palo de
fruta, Canalete, Córdoba.

Figura 8. Gestión de socialización año 2018.

En total se cubrió un 94% del área (1709 estaciones), lo que permitió tomar la información para la elaboración del mapa geológico y geomorfológico.

Las actividades de campo también permitieron la recolección, selección y preparación de las muestras de roca para los diferentes análisis de laboratorio, Ver Tabla 1 que indica el estado de los análisis.

Igualmente, el trabajo de campo permitió reconocer el fenómeno de diapirismo y volcanismo de lodo, que se presenta en el caribe colombiano y que corresponde a emanaciones de lodo hidratado, agua y gas; muy posiblemente relacionadas con yacimientos petroleros, ver Figura 9. Para caracterizar este tipo de emanaciones se está realizando muestreo de lodos y perforaciones hasta de 3 metros en las zonas de antiguos flujos. Se recomienda realizar un muestreo de gases para su

caracterización, con la participación de la Dirección de Laboratorios del SGC.

Tabla 1. Estado del Muestreo Plancha 60-Canalete.

SOLICITUDES AL LABORATORIO			
PETROGRAFIA (Secciones Delgadas)	LITOGEOQUIMICA (DRX, FRX, ICP MS) SUELOS Y ROCA	MICROPALEONTOLOGIA	MACROFOSILES
286	242	294	20
ANALISIS ENTREGADOS			
PETROGRAFIA (Secciones Delgadas)	LITOGEOQUIMICA (DRX, FRX, ICP MS) SUELOS Y ROCA	MICROPALEONTOLOGIA	MACROFOSILES
192	44	294	20
ANALISIS PENDIENTES			
PETROGRAFIA (Secciones Delgadas)	LITOGEOQUIMICA (DRX, FRX, ICP MS) SUELOS Y ROCA	MICROPALEONTOLOGIA	MACROFOSILES
94	198	0	0
DIRECCIÓN DE LABORATORIOS SGC		CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN No. 024 DE 2017 SGC-UNIVERSIDAD DE CALDAS	



Figura 9. Aspectos de diferentes fenómenos de volcanismo de lodo presentes en la Plancha 60-Canalete. (Parte superior El Guineo-Canalete, parte media Arboletes, parte inferior Puerto Escondido).

Se destaca que durante el año 2018 la actividad continuó de manera normal en cuanto a la emanación de lodos y gases; mientras que para el año anterior el fenómeno estuvo más activo ocurriendo emanaciones explosivas en el volcán de Santafé de Las Platas en octubre de 2017 (incluyó ignición) y en el volcán de lodo de San Diego en diciembre del mismo año.

El SGC junto con el profesor Georges Vernet, con el auspicio del Gobierno de Francia y la Universidad de Nimes, entre otros, realizó el documental Volcanes de Lodo en Colombia (Volcans de Boue en Colombie), que ha sido traducido a tres idiomas español, inglés y francés, y cuyo objetivo es mostrar desde un punto de vista académico la importancia de este fenómeno que ocurre en pocas partes del mundo. Se puede observar en el siguiente link: <https://www.jarouphoto.com/volcans-de-boue>.

Durante el trabajo de campo también se realizó toma de datos para la elaboración del mapa geomorfológico y como productos parciales se han obtenido mapas a diferentes escalas que posteriormente se ensamblan para presentarlo a escala 1:100.000, con la consecuente pérdida de detalle. Las Figura 10 corresponde a la toma de información escala 1:25.000, elaborada por el Geólogo Henry Carvajal, la compilación final se presenta a escala 1:100.000 en la Figura 11.

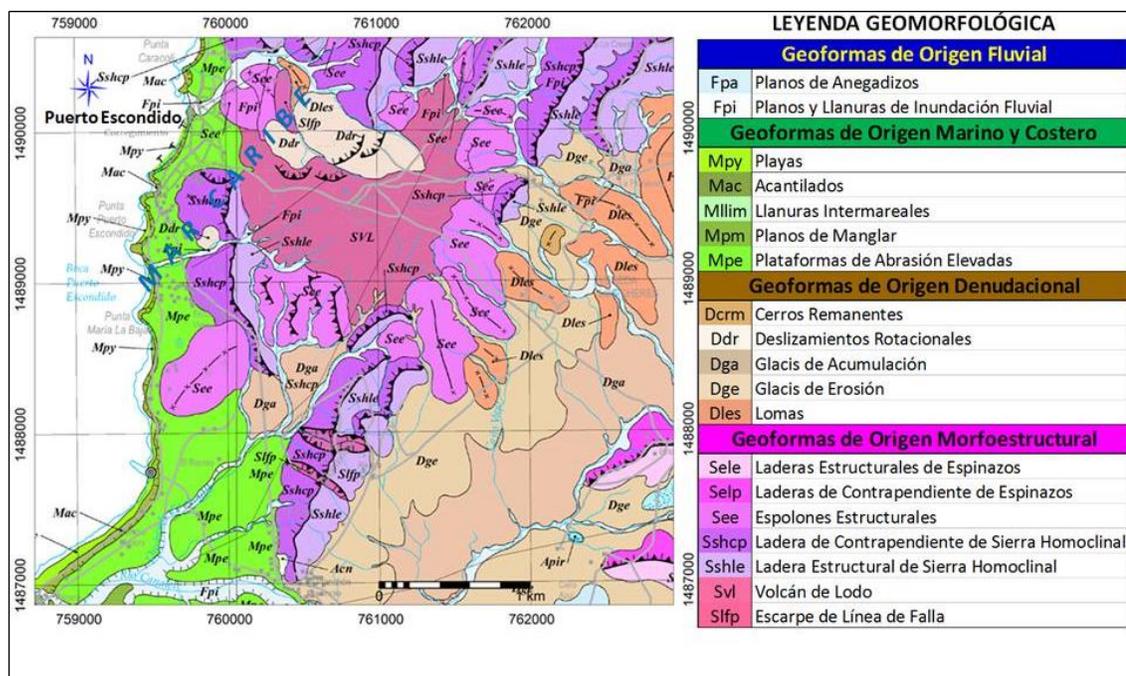


Figura 10. Mapa Geomorfológico Plancha 60-II-B Puerto Escondido-Córdoba, a escala 1:25.000.

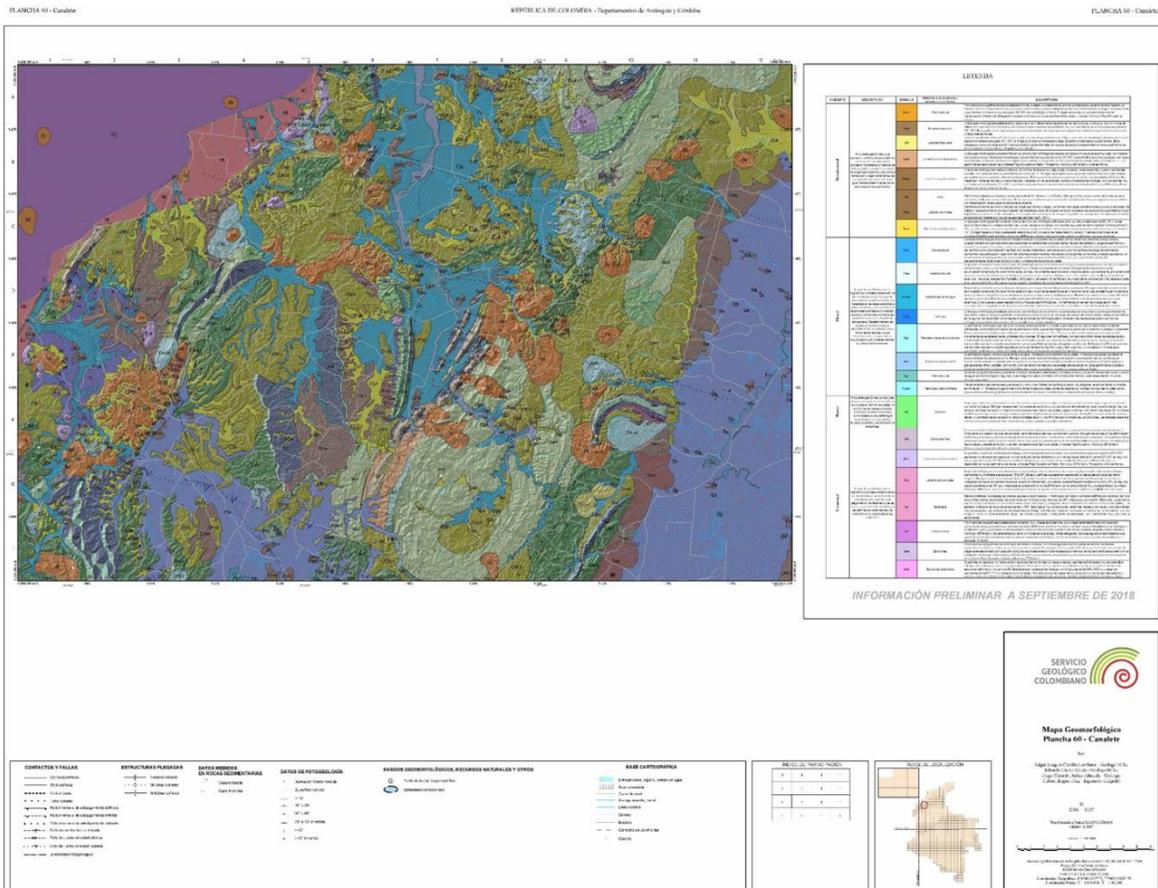


Figura 11. Mapa Geomorfológico Plancha 60_Canaete compilado a escala 1:100.000.

Parte del Grupo que labora desde la Regional de Bucaramanga y haciendo uso de la infraestructura del laboratorio de la Litoteca Nacional (Guatiguará) realizó la selección y preparación de muestras para micropaleontología (macrofósiles, foraminíferos, nanofósiles calcáreos) con el fin de llevarlas al Laboratorio del IIES-UCaldas, quienes en desarrollo del Convenio Especial de Cooperación No. 024 de 2017, mediante la aplicación de procedimientos técnicos científicos y de análisis bioestratigráficos, generarán conocimiento geocientífico en éste y los demás proyectos que realiza el Grupo de Cartografía de la Dirección de Geociencias Básicas-SGC, ver Figura 12.

Del muestreo de rocas realizado, la mayor parte ha sido enviada al laboratorio para elaboración de secciones delgadas, las cuales han sido analizadas parcialmente de acuerdo a como la Dirección de Laboratorios ha venido haciendo las entregas de resultados. Una vez se tengan elaboradas las secciones delgadas y sus análisis, se procederá a su integración con los demás resultados de geocronología, geoquímica, proveniencia, etc.

La Figura 21 muestra parte del trabajo realizado en la Sala de Petrografía de la Sede Central. La Figura 12 muestra parte de los resultados obtenidos mediante el desarrollo del Convenio Especial de Cooperación No. 024 de 2017 SGC-Universidad de Caldas, cuyo análisis e incorporación se está realizando con la asesoría de los especialistas del Instituto de Investigación en Estratigrafía-IIES de la misma Universidad y quienes fueron las personas encargadas de realizar los análisis.

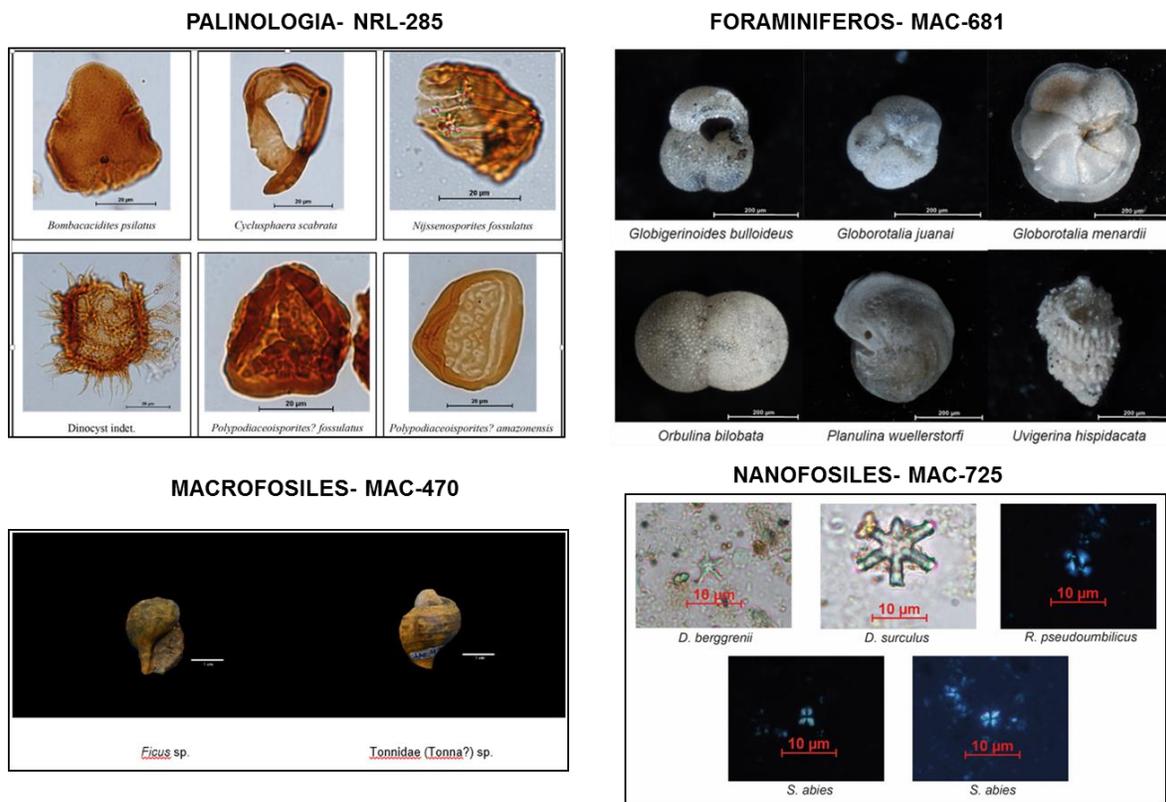


Figura 12. Resultados del análisis bioestratigráfico, en desarrollo del Convenio Especial de Cooperación No. 024 de 2017.

El grupo de trabajo para este proyecto, está conformado por cinco contratistas, quienes junto con cinco funcionarios de planta adscritos y un coordinador, continúan realizando este trabajo; se recomienda para el año 2019 fortalecer el grupo, especialmente aquellos

profesionales que tengan capacidad de análisis de resultados de bioestratigrafía, geocronología, petrografía y de escritura para integrar la información y completar la Memoria Explicativa Final.

Para el año 2019 se continuará realizando la integración de resultados y se realizarán salidas de campo, con una finalidad muy específica, junto con especialistas en aquellas áreas que presenten complejidad geológica o estructural. Se recomienda salidas con personal experto en muestreo de suelos, lodos y gases, para abordar el tema del fenómeno de diapirismo de lodo; muy frecuente en el área de trabajo y que dará conocimientos para elaborar el modelo geológico. El avance del proyecto es del 95% y presenta un retraso de 5%, con respecto a lo programado en el Planview, por las razones antes mencionadas de obtención de resultados de análisis de laboratorio.

PROYECTO 1000680. Mapa Geológico del Área Sinú-San Jacinto, Escala 1:50.000.

Toda la información generada y analizada es incorporada en un SIG para su visualización en el software ArcGIS 10.2, para ello se creó la carpeta cartogr-geol\$ (<\\srv-ar1>) (W:) Sinu-SnJacinto, Figura 13, en la que todos los funcionarios y contratistas del proyecto, adjuntan la información obtenida en todas las etapas de construcción del producto. A la fecha diciembre 28 de 2017 contiene 232.329 archivos ocupando 620 GB de la capacidad del servidor.

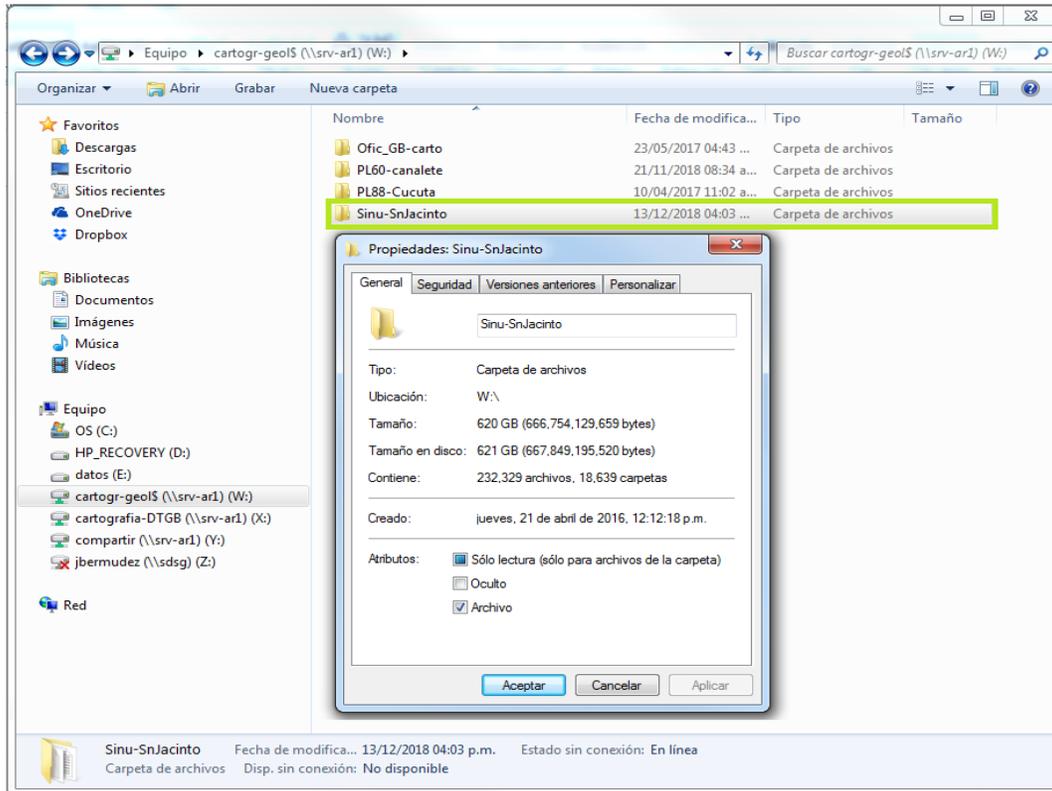


Figura 13. Pantallazo de que indica la ubicación del repositorio para el proyecto de cartografía geológica y geomorfológica del Área Sinú-San Jacinto.

Continuando con el trabajo durante el año 2018, se efectuó el levantamiento de secciones estratigráficas con poligonal abierta, mediante la realización de dos comisiones para la adquisición de información geocientífica de estratigrafía y muestreo de rocas, fue necesario cancelar una comisión por problemas de logística y de recursos.

Con tal fin se completaron 2.994 estaciones de campo para cubrir 2.675,75 Km², alcanzando un cubrimiento de 115% del área inicialmente proyectada de 2.312 Km², ver Figura 14, lo que indica que se realizó 1,29 estación/Km², cumpliendo los requerimientos para este tipo de trabajos a detalle.

Se debe dar claridad en que fue necesario coleccionar información fuera del área de trabajo, al sur, allí donde aflora la secuencia más antigua correspondiente a la Formación Cansona, en el cerro del mismo nombre, carretera San Lorenzo-El Carmen de Bolívar, con el fin de entender las litologías de las secuencias más jóvenes, ya que dentro del área de interés la

secuencia cretácica no aparece al norte, por acuíñamiento. De igual manera, se concertó para dejar el polígono de forma regular tal como se presenta en el mapa geológico final y las nuevas áreas se van a presentar como mapa fotogeológico con control de campo parcial.

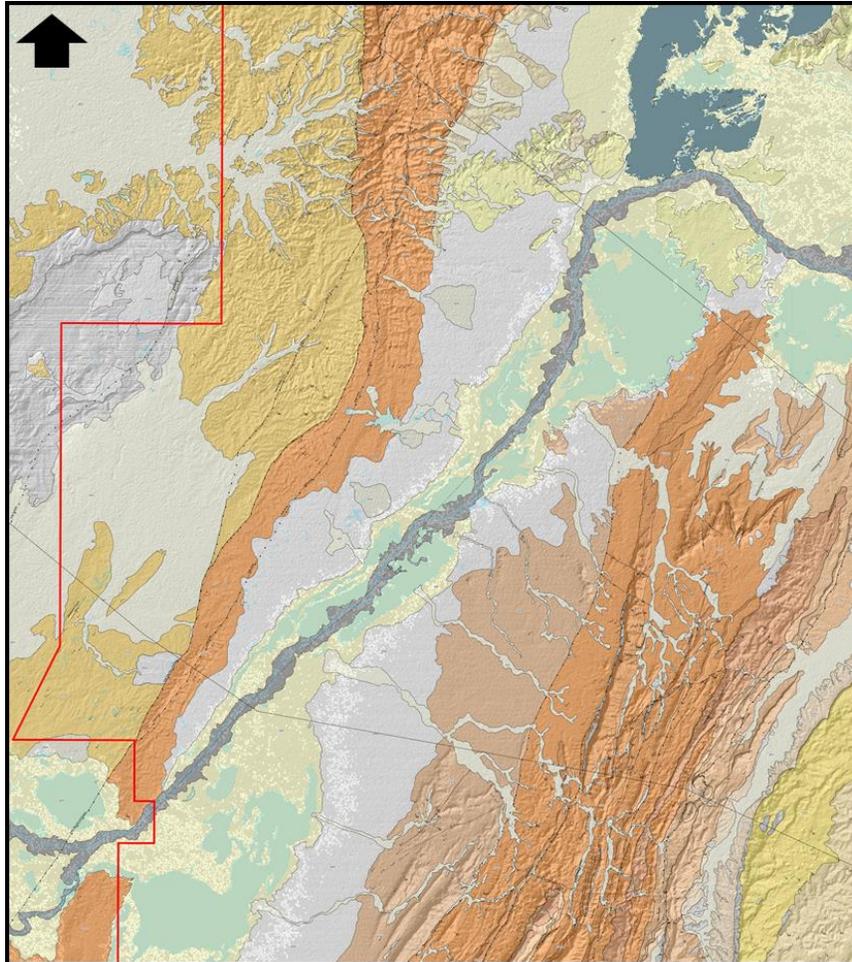


Figura 14. Estado actual del trabajo de campo. El área inicial en rojo abarca 2.312,077 Km², mientras que el área final en negro es de 2.675,752 Km², alcanzando un 15% más del área inicialmente proyectada.

El trabajo realizado en 2018 se resume en las tres figuras siguientes, en donde se levantaron 10 columnas estratigráficas de las formaciones aflorantes en el área.

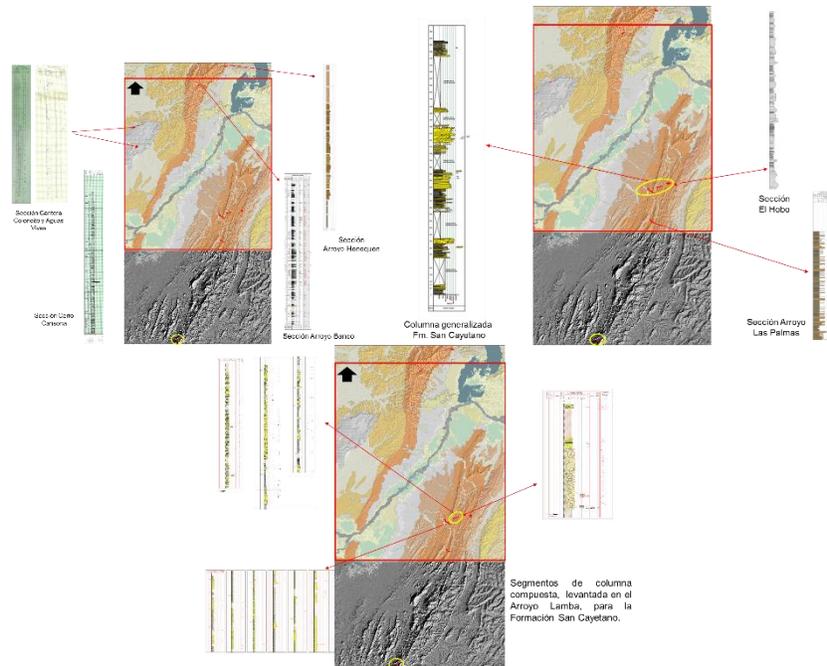


Figura 14. Secciones estratigráficas levantadas a diferentes escalas.

Con la colaboración del Grupo de Hidrocarburos se está realizando la interpretación de la información sísmica y de pozos disponibles en el Banco de Información Petrolera-BIP, para lo cual se tomaron 3 transectas que actualmente se están interpretando para su posterior integración al mapa y memoria final. Ver Figura 15.

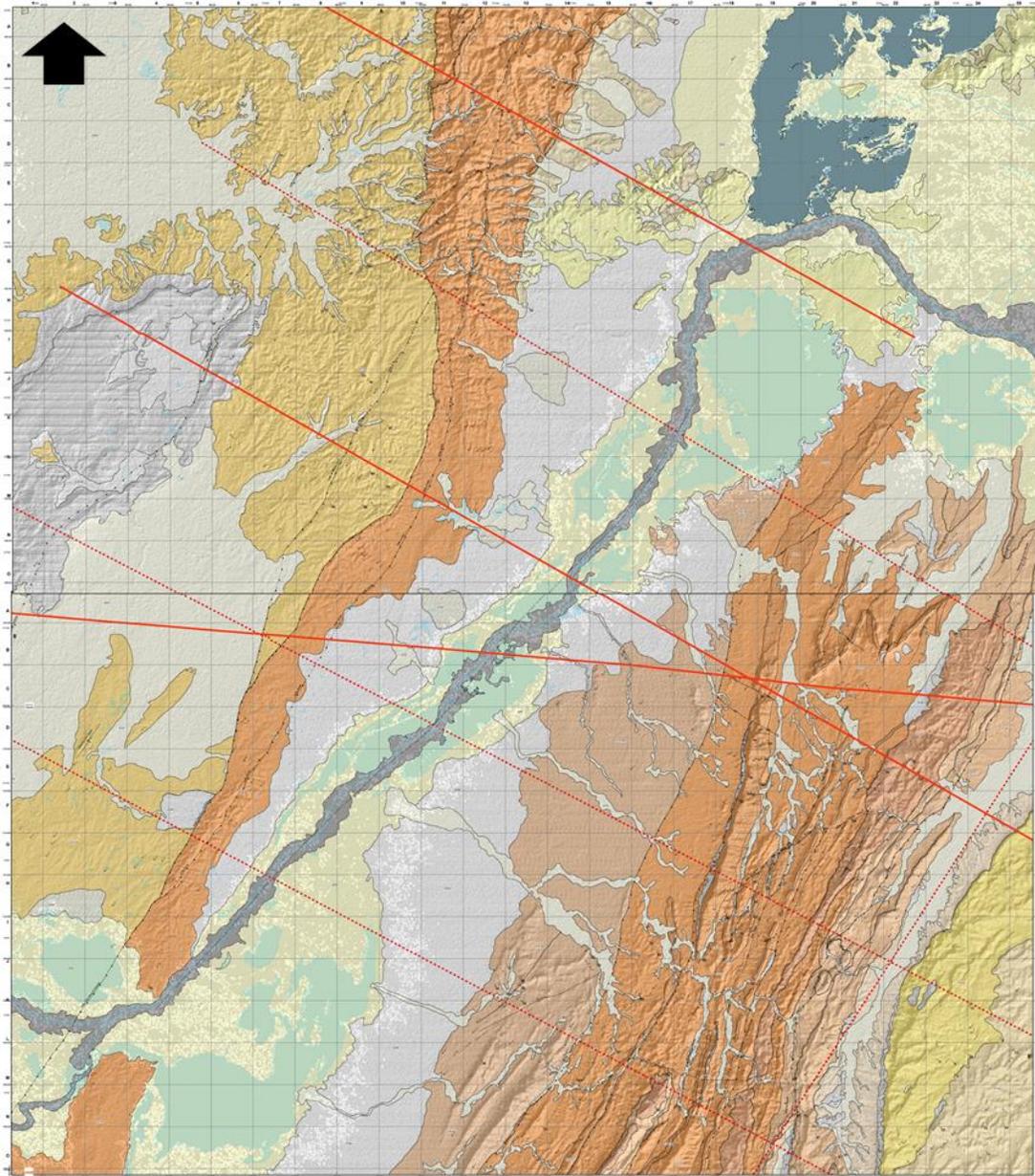


Figura 15. Líneas sísmicas que están siendo interpretadas (en línea continua y líneas por interpretar (en línea roja discontinua).

En desarrollo de la cartografía, se enviaron a laboratorio las muestras de acuerdo a lo resumido en la Tabla 2.

SOLICITUDES AL LABORATORIO			
PETROGRAFIA (Secciones Delgadas)	LITOGEOQUIMICA (DRX, FRX, ICP MS) SUELOS Y ROCA	MICROPALEONTOLOGIA	MACROFOSILES
992	550	899	30
ANALISIS ENTREGADOS			
PETROGRAFIA (Secciones Delgadas)	LITOGEOQUIMICA (DRX, FRX, ICP MS) SUELOS Y ROCA	MICROPALEONTOLOGIA	MACROFOSILES
741	230	725	30
ANALISIS PENDIENTES			
PETROGRAFIA (Secciones Delgadas)	LITOGEOQUIMICA (DRX, FRX, ICP MS) SUELOS Y ROCA	MICROPALEONTOLOGIA	MACROFOSILES
251	320	174	0
DIRECCIÓN DE LABORATORIOS SGC		CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN No. 024 DE 2017 SGC-UNIVERSIDAD DE CALDAS	

Se debe aclarar de igual manera, que hasta que se analicen e integren los resultados de laboratorio (geocronología, procedencia, geoquímica, bioestratigrafía, información sísmica y de pozos) no se presentará la leyenda cronoestratigráfica, por esta razón es que se está entregando un mapa preliminar que muy seguramente va a sufrir modificaciones, una vez se tengan todos los resultados.

Como tarea próxima a realizar está la de establecer los estándares para la presentación de mapas a escala 1:50.000, ya que en la Entidad aún no se cuenta con estas especificaciones. Actualmente dicho grupo de trabajo está conformado por 11 contratistas, quienes junto con seis funcionarios de planta adscritos (3 en periodo de prueba) y un coordinador, continúan realizando este trabajo. Para el próximo año se deberá en lo posible mantener el grupo, contando con personal capacitado para análisis de resultados de geocronología, bioestratigrafía y que cuenten con experiencia en redacción de informes técnicos para sí

completar la Memoria Explicativa.

Para el año 2019 se proyecta continuar con la integración de los resultados de laboratorio al mapa y memoria y en lo posible realizar comisiones de campo exclusivas para solucionar problemas de tipo litológico, estratigráfico y estructural. El avance del proyecto es del 92%, presentando un retraso del 8%, respecto de lo planeado en el Planview por las razones antes mencionadas.

PROYECTO 1001088. Investigación Marítima, Costera e Insular

El conocimiento geocientífico actual (geología, geofísica, geomorfología, oceanografía, hidrografía y geodesia), tanto de las zonas marinas (plataforma continental y talud), como de las zonas insulares jurisdiccionales de Colombia, es limitado debido a varios factores, como la dificultad en el acceso a la mayoría de estas zonas de la geografía Nacional, la carencia de la infraestructura apropiada que permita el acceso a algunas zonas marinas y la dificultad en la obtención de datos e información base requerida para la evaluación posterior de otro tipo de estudios subsiguientes. Aunque existe información geocientífica en algunas zonas marinas como producto de campañas de investigación realizadas, los datos que se conocen son de carácter regional o son el producto de investigaciones puntuales con fines específicos, que tienen como objetivo plantear algunas soluciones a problemas de escala local. Por tanto, se puede establecer que el porcentaje de cobertura de la información geocientífica de las áreas marinas de Colombia es escaso, así como, el nivel de resolución espacio-temporal no cuenta con el detalle suficiente para caracterización del orden local.

La incorporación de la tecnología geodésica espacial, en sus componentes de posicionamiento GNSS y de imágenes, ha permitido la obtención de datos que pueden ser analizados desde varias perspectivas. En primer lugar, establecer el campo de velocidades geodésicas en la región, incorporando datos obtenidos en otras redes internacionales; Segundo, y concordante con lo anterior, poder contar con estaciones permanentes de operación continua en tiempo real, fortalece las acciones de la región Caribe encaminadas a tener un sistema de alerta temprana por tsunamis y Tercero, las zonas costeras e insulares, donde interactúan la atmósfera, la tierra y océanos no son estáticas, y su dinámica se encuentra influenciada no solo por los movimientos eustáticos marinos, sino que también interactúan allí fuerzas geodinámicas asociadas con tectónica de placas y localmente el diapirismo de lodo que puede influir en la estabilidad de la línea de costa. Esta dinámica determina la importancia y necesidad de realizar estudios combinados de datos a partir de mareógrafos y receptores geodésicos GNSS, cuyas bondades, han sido ilustradas en diversas publicaciones, lo cual se constituye en un especial reto para nuestro país.

De acuerdo a lo anterior y dentro del Convenio Marco firmado por el SGC-DIMAR en el año 2014, el Servicio Geológico Colombiano SGC y la Dirección General Marítima DIMAR, han firmado el Convenio Especial de Cooperación No. 027 de 2018, manifestando la intención de desarrollar una investigación conjunta, que permita mediante los recursos humano y tecnológico de ambas entidades, aumentar el conocimiento de información geológica en áreas costeras continentales e insulares del territorio nacional. El proyecto en desarrollo corresponde a dos áreas: la primera, el polígono No. 1, localizado en la costa norte del Caribe colombiano, y la segunda, el polígono No. 2, localizado en la zona insular, Figura 16.



Figura 16. Polígonos de investigación objeto del Convenio No. 027 de 2018

En el marco del convenio específico, la DIMAR pone a disposición las nuevas tecnologías que han sido recientemente instaladas a bordo de las plataformas de investigación ARC Malpelo, ARC Providencia, ARC Roncador y ARC Caribe, sumado a los equipos de geofísica, como el magnetómetro marino, sonar de barrido lateral y el *piston core* que se encuentra en proceso de adquisición, estos equipos permitirán la investigación del territorio marítimo colombiano, la generación de nuevo conocimiento y la toma de decisiones.

El SGC pone a disposición del proyecto el personal técnico científico con experticia en los temas de estudio, la infraestructura de sus laboratorios, la información disponible en el “Banco de Información Petrolera”, la cartografía temática disponible (geológica y geomorfológica), las

nuevas tecnologías, los datos e información de la infraestructura geodésica y sismológica en operación en el área de estudio, así como, los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades tendientes a la generación de los productos pactados.

Como objetivos específicos se trazaron: 1. Caracterizar conjuntamente el suelo, el sub-suelo marino y el borde costero, del área de estudio, a partir de la información existente y adquirida en el marco del proyecto. 2. Generar cartografía temática geocientífica de la zona de estudio, a partir de la información existente y adquirida en el marco del proyecto. 3. Densificar las redes de monitoreo geodésico de la zona de estudio. 4. Contar con una SIG que permita almacenar, organizar, gestionar datos, información y resultados, para facilitar su consulta y la toma de decisiones en beneficio del país. 5. Realizar publicaciones y adelantar actividades de apropiación y socialización del conocimiento adquirido en el marco del proyecto. 6. Identificar la información geocientífica disponible para la zona insular objeto de estudio.

En razón de lo extenso del área de interés, se decidió desarrollar el proyecto por fases, iniciando para los próximos cuatro años (2019-2022) con el área presentada en la Figura 17.

Como primer aporte el SGC en el año 2018 realizó el inventario de la información geocientífica existente para la zona insular (Islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina), que servirá de punto para el desarrollo del Convenio.



Las Tablas 3 y 4 muestran la cuantificación de los aportes destinados por cada uno de los Convenientes para la óptima ejecución del Convenio firmado.

Las Tablas 3 y 4 muestran la cuantificación de los aportes destinados por cada uno de los Convenientes para la óptima ejecución del Convenio firmado.

Tabla 3. Descripción de los aportes de la DIMAR

#	DESCRIPCIÓN	AÑOS				
		2018	2019	2020	2021	2022
2	Base de Datos de superficie en formato *.Csar, con nube de puntos de batimetría en formato XYZ y datos de SBP en formato SEG_Y.		2.407.054.237	-	2.548.674.460	-
3	Mapas de caracterización del relieve submarino resultado del análisis de geoformas submarinas, a partir de datos batimétricos, a escalas 1:100.000 y 1:50.000 en gradientes de colores, para el área de estudio.		1.876.289.244	-	1.892.262.807	-
4	Informe de identificación de estratos sedimentados del subfondo marino para el área de estudio.		3.642.150.204	-	4.015.470.600	-
5	Informe de resultados del levantamiento de la información de retrodispersión (backscatter) obtenida sobre el área de estudio, incluye mosaico de imágenes de backscatter escalas 1:100.000 y 1:50.000.		1.876.289.244	-	2.068.608.891	-
6	Informe de resultados del levantamiento de la información magnetométrica (hasta 5m de profundidad), obtenida sobre el área de estudio, incluye mosaico de imágenes a escala 1:600.000.		3.642.150.204	-	4.015.470.600	-
7	Base cartográfica de la línea de costa para la zona de estudio a escalas 1:100.000 y 1:50.000.		165.000.000	59.000.000	-	-
8	Modelo Digital de elevación parastudio.		-	384.000.000	433.000.000	-
9	Sistema de Información Geográfica implementado		-	155.000.000	41.000.000	60.000.000
19	Memorias de 2 talleres de transferencia de conocimiento y Divulgación de resultados (3 días)		-	-	120.000.000	120.000.000
21	Documento Compilado de Investigación Zona de Estudio B		-	-	-	100.000.000
	Subtotales	-	13.608.933.132	598.000.000	15.134.487.358	280.000.000
	TOTAL					29.621.420.490

Tabla 4. Descripción de los aportes del SGC

#	DESCRIPCIÓN	AÑOS				
		2018	2019	2020	2021	2022
1	Documento con Inventario de información científica existente para la zona insular (San Andrés Islas)	30.000.000	196.000.000	-	-	-
10	Red de estaciones geodésicas GNSS tanto permanentes (10) como de campo (10) con propósitos geodinámicos.		1.196.000.000	1.254.000.000	234.000.000	250.000.000
11	Procesamiento y generación de mapa de vectores de velocidad Geodésica para la zona de estudio.		45.000.000	65.000.000	85.000.000	105.000.000
12	Modelo de deformación geodésica de la zona de estudio		50.000.000	70.000.000	70.000.000	80.000.000
13	Análisis de series de tiempo diarias de estaciones permanentes GNSS de operación continua		65.000.000	80.000.000	95.000.000	110.000.000
14	Conexión Geodésica de mareógrafos		70.000.000	105.000.000	164.000.000	175.000.000
15	Interferogramas zona costera (No se incluye costo de adquisición de imágenes. Se trabajará con imágenes gratuitas disponibles)		75.000.000	105.000.000	135.000.000	165.000.000
16	Mapa Topobatemétricos con información geomorfológica en escala 1:100.000 y 1:50.000 para la zona de estudio.		985.000.000	1.034.250.000	1.085.962.500	1.142.973.125
17	Modelo Geológico Estructural, Escala 1:100.000 y 1:50.000 para la zona de estudio.		1.333.000.000	1.399.650.000	1.474.007.500	1.563.707.875
18	Memorias de 2 talleres de transferencia de conocimiento (3 días)		120.000.000	169.000.000	-	-
20	Documento Compilado de Investigación Zona de Estudio A		-	-	128.000.000	-
	Subtotales	30.000.000	4.135.000.000	4.281.900.000	3.470.970.000	3.591.681.000
	TOTAL					15.509.551.000

Como se observa el SGC realizó un aporte en el 2018 que conllevó a la contratación de un geólogo profesional especializado para desarrollar el Inventario propuesto para la zona insular de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Ver Figura 18. A continuación se presenta un resumen de las actividades y conclusiones obtenidas en desarrollo de ese contrato.

La información Geocientífica específica para las zonas emergidas del área insular, datan de 1947, cuando geólogos del Servicio Geológico Nacional visitaron el archipiélago para estudiar las posibilidades de yacimientos de fosfatos, con la subsecuente descripción litológica de cada una de las islas. Posteriormente, trabajos de fotointerpretación, hidrogeología y geomorfología han permitido avanzar en el conocimiento de dicha área. Sin embargo, se observa una brecha temporal entre los primeros estudios (1947 - 1989) y los últimos (2004 hasta la actualidad). Los estudios geocientíficos más recientes son en su mayoría climatológicos y se enfocan en los efectos de estos sobre la morfología costera.

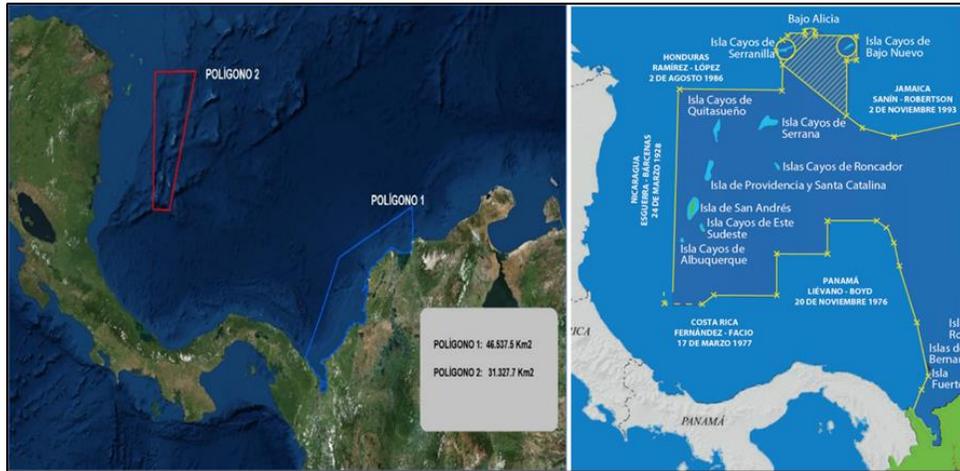


Figura 18. Localización área de estudio, Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Polígono 2). Tomado y modificado de Google Earth (2018) y CCO (2015).

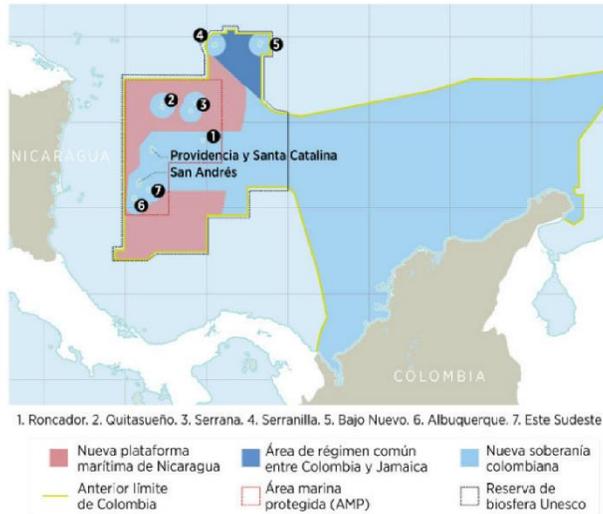


Figura 19. Zonas delimitadas en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Fuente <http://www.coralina.gov.co/nuevositio/reserva-de-biosfera-seaflower>

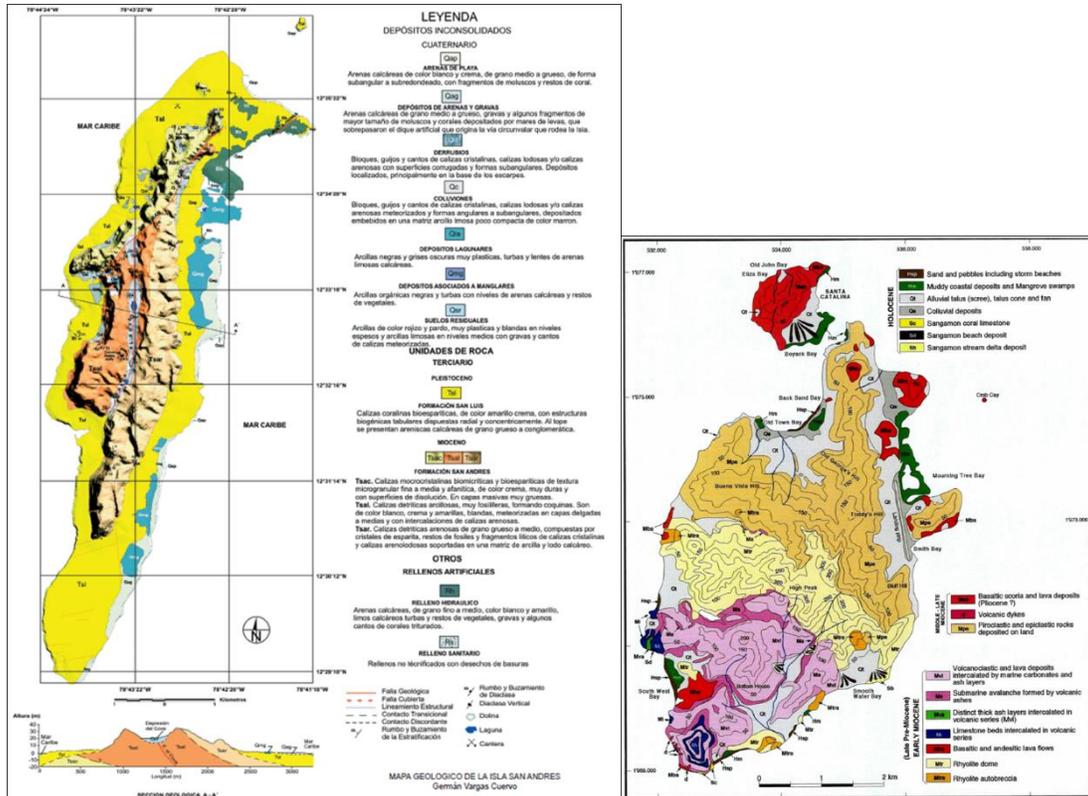


Figura 20. Mapas geológicos de la isla de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Fuente: (Vargas, 2004)

El archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina se encuentra situado en una zona tectónicamente muy activa, ver Figura 21; sin embargo, no hay estudios significativos a cerca de la sismicidad actual y paleosismicidad registrada en el área, por lo tanto es necesario avanzar en la caracterización de dicha fuente sísmica, con la finalidad de determinar las amenazas y riesgos geológicos a los que las comunidades isleñas puedan estar expuestos.

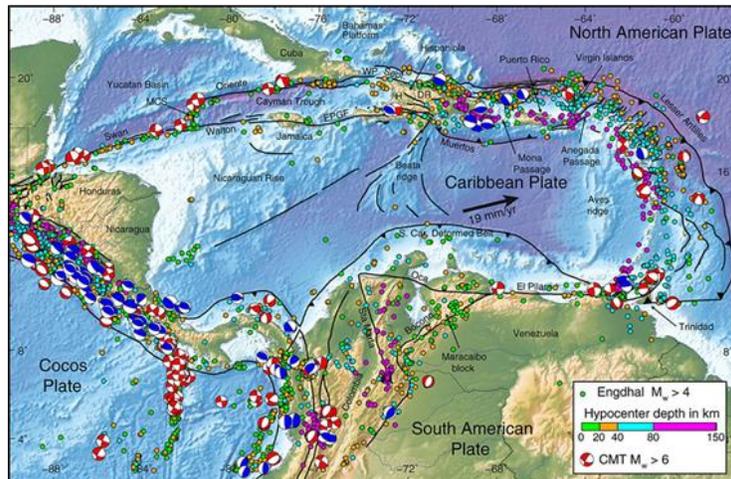


Figura 21. Escenario sismotectónico de la región Caribe. Fuente: Symithe et al. (2015)

La Figura 22 muestra en más detalle la sismicidad ocurrida últimamente y que ha sido reportada por el área del SGC.

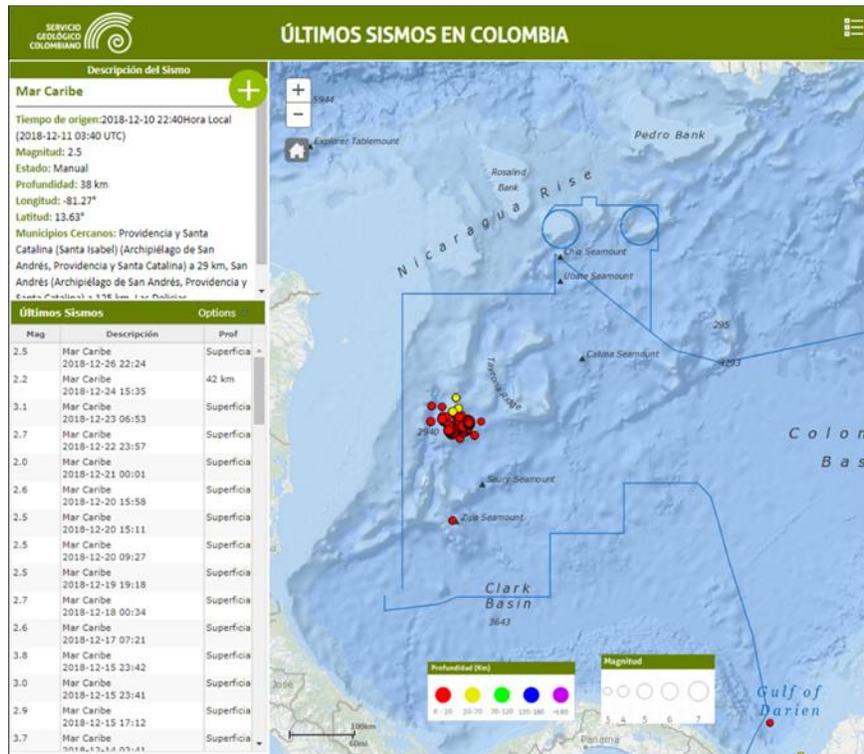


Figura 22. Sismicidad alrededor del Archipiélago de San Andrés y Providencia. RSN. Fuente: <https://www.sgc.gov.co/sismos/sismos/ultimos-sismos.html>

De otra parte, el archipiélago está situado dentro del cinturón de huracanes del Caribe; los pasos de huracanes por sus aguas han sido registrados en 1818, 1876, 1877, 1906, 1940, 1961 (Hattie), 1971 (Irene), 1988 (Joan), Cesar (1996), Wilma y Beta (2005). A pesar de esto no existe variada documentación académica registrada en nuestro país sobre estos fenómenos (CIOH, 2018).

En la isla de Providencia el proceso geomorfológico más importantes es la erosión costera, la cual produce hendiduras, cavernas y cuellos en la parte baja de los escarpes rocosos que conforman las márgenes de la isla, desencadenando fenómenos (como caídas de rocas o deslizamientos) que ponen en riesgo la vida y los hogares de los habitantes de la isla, así como el turismo y la economía de la misma.

La ANH (2010), indica que la cuenca de Los Cayos, donde está enmarcado el Archipiélago de San Andrés, presenta facies generadoras en rocas del Eoceno inferior a medio de la plataforma de Nicaragua. Información de pozos evidencian muestras con contenidos de aceite – gas y la presencia facies reservorio asociadas a una secuencia calcárea (calizas bioclásticas). A su vez, información sísmica revela estructuras sinclinales profundas; las cuales pudieron haber estado lo suficientemente enterradas para producir hidrocarburos. Ver Figura 23 y 24.

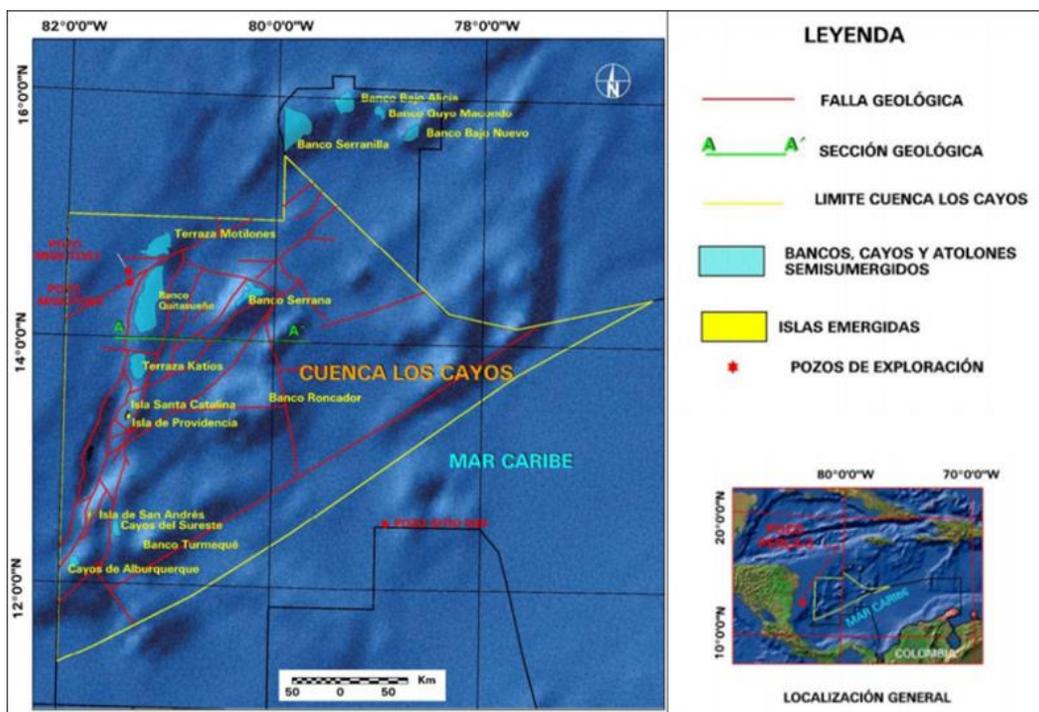


Figura 23. Localización de la cuenca Los Cayos. (Fuente ANH, 2010)

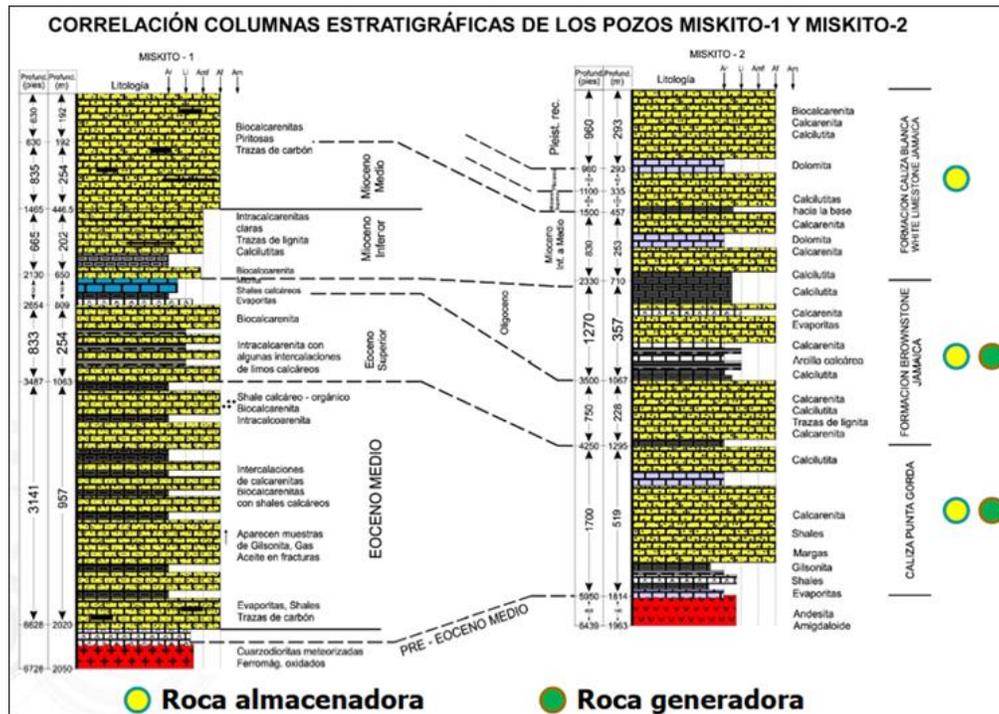


Figura 24. Correlación de columnas estratigráficas de los pozos Miskito 1 y 2. (Fuente ANH ,2010).

Las calizas coralinas de la Formación San Luis y las calizas microcristalinas de la Formación San Andrés, constituyen un recurso mineral atractivo para la industria del cemento en la isla de San Andrés, así como los depósitos de gravas y arenas como fuente de material de construcción (Vargas, 2004). En la isla de Providencia la explotación de riolitas ignimbríticas, dacitas y brechas piroclásticas son utilizadas principalmente como agregados (Álvarez et al. (2014).

Otras actividades

SALA DE PETROGRAFÍA

Se refiere al encargo de la sala de microscopios petrográficos, en donde es prioritario contar con los equipos operativos en todo momento. Para realizar esta labor se requiere continuamente estar generando el horario de la sala o turnos para que todos los grupos de trabajo que lo requieran (Hidrocarburos, Recursos Minerales, Mapa de Colombia, Geotermia, Cartografía Geológica, etc.), tengan acceso en las mejores condiciones.

Como consecuencia de la adquisición de nuevos microscopios petrográficos-metalográficos, se programaron dos actividades de mantenimiento preventivo y correctivo para el año 2018 a los equipos en garantía, tanto en la Sede Central como en regional de Medellín, labor que se cumplió en los meses de agosto y diciembre. Para el resto de los equipos ópticos de todas las regionales, se inició un proceso de análisis de mercado para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo, al cual respondieron dos posibles proponentes, pero por tiempos y restricciones no fue posible llevar a cabo la contratación.

En este año se desarrolló un contrato para la “Recuperación de la Memoria Institucional”, representada en el material petrográfico almacenado en el Laboratorio de Microscopios Petrográficos (oficina 204) de la Sede Central del SGC en Bogotá, en donde el Contratista Carlos Gilberto Tumay, realizó las siguientes actividades: Organizar el material petrográfico almacenado en el Laboratorio de Microscopios Petrográficos del SGC en Bogotá, (aproximadamente 21.000 secciones delgadas), correlacionando dicho material con toda la información que pueda ser recopilada a partir de diferentes fuentes existentes en el SGC (Bases de datos en: Biblioteca, litoteca, SINGEO, Regionales, proyectos, geólogos, mapas de estaciones y mapas de secciones delgadas, etc.), participar en actividades para la implementación del nuevo sistema de gestión de información institucional, apoyar actividades administrativas: Gestiones administrativas para el logro de objetivos misionales. Como productos se obtuvo: Base de datos sobre el inventario del material petrográfico e informe correspondiente, Informes periódicos del desarrollo de estas actividades. Se encontró una dificultad para completar la base de datos debido a que existe ausencia de información como Número de plancha, Identificación de muestras, etc. Se debe seguir con esta tarea en el 2019 ya que día a día está ingresando nuevo material proveniente tanto de los proyectos de ejecución interna como de los contratos de cartografía realizados por terceros.

Como recomendación emitida el año anterior se consiguieron dos monitores para los equipos 1 y 2, para remplazar los que presentaban fallas que según el diagnóstico del Grupo Mesa de Ayuda; sin embargo, ha sido dificultosa su instalación dado que se deben suspender del techo y no ha sido posible dadas las condiciones de seguridad que se deben tener en la Sala de Petrografía.

Respecto de mejorar las condiciones ambientales, no se obtuvo respuesta, ya que se había manifestado que por ser la sala tan pequeña generalmente se encuentra colmada y es difícil manejar la temperatura, no fue posible instalar aire acondicionado. Esto debido a que no es recomendable o no se permite abrir las ventanas por ingreso de humedad, polvo y ruido que afectan el rendimiento y que además pueden causar daños en los equipos por aparición de hongos en los componentes ópticos.

PROGRAMA ESTADO JÓVEN

Este programa está implementado mediante la Ley 1780 de 2016 para el empleo y emprendimiento juvenil y es liderado por el Ministerio del Trabajo. Corresponde a prácticas laborales en el sector público y está dirigido a estudiantes de educación superior de pregrado.

El Servicio Geológico Colombiano no es ajeno a esta política de Estado y aplicó a la cuarta convocatoria realizando un requerimiento para el Grupo de Cartografía e Investigación Geológica y Geomorfológica al cual se presentó la estudiante de último semestre de Geología Diana Paola Romero M. de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá, quién al cumplir los requisitos y luego de presentar una entrevista ante el Director de Geociencias Básicas, el Coordinador del Grupo de Cartografía e Investigación Geológica y Geomorfológica, fue vinculada mediante contrato con la Caja de Compensación Familiar COMPENSAR y Resolución No. 446 del 23 de julio de 2018, e inició labores a partir del 01 de agosto de 2018, según el acta de inicio respectiva.

Dicho contrato hace referencia a una práctica laboral ordinaria con duración de cinco meses, en los cuales la practicante ha realizado labores de inducción, descripción y digitalización de secciones delgadas en los formatos del SGC (Análisis petrográfico), Elaboración del anexo petrográfico (informe técnico) de la descripción de secciones delgadas, Integración en una base de datos (libro índice) los resultados de la petrografía, digitalización de columnas estratigráficas y corte geológico estructural del Proyecto cartografía geológica del área Sinú-San Jacinto a escala 1:50.000 y la presentación de informes mensuales; evidencias que reposan en el repositorio del SGC en el área de cartografía y que han sido entregadas al supervisor del contrato o Coordinador del Grupo de Trabajo.

Actualmente se está realizando la quinta convocatoria para lo cual el Grupo de Cartografía e Investigación Geológica y Geomorfológica del SGC volvió a realizar un requerimiento para el proyecto de Investigación Marítima, costera e insular. A la fecha de presentación de este informe se habían inscrito nueve interesados y se está en el proceso de fijar las fechas para las entrevistas respectivas.

DOCUMENTAL VOLCANISMO DE LODO

Es un proyecto en cooperación con el gobierno francés, liderado por el Doctor en ciencias Georges Vernett que durante los años 1973 a 1982 realizó estudios del diapirismo de lodo en la plataforma continental y el litoral del caribe colombiano. En asocio con Jacques Rouquette, director del documental y con gran experiencia, tienen como objetivo mostrar el fenómeno de diapirismo de lodo frío, muy común en el caribe colombiano pero a la vez

poco conocido y sus implicaciones en el medio ambiente.

El documental cuenta con la participación del Servicio Geológico Colombiano-SGC sede Bogotá, a través del concurso de los profesionales José Henry Carvajal y José Gilberto Bermúdez, quienes acompañaron a los profesionales franceses en algunas de las campañas de campo para adquisición de información; aprovechando que actualmente el SGC desarrolla la cartografía de la plancha 60_Canalete, donde el fenómeno se extiende ampliamente. Ver Figura 40.

Igualmente, el proyecto cuenta con la participación de entidades en Colombia como: INVEMAR-SANTA MARTA, IOCARIBE-CARTAGENA, CCO-BOGOTÁ, DIMAR-BOGOTÁ, UNIVERSIDAD EAFIT-MEDELLÍN, CORPOURABÁ-APARTADÓ, FICCI-CARTAGENA, EXOCOL SAS-CARTAGENA, EMBAJADA DE FRANCIA-BOGOTÁ, ALIANZA FRANCESA-CARTAGENA, ESCUELA NAVAL-CARTAGENA, CIOH-CARTAGENA, BRAVO ZULU SAS-CARTAGENA Y SONOMAGEN-QUEBEC. En Francia cuenta con la participación de: CIUDAD NIMES, OFICIO DEL TURISMO, NIMES MÉTROPOLE, DEPARTAMENTO DEL GARD, REGION OCCITANIA, EDUCACION NATIONAL, LICEOS, UNIVERSIDAD NIMES, ESCUELA DE MINAS ALES, NOVOTEL ATRIA NIMES, FESTIVAL “UN REALISATEUR DANS LA VILLE” NIMES, BANCO CREDIT MUTUEL, SOURCE PERRIER/NESTLE, MAE 30, ACPFILMS EU y países como Montenegro-Universidad de Podgorica (Pr. Sasa Popovic, Decano)



Figura 40. Volcán de lodo El Totumo, fotografías tomadas usando dron dotado con cámara de alta resolución, para toma de fotografías y video.

El avance del documental puede verse en el siguiente link: <https://www.jarouphoto.com/>. Como objetivo por cumplir se tiene el de presentarlo en el Festival Internacional de Cine de Cartagena-FICCI y en Nimes-Francia, como un aporte a la ciencia y el ecoturismo.

Proyecto de Gestión ID 1000777: Proyecto Granitoides Cretácicos del Occidente Colombiano - Fase Batolito de Buga- Escala 1:25.000.

Gerente del Proyecto: José Álvaro Nivia Guevara

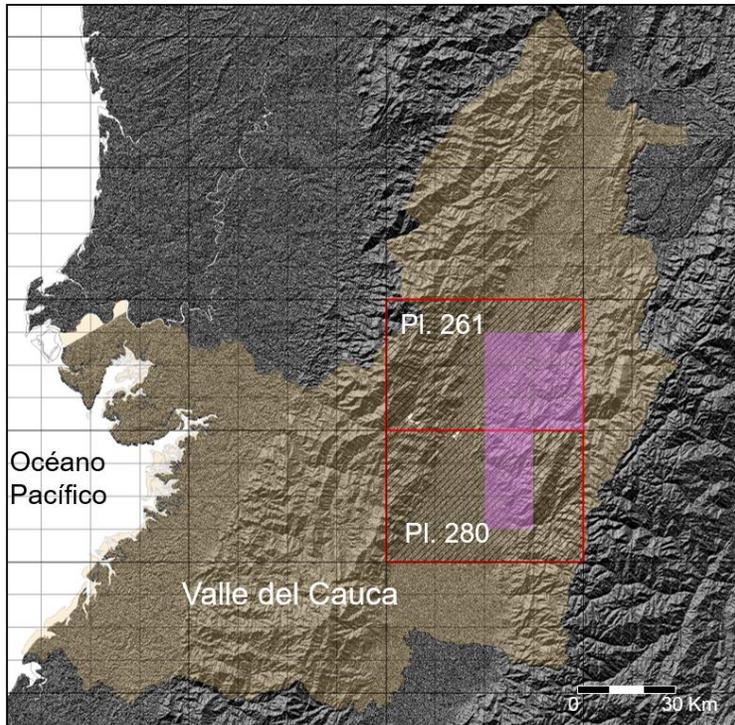
Descripción del Proyecto: La corteza terrestre en Colombia consiste en dos elementos principales: uno de afinidad continental al oriente y otro de afinidad oceánica al occidente separados por una estructura principal orientada en sentido Norte-Sur – paralela a la margen continental- la Falla Cauca-Almaguer (antigua Falla de Romeral). Esta distribución bipartita se interpreta como resultado de la acreción de fragmentos de corteza oceánica a la margen continental. Como consecuencia de este evento de acreción las rocas sufrieron deformación y metamorfismo (esencialmente dinámico). El modelo evolutivo considera que la corteza oceánica constituyente del basamento del occidente de Colombia y Ecuador consiste en fragmentos de diferentes niveles corticales de un plateau oceánico del Cretácico superior, imbricados, contra la margen continental, en un prisma de acreción. Como consecuencia del evento de imbricación estas rocas, muestran una deformación que varía dependiendo de su competencia. Así, se encuentran bloques de rocas competentes – basaltos, gabros y rocas ultramáficas - que conservan su textura ígnea original- asociados a lodolitas y vacas líticas incompetentes, deformadas a milonitas y ultramilonitas, mostrando un espectro de variación entre estos extremos. La interpretación del evento de acreción es complicada con el inconveniente adicional que estos efectos están enmascarados por la orogenia Andina del Mioceno tardío.

Un problema geológico particular, es la presencia, en el lado occidental oceánico, en contacto, o a lo sumo, a unas pocas decenas de kilómetros al occidente de la Falla Cauca-Almaguer, de una franja discontinua de rocas ultramáficas y de plutones, entre los que se cuentan el Batolito de Buga, El Plutón de Jejenes, la Cuarzodiorita de Mistrató, el Stock Monzonítico de Irra, la Tonalita de Buriticá y el Batolito de Sabanalarga, cuya génesis es problemática con respecto a los modelos evolutivos planteados a la fecha. Estos plutones se interpretan como intruídos en las rocas del plateau, pero el reporte de su edad es contemporáneo o incluso más antiguo que su roca encajante y su composición intermedia a ácida, es atípica de la corteza oceánica. Los análisis químicos disponibles para estas rocas muestran afinidad con mantos fuentes localizados por encima de una zona de subducción, acordes con modelos que consideran que son el resultado de magmatismo asociado a subducción por debajo del plateau oceánico. De acuerdo con esta propuesta la aproximación del plateau a la margen activa de Gondwana habría atrapado y facilitado el

cierre por subducción, tanto por debajo del plateau como de la margen continental, de una cuenca constituida por corteza oceánica (normal) localizada entre Gondwana septentrional y el plateau, que habría subducido hacia el occidente. Aunque esta hipótesis explica las características geoquímicas de estos plutones las relaciones de edad entre estos y la roca encajante son problemáticas para explicar el desarrollo de un manto fuente, madurado por encima de una zona de subducción, con la capacidad de generar intrusivos como la Monzonita de Irra que presentan concentraciones anormalmente altas de Rb, Ba, Th, K, U y Sr. Se ha especulado, por otra parte, que la roca encajante asociada a estos plutones representa los niveles profundos de arcos de islas; sin embargo, estas rocas muestran en todas partes características geoquímicas propias de los plateaus oceánicos. Se ha propuesto también que el engrosamiento de la corteza en el prisma formado por la acreción, aumentaría la temperatura de los niveles inferiores de gabros del plateau, facilitando su fusión, y la generación de magmas intermedios y ácidos, especialmente si estas rocas eran jóvenes y conservaban gran parte de su calor de formación. Empero, las características geoquímicas muestran afinidad con mantos fuentes localizados por encima de una zona de subducción.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

Como resultado de las actividades del proyecto se produjeron las 9 planchas geológicas escala 1:25000, que se muestran en la Figura 1.



261-II-C	261-II-D
261-IV-A	261-IV-B
261-IV-C	261-IV-D
280-II-A	
280-II-C	
280-IV-A	

Figura 1. Área de 1350 Km², resaltada en fondo púrpura, donde se adelantaron los trabajos de cartografía geológica detallada correspondiente a 9 planchas (escala 1:25.000) en las que aflora el Batolito de Buga. Nomenclatura IGAC de las planchas en el sector derecho de la figura.

Geología de las planchas 261 (De Armas, 1985) y 280 (McCourt et al. 1985)

Granitoides del Occidente Colombiano
Batolito de Buga

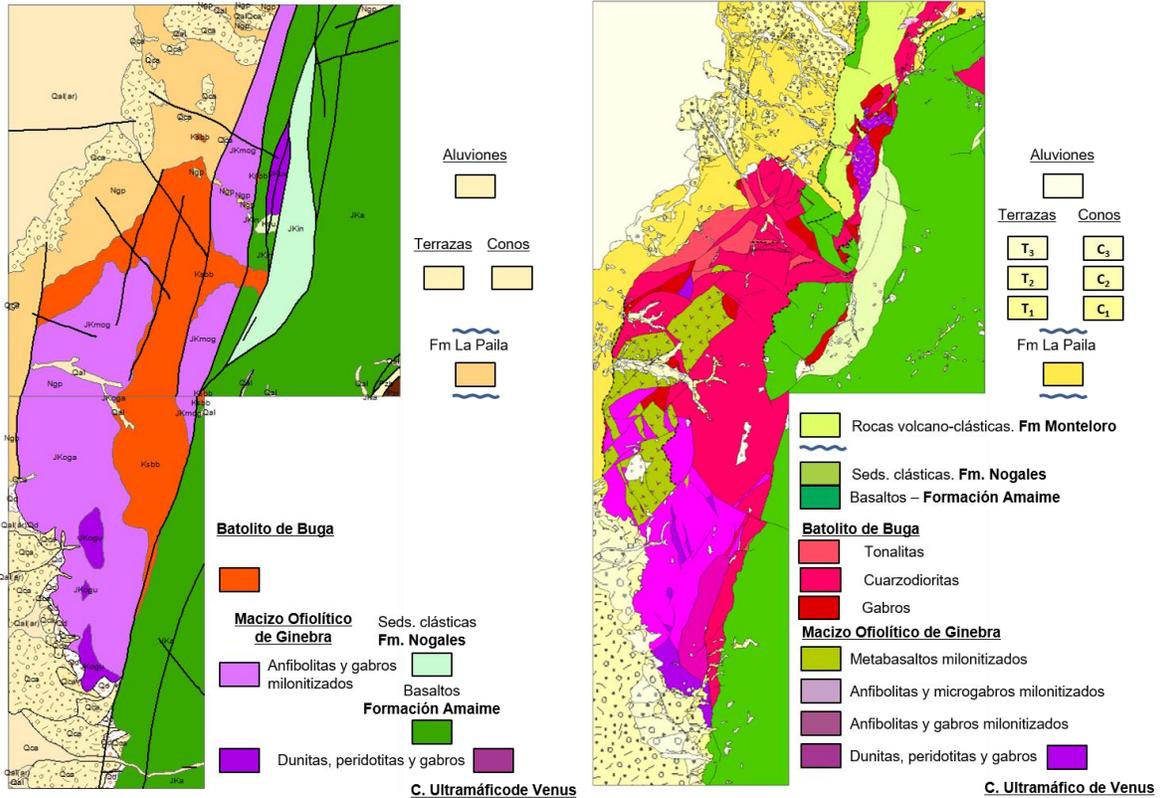


Figura 2. Comparación entre los mapas síntesis de la cartografía geológica del área de estudio disponible (planchas 261 y 280, escala 1:100.000), a la derecha y el resultante del Proyecto Granitoides Cretácicos del Occidente Colombiano – Fase I, Batolito de Buga, a la izquierda. Además de la separación de cuerpos rocas menores dentro de las unidades principales del Macizo Ofiolítico de Ginebra y del Batolito de Buga Este trabajo permitió establecer unas relaciones transversales congruentes entre las diferentes unidades cartografiadas.

Dado que esta escala de detalle no es común para la presentación de los trabajos de geología regional, este proyecto se constituye en un piloto en que se proponen tanto las características de cubrimiento del área de estudio como de los detalles cartográficos de presentación de los mapas.

Productos entregables durante la vigencia 2018.

Se solicitó un reajuste de la línea base del proyecto en el PlanView en el que sé que se planeó la entrega de todos sus productos para el 31 de marzo de 2019. La solicitud obedeció principalmente al retraso en la recepción de los resultados de los análisis químicos de las muestras del proyecto.

Informe o memoria de la evolución del Batolito de Buga

Se completó la redacción de los capítulos relacionados con la descripción e interpretación de las características ígneas de las rocas del Macizo Ofiolítico de Ginebra y Batolito de Buga. En los capítulos correspondientes a cada unidad se describen en primer lugar las características de los minerales de la paragénesis ígnea de los gabros del Macizo Ofiolítico de Ginebra así como también las de los gabros, cuarzo-dioritas y tonalitas del Batolito de Buga (Figura 3, derecha). En cada capítulo se incluye también la descripción de las características de alteración sub-sólido de estas rocas (Figura 3, izquierda), mereciendo capítulos aparte las del Macizo Ofiolítico de Ginebra, dada su historia más compleja de metamorfismo y deformación (ver adelante); adicionalmente se hicieron descripciones de las características de alteración hidrotermal y de los rasgos debidos a deformación frágil, tales como el relleno de fracturas y la consecuente formación de venas.

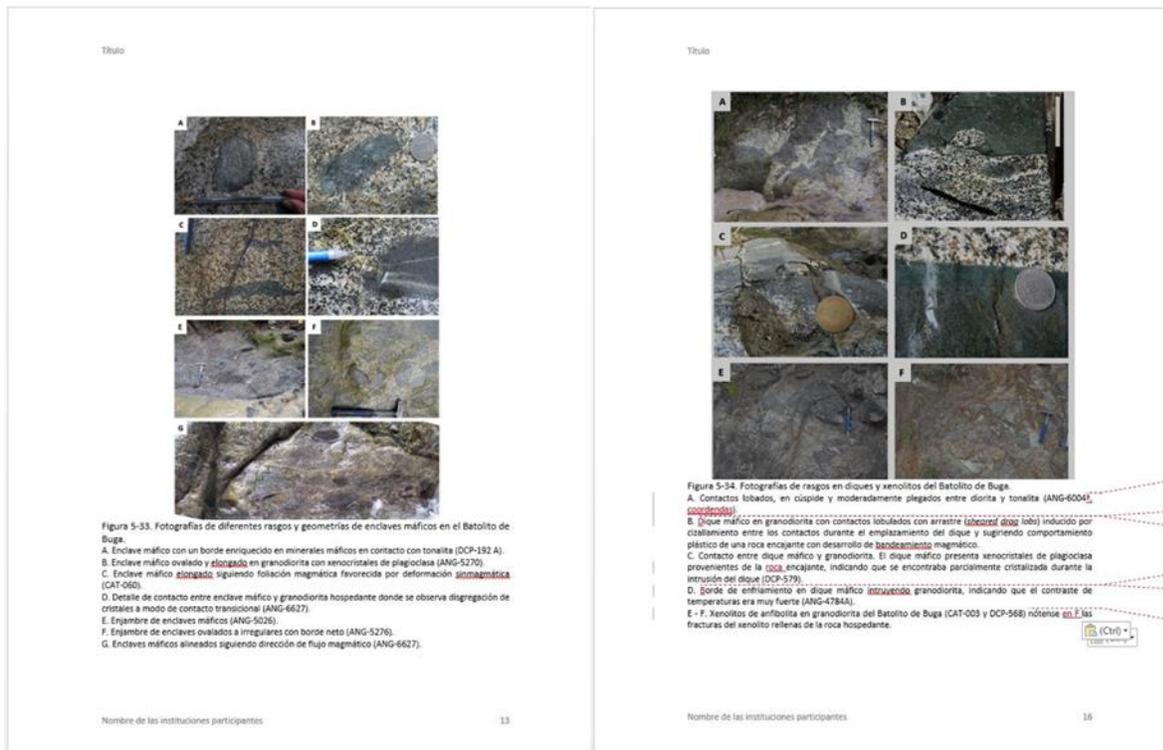


Figura 3. Ejemplo de las láminas de microfotografías que ilustran las características petrográficas pirogénicas (derecha) y de alteración sub-sólido (izquierda) de las rocas del Batolito de Buga.

Se completaron así mismo los capítulos correspondientes a la investigación relacionada con la composición y estructura cristalina de los minerales de las rocas del Macizo Ofiolítico de Ginebra y del Batolito de Buga. Estos capítulos sintetizan los resultados de la información cuantitativa, obtenida mediante el uso de una microsonda electrónica, que permiten estimar las condiciones de temperatura y presión existentes durante los procesos de metamorfismo que afectaron las

rocas del Macizo Ofiolítico de Ginebra, como aquellas bajo las cuales cristalizaron los gabros, gabro-dioritas y tonalitas del Batolito de Buga.

En estos capítulos relacionados con la composición y estructura cristalina de los minerales de las unidades rocosas estudiadas, fue posible reconocer, que durante la cristalización de las rocas del Batolito de Buga la mezcla de magmas fue un factor determinante durante su evolución. Estas conclusiones se sustentan además en la integración de varios resultados del proyecto tales como: a) las descripciones de los afloramientos, rocosos; b) la textura y composición de las rocas determinadas en el microscopio petrográfico; c) los resultados de la composición y detalles de las estructuras cristalinas estudiadas con la microsonda electrónica; y d) los análisis químicos de elementos mayores y trazas realizados en roca total. La integración de los resultados de estas investigaciones, permitió reconocer que durante la cristalización de las rocas del Batolito de Buga la mezcla de magmas fue un factor determinante durante su evolución. En consecuencia, en el informe se incluye una descripción detallada de estas características que se explican en términos de los hechos (Figura 5) y teorías disponibles a la fecha en la literatura geológica.



En capítulos adicionales se incluye la interpretación de las condiciones de deformación de las

rocas en investigación; en particular, de las anfibolitas asociadas al Macizo Ofiolítico de Ginebra, que además de las condiciones de tipo Barroviano de su formación, demostradas por los estudios de composición y estructura de sus minerales componentes determinados con la microsonda, exhibe texturas que son testigos de una historia de deformación más larga y compleja, caracterizada por la generación de milonitas.



Figura 5. Ejemplo de una página del capítulo de “Metamorfismo del Macizo de Ginebra” que muestra la manera como se ilustran y explican los rasgos de deformación reportados en las anfibolitas del Macizo Ofiolítico de Ginebra.

Para la descripción de los rasgos de deformación de las rocas se utilizaron dos métodos cuyos resultados se describen en detalle en el informe: descripciones petrográficas de Microtectónica y de Anisotropía de Susceptibilidad Magnética –ASM. Para este último método, los análisis para determinar los parámetros de intensidad y simetría magnética en cilindros de roca, colectados, orientados, con taladro, se llevaron a cabo en el laboratorio de paleomagnetismo de la Universidad EAFIT. Las interpretaciones cinemáticas correspondientes proporcionaron evidencia relacionada con la historia de interacción entre las placas tectónicas que son novedosos con respecto a la evolución de las rocas del Macizo Ofiolítico de Ginebra. En revisión de su contenido y edición se encuentran los capítulos de descripción de las características petrográficas y de los análisis químicos semi-cuantitativos realizados con el microscopio electrónico de barrido (SEM) en las rocas ultramáficas del Complejo Ultramáfico de Venus y en las rocas separadas dentro del Macizo Ofiolítico de Ginebra con el nombre de Ultramafitas de Ginebra.

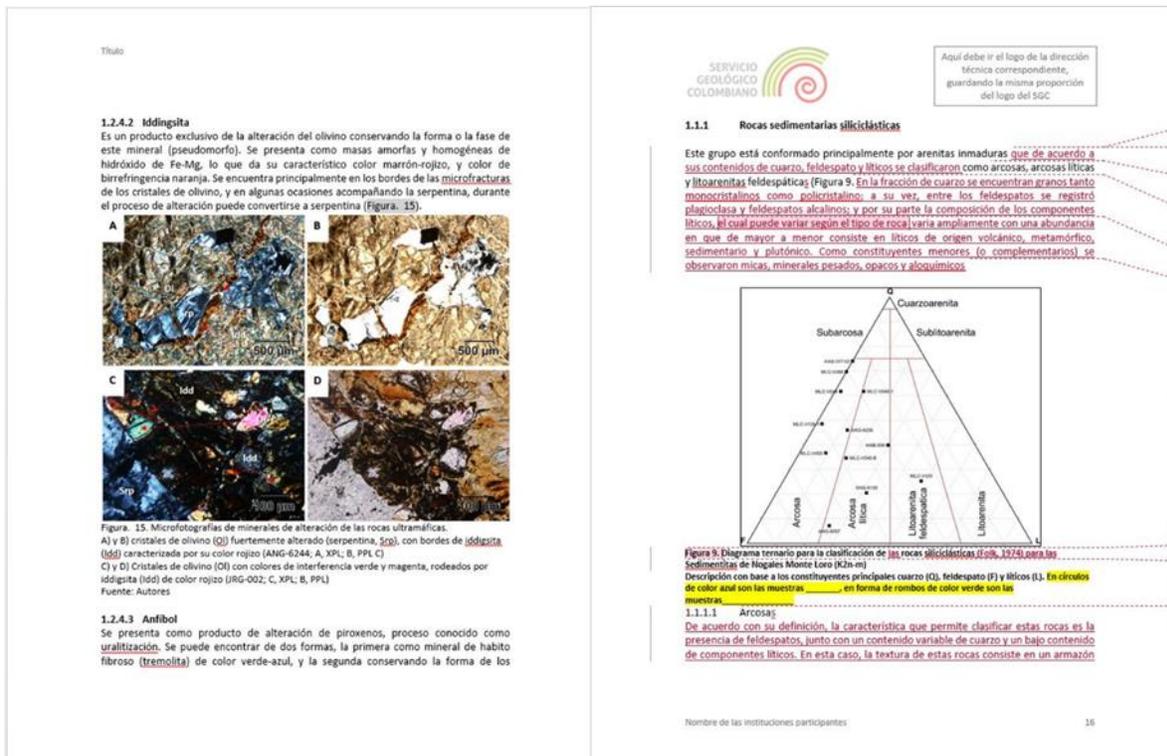


Figura 6. Ejemplo de páginas de los capítulos de alteración sub-sólido de las rocas ultramáficas del Macizo Ofiolítico de Ginebra y el Complejo Ultramáficas de Venus (izquierda) y de los aspectos de composición y procedencias relativos a las rocas sedimentarias clásticas (derecha) asociadas al basamento de rocas cristalinas en estudio (MOG y Batolito de Buga)

En estos trabajos de describe principalmente la variación de las condiciones físico-químicas a

que estuvieron sometidas las rocas del Macizo Ofiolítico de Ginebra durante los eventos de orogénesis y denudación que dieron lugar a su ascenso y afloramiento en superficie. Los pasos seguidos durante estos eventos se pueden interpretar desde la caracterización de los minerales de alteración (Figura 6, izquierda), es decir, de los diferentes tipos de serpentina formada a partir de olivinos y piroxenos de las rocas ultramáficas.

De igual modo, en revisión de su contenido y edición se encuentra el capítulo relativo a las rocas sedimentarias clásticas de las Formaciones Nogales y Monteloro (Figura 6, derecha). Dado que se trata de secuencias asociadas a las rocas del basamento cristalino, pero con una historia evolutiva al parecer posterior, los trabajos se limitan a explicar su presencia en el área de estudio y a tratar de establecer, mediante análisis de procedencia basados exclusivamente en petrografía microscópica convencional, si estas secuencias se acumularon sobre el plateau antes de su imbricación a la margen continental; si su depósito fue posterior cuando las cortezas oceánica y continental estaban amalgamadas, o ambas.

Una vez recibidos los resultados de los análisis químicos de roca total de las muestras del Macizo Ofiolítico de Ginebra y del Batolito de Buga, se procedió a redactar los informes correspondientes. El capítulo relacionado con las características geoquímicas de la primera unidad está prácticamente concluido. En ese capítulo se sintetiza las actividades de clasificación de las muestras y de descripción de los grupos resultantes de muestras (Figura 7). Su culminación requiere de la redacción de algunos párrafos finales de interpretación de estos resultados. Con respecto al capítulo correspondiente a la organización, descripción y análisis de los resultados de los análisis químicos de las rocas del Batolito de Buga, se ha adelantado solamente la primera tarea de tratar de clasificar esta información de acuerdo con sus características geoquímicas.

Además de la información e interpretaciones relacionadas directamente con los objetivos del proyecto, como son las descripciones mineralógicas, petrográficas, geoquímicas, magnéticas, etc., mencionadas en este informe, que faciliten entender y establecer cuál es el origen y evolución de las rocas en cuestión, se han redactado como soporte e introducción al lector del informe, apartes correspondientes a la ubicación geográfica y disponibilidad de accesos a las áreas estudiadas. De igual forma se redactó un capítulo de “Método de estudio” con el objetivo de documentar la forma como se enfocaron los trabajos de investigación de estas rocas, en los que además de explicar el desarrollo de las actividades adelantadas, se aclara a cuáles nomenclaturas se acogieron los autores del informe.

1. Proyecto de Gestión ID 1000856: Geología de Rescate

Gerente del Proyecto: Diana María Montoya

Descripción del Proyecto:

Adquirir información cartográfica, estratigráfica y estructural sobre los proyectos nuevos y de ampliación vial y de obras civiles, con incidencia nacional y departamental, que se constituya en un insumo para el mejoramiento del conocimiento geológico del territorio colombiano.

Objetivos del Proyecto:

Adquirir información cartográfica, estratigráfica y estructural sobre los proyectos nuevos y de ampliación vial y de obras civiles, con incidencia nacional y departamental, que se constituya en un insumo para el mejoramiento del conocimiento geológico del territorio colombiano.

Objetivos específicos.

- Realizar levantamientos estratigráficos detallados con unidad de medida en longitud metros de columnas estratigráficas, dispuestas en los corredores viales seleccionados a diferentes escalas de detalle definidas previamente dentro del reconocimiento de cada localidad y sus condiciones técnicas en campo.
- Realizar levantamientos estratigráficos detallados con unidad de medida en longitud de kilómetros y metros de cortes geológicas, dispuestas en los corredores viales seleccionados a diferentes escalas de detalle definidas previamente dentro del reconocimiento de cada localidad y sus condiciones técnicas en campo.
- Hacer documento técnico que contengan capítulo diagnóstico y descripción de los levantamientos e interpretación geológica para cada localidad estudiada dentro del desarrollo de los levantamientos a detalle para mejorar el entendimiento del modelo de evolución geológica de Colombia, el cual ayuda a comprender los fenómenos geológicos que han ocurrido, sus posibilidades de ocurrencia a futuro y como pueden llegar a afectar la infraestructura del País

Beneficios del Proyecto:

Realizar trabajos de campo sobre los corredores en concesión a nivel Nacional y departamental, son de suma importancia para el entendimiento del modelo de evolución geológica de Colombia, el cual ayuda a comprender los fenómenos geológicos que han ocurrido, sus posibilidades de ocurrencia a futuro y como pueden llegar a afectar la infraestructura del País.

Además de mejorar y actualizar parcialmente y/o totalmente la cartografía oficial a otras escalas más detalladas, también aporta nuevo conocimiento geológico como insumo para otras actividades económicas y de control del riesgo.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables

Informe Técnico

Fecha de inicio real: 30/01/2017

Fecha finalización planificada: 28/12/2018

Informe primer semestre 2018:

En el 2018 se vienen realizando dos frentes:

1) **Oficialización de los siguientes productos:**

1. Corredor vial Ruta del Sol. Sector 1. Guaduas – Puerto Salgar, con levantamiento estratigráfico del Grupo Honda.
2. Corredor vial Santa Cecilia –Tadó (Dpto Chocó) y Apia-La Virginia (Dpto. de Risaralda)
3. Corredor vial Ciudad Bolívar-Carmen de Atrato
4. Corredor vial Valle de Toledo-Proyecto Hidroeléctrico Ituango-Puerto Valdivia
5. Corredor vial Montería – Planeta Rica, con levantamiento de la Formación San Cayetano y la Formación Ciénaga de Oro
6. Levantamientos estratigráficos de la Formación Cansona en canteras en la región de Sinú –San Jacinto
7. Corredor vial Loboguerrero-Cisneros

8. Descripción de los depósitos cuaternarios en el casco urbano de Loboguerrero.
9. Corredor vial Cartago-Zarzal (Dpto Valle del Cauca). Levantamiento estratigráfico de la Formación la Paila.
10. Corredor vial Sincelejo – Tolú viejo
11. Anillo vial Cúcuta: Levantamiento estratigráfico del Grupo Guayabo.
12. Corredor vial Cornejo-Santiago. Levantamiento estratigráfico de Formación Cuervos y parte inferior de la Fm. Mirador



PRODUCTOS

Figura 1. Se visualizan los 12 informes oficializados y disponibles en la página web del SGC.

2) Trabajo en nuevas vías. Se visitaron corredores viales, relacionados a continuación:

1. Corredor vial Girardot – Honda – Puerto Salgar. Tramo Guataquí: se levantaron las formaciones Lidita Superior, Nivel de lutitas y arenitas y La Tabla; para un total de 142 metros. (Figura 2)

2. Corredor vial ruta del libertador: Se realizaron estudios en las siguientes unidades: Ortogranito de la Plata, Complejo Cajamarca, Batolito de Ibagué, Metasedimentitas de Vitanco

(Figura 3, 4, 5 y 6).

3. Corredores vial perimetral de Mocoa: Se realizó levantamiento de 431 metros, aflorando sobo 180 m (Figuras 7, 8 y 9)

4. Corredores viales Pacifico III: en esta vía se estudiaron las siguientes unidades: Formación Barroso, Formación Amaga-miembro superior, Brechas El Pintado, Formación Irra-Tres Puertas (Figuras 10, 11).

5. Bosconia –Valledupar: en esta carreta están asociadas a las rocas volcánicas y volcanoclásticas del Jurásico conformados por Ignimbritas de composición riodacitas - riolitas, Tobas líticas y de cristales de composición andesítica-dacítica y rocas volcánicas afaníticas de colores rojizos (Figuras 12 y 13)

Los informes preliminares que sustentan se encuentran en el servidor. A continuación, se ilustran algunos ejemplos de las concesiones viales observadas, en donde se realizaron descripciones litológicas y estratigráficas.



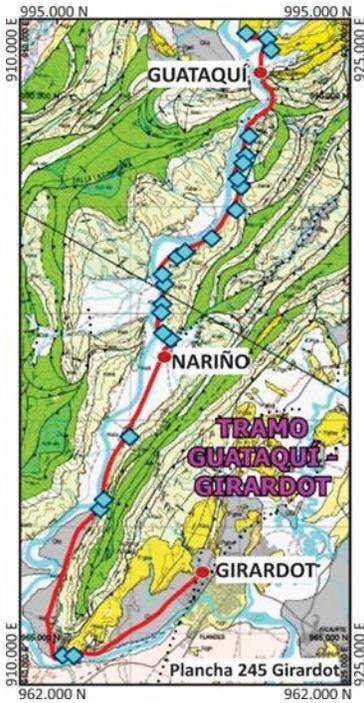


Figura 2. Corredor Girardot –Honda. Afloramientos de las formaciones Lidita Superior, Nivel de Lutitas y arenitas y La Tabla.



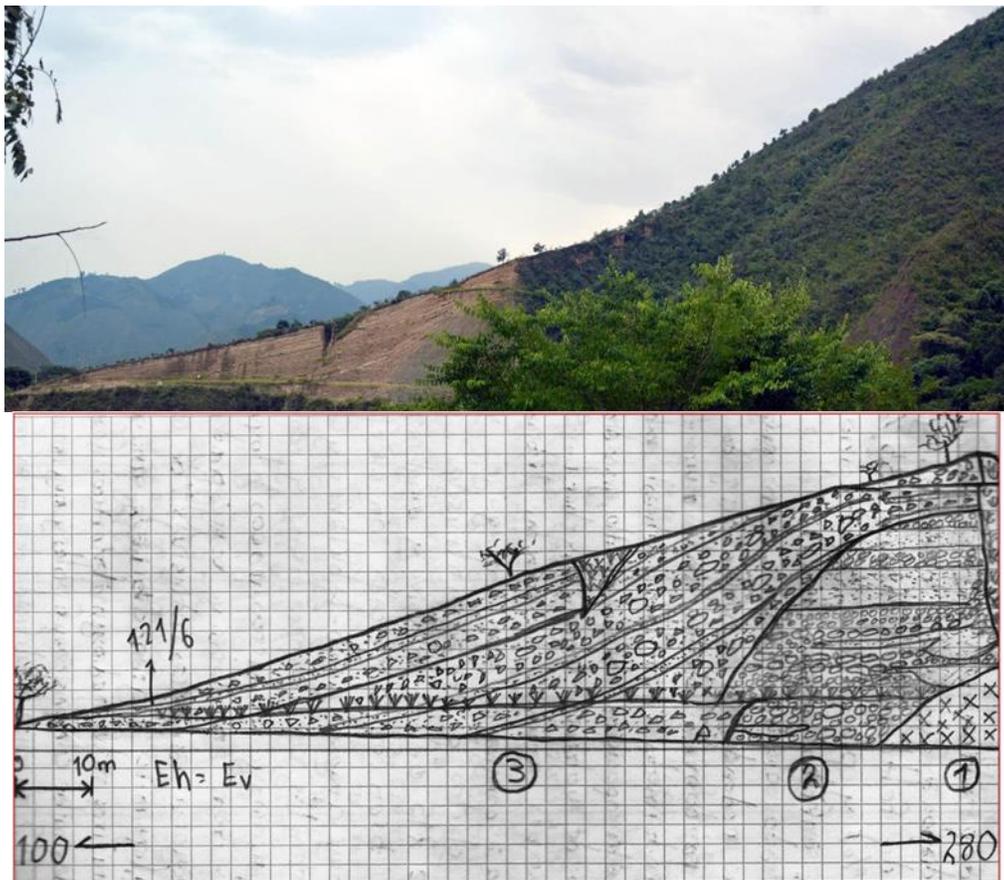


Figura 3. Ilustración superior: se ilustra el tramo de la carretea La Plata Guadalejo (Ruta del Libertador). Ilustración inferior: Depósitos recientes de pendiente (3) y terrazas (2), que cubren rocas intrusivas de composición granodiorítica (1). Estación JRG0323 (770.041 N, 790.155 E), Tramo La Plata – Guadalejo.

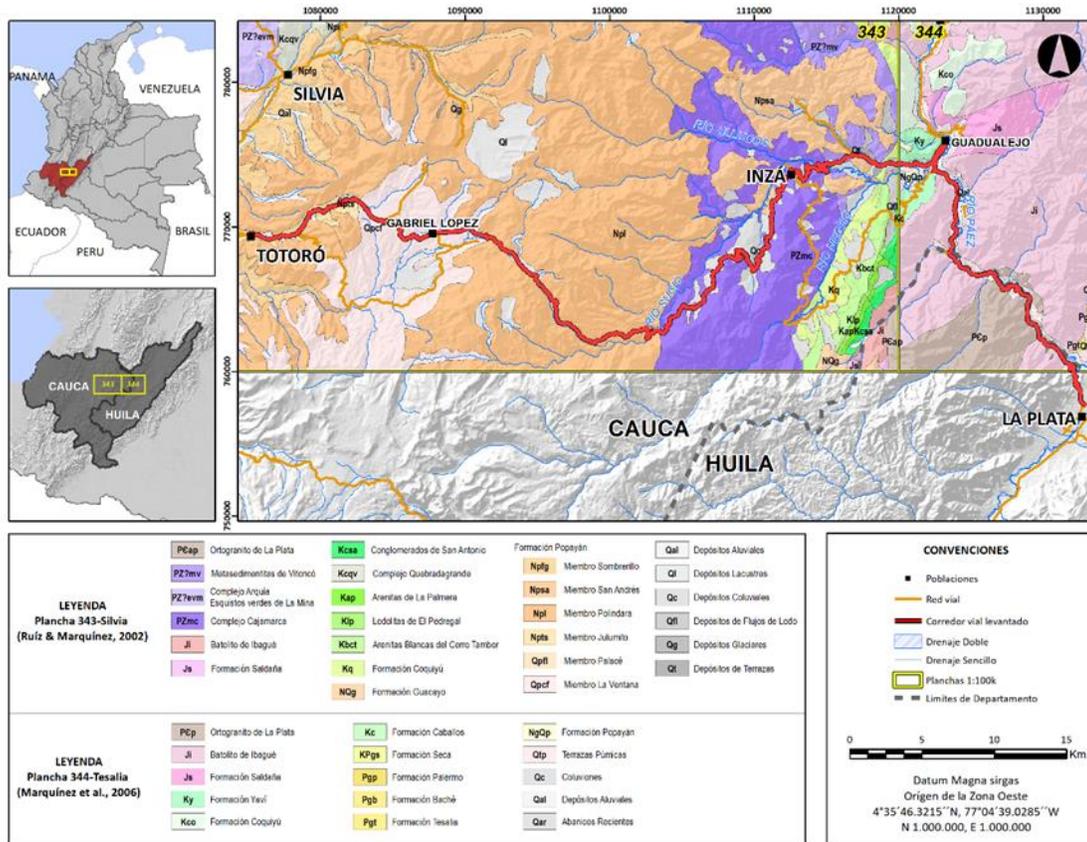


Figura 4. Ilustración superior mapas geológicos por donde pasan la vía Toroto a La Plata. La ilustración inferior muestra con mayor detalle el trazo de la vía Torotó –Inzá.



Figura 5 Afloramientos continuos y de muy buena calidad, de flujos piroclásticos y depósitos sedimentarios recientes en la estación JRG0300 (769.356 N, 752.252 E), Tramo Totoró – Córdoba - Inzá.



Figura 6. Panorámica del Ortogranito de la Plata en el corte de la vía Vereda Laderas municipio de la Plata. Estación MMA-0017. (K70+550). Azimut 160°

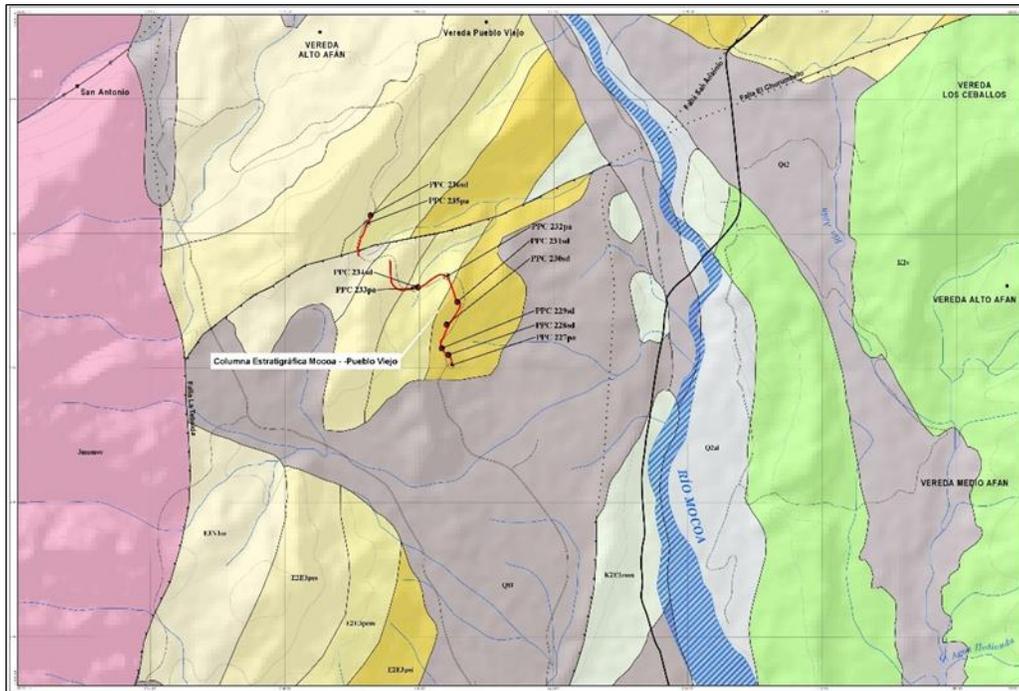


Figura 7. Localización del tramo levantada en la vía a Mocoa y ubicación de algunas muestras petrográficas en el Grupo Pepino.



Figura 8. Afloramiento en los dos costados de la vía, son capas muy gruesas y lentiformes, de conglomerados de guijos finos, clasto-soportados. Formación Pepino en la estación JRG0338 (624.495 N, 1.044.770 E), Tramo Mocoa – San Antonio.



El futuro
es de todos

Minenergía

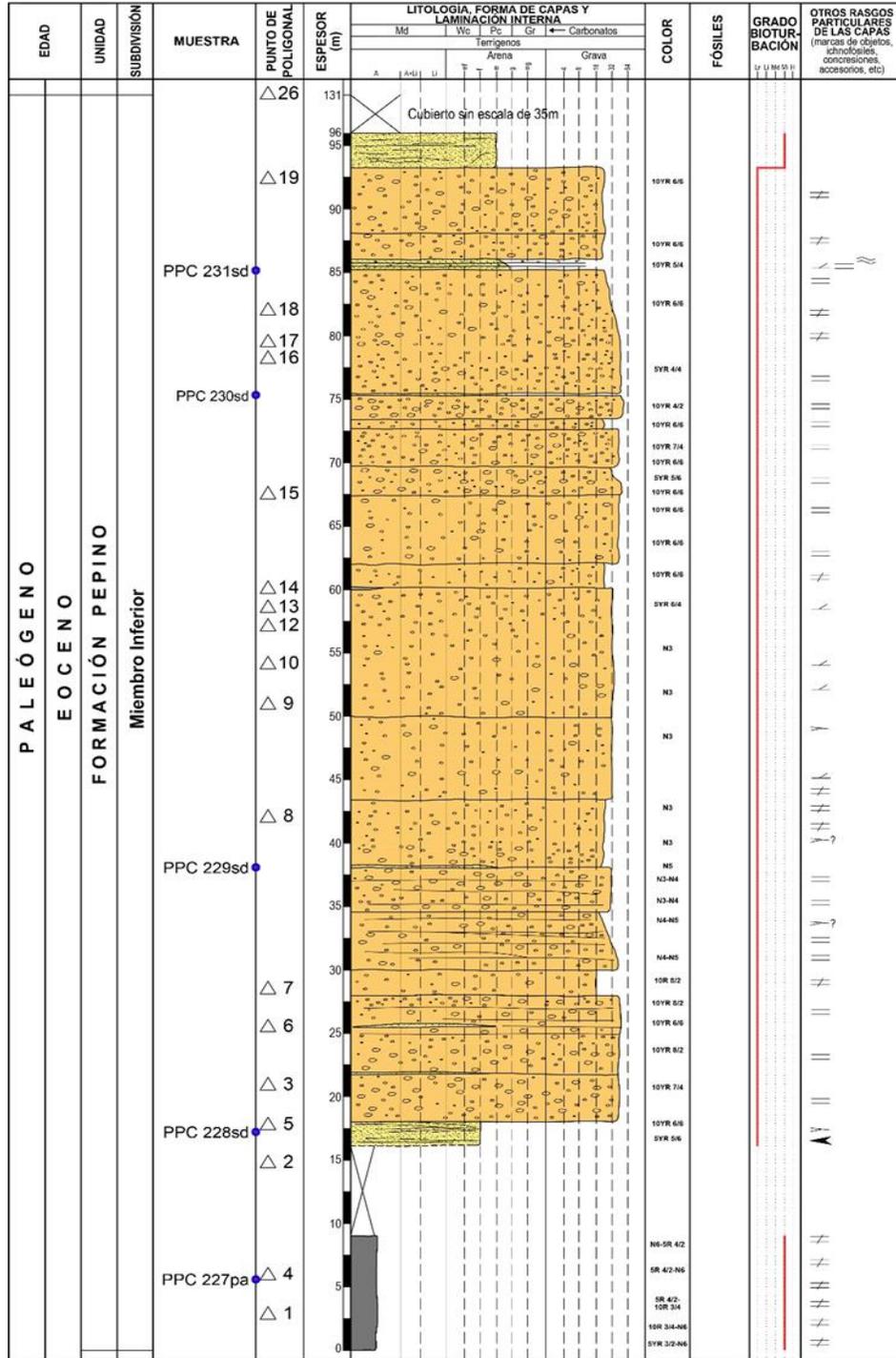


Figura 9. Columna estratigráfica de la Formación Pepino, miembro inferior-

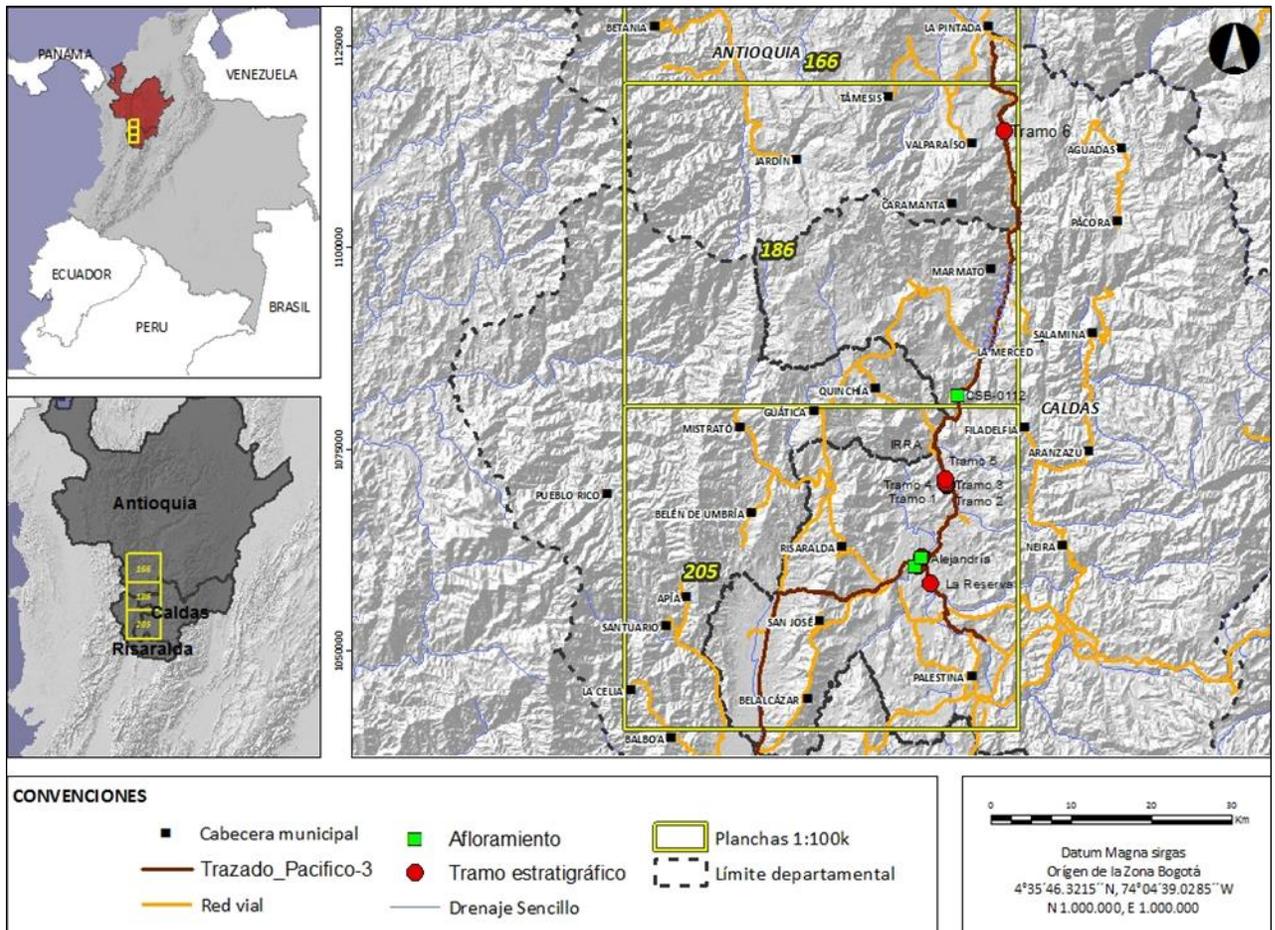


Figura 10. Localización de las zonas estudiadas en la vía Pacifico III



Figura 11. Afloramiento de la Brecha El Pintado. (N: 1081613, E: 1159608, Z: 779 msnm). Azimut: 325°.

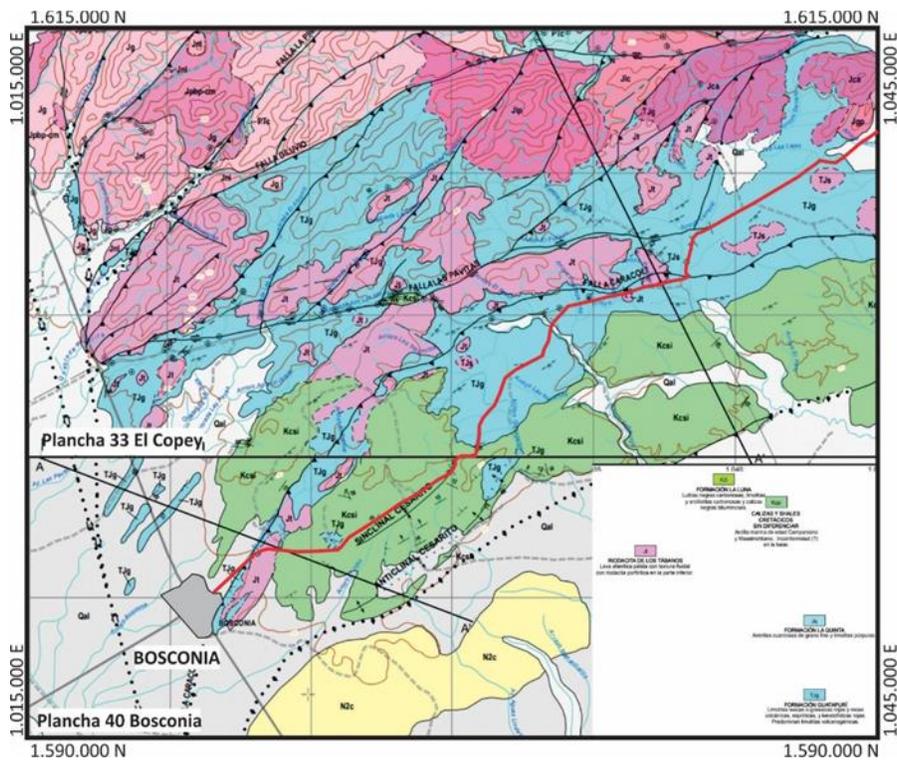


Figura 12. Localización del corredor vial Bosconia-Valledupar y las unidades geológicas descubiertas tales como rocas cretácicas sedimentarias sin diferenciar y rocas jura-triásicas en el sector más sur de la Sierra Nevada de Santa Marta.



Figura 13. Afloramiento Ignimbritas e intercalaciones de tobas líticas de la Formación Guatapurí (T Jg)

Proyecto de Gestión ID 1000673: Hidrosogamoso – Bioestratigrafía

Gerente del Proyecto: Diana María Montoya

Descripción del Proyecto:

Estratigrafía física y estudio taxonómico de las amonitas del sistema Cretácico del proyecto -Hidrosogamoso.

Objetivos del Proyecto:

Estratigrafía física y Bioestratigrafía del proyecto Hidrosogamoso

Justificación del Proyecto:

Necesidad de la revisión de la estratigrafía del Cretácico del Valle Medio del Magdalena

Beneficios del Proyecto:

Actualización de la estratigrafía física del Cretácico del VMM en Colombia, como aporte a la generación de conocimiento Geocientífico.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

- Estratigrafía física -Bioestratigrafía del proyecto Hidrosogamoso.

Fecha de inicio real: 16/01/2017 **Fecha finalización planificada:** 13/12/2018

Durante el segundo trimestre de 2018 se siguen realizando actividades como preparación de muestras e lectura de artículos concernientes al tema paleontológico. Se ha venido trabajando en la curaduría de las muestras de amonitas, en las fotografías y lectura de información paleontológica del piso Valanginiano (Figura 14) y además se incorporó las determinaciones del Barremiano, Aptiano y Barremiano.



Figura 14. Ilustración de amonita: *Santafecites santafecinus* del piso Valanginiano.

Proyecto de Gestión ID 1000578: Estratigrafía, paleozoico, juratriásico, cretácico.

Gerente del Proyecto: Diana María Montoya

Descripción del Proyecto:

Revisar, actualizar y formalizar las unidades estratigráficas que hayan sido utilizadas en los mapas geológicos hechos por el Servicio Geológico Colombiano en sus aspectos: litológicos, bioestratigráficos, geocronológicos, litogeoquímicos y otros; además, las unidades estratigráficas nuevas que surjan de los trabajos geológicos que adelante el Servicio Geológico Colombiano.

Objetivos del Proyecto:

Establecer la estratigrafía física de las unidades que conforman el Grupo Quetame, Farallones, Cáqueza y Guadalupe.

Beneficios del Proyecto:

Actualizar la estratigrafía física de las unidades que conforman el Grupo Quetame, Farallones, Cáqueza y Guadalupe

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

- Datos y mapas

Fecha de inicio real: 01/01/2018

Fecha finalización planificada: 22/07/2020

Se empezó la estratigrafía y mapeo geológico a detalle de las siguientes unidades geológicas que conforman la región central de la cordillera Oriental (Figura 15).

Cartografía geológica. Se avanzó en la cartografía de las planchas 247 IIC y 247 IIID, donde afloran las secciones tipo de las siguientes sucesiones sedimentarias de los grupos: Grupo Quetame, Grupo Farallones, Grupo Cáqueza y, Grupo Villeta

Levantamiento de Columnas estratigráficas. Se realizó el levantamiento de las columnas estratigráfica (Figura 16 B), así: Paleozoico 700 m, Berriasiano 600 m, Valangianiano 3000 (Figura 16 A), Hauteriviano 100 y Albiano 350m. Se tiene columnas generalizadas y esquemáticas (Figura 17, como ejemplo), bases de datos de petrografía, bioestratigrafía y muestreo geoquímico.

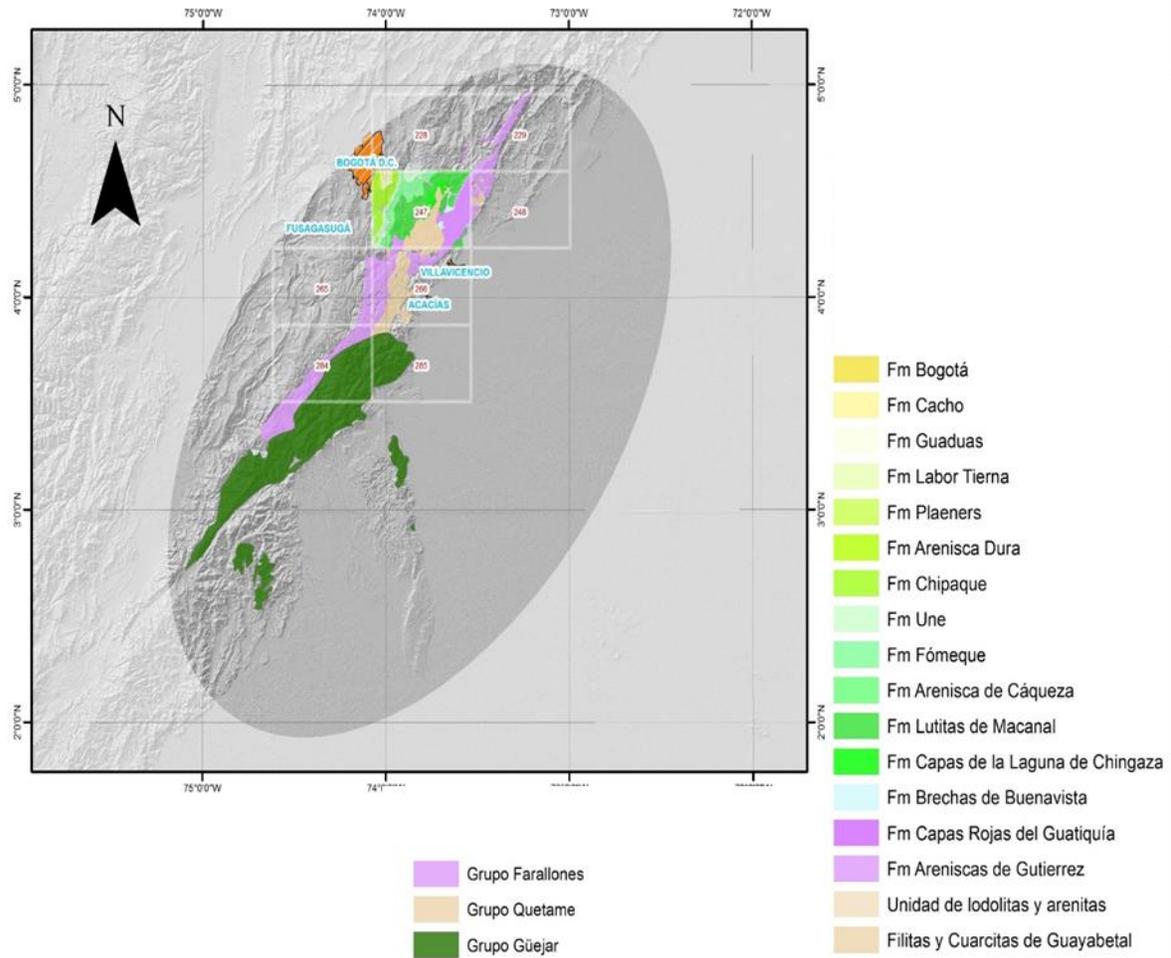


Figura 15. Se ilustra las unidades paleozoicas y cretácicas en el área de la plancha 247 Cáqueza



Figura16 A. Panorámica de 200m aproximados de la sucesión del cretácico basal (valanginiano).

LOCALIZACIÓN: _____ ESCALA: _____ FECHA: _____

PLANCHA: _____ PUNTO INICIO: X= _____, Y= _____, Z= _____ LEVANTO: _____

UNIDAD: _____ PUNTO FINAL: X= _____, Y= _____, Z= _____ HOJA No: 10 DE _____

FORMATO PARA TOMA DE INFORMACIÓN ESTRATIGRÁFICA EN CAMPO

Copyright 2005 INGEOMINAS

DATO ESTRATIGRÁFICO	PRO. POLIGONAL	ESPELOR # DE BASTÓN	ESPELOR ACUMULADO	# FOTOGRAFÍA	MUESTRA	TIPO DE ROCA (LITOLÓGICA)	TEXTURA, CONTACTOS, FORMA DE ESTRATOS		ESTRUCTURAS INTERNAS, FÓSILES		RASGOS TEXTURALES		COMPOSICIÓN		GRADO BIOTURBACION	COLOR	INDICADORES DE PALEOCLIMAT	DESCRIPCIÓN COMPLEMENTARIA: disposición y orientación de fósiles, acumulación biológica, fisas o químicas, abtulo de macrolitos, indicadores de meteorización contemporánea (angiospermas, polioseúlos, etc)
							Mad	Wc	Pc	Gr	Terminados	Carbonatos	MADUREZ: Selección, redondez, % matriz	Temq. Carbonatos				
230/25		74	7829	087950							ms, sa, <3	51	98	M	5YR 8/4		Arenas levemente conglomeráticas granodécimas, silicícolas labios con muscovita.	
		73	7826								ms, sa, <3	51	98	M	5YR 8/4		Arenas de cuarzo, en capas medias canal-poroso, corriporme	
		72	7830								ms, sa, <3	51	98	M	5YR 8/4		Arenas de cuarzo, granodécimas con imbricación de, elastos	
		71	7835	081150							bs, sa, @ L	51	98	M	5YR 8/4		Arenas de cuarzo granodécimas sublobuladas con lam. plana paralela discontinua color blanco	
245/28		70	7836								ms, sa, <5	51	98	M	5YR 8/4		Arenas de cuarzo, sublobuladas capas, medias a gruesas, lam ondulada no paralela.	
		69	7842								bs, sa, sr, <5	51	98	M	5YR 8/4		Arenas y Arenas levemente onduladas y sublobuladas, granodécimas al tipo lam. plana	
		68	7846								bs, sa, <10	51	98	M	5YR 8/4		paralela discontinua, a la base lam. inclinada ocasional	
		67	7851	0849 50							ms, bs, sa <3	51	98	M	5YR 8/4		lam ondulada no paralela discontinua	
		66	7852								ms, sa, sr, @ L	51	98	M	5YR 8/4		Arenas de cuarzo, capas medias, granodécimas, sublobuladas,	
		65	7857	0839 50							bs, sa, @ L	51	98	M	5YR 8/4		al tipo lam. plana paralela discontinua a la base lam. inclinada	
		64	7861	0875 50							bs, sa, <3 L	51	98	M	5YR 8/4		arenas medias a finas, granodécimas con fisas de arenitas muy finas y lobuladas con muscovita, sublobuladas a la base lam. inclinada al tipo lam. plana paralela discontinua.	
		63	7864	0866 50							bs, sr, @ L	51	98	M	5YR 8/4			
		62	7859								bs, sr, sa, <3 L	51	98	M	5YR 8/4			
		61	7870								bs, sa, <3 L	51	98	M	5YR 8/4			

Figura 16 B. Ejemplo del formato utilizado en campo para recolectar la información estratigráfica, en este caso de las unidades paleozoicas.

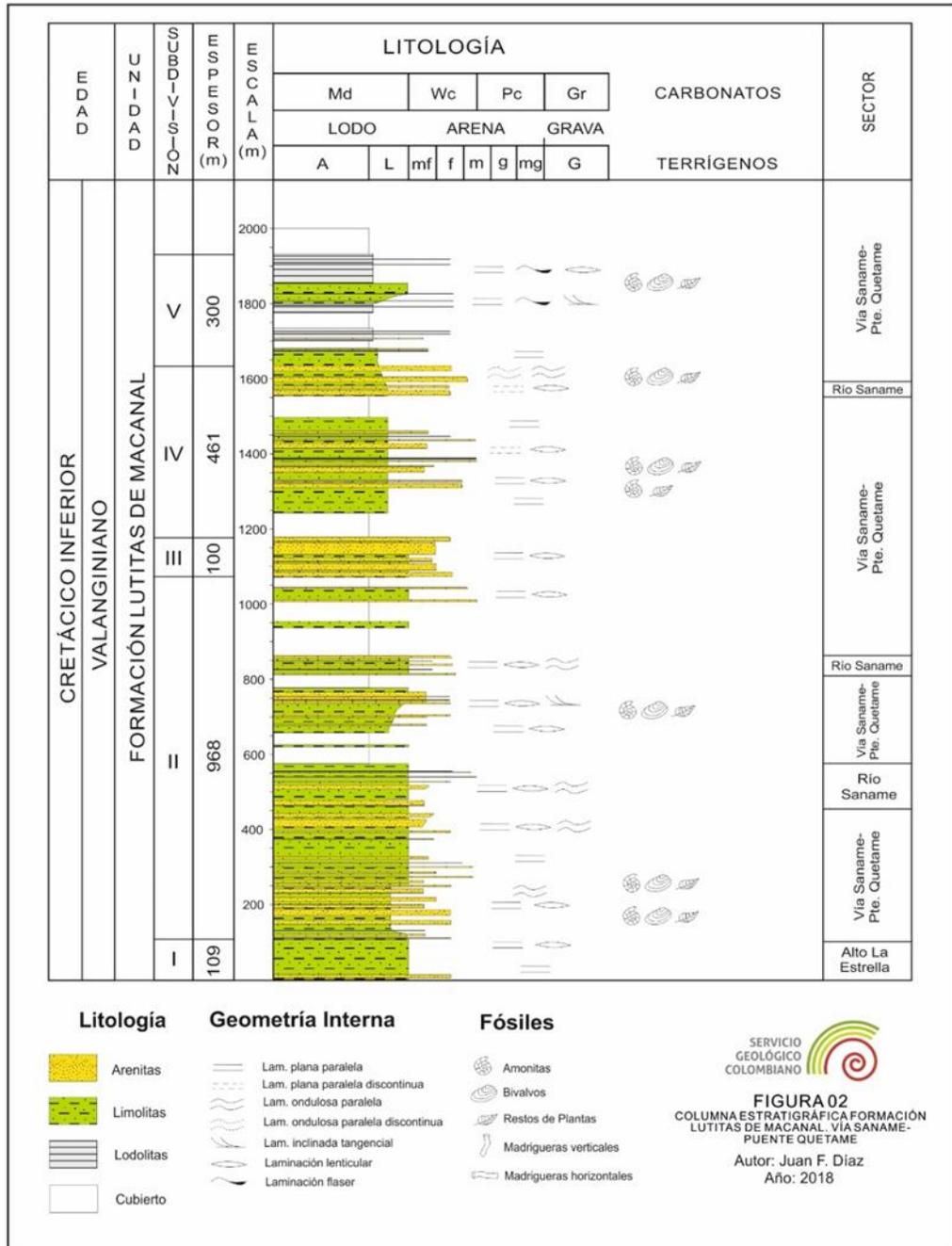


Figura 17. Columna generalizada de la parte inferior media de la Formación Macanal.

3. GRUPO DE TRABAJO MAPA GEOLÓGICO DE COLOMBIA (MGC)

Informe anual de actividades y productos del Grupo de Trabajo Mapa Geológico de Colombia (2018)

Por: Jorge GÓMEZ TAPIAS—Coordinador del Grupo de Trabajo Mapa Geológico de Colombia

A continuación, se presenta un resumen de las actividades del Grupo de Trabajo Mapa Geológico de Colombia, de la Dirección de Geociencias Básicas del Servicio Geológico Colombiano (SGC), y los resultados y productos que entregó en 2018.

Proyecto de Gestión ID 1000667: Evolución Geológica de la Cordillera Central.

Este es un proyecto del Grupo Mapa Geológico de Colombia que inicio en 2017, y finalizará en 2021, con el objetivo de avanzar en el conocimiento de la historia evolutiva de la cordillera Central de Colombia a partir del análisis geoquímico, geocronológico y termogeocronológico de muestras de roca colectadas en el Túnel de La Línea, la cordillera Central, la Falla de Pericos y de rocas metamórficas de alto grado y volcanes cuaternarios en los alrededores de Ibagué.

En este proyecto, durante 2018, se realizaron 3 comisiones de campo, se prepararon 100 muestras de roca para datación U–Pb, se describieron 24 secciones delgadas y se tomaron más de 1200 fotografías de los núcleos de roca del túnel.

Comisión 1

Entre el 9 y el 21 de abril de 2018, el equipo adelantó una comisión de campo en los alrededores de la ciudad de Ibagué. Allí se realizaron cortes geológicos a lo largo de algunas quebradas afluentes del río Cócora (Caño Encajonado, quebrada Laguneta, quebrada Negra y quebrada Dantas), ver Figura 6. Se destaca de esta salida que se identificaron el contacto fallado de las Metasedimentitas de Santa Teresa con las Metamorfitas de Pericos y el Complejo Cajamarca.

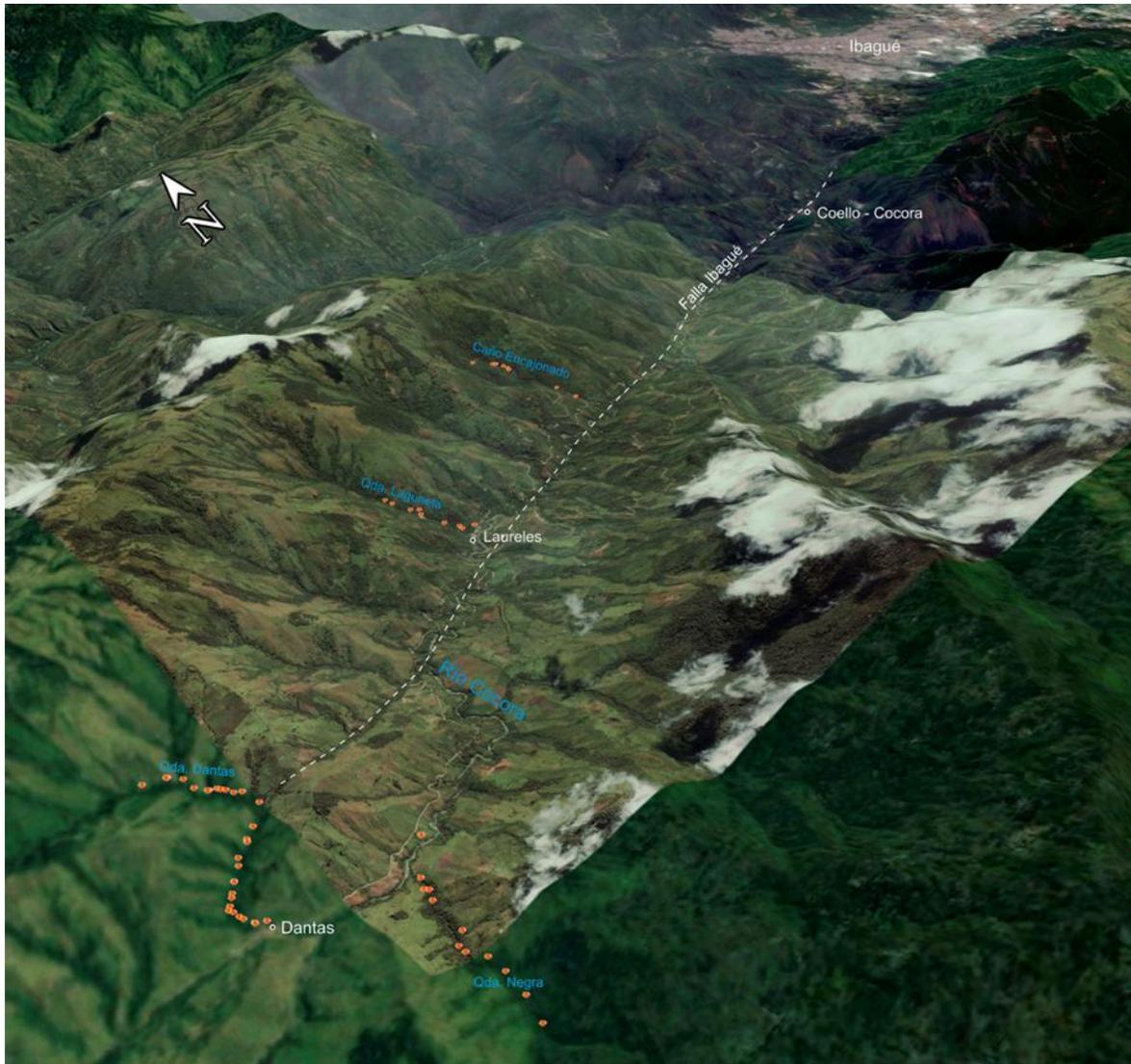


Figura 6. Estaciones de campo en los afluentes del río Cócora.

Comisión 2

Entre el 18 y el 30 de junio del 2018 se adelantó una comisión de campo al municipio de Calarcá, Quindío, en donde se realizaron cortes geológicos a lo largo del río Navarco, el cual se encuentra al costado norte de la vía La Línea–Calarcá y drena paralelo a esta en sentido este–oeste (Figura 7). En esta comisión se hicieron 34 estaciones geológicas en donde se describió la litología, se tomaron datos estructurales, midieron microestructuras, se fotografiaron las unidades y se colectaron muestras para dataciones U–Pb, dataciones Ar–Ar, análisis químicos y secciones delgadas pulidas.

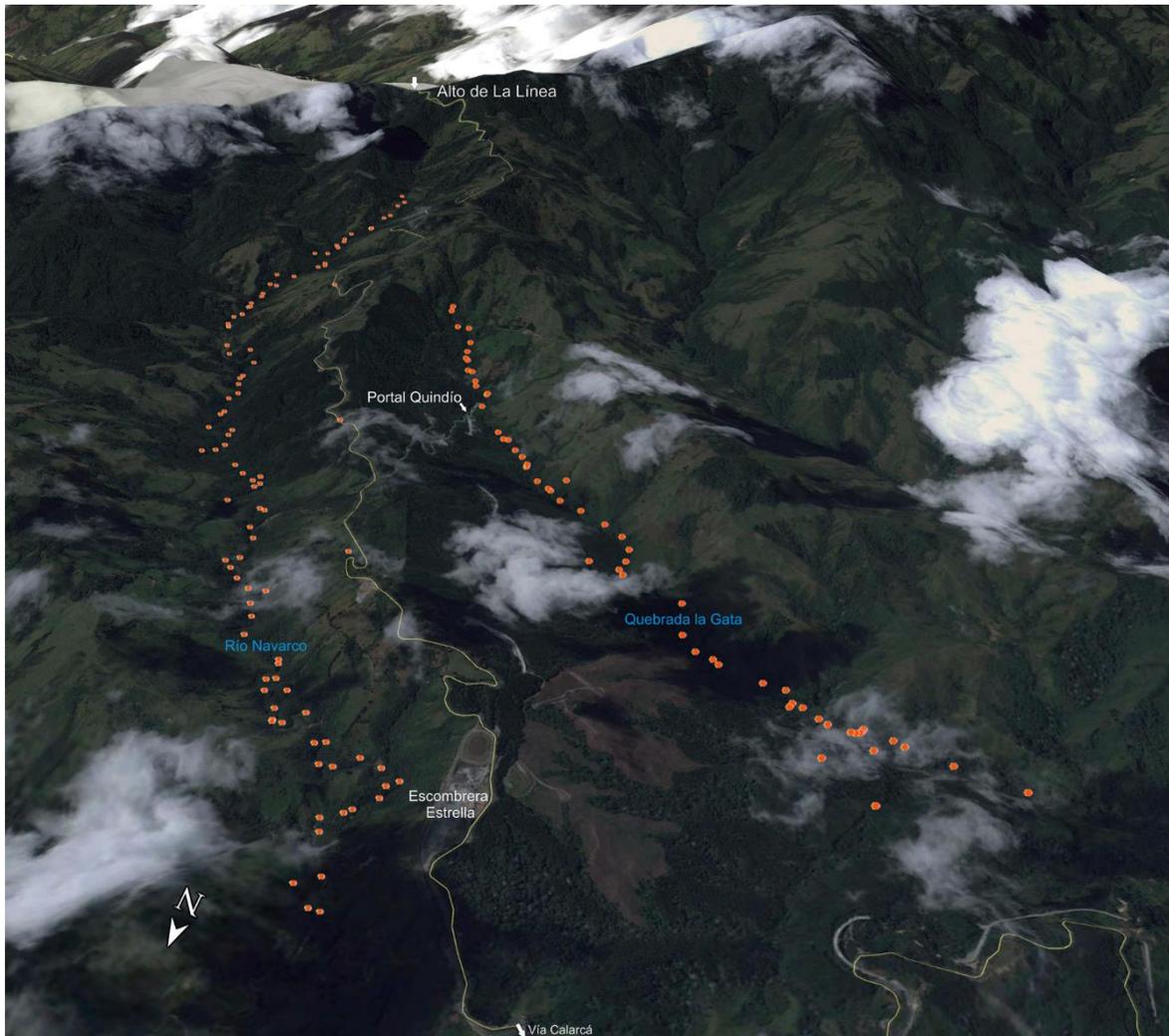


Figura 7. Ubicación de las estaciones de campo de la segunda y tercera comisión de 2018

Se destaca del corte del río Navarco dos niveles potentes de aglomerados de 580 metros y 400 metros respectivamente no observados en el corte de la carretera a La Línea y el Túnel de La Línea.

Comisión 3

Se realizó una comisión del 14 al 21 de octubre de 2018 al municipio de Calarcá, en donde se hizo el corte geológico a lo largo de la quebrada La Gata que se encuentra al sur de la vía La Línea–Calarcá. Durante el campo se describieron 40 estaciones de campo, se tomaron muestras para dataciones U–Pb, dataciones Ar–Ar, análisis químicos y secciones delgadas



pulidas.

Preparación de muestras para U–Pb

En los laboratorios de la sede el CAN del SGC se procesaron varias muestras para dataciones U–Pb en circones. Se procesaron 100 muestras de roca de las cuales 11 se tenían previamente trituradas. Las muestras previamente trituradas son del Complejo Icarco y de los Gneises y Anfibolitas de Tierradentro. A estos ripios de roca se les realizó una concentración de minerales pesados y para esto se contó con el entrenamiento de parte del PhD Alejandro PIRAQUIVE de la sede el CAN. El procedimiento consistió en tamizar las muestras, realizar el concentrado en batea, una separación de minerales magnéticos con isodinámico Frantz, una segunda concentración con líquidos densos, separación de circones con *picking* manual, montaje en probeta y finamente pulido de la probeta (Tabla 1). De todas las muestras procesadas solo 7 presentaron circones. Estas se montaron en una probeta (Figura 8).

Muestra	Tamizado	Concentrado en batea	Frantz	Líquidos densos	Circones	Montaje Probeta
JGT–2517	X	X	X		Sí	MGC–002
JGT–2520	X	X	X	X	No	
JGT–2521	X	X	X	X	No	
JGT–2527	X	X	X		Sí	MGC–002
JGT–2528	X	X	X	X	Sí	MGC–002
JGT–2529	X	X	x		Sí	MGC–002
JGT–2538	X	X	X		No	
JGT–2541	X	X	X		No	
JGT–2545	X	X	X		Sí	MGC–002
JGT–2547	X	X	X		Sí	MGC–002
JGT–2548	X	X	X		Sí	MGC–002

Tabla 1. Resumen de los procedimientos hechos a las rocas trituradas.

Las demás muestras de roca obtenidas en campo pertenecen a los Gneises y Anfibolitas de Tierradentro, el Complejo Cajamarca, el Complejo Quebrada grande y las Metasedimentitas de Santa Teresa. Estas muestras se trituraron y concentraron en la regional de Medellín del Servicio Geológico Colombiano. Posterior a su concentración se realizó el *picking*, pulido de probetas y cátodo luminiscencia en los laboratorios de la sede del CAN en Bogotá. De las 89 muestras trituradas, se encontraron circones en 40 de ellas, posteriormente se montaron en probetas.

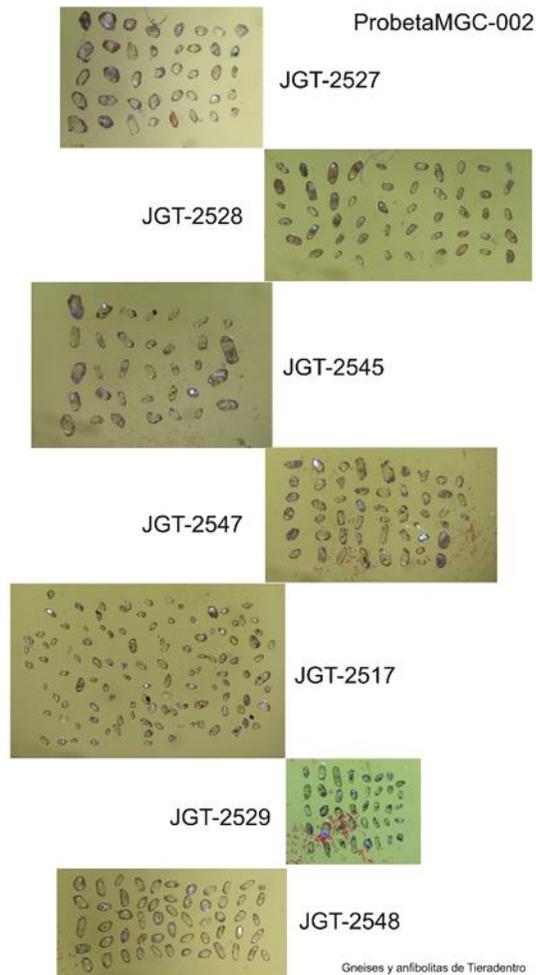


Figura 8. Probeta MGC-002 con circones del Complejo Icarco y los Gneises y Anfibolitas de Tierradentro.

Petrografía de los Rocas Metamórficas de la cordillera Central

En 2018, el proyecto “Evolución Geológica de la cordillera Central” contó durante 5 meses con el apoyo de Juan Camilo MURCIA GRANADOS, estudiante de geología de último semestre y pasante del SGC gracias al programa “Estado Joven” del Gobierno Nacional. Juan Camilo realizó el análisis de 24 secciones delgadas, de las cuales 20 pertenecen a las unidades geológicas denominadas como: Gneises y Anfibolitas de Tierradentro, Gneis del Davis, Complejo Icarco y Ortogranito de la Plata.

Fotografías de los núcleos de roca del Túnel de La Línea

Con el propósito de preservar la información única e irremplazable que contienen los

núcleos del Túnel de La Línea, la fotógrafa Alejandra CARDONA MAYORGA tomó fotografías de alta resolución a 1279 núcleos de roca de este túnel. Este registro permitirá futuras descripciones detalladas de las unidades geológicas cartografiadas en el túnel (Figura 9).



Figura 9. Diorita hornbléndica néisica con venillas de cuarzo y pirita.

3.2 Proyecto de Gestión ID1000928: Libro *The Geology of Colombia*

The Geology of Colombia es un proyecto editorial del SGC que tiene como objetivo la publicación del primer libro editado sobre la geología colombiana que muestre el estado actual del conocimiento geológico del país. Este proyecto inicio en 2017, año en el que se trabajó en la planeación del proyecto, convocatoria de autores y recepción de capítulos; así como, en la edición de figuras y bibliografías de los capítulos que antes de arbitraje lo requirieron.

Mientras que, en 2018 se terminaron de recibir capítulos y se trabajó en la revisión editorial, revisión por pares académicos, traducción, elaboración de figuras, edición de figuras, ajuste bibliográfico, corrección de estilo, ajuste editorial de capítulos según el manual de Chicago y diagramación.

En total, 57 capítulos continúan en proceso editorial para ser publicados en el libro *The Geology of Colombia*. Lo que quiere decir que se triplicó la cantidad de capítulos y trabajo que se esperaba durante la planeación y, por ello, *The Geology of Colombia* ya no será un

libro, sino 4. El Volumen 1: Proterozoico – Paleozoico tendrá 10 capítulos, el Volumen 2: Mesozoico tendrá 13, el Volumen 3: Paleógeno – Neógeno tendrá 17 y el Volumen 4: Cuaternario también tendrá 17 capítulos. El 51 % de los 57 capítulos fueron escritos por autores del SGC y realizados en el marco de proyectos financiados con dinero de regalías.

El total de capítulos sometidos durante 2017 y 2018 pasaron en 2018 por las diferentes etapas del proceso editorial que se describe en la Figura 1. Vale la pena mencionar que este diagrama de flujo fue diseñado y elaborado por el grupo editorial del libro. A partir del avance del año en las diferentes etapas, al término de 2018 se registran los siguientes avances:

1. Culminación o avance del 100 % en las etapas de recepción, sometimiento, revisión editorial, ajuste de bibliografía, traducción y ajuste inicial de figuras.
2. Avance del 96 % en el arbitraje de los capítulos por pares académicos.
3. Avance del 87 % en la recepción y revisión de las correcciones que hacen los autores luego de recibir los comentarios de la revisión del equipo editorial y los revisores académicos.
4. Aprobación del 62 % de los capítulos.
5. Avance de un 53 % en la corrección de estilo.
6. Inicio, en noviembre de 2018, de una fase final de ajuste de capítulos al estilo del Manual de Chicago. Esta actividad termina en 2018 con un avance del 7 %.

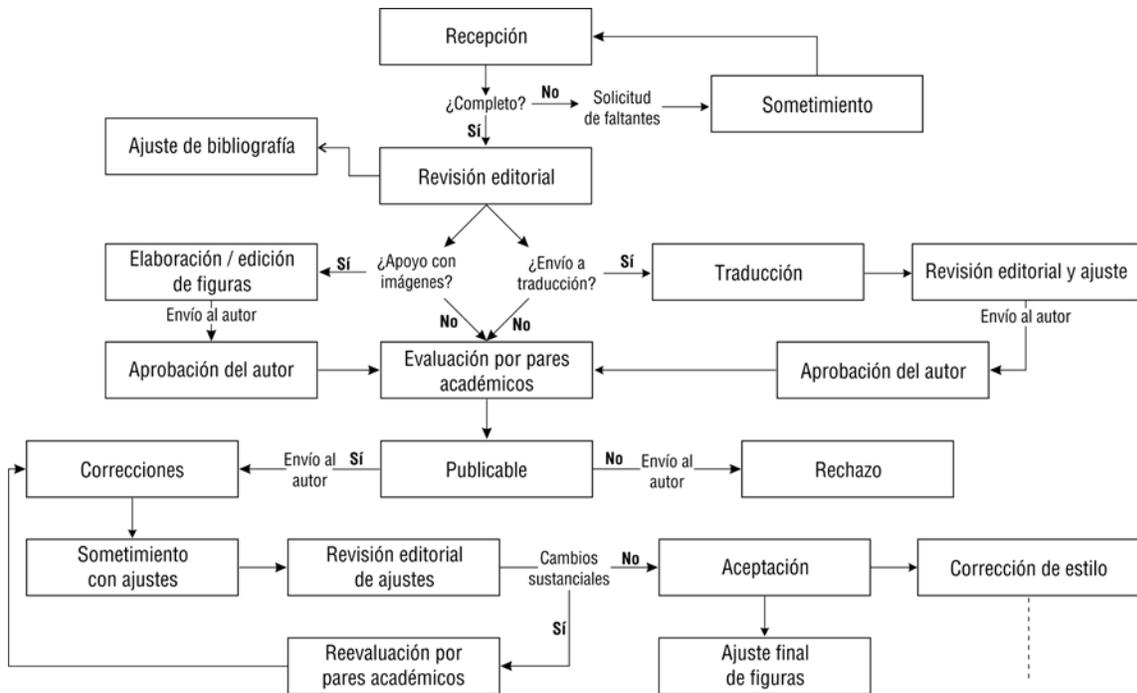


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso editorial del libro *The Geology of Colombia*

Otro avance importante en 2018 fue la preparación de las cajas gráficas del libro, esta tarea se completó totalmente; la preparación de las portadas de los 4 volúmenes (figuras 2–5) y la primera prueba de diagramación de los 57 capítulos que están en proceso editorial.

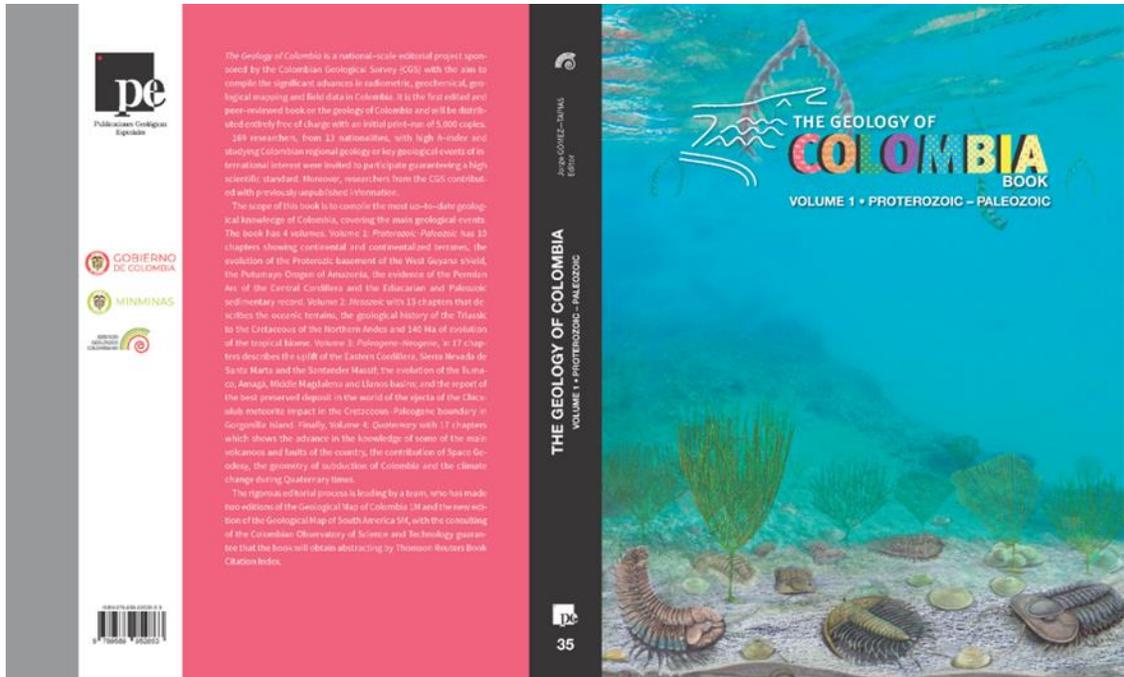


Figura 2. Portada del Volumen 1 del libro *The Geology of Colombia*.

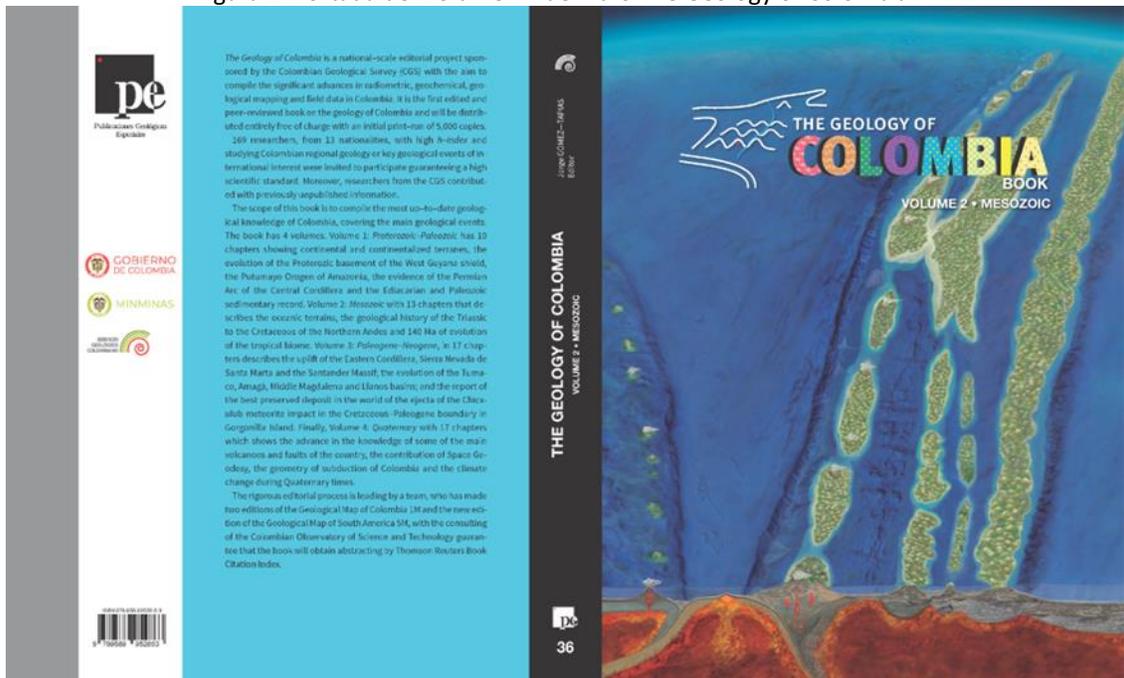


Figura 3. Portada del Volumen 2 del libro *The Geology of Colombia*.

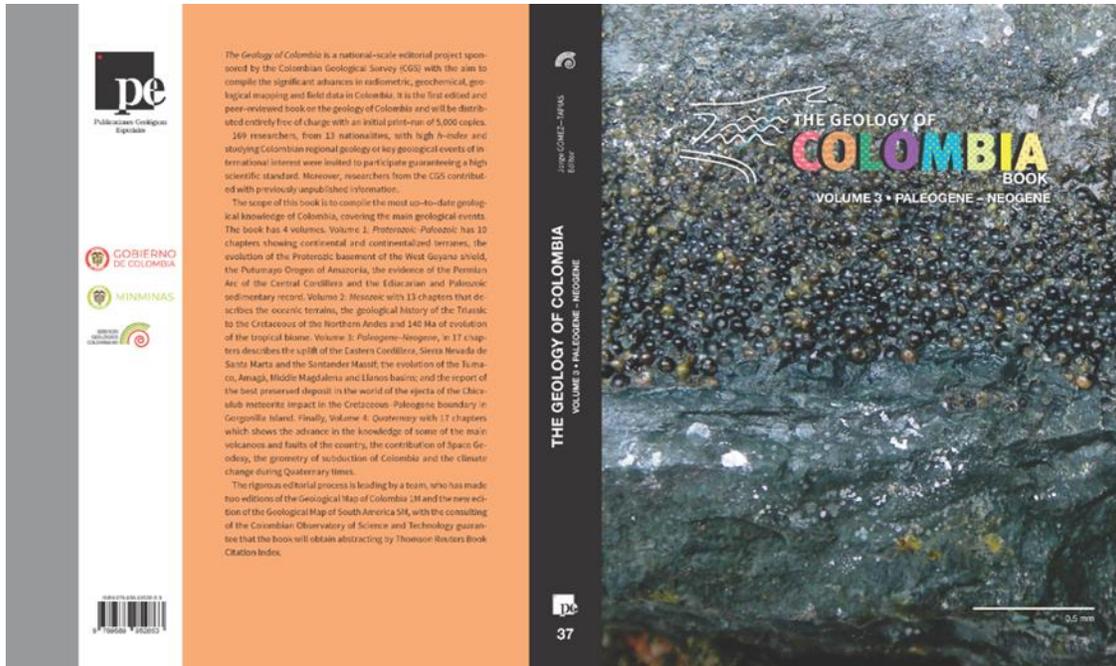


Figura 4. Portada del Volumen 3 del libro *The Geology of Colombia*.

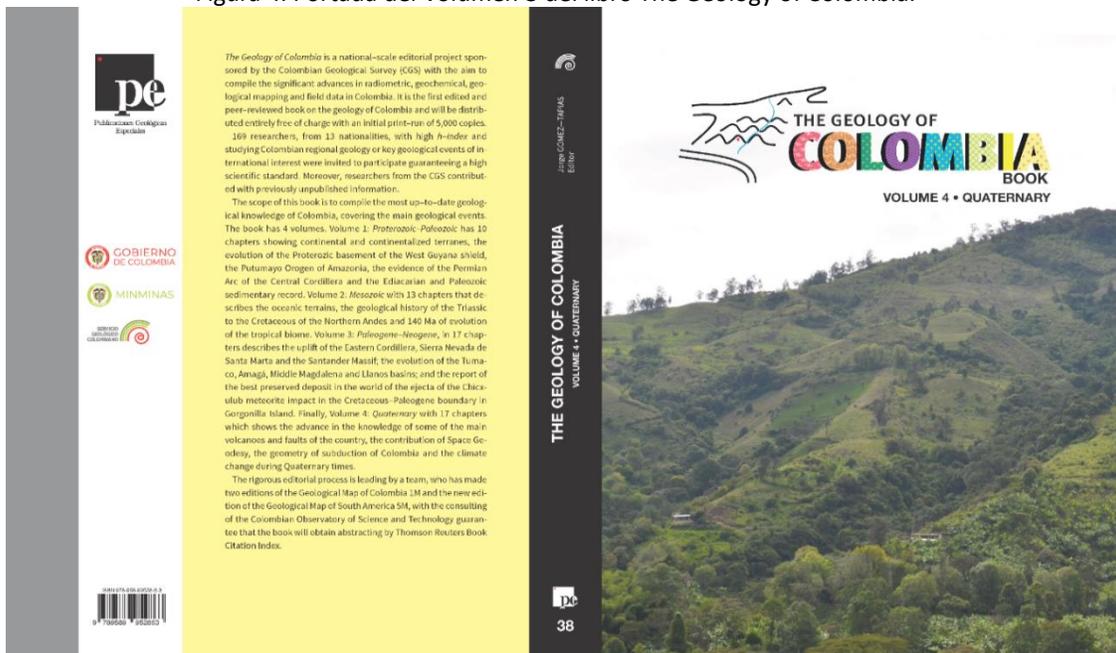


Figura 5. Portada del Volumen 4 del libro *The Geology of Colombia*.

Finalmente, se avanzó en un 60 % en la preparación de las presentaciones en Power Point que se harán durante el lanzamiento del libro. Estas presentaciones serán sobre el proceso

editorial, la corrección de estilo y la estrategia de Apropiación Social del Conocimiento Geocientífico del proyecto.

Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:5M

El Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:5M es un proyecto de la Subcomisión para Suramérica de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo (CGMW) y de la Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos (ASGMI) bajo la coordinación de Jorge GÓMEZ TAPIAS, Coordinador del Grupo Mapa Geológico del SGC y Vicepresidente para Suramérica de la CGMW, y del Dr. Carlos SCHOBENHAUS del Servicio Geológico de Brasil. En el año 2018 se realizó el lanzamiento de este mapa durante la reunión bianual del Bureau y la Asamblea General de la CGMW realizada en París, Francia, del 20 al 23 de febrero. Allí se contó con espacios de discusión en torno al mapa que llevaron a realizar en junio de 2018 en Villa de Leyva una última reunión entre los autores del mapa para definir los ajustes finales que surgieron durante la asamblea. Como fruto de estas discusiones se hizo el ajuste de la File Geodatabase, la actualización del style y de la leyenda con las unidades cronoestratigráficas finales (Figura 10).

También, en 2018 se realizó un primer borrador de un artículo sobre el mapa para ser publicado en una revista científica de alto impacto (Figura 11). Para finalizar este artículo queda pendiente realizar algunas figuras. Asimismo, en 2018 se realizó la presentación del lanzamiento del mapa en Power Point. Esta presentación será utilizada en 2019 en el lanzamiento del mapa en el SGC, a realizarse tan pronto el mapa termine la etapa de arbitraje y sea publicado.

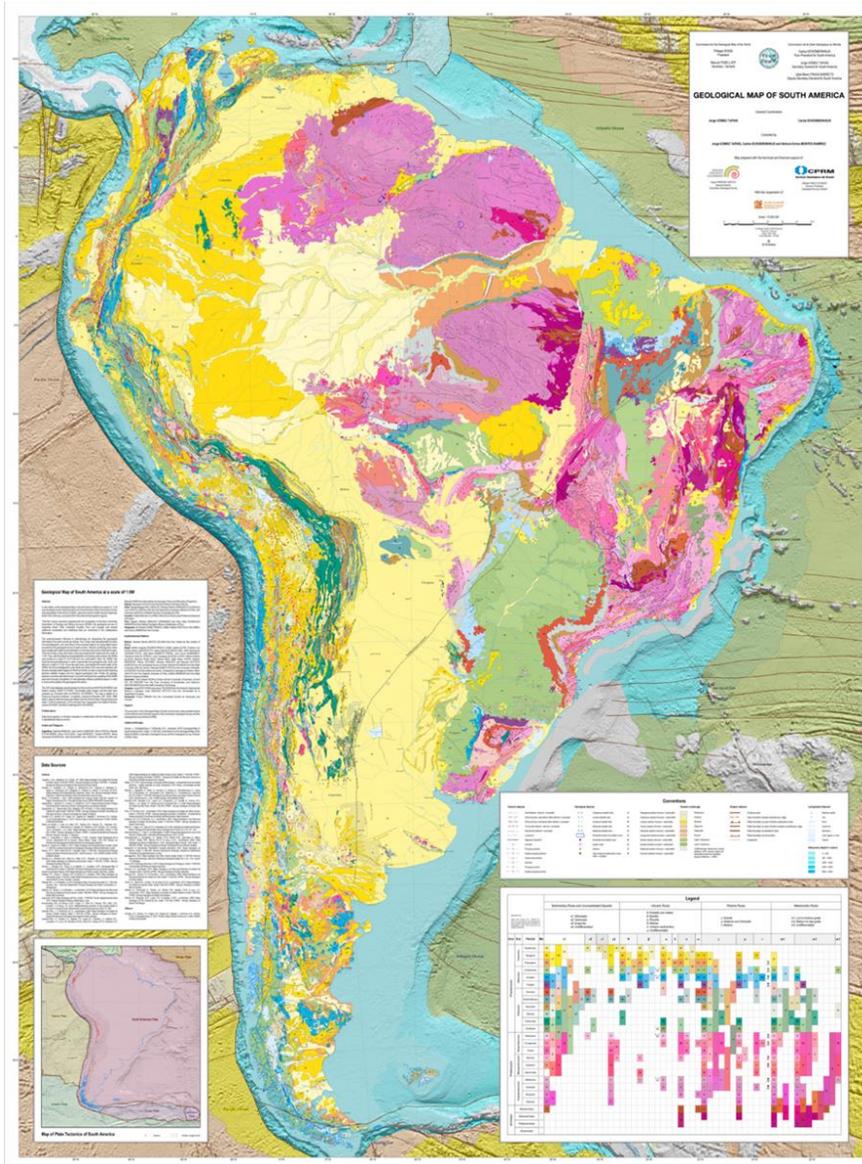


Figura 10. Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:5M.

1 **GEOLOGICAL MAP OF SOUTH AMERICA AT A SCALE OF 1:5 M**

2 Jorge GÓMEZ TAPIAS¹, Carlos SCHOBENHAUS FILHO² & Nohora Emma MONTES
3 RAMÍREZ¹

4 ¹*Servicio Geológico Colombiano, Geociencias Básicas, diagonal 53 n.º 34–53, Bogotá D.*
5 *C., mapageo@sgc.gov.co, nmontes@sgc.gov.co*

6 ²*Geological Survey of Brazil, Rua Costa, 55 - Cerqueira César, São Paulo,*
7 *carlos.schobbenhaus@cprm.gov.br*

8 **Abstract**

9 A new edition of the Geological Map of South America (GMSA) at a scale of 1:5 M was
10 developed by the Subcommittee for South America of the Commission for the Geological
11 Map of the World (CGMW), approved by the CGMW General Assembly held in Oslo
12 (Norway), during the 33rd International Geological Congress.

13 This third version has been prepared with the cooperation of the Ibero–American Association
14 of Geology and Mining Surveys (ASGMI), the geological surveys of Argentina, Brazil,
15 Chile, Colombia, Ecuador, Peru, and Uruguay, and several additional universities and
16 institutions that are mentioned in the collaborators information.

17 The subcommittee followed a methodology for integrating the geological information from
18 each country as follows: first, a new code was generated for each chronostratigraphic unit,
19 according to the proposed legend, by using digital layers provided by the geological survey
20 of each country. Second, symbology and colors were created with patterns representative of
21 rock type and colors reflecting the ages. Third and finally, a map with coded units was
22 prepared with coded units at a scale of 1:5 M. Then, with the objective of generalization and
23 linking units by hand, the GMSA was printed at a scale of 1:3 M with the new codification.
24 Next, the GMSA was scanned and georeferenced in order to generalize the geological units,
25 faults and folds at a scale of 1:5 M. Once this was done, and despite the small–scale of the
26 GMSA, the chronostratigraphic units, faults and folds on the map were adjusted with the aid
27 of shaded relief images (STRM from NASA) in order to improve the matching between
28 satellite imagery and the mapped geological units. Finally, the geology between countries

Figura 11. Primera página del artículo científico del Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:5M.

Apropiación Social del Conocimiento Geocientífico

Para el Grupo Mapa Geológico de Colombia esta actividad es de gran importancia porque garantiza que el trabajo que realiza el grupo se conozca y sea utilizado por las personas que

consultan y trabajan con la producción del SGC. Además, las actividades de divulgación y apropiación del conocimiento ayudan a que el trabajo del grupo sea citado en publicaciones indexadas como en efecto ha ocurrido con la edición del Mapa Geológico de Colombia 2015. Este mapa ya tiene 13 citaciones en revistas de categoría Q1 y Q3.

La apropiación se realizó en cuatro grandes frentes de trabajo que fueron: artículos en medios de prensa escrita, videos para el canal de YouTube del SGC, divulgación de las actividades y publicaciones del Grupo de Investigación Mapa Geológico de Colombia y charlas con invitados especiales y autores del libro *The Geology of Colombia*.

4.1. Artículos en medios de prensa escrita

Como parte de la estrategia de Apropiación Social del Conocimiento Geocientífico se seleccionaron varios capítulos del libro *The Geology of Colombia* que fueran mediáticos para realizar una serie de artículos en periódicos y revistas del país. Estos artículos fueron escritos para un público general con el propósito de dar a conocer el proyecto del libro y generar una expectativa acerca de su publicación.

Para escribir los artículos se recorrieron diversos lugares del país para conocer de primera mano de los autores del libro como se realizaron las investigaciones que dieron origen a los capítulos del libro *The Geology of Colombia*. Estas salidas permitieron que la periodista científica entendiera la labor del geólogo en campo y lograra comprender los temas de investigación de los autores con mayor facilidad. La metodología para la producción del artículo se puede ver en la Figura 12.

Los artículos que se publicaron fueron:

1. Un primer artículo sobre el regreso del cráneo de un plesiosaurio al país. “De cómo el plesiosaurio de Villa de Leyva encontró su cabeza” fue publicado en *Semana.com* el 6 de abril y se puede consultar en: <https://goo.gl/v2gmRU>.
2. Un segundo artículo denominado “La Guajira y el Mediterráneo estuvieron conectados en el pasado” sobre la investigación que el profesor de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá Pedro PATARROYO presentará en el libro. Este artículo fue publicado en *El Tiempo* el 24 de abril y puede visualizarse en: <https://goo.gl/ieFkWQ>.
3. El tercer artículo: “La evolución del planeta Tierra vista a través de las plantas” fue publicado en *Semana.com* el 17 de mayo y puede ser consultado en: <https://goo.gl/vc52Ui>.

4. El artículo denominado “Rocas de Gorgonilla hablan de lo que sucedió hace 66 millones de años” sobre los fragmentos de vidrio (microtectitas) que se preservan en la isla Gorgonilla y que son evidencia del impacto de un meteorito en la Península de Yucatán hace 66 Ma. Este cuarto artículo fue publicado en El Tiempo el 31 de mayo y se puede consultar en: <https://goo.gl/ck6PBe>.

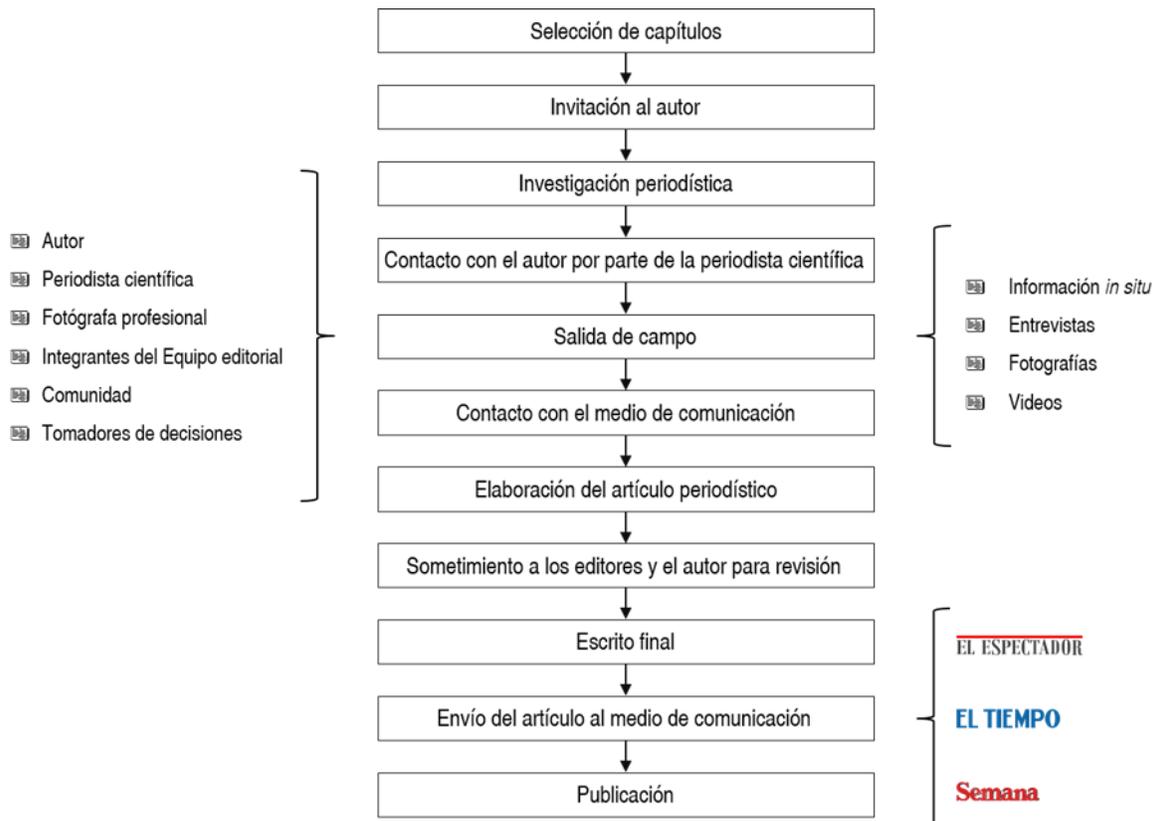


Figura 12. Metodología para la producción de un artículo en un medio de prensa escrita a partir de los capítulos del libro The Geology of Colombia.

5. El quinto artículo titulado “Los avisos del volcán Machín” fue sobre los depósitos que ha dejado la actividad volcánica del Volcán Cerro Machín. Este artículo fue publicado como portada de El Espectador el domingo 9 de junio y puede ser consultado en: <https://goo.gl/DuzNtV>.

6. Otro artículo que se publicó fue sobre los volcanes monogenéticos registrados en los departamentos de Huila y Tolima. “Pequeños volcanes que se mimetizan en el paisaje” fue publicado en el periódico El Tiempo el 9 de septiembre en la versión digital y el 10 de

septiembre en el impreso. El artículo se puede consultar en: <https://goo.gl/5F3si5>.

7. Un artículo sobre la investigación del profesor Agustín CARDONA, profesor de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, sobre la formación de la cordillera Central denominado “La cordillera Central surgió de un océano plagado de volcanes” fue publicado en el periódico El Tiempo el 31 de octubre en la versión digital y el 1 de noviembre en la versión impresa. El artículo se puede consultar en: <https://goo.gl/rwPvUZ>.

8. Un último artículo titulado “Los Andes colombianos navegan hacia el noreste” se publicó el 28 de noviembre en El Tiempo. Este artículo fue sobre los resultados del monitoreo GPS que adelanta GeoRED y puede ser consultado en: <https://goo.gl/v5knbU>.

4.2. Videos para el canal de YouTube del SGC

Paralelo a las salidas de campo que se realizaron para producir los artículos de prensa escrita, el equipo editorial del libro registró en video las impactantes historias de geología que hay detrás de los capítulos del libro The Geology of Colombia. El propósito con estos videos fue contarles a los colombianos qué hacen los geocientíficos, cómo trabajan y los principales hallazgos de su investigación. Los videos publicados en el canal de YouTube del SGC fueron:

1. Descubra como el profesor Pedro PATARROYO de la Universidad Nacional de Colombia realiza su investigación en la Guajira: <https://youtu.be/7RyviRyhipQ>.

2. ¿Cómo era el paisaje en Villa de Leyva, Sutamarchán y Sáchica hace 125 millones de años?, la Dra. Marcela GÓMEZ del Servicio Geológico Colombiano nos cuenta: <https://youtu.be/rOTHHnTgnrw>.

3. Conozca de la mano del profesor Leslie NOÈ de la Universidad de los Andes cómo eran los pliosaurios, reptiles que habitaron los mares hace millones años: <https://youtu.be/bZ1W8c3gDEo>.

4. El Dr. Carlos JARAMILLO del Smithsonian Tropical Research Institute nos relata cómo evolucionaron las plantas en el tiempo: https://youtu.be/LYvr_JP1D_o.

5. La geóloga Gloria Patricia CORTÉS del Servicio Geológico Colombiano habla de su investigación sobre los lahares del Volcán Cerro Machín en el departamento del Tolima: <https://youtu.be/rij3bhiSwAM>.

6. El profesor Agustín CARDONA de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín explica que la historia cretácica de la cordillera Central fue controlada por cambios en la dinámica de la zona de subducción: https://youtu.be/d_Zgz8LaQAE.

4.3. Divulgación de las actividades y publicaciones del Grupo de Investigación Mapa Geológico de Colombia.

4.3.1. Presentación del Mapa Geológico de Suramérica en la Reunión y Asamblea de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo (CGMW)

Entre el 21 y el 23 de febrero de 2018 se celebró en París, Francia, la reunión del Consejo Directivo de CGMW y la Asamblea General de la CGMW. En ambos encuentros, el geólogo Jorge GÓMEZ TAPIAS en representación del SGC presentó el Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:5M. En la reunión del Consejo Directivo, este mapa se presentó como parte de los avances de los proyectos que lidera la Subcomisión para Suramérica de la CGMW, mientras que en la asamblea (Figura 13) se realizó el lanzamiento oficial ante representantes de los servicios geológicos del mundo, directivos de organizaciones mundiales de la geología e investigadores de alto reconocimiento, entre ellos el profesor Qiuming CHENG, Presidente de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS).

Vale la pena destacar que en este encuentro también fue nombrado el geólogo Jorge GÓMEZ TAPIAS como Vicepresidente de la Subcomisión para Suramérica, posición asumida por primera vez por un geocientífico colombiano. En esta posición, GÓMEZ coordinará todos los proyectos que realice la Subcomisión para Suramérica en conjunto con otras organizaciones geológicas, servicios geológicos y universidades de Suramérica.



Figura 13. Presentación del Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:5M en la Asamblea General de la CGMW a cargo del geólogo Jorge Gómez Tapias.

4.3.2. XIII Semana Técnica de Geología, Ingeniería Geológica y Geociencias que se realizó en Manizales del 13 al 19 de agosto.

El 18 de agosto se presentó, en el Centro Cultural Universitario Rogelio Salmons de la Universidad de Caldas, la charla titulada “La Apropiación Social del Conocimiento Geocientífico del Servicio Geológico Colombiano: El exitoso caso del libro The Geology of Colombia”.

4.3.3. Entrevista en la emisora Inmaculada Estéreo el 10 de septiembre de 2018

Durante una comisión de campo que realizó el grupo en compañía del profesor Agustín CARDONA de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín y su equipo de trabajo a los departamentos de Antioquia y Caldas, para explicar la historia del paisaje del occidente colombiano, el profesor CARDONA y el geólogo Jorge GÓMEZ realizaron una entrevista en la emisora Inmaculada FM Estéreo, emisora comunitaria del municipio de Aguadas, para contarle a los oyentes sobre el trabajo de los geólogos en esta zona, sobre la labor del SGC y sobre el proyecto The Geology of Colombia.

4.3.4. Bial de Geografía Expogeográfica 2018 que se realizó del 26 al 28 de septiembre

El miércoles 26 de septiembre en Expogeográfica 2018, evento organizado por la Sociedad Geográfica de Colombia, los geólogos Jorge GÓMEZ TAPIAS y Nohora Emma MONTES RAMÍREZ participaron en la sesión académica “Aplicaciones y Análisis Geográficos” con la

presentación oral titulada “Mapa Geológico de Suramérica”. En este espacio se presentó la metodología para la elaboración del mapa, la información contenida en este producto, la estructura de la File Geodatabase y se destacó el hecho de que el SGC liderara un proyecto internacional como este (Figura 14).



Figura 14. Presentación de la metodología utilizada para realizar el Mapa Geológico de Suramérica a cargo del geólogo Jorge Gómez Tapias.

4.3.5. Presentaciones en la Universidad de los Andes

El 8 de octubre se presentaron ante estudiantes y profesores del programa en Geociencias de la Universidad de los Andes dos conferencias magistrales. La primera sobre el Mapa Geológico de Colombia de 2015 y la segunda sobre la elaboración del Catálogo de dataciones radiométricas de Colombia en ArcGIS y Google Earth publicado en 2015 por el Servicio Geológico Colombiano (Figura 15).



Figura 15. Presentación del Catálogo de dataciones radiométricas de Colombia a cargo de la geóloga Nohora Emma Montes Ramírez

4.3.6. Cuarto Simposio Latinoamericano de Icnología (SLIC 2018) que se realizó del 7 al 11 de octubre.

El 9 de octubre de 2018, el geólogo Fernando ALCÁRCEL en representación del Grupo Mapa Geológico de Colombia presentó en póster el Mapa Geológico de Colombia 2017 a escala 1:2M en el Cuarto Simposio Latinoamericano de Icnología que se realizó en Santa Marta.

4.3.7. Participación en el GSA Annual Meeting 2018 que se realizó del 4 al 7 de noviembre de 2018 en Indianápolis, Indiana, Estados Unidos de América.

El Grupo Mapa Geológico de Colombia escogió la reunión anual y de exposiciones de la Sociedad Geológica de América para realizar una sesión especial sobre geología de Colombia, la sesión T183 The Geology of Colombia. Esta sesión fue aprobada por los organizadores del GSA Meeting el 14 de febrero de 2018 y, luego de una convocatoria organizada por el grupo, logró la postulación de 13 ponencias orales y 6 pósteres de reconocidos investigadores de la geología del país, entre ellos el profesor Camilo MONTES y el profesor Mauricio IBÁÑEZ. Ellos presentaron las investigaciones que dieron lugar al capítulo de The Geology of Colombia que ya prepararon. La programación completa de la sesión puede ser consultada en: <https://bit.ly/2zJNdL4>.

El Grupo Mapa Geológico de Colombia en cabeza de su coordinador, Jorge GÓMEZ TAPIAS, además de liderar la sesión presentó dos ponencias orales tituladas “The Geology of Colombia Book: A journey through the geological history of Colombia” y “The social

appropriation of geological knowledge from the Colombian Geological Survey: The successful case of The Geology of Colombia Book” y un póster sobre el volcanismo de la Formación Combia, tema principal de uno de los capítulos del libro. En las ponencias orales se presentó el contenido de los 4 volúmenes del libro y la estrategia de apropiación social que se diseñó en el proyecto para presentar los contenidos de algunos de los capítulos como artículos de fácil lectura en los medios de prensa escrita del país. Los participantes de la sesión se pueden ver en la Figura 16.

Con esta sesión se cumplió el propósito de mostrar el trabajo que ha venido realizando el SGC para desarrollar el libro The Geology of Colombia y promocionarlo ante investigadores de todas partes del mundo y el de abrir posibilidades de cooperación entre investigadores. Puede consultar la nota y galería fotográfica de la sesión en: <https://bit.ly/2K9Y5p9>.



Figura 16. Fotografía oficial de la sesión T183 The Geology of Colombia.

4.3.8. Reunión entre el Grupo Mapa Geológico de Colombia y Ángela POSADA SWAFFORD

El 22 de noviembre se realizó, en las instalaciones del SGC, una reunión con la periodista científica Ángela POSADA para presentarle el Mapa Geológico de Suramérica y el proceso editorial del libro The Geology of Colombia. Esta reunión es el primer paso para trabajar de la mano con Ángela en la publicación de un artículo sobre el mapa en Scientific American o Muy Interesante y una sobre el libro en Nature News para divulgar estas publicaciones a nivel internacional.

4.4. Charlas con invitados especiales y autores del libro The Geology of Colombia

En 2018, el Grupo de Trabajo Mapa Geológico de Colombia organizó 5 conferencias

magistrales a la comunidad geológica colombiana. Para maximizar el impacto de ellas se organizaron con la ayuda de la Sociedad Colombiana de Geología como parte del ciclo de conferencias “Miércoles de la Geología” en el auditorio Benjamín Alvarado del SGC. A continuación, se enlistan las conferencias organizadas por el grupo:

1. “Impact cratering: The South American record” presentada por el profesor de la Universidade Estadual de Campinas: Alvaro Penteado CRÓSTA el 23 de mayo. En esta charla se presentaron los hallazgos en Suramérica de estructuras de impacto y otro registro como las tectitas.

2. “Conciliar dos mundos: geólogos y periodistas” presentada por la periodista científica del equipo editorial del libro The Geology of Colombia: Lisbeth FOG el 27 de junio. En esta conferencia se discutió sobre la importancia del trabajo conjunto entre periodistas y geocientíficos. Las visiones en ocasiones opuestas que tienen estas dos profesiones y se discutió sobre la importancia de un trabajo conjunto para mantener a los ciudadanos informados e incidir en la toma de decisiones del país.

3. “Microtectitas de la Isla de Gorgonilla: El depósito mejor preservado del mundo de los eyectas del impacto meteorítico de Chicxulub, límite Cretácico – Paleógeno (66 Ma)” presentada por el geólogo y autor del libro The Geology of Colombia: Hermann BERMÚDEZ. En esta charla se presentaron los resultados de un trabajo conjunto entre investigadores de todo el mundo para entender los eventos geológicos producidos por el impacto de un meteorito hace 66 Ma en la península de Yucatán.

4. “Tectónica y poli deformaciones asociadas al frente de avance NW de la Placa Caribe. Complejo Metamórfico Escambray, Cuba Central: Estilo de deformación de una cuña de acreción” presentada por la profesora de la Universidad de los Andes: Ana Ibis DESPAIGNE DÍAZ. En esta charla se presentaron los resultados de una investigación que involucró trabajo de campo, estudio de metamorfismo y análisis estructural (macro y micro) para reconstruir la evolución tectónica de una cuña de acreción formada durante los procesos de subducción intraoceánica en el Caribe.

5. “The Global Hadean Zircon Record: Implications for the Earth’s Oldest Crust” a cargo del profesor Simon WILDE, profesor de Curtin University y editor y revisor de revistas de alto impacto internacional, entre ellas: Nature, Science, Precambrian Research, Lithos, Chemical Geology y Earth and Planetary Sciences. En esta conferencia se realizó un recorrido por las localidades del mundo en las que se han identificado cristales del Hadeano y se realizó una comparación entre las características de este tipo de cristales que se encuentran en dos localidades de Australia occidental.

5. Sitio web del libro The Geology of Colombia y difusión en redes sociales

Durante el primer semestre del año se planeó y diseñó la página web en español del libro (<https://bit.ly/2OmqqCf>). El lanzamiento de este sitio se realizó el 8 de agosto. Previo al lanzamiento se realizó una campaña de expectativa del 1 al 7 de agosto a través de las cuentas de Facebook, Instagram y Twitter del SGC.

En la página de inicio del sitio web se encuentran un video, una slider compuesto por 10 fotografías y un comunicado de prensa escrita, los cuales fueron elaborados con base en algunos de los capítulos que harán parte del libro. El sitio web es actualizado continuamente y durante el 2018 fueron publicados 7 contenidos diferentes, los cuales abordaron los temas de los capítulos: Barremian deposits of Colombia: A special emphasis on marine successions; Plesiosaurs, palaeoenvironments and the Paja Formation Lagerstätte of central Colombia: An overview; 140 Million Years of Tropical Biome Evolution; Holocene lahar deposits associated with the eruptive activity of Cerro Machín Volcano; The Cretaceous/Paleogene boundary deposits on Gorgonilla Island y Cretaceous record of the switching from a Mariana to an Andean-type margin in the Central Cordillera of the Colombian Andes, y un contenido que se basó en pliosaurios y la recuperación de un cráneo de plesiosaurio por parte del SGC.

El material audiovisual y los artículos de prensa publicados fueron a excepción de 2 casos preparados con base en salidas de campo que se realizaron a lo largo del año con los autores de los capítulos y algunos integrantes del equipo editorial.

Los videos empleados en la página de inicio, asociados a los diferentes contenidos, fueron publicados en la cuenta de YouTube del SGC. Dentro de un total de 171 videos del SGC, los videos asociados al libro The Geology of Colombia se encuentran dentro del 30 % de los videos con mayor número de visualizaciones del canal del SGC (Tabla 2).

Al cambio de contenido, el material empleado en la página de inicio pasa a hacer parte de las páginas “Galería de videos”, “Galería de imágenes” e “Impacto” que también se encuentran en el sitio web del libro.

Una vez el sitio web ha sido actualizado con un nuevo contenido se inicia la promoción de este con publicaciones en las redes sociales del Servicio Geológico Colombiano (Twitter, Facebook e Instagram). Las publicaciones se han asociado a través del #SGCGeologiaDeColombia y consisten de una fotografía acompañada de breves textos referentes al contenido publicado en el sitio web.

Puesto n.º	Título del video
7	Lahares Machín
15	¿Cómo eran los pliosaurios de Villa de Leyva?
17	¿Cómo era el paisaje en Villa de Leyva, Sutamarchán y Sáchica hace 125 millones de años?
25	Pedro PATARROYO/Cerro Yuruma en La Guajira
26	Los secretos geológicos de la isla Gorgonilla
31	El origen de la cordillera Central
46	Carlos JARAMILLO/Evolución de las plantas

Tabla 2: Posición de los videos elaborados en el marco de la estrategia de Apropiación Social del Conocimiento Geocientífico del libro The Geology of Colombia dentro del listado de los videos más vistos de la cuenta en YouTube del SGC. Los datos presentados fueron recopilados el 28 de diciembre de 2018.

Twitter

Durante agosto se realizaron 20 publicaciones en Twitter. Dentro de los 237 Tweets que se hicieron en la cuenta del SGC, las publicaciones del libro se posicionaron entre: las 212 publicaciones con mayor número de interacciones, las 225 publicaciones con tasa de interacción más alta, las 271 publicaciones con mayor número de retweets y las 104 publicaciones con mayor número de “me gusta”. Las publicaciones tuvieron un promedio de 408 interacciones, 3,2 en tasa de interacción, 21 retweets y 61 “me gusta”. El promedio de los “me gusta” de las publicaciones vinculadas con el #SGCGeologíaDeColombia fue mayor al del total de las publicaciones del mes que fue de 46.

En septiembre se realizaron 16 publicaciones en Twitter. Dentro de los 187 Tweets que se hicieron en la cuenta del SGC, las publicaciones del libro se posicionaron entre: las 143 publicaciones con mayor número de interacciones, las 129 publicaciones con mayor número de retweets y las 106 publicaciones con mayor número de “me gusta”. Las publicaciones tuvieron un promedio de 292 interacciones, 3,0 en tasa de interacción, 17 retweets y 39 “me gusta”. El promedio de los “me gusta” de las publicaciones vinculadas con el #SGCGeologíaDeColombia fue mayor al del total de las publicaciones del mes que fue de 23. En este mes, una publicación del libro tuvo el mayor número de “me gusta” (165) de los 187 tweets <https://bit.ly/2LG6iCp>.

Durante octubre se realizaron 20 publicaciones en Twitter. Dentro de los 529 Tweets que se hicieron en la cuenta del SGC, las publicaciones del libro se posicionaron entre: las 160 publicaciones con mayor número de interacciones, las 161 con tasa de interacción más alta, las 224 publicaciones con mayor número de retweets y las 161 publicaciones con mayor

número de “me gusta”. Las publicaciones tuvieron un promedio de 234 interacciones, 4,26 en tasa de interacción, 10 retweets y 30 “me gusta”, mayores con respecto a los promedios del mes de la cuenta, los cuales fueron 160 interacciones, 2,16 en tasa de interacción, 6 retweets y 10 “me gusta”.

En noviembre, el SGC publicó 428 tweets y se realizó una publicación asociada a la promoción del contenido del sitio web que se ubicó en la posición 136 de publicaciones con mayor número de interacciones, posición 113 de publicaciones con mayores tasas de interacción, posición 139 de publicaciones con mayor número de retweets y posición 104 de publicaciones con mayor número de “me gusta”. El tweet del libro tuvo 131 interacciones, 3,5 en tasa de interacción, 5 retweets y 17 “me gusta”. Los promedios del total de publicaciones fueron 282 interacciones, 2,7 en tasa de interacción, 9 retweets y 12 “me gusta”. Así que la publicación obtuvo una tasa de interacción y número de “me gusta” por encima del promedio del mes.

Durante diciembre se realizó una publicación asociada al contenido del sitio web. Dentro de los 89 tweets que se realizaron en la cuenta, la publicación se ubicó en los puestos 39 del listado de publicaciones con mayor número de interacciones, 23 del listado de publicaciones con tasa de interacción más alta, 52 en el listado de publicaciones con mayor cantidad de retweets y 23 en el listado de publicaciones con mayor cantidad de “me gusta”. La tasa de interacción del tweet fue mayor (5,5) al promedio del mes (4,2).

En cada mes, por lo menos una de las publicaciones del libro se posicionó entre las 40 publicaciones con mayor número de interacciones en la cuenta de Twitter del SGC. A excepción de noviembre, por lo menos una de las publicaciones se ubicó entre los 10 tweets con mayor cantidad de “me gusta”. Las publicaciones con el #SGCGeologiaDeColombia tuvieron promedios de “me gusta” más altos que los promedios del total de las publicaciones de cada uno de los meses.

Facebook

En agosto, en la cuenta de Facebook del SGC se realizaron un total de 161 publicaciones, de las cuales 10 están asociadas al #SGCGeologiaDeColombia. De estas últimas, 3 se ubican entre las 10 publicaciones (puestos 5, 6 y 7) con mayor cantidad de “me gusta”. Las publicaciones del libro fueron en promedio 30 veces compartidas y tuvieron 158 “me gusta”, es decir que son menores a los promedios del total de las publicaciones, los cuales fueron 50 veces compartidas y 379 “me gusta”. La publicación <https://bit.ly/2Td4tiW> del 7 de agosto se mantuvo entre las 10 publicaciones con mayor cantidad de “me gusta”, número

de veces compartida y comentarios. En total obtuvo 654 interacciones. El 7 de agosto fue el día en el que la cuenta de Facebook del SGC obtuvo la mayor cantidad de nuevos seguidores y “me gusta”, lo que demuestra que la publicación asociada al libro contribuyó en la generación de los datos más altos del mes (figuras 17 y 18).



Figura 17. Cantidad de nuevos seguidores de la cuenta de Facebook del SGC en agosto de 2018.



Figura 18. Cantidad de “me gusta” en el Facebook del SGC en agosto de 2018.

En septiembre, en la cuenta de Facebook del SGC se realizaron un total de 134 publicaciones, de las cuales 10 están asociadas al libro. Una de las publicaciones del libro fue la que más cantidad de “me gusta” obtuvo en el mes <https://bit.ly/2RqIhEE>, esta misma publicación estuvo entre las 10 con mayor número de veces compartidas y comentarios, la publicación tuvo 755 interacciones. Las publicaciones del libro fueron en promedio 34 veces compartidas y tuvieron 117 “me gusta”, es decir que fueron mayores a los promedios del mes del total de las publicaciones: 23 veces compartidas y 59 “me gusta”.

En octubre, de las 548 publicaciones que se realizaron en la cuenta del SGC, 14 estaban asociadas al contenido del sitio web. De estas últimas, 3 se encuentran entre las 10 publicaciones del mes con mayor número de “me gusta”. Las publicaciones del libro tuvieron en promedio 24 veces compartidas y 78 “me gusta”, 5 veces más que los promedios del mes del total de las publicaciones, los cuales fueron 5 veces compartidas y 12 “me gusta”. Una de las publicaciones del libro contribuyó a que el 24 de octubre se posicionara entre los días con mayor cantidad de “me gusta” (Figura 19) y nuevos suscriptores (Figura 20).

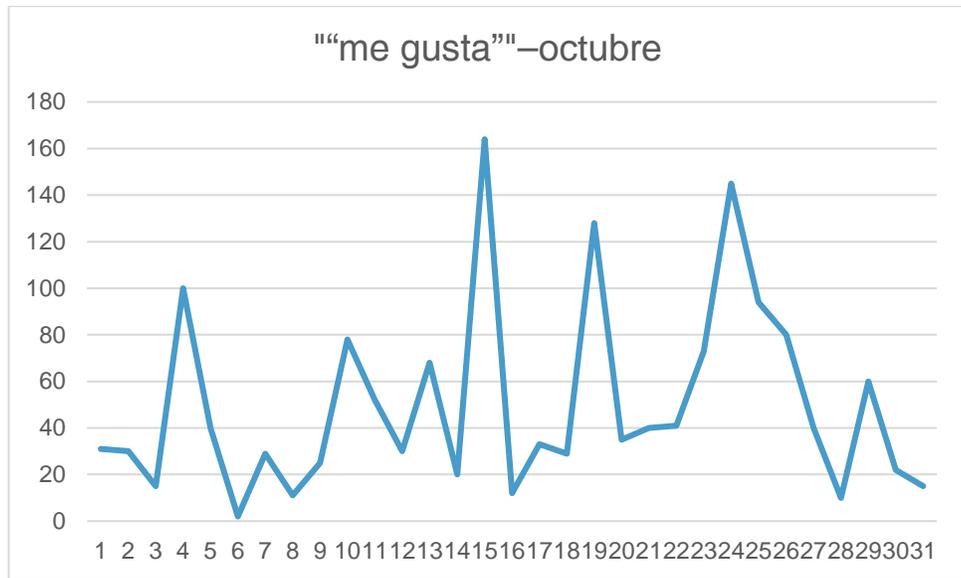


Figura 19. Cantidad de "me gusta" en el Facebook del SGC en octubre de 2018.

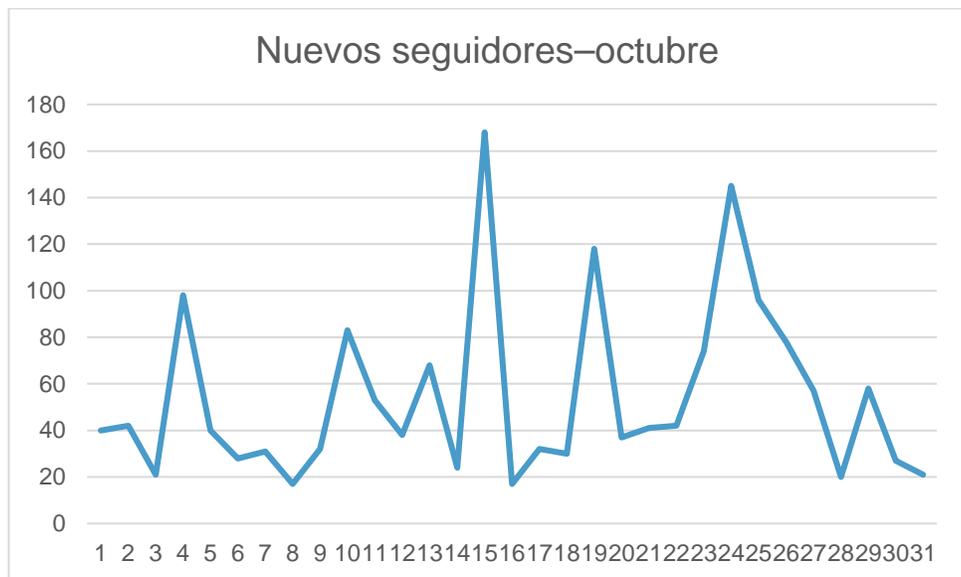


Figura 20. Cantidad de nuevos seguidores de la cuenta de Facebook del SGC en octubre de 2018.

Las publicaciones del libro en octubre estuvieron entre las 131 publicaciones con más "me gusta", las 144 publicaciones con mayor cantidad de veces compartidas y las 179 publicaciones con más comentarios. En noviembre se hizo una publicación del libro y 548 en total. La publicación está en la posición 5 de publicaciones con mayor número de veces compartida y la posición 2 de mayor número de "me gusta" <https://bit.ly/2LG3Lbh>.

En diciembre, en la cuenta de Facebook del SGC se realizaron 152 publicaciones, de las

cuales 3 están asociadas al contenido del sitio web. Estas publicaciones se encuentran en las posiciones 8, 54 y 91 del listado con mayor número de “me gusta”. La publicación <https://bit.ly/2s36v9z> del 28 de diciembre obtuvo 151 reacciones en tan solo 2 días. Esta publicación contribuyó a que el 28 fuera el día con mayor número de “me gusta” (Figura 21) y seguidores nuevos de diciembre (Figura 22).



Figura 21. Cantidad de “me gusta” en el Facebook del SGC en diciembre de 2018.



Figura 22. Cantidad de nuevos seguidores de la cuenta de Facebook del SGC en diciembre de 2018.

Finalmente, se realizaron 54 publicaciones con el #SGCGeologiaDeColombia en el Instagram del SGC. En el sitio web también se encuentra los perfiles y tareas dentro del proyecto de los integrantes del equipo editorial y el comité científico, el contenido de los 4 volúmenes que integrarán el libro, el cronograma y una galería de fotos del 2018 GSA Annual Meeting y algunos de los detalles del proyecto. Desde su fecha de lanzamiento hasta el 13 de diciembre, el sitio web del libro se ubicó en el puesto 9 del listado de las páginas más visitadas del portal del SGC.

Los números de las visitas a páginas por contenido (Tabla 3) fueron:

Contenido	Número de visitas a páginas	Promedio de tiempo en la página
Cerro Yuruma en La Guajira/Dr. Pedro PATARROYO	1953	0:02:30
Mar cretácico/Dr. Leslie NOE y Dra. Marcela GÓMEZ	972	0:02:18
Cráneo de plesiosaurio/Dr. Leslie NOE y Dra. Marcela GÓMEZ	767	0:01:35
Evolución de las plantas/Dr. Carlos JARAMILLO	761	0:01:49
Lahares del Volcán Cerro Machín/Gloria CORTÉS	2667	0:02:32
Isla Gorgonilla/Hermann BERMÚDEZ	3261	0:01:54

Tabla 3: Número de visitas a la página del libro The Geology of Colombia por contenido y promedio de tiempo en la página.

Desde la implementación de las páginas Volumen 1, Volumen 2, Volumen 3 y Volumen 4, el 1 de noviembre, estas han tenido 2358 visitas a páginas (Tabla 4).

Página	Número de visitas a páginas	Promedio de tiempo en la página
Volumen 1	944	0:02:08
Volumen 2	543	0:01:54
Volumen 3	438	0:02:20
Volumen 4	433	0:02:20

Tabla 4: Número de visitas a los Subsitios de los volúmenes 1, 2, 3 y 4.

Glosario

Impresiones en Twitter es el número de veces que los usuarios vieron el Twitt en Twitter.

Interacciones en Twitter es el número total de veces que un usuario ha interactuado con un Twitt. Esto incluye todos los clics en cualquier parte del Twitt, retweets, respuestas, seguimientos y “me gusta”.

Tasa de interacciones en Twitter es el número de impresiones dividido por el número total de interacciones.

En Facebook, las interacciones hacen referencia a las veces compartida, comentarios, “me gusta”, “me encanta” y “me asombra” que tiene una publicación.

6. Sitio web del Grupo de Investigación Mapa Geológico de Colombia

Con el objetivo de facilitar el rápido acceso y descarga de las publicaciones que ha realizado el Grupo de Investigaciones Mapa Geológico de Colombia, en 2018 se implementó un sitio web (<https://bit.ly/2qKo1OO>) con las publicaciones que ha realizado el grupo desde su creación en 2004. Es de resaltar que el grupo fue oficialmente reconocido como grupo de investigación por Colciencias en 2017.

En el sitio web se pueden ver:

1. Journal Publications: Aquí se pueden revisar los artículos publicados en revistas indexadas. Estos artículos tienen un hipervínculo que direcciona directamente al artículo en la revista que fue publicado.
2. Conference Proceedings: Están los trabajos publicados en congresos internacionales con los hipervínculos a las bases de datos donde se pueden visualizar los resúmenes.
3. Geological Map of South América 2019: Por ahora, está la cita del mapa y una vez este sea oficialmente aprobado por la Comisión del Mapa Geológico del Mundo se podrá descargar el PDF.
4. Mapa Geológico de Colombia 2017: Esta versión de divulgación del mapa geológico de Colombia a escala 1:2M está disponible para descargar en PDF.

5. Memorias del Simposio Servicio Geológico Colombiano: 100 años de producción científica al servicio de los colombianos 2016: Se pueden descargar en PDF las memorias de este evento organizado por el Grupo Mapa Geológico de Colombia.

6. Guía de campo. Excursión de campo Historia geológica de los Andes colombianos en los alrededores de Ibagué 2016: Se puede descargar la guía en formato PDF. Esta fue dirigida y organizada por el grupo para los invitados internacionales del Simposio Servicio Geológico Colombiano: 100 años de producción científica al servicio de los colombianos.

7. Programa y guía de excursión: Reunión vulcanismo monogenético y freatomagmático 2016: Disponible para descargar en PDF.

8. Mapa Geológico de Colombia 2015: Allí se puede descargar el Mapa Geológico de Colombia a escala 1:1M en formato SIG (MXD y File Geodatabase), PDF, Google Earth (KMZ) y TIFF. Están también disponibles para su descarga las fuentes para construir los tramados de las unidades cronoestratigráficas del mapa. Además, se pueden consultar los servicios web y en ArcGIS Online del mapa.

9. Geological Map of Colombia 2015: Se puede descargar el mapa en inglés a escala 1:1M en formato SIG (MXD y File Geodatabase), PDF y TIFF y las fuentes para poder crear los tramados de las unidades cronoestratigráficas del mapa.

10. Catálogo de Dataciones Radiométricas de Colombia: Se puede descargar el catálogo en formato SIG (File Geodatabase), Google Earth y Excel. Allí se pueden descargar, también, toda la base de datos bibliográficos del Catálogo en EndNote.

11. Atlas Geológico de Colombia 2015: Se puede descargar el Atlas Geológico de Colombia a escala 1:250 000 en SIG (File Geodatabase) y Google Earth. Mediante un enlace se puede acceder a su servicio web. Están disponibles también las fuentes de las unidades cronoestratigráficas. Para cada una de las 26 planchas del atlas, está disponible para descarga el MXD, PDF y TIFF.

12. Compilando la Geología de Colombia: Una visión a 2015: Este libro en su totalidad y cada capítulo se encuentran disponibles en PDF.

13. Memorias Geological Map of South America 2014: Se puede descargar en PDF las memorias de este taller realizado en Villa de Leyva, Colombia, y financiado por el SGC. El taller fue el punto de inicio para la realización del Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:5M. En el sitio web del grupo se encuentran los resúmenes y las diapositivas de las

ponencias del evento.

14. Paleosismología de la Falla de Ibagué 2008: Esta investigación pionera en el estudio de una de las fallas más importantes de Colombia y que fue una publicación del SGC se puede descargar en PDF.

17. Mapa Geológico de Colombia 2007: Esta primera versión del mapa a escala 1:1M realizada por el grupo puede ser descargada en PDF y TIFF.

18. Geological Map of Colombia 2007: Se puede descargar la versión en inglés de esta primera edición en PDF y TIFF.

19. Atlas Geológico de Colombia 2007: Están disponibles para su descarga las 26 planchas de esta edición del atlas en PDF y TIFF.

7. Apoyo a actividades institucionales

Debido a la experiencia en la organización de eventos geológicos, el grupo Mapa Geológico de Colombia apoyo en 2018 la organización de los siguientes eventos:

1. Primer Taller de Patrimonio Geológico de la ASGMI, realizado del 4 al 7 de junio en el Hotel Duruelo de Villa de Leyva.
2. Homenaje a Enrique HUBACH EGGERS el 31 de julio de 2018 en el Auditorio Benjamín Alvarado Biéster del SGC.
3. Homenaje a Benjamín ALVARADO BIÉSTER el 2 de agosto de 2018 en el Auditorio Benjamín Alvarado Biéster del SGC.

GRUPO DE TRABAJO INVESTIGACIÓN Y EXPLORACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

El Servicio Geológico Colombiano a través del Grupo de Exploración e Investigación de Aguas Subterráneas de la Dirección Técnica de Geociencias Básicas genera el conocimiento geocientífico del potencial de los recursos del subsuelo, tal como los recursos hídricos subterráneos en el marco del conocimiento integral del ciclo hidrológico y la ejecución de la política de la gestión integral del recurso hídrico.

Las actividades programadas en el marco de la ejecución del Programa de Exploración de Aguas Subterráneas en el año 2018 permitió avanzar en las líneas estratégicas correspondientes a la formulación de los Modelos Hidrogeológicos Conceptuales, la generación de la Cartografía Hidrogeológica para los Sistemas Acuíferos Estratégicos

priorizados del país y la validación de los modelos a través de la perforación de pozos exploratorios de mediana a gran profundidad y la implementación técnicas de hidrología isotópica.

La exploración de aguas subterráneas en el año 2018 permitió avanzar y consolidar la gestión del conocimiento de los Sistemas Acuíferos Estratégicos en los departamentos de Boyacá, Casanare, Santander, Quindío y Risaralda, el cual es requerido para aportar nuevo conocimiento sobre la oferta y la demanda de agua subterránea. El conocimiento permite orientar el uso, manejo y aprovechamiento por parte de diferentes sectores socioeconómicos, ambientales, académico y la comunidad en general, por lo que la demanda de conocimiento e información técnico científica de tipo hidrogeológico se hace pertinente en términos de su confiabilidad técnica y científica y socialización oportuna, para la toma de decisiones en materia de la ejecución de la política de la gestión integral del recurso hídrico.

Durante los meses comprendidos entre enero a diciembre de 2018 se ejecutaron actividades que permitieron generar conocimiento del potencial de las aguas subterráneas en los municipios de la Zona Centro-Occidental de Boyacá (municipios de Villa de Leyva, Sutamarchan, Santa Sofía, Saboyá, Chiquinquirá, Cucáita, Gachantivá, Arcabuco, Chíquiza, Sáchica, Ráquira, Soraca, Samacá, Tunja, Oicatá, Sora, Motavita, Siachoque, Viracachá, Combitá, Chivatá).

En el Eje Cafetero (Departamentos del Quindío-Risaralda) se conceptualizó, diseño y se operativizó la red de monitoreo hidrogeológico e isotópico del Sistema Acuífero Abanico Quindío Risaralda lo cual permite validar el modelo hidrogeológico conceptual formulado. En el Valle Medio del Magdalena, específicamente en el Departamento de Santander, la demanda de conocimiento geocientífico de los recursos hídricos subterránea es prioritaria para efectos de generar la línea base de conocimiento hidrogeológico para diferentes sectores como el de saneamiento básico y abastecimiento de agua potable del municipio de Puerto Wilches, al igual que de sectores como el agroindustriales como los Palmeros, el sector minero energético especialmente el de la explotación de yacimientos de petróleo, el sector ambiental y académicos que involucre a la Corporación Autónoma Regional de Santander-CAS que requieren conocer la oferta, la demanda y los riesgos ambientales de las aguas subterráneas, relacionados a diferentes actividades que se ejecutan en su jurisdicción, de tal manera que se puedan tomar decisiones con base en el conocimiento y orientadas al uso, manejo y aprovechamiento sostenible de este recurso.

Durante el periodo comprendido entre enero y diciembre de 2018 el análisis de datos e información hidrogeológica obtenida a través de las actividades de exploración permitió

validar los modelos formulados en la Zona Centro de Boyacá y en el Departamento del Casanare, proponiéndose sitios potenciales en los municipios de Duitama y Yopal, donde se pretende perforar y construir pozos exploratorios que alcancen profundidades del orden de 500 metros.

Los permisos de exploración de aguas subterráneas ante las Corporaciones Autónomas Regionales (Corpoboyacá y Corporinoquía) y las Alcaldías de Duitama y Yopal se gestionaron y se socializaron las actividades previstas ante entes regionales y la comunidad en las áreas de influencias directa para efectos de cumplir los requisitos exigidos por la normatividad vigente y el proceso licitatorio que conducirá a seleccionar un oferente que cumpla los requisitos técnicos, jurídicos y económicos exigidos por el SGC para perforar los pozos.

Los pozos anteriores permitirán validar el potencial hidrogeológico del subsuelo en los municipios de Duitama y Yopal, y los datos e información hidrogeológica obtenida incorporarlos al modelo hidrogeológico propuesto para los Departamentos de Boyacá y Casanare, constituyéndose en el insumo técnico para la formulación del Plan de Manejo Ambiental de los Sistemas Acuíferos por parte de las Corporaciones Autónomas de Corporinoquía y Corpoboyacá respectivamente.

La demanda oportuna de datos e información hidrogeológica por parte de diferentes instituciones a nivel nacional, departamental y local ha requerido la atención permanente de solicitudes de apoyo técnico por parte del grupo de exploración de aguas subterráneas en el periodo entre enero a diciembre de 2018, lo que condujo a la emisión de conceptos técnicos de diferentes tópicos relacionados con la gestión integral del agua subterránea.

En ese orden de ideas es de vital importancia para la gobernanza del agua subterránea el acompañamiento técnico a partir de la generación de datos e información hidrogeológica en las áreas objeto de exploración hidrogeológica durante el primer semestre de 2018, lo que mejora la toma de decisiones oportunas, eficientes en torno a problemática por el uso manejo y aprovechamiento sostenible del agua subterránea, el apoyo técnico a diferentes entes de carácter nacional, departamental y local, en los que se destacan el Concejo de Estado, los Tribunales Administrativos de Casanare, La Guajira, Boyacá, Ministerios de Minas y Energía, Ambiente y Desarrollo Sostenible, Agencia Nacional de Licencias Ambientales, Agencia Nacional de Minería, Agencia Nacional de Hidrocarburos, Juzgados Promiscuos Municipales y las Corporaciones Autónomas Regionales Corpoguajira , Corpoboyacá , Corporinoquía , Crq, Carder, la Cas entre otras.

NOMBRE PROYECTOS DE GESTIÓN

1. Exploración de Aguas Subterráneas en el Departamento del Casanare 1000706.

2. Exploración de Aguas Subterráneas en Áreas Estratégicas. 1000762.

GERENTE DE LOS PROYECTOS DEL GRUPO DE EXPLORACIÓN

Hugo Cañas Cervantes

PROYECTO 1000706 Exploración de Aguas Subterráneas en el Departamento del Casanare

En el proyecto de Exploración de Aguas Subterráneas en el Departamento del Casanare se realizaron actividades de exploración en todos sus municipios y la primera fase involucra los municipios de Yopal, Nunchia, Pore, Aguazul y Maní. Las actividades de exploración que involucran el reconocimiento y evaluación geológica y estructural, la evaluación de la recarga potencial proveniente de la precipitación, el inventario de puntos de agua (pozos, aljibes y manantiales), la evaluación geofísica e hidrogeoquímica, la evaluación hidráulica de las captaciones y acuíferos y la evaluación hidrogeológica han permitido reconocer sistemas acuíferos estratégicos de importancia socioeconómica y ambiental para el departamento. Figura 1.

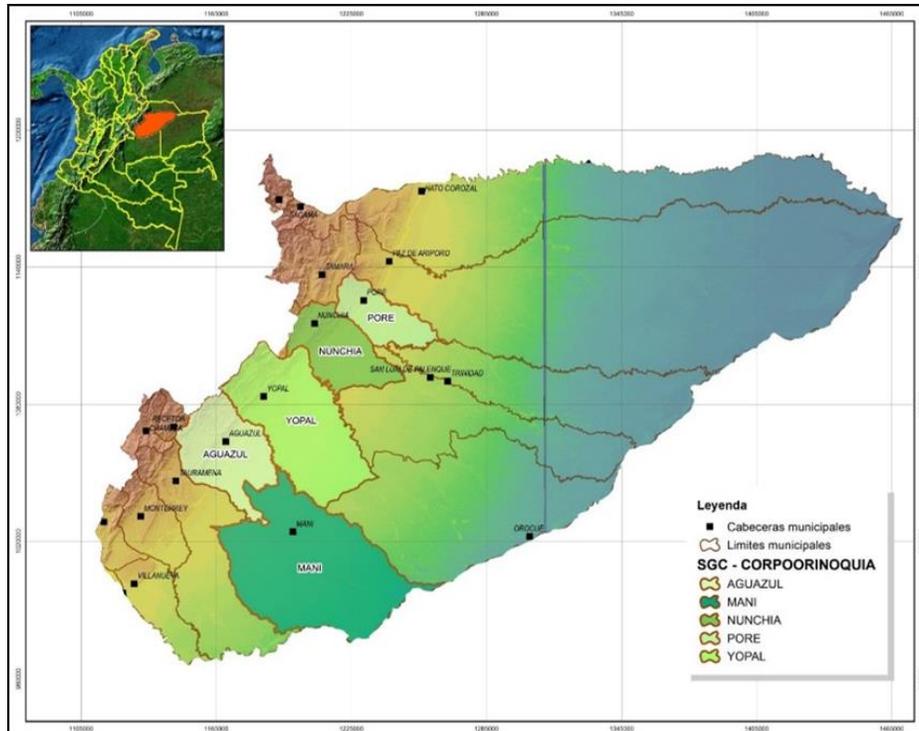


Figura 1 Municipios del Casanare donde se formulan los modelos hidrogeológicos conceptuales

Los Sistemas Acuíferos Estratégicos caracterizados desde el punto de vista hidrogeológico involucran formaciones de edad Terciario como la Formación Guayabo o Caja y los Depósitos Cuaternarios como el Abanico de Yopal y los Depósitos de Planicie de Terraza Aluvial.

Durante el año 2018 se realizan actividades de exploración que han permitido avanzar en la generación de conocimiento del potencial de las aguas subterráneas a través de la formulación de los modelos hidrogeológicos conceptuales de los municipios de Yopal, Nunchia, Pore, Maní y Aguazul, Figura 2.

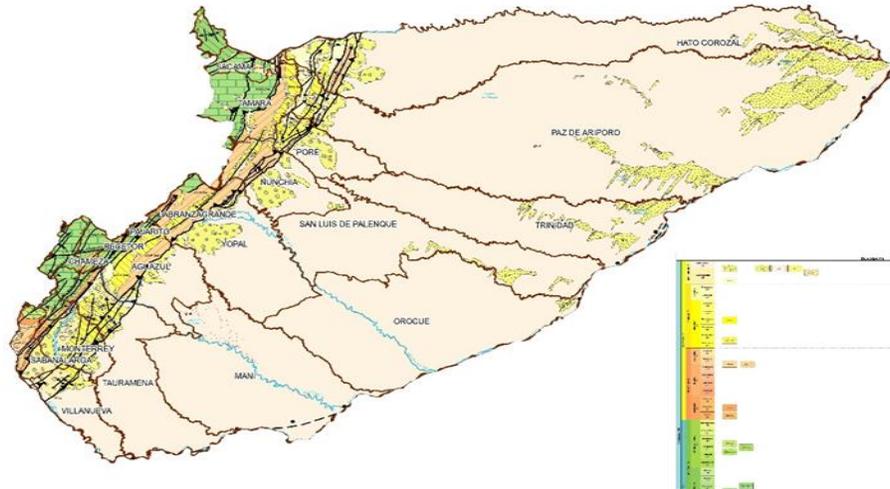


Figura 2. Mapa Geológico del Departamento del Casanare incluye el límite municipal.

La cartografía hidrogeológica y temática relacionada en el municipio de Yopal permitió formular el modelo hidrogeológico del municipio de Yopal el cual se ha validado con la perforación y construcción por parte del Servicio Geológico Colombiano del pozo SGC Yopal 1 y durante la perforación de pozos de desarrollo por parte de la Gobernación del Casanare a través de la Alcaldía de Yopal (Pozos Núcleo Urbano, Central de Abastos, Manga de Coleo y Villa María) y como apoyo técnico del SGC a la Superintendencia de Servicios Públicos, Figura 3,4,5,6 y 7.

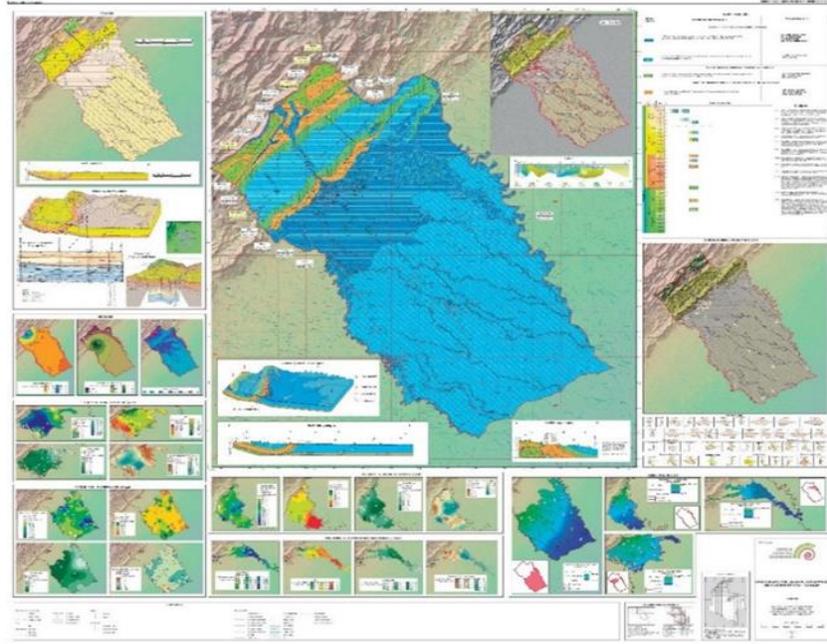


Figura 3. Cartografía Hidrogeológica y temática relacionada que representa el Ciclo Hidrológico y la ocurrencia de las aguas subterráneas en el Municipio de Yopal.

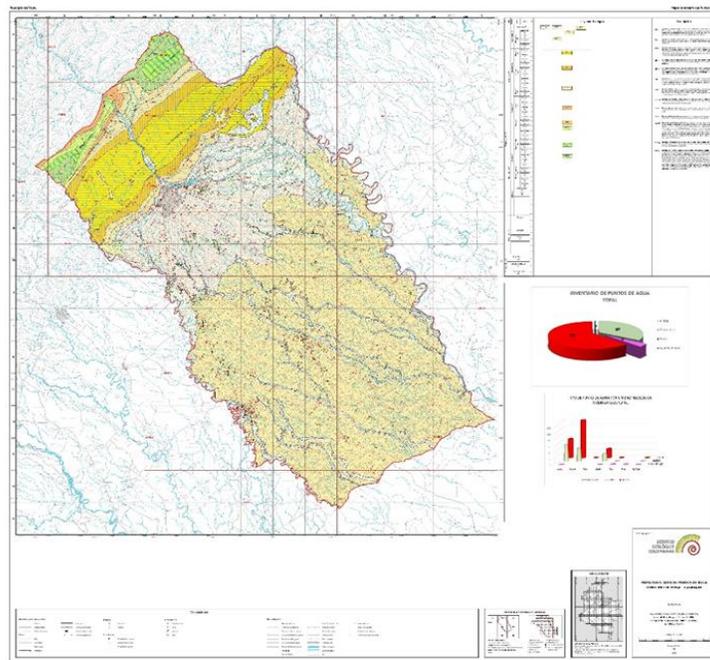


Figura 4. Mapa Geológico con el Inventario de Puntos de Agua del Municipio de Yopal.

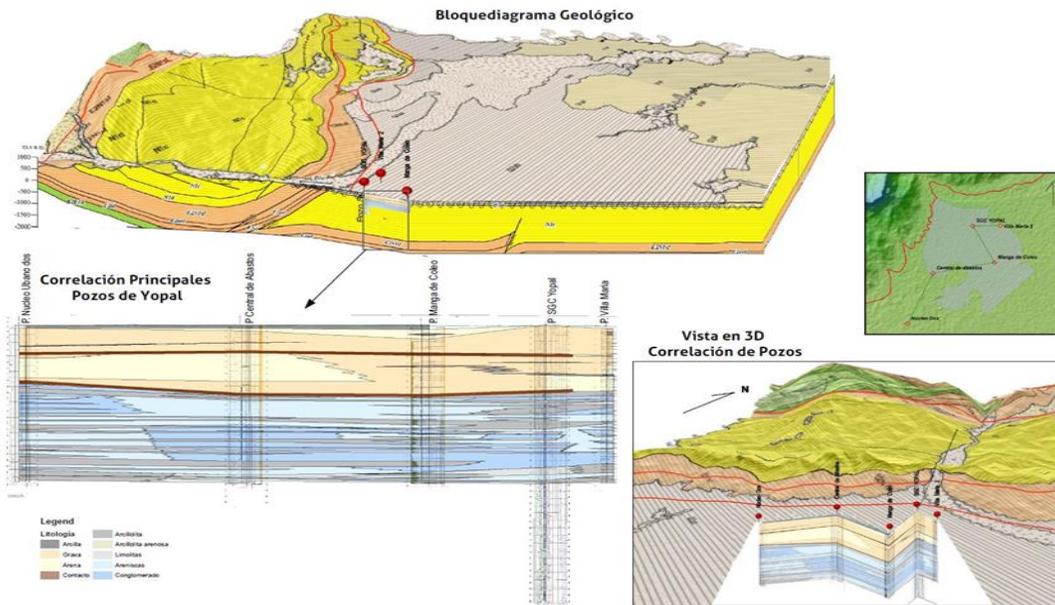


Figura 5. Modelo Geológico del Subsuelo del Municipio de Yopal

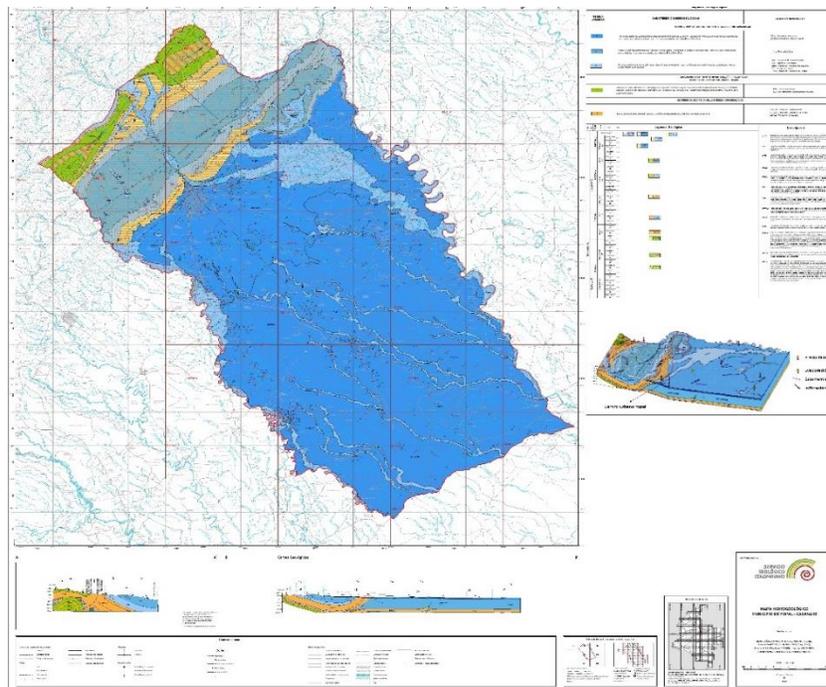


Figura 6. Mapa Hidrogeológico Municipio de Yopal

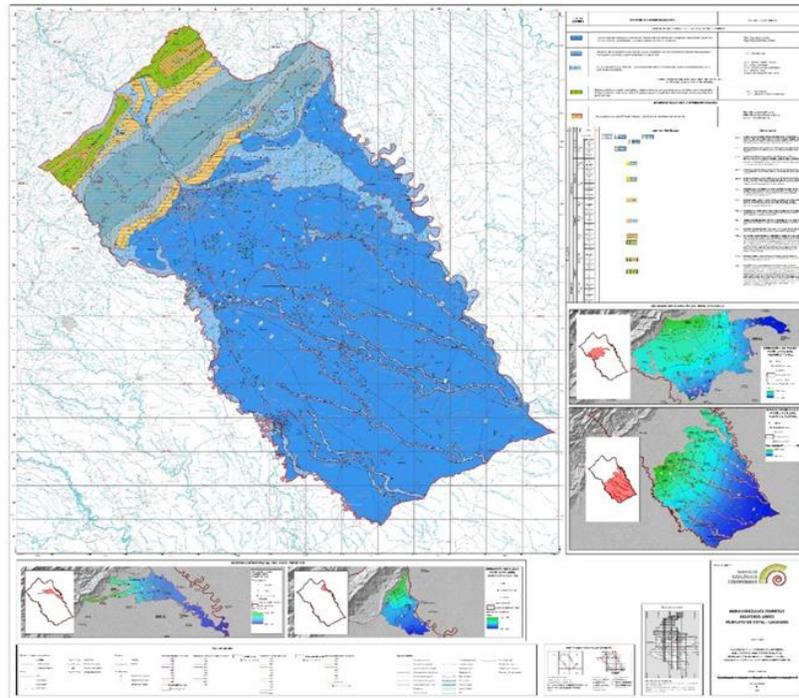


Figura 7. Mapa Hidrogeológico con el modelo de flujo de sistemas acuíferos estratégicos del Municipio de Yopal.

La entrega formal de los resultados del proyecto **“Modelo Hidrogeológico Conceptual del Municipio de Yopal”** se realizó en el mes de julio de 2018 en un evento de apropiación social del conocimiento en la sede de Corporinoquía en ciudad de Yopal, a la que asistieron diferentes entidades de orden nacional, departamentales, municipales, locales, sectores de la sociedad civil y académicos entre otros.

Durante el año 2018 se dio apoyo técnico y se socializó el conocimiento del modelo hidrogeológico conceptual formulado para el municipio de Yopal, al Tribunal Administrativo del Casanare, para efectos de evaluar desde el punto de vista hidrogeológico y ambiental el Proyecto El Portón de la Compañía Gran Tierra Energy, lo que permitió en conjunto con otras entidades convocadas como Corporinoquía, El Anla y Gran Tierra, conceptualizar y validar a través diseño y posterior construcción y puesta en operación la red de monitoreo de aguas subterráneas alrededor del pozo petrolero La Prosperidad 1 de la compañía Gran Tierra, Figura 8.

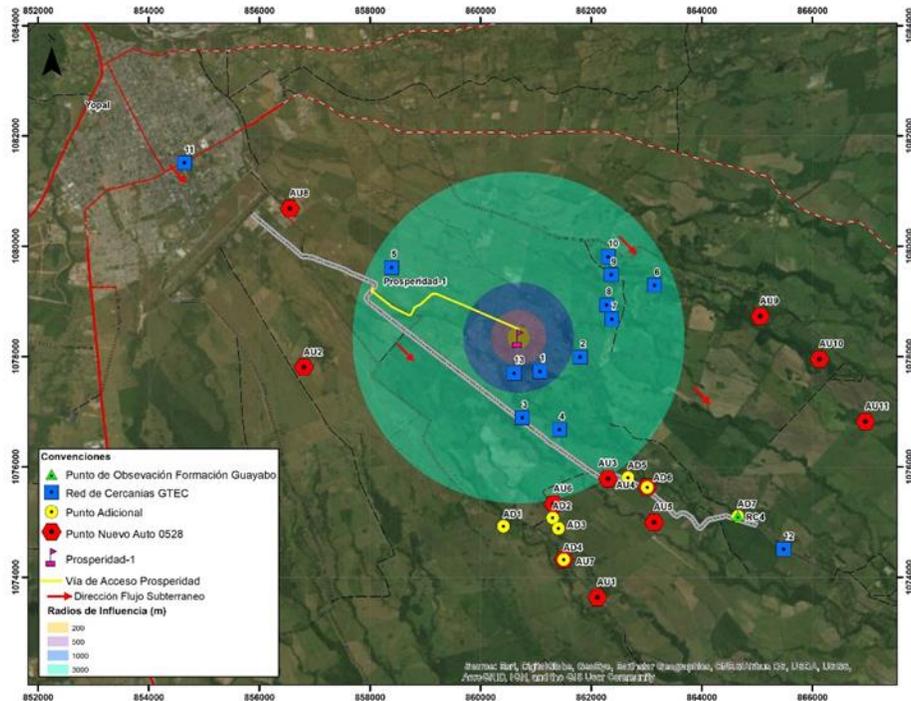


Figura 8. Red de monitoreo de aguas subterráneas alrededor del pozo petrolero La Prosperidad 1. de la compañía Gran Tierra.

La red de monitoreo diseñada y construida alrededor de la plataforma del pozo la Prosperidad 1 incluye 37 puntos ubicados en la proximidad de la plataforma donde se construyeron 5 pozos de pequeña profundidad, 4 pozos de 12 metros de profundidad entubados con tubería y filtros ranura continua de PVC de 2 pulgadas y 1 pozos de 30 metros de profundidad entubados con tuberías y filtros ranura continua de PVC. Los pozos anteriores permitirán monitoreo de los niveles y calidad del agua de las capas acuíferas someras del Sistema Acuífero Abanico de Yopal.

Una serie de pozos y aljibes próximos a la plataforma del pozo la Prosperidad de los cuales 13 puntos fueron propuestos por Gran Tierra, 7 puntos adicionales sugeridos por el Servicio Geológico Colombiano y 11 puntos nuevos definidos para dar cumplimiento al Auto 528 del Tribunal del Casanare.

Un pozo adicional ubicado al sur de la plataforma del pozo de la prosperidad en donde la compañía Gran Tierra construyó un pozo a 270 metros de profundidad, entubado en 4 pulgadas con tubería y filtros ranura continua en acero de 4 pulgadas, el cual capta las capas acuíferas más superiores de la Formación Guayabo o Caja, lo que permitirá validar el modelo hidrogeológico de este sistema acuífero estratégico de Yopal, Figura 9, 10, 11 y 12.

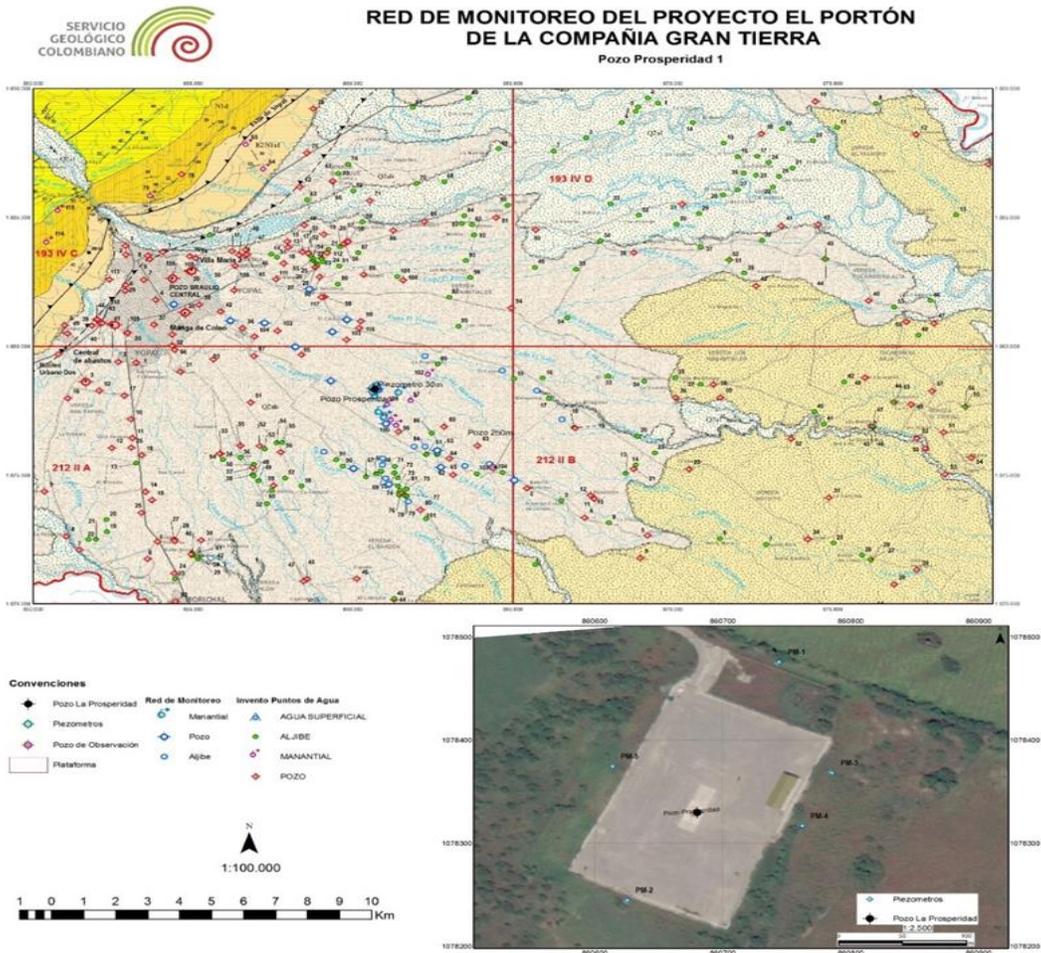


Figura 9. Red de Monitoreo del Proyecto El Portón de la Compañía Gran Tierra.



Foto 1. Piezómetro de 12 metros de profundidad, entubado en tubería y filtros PVC de 2 pulgadas.



Foto 2. Piezómetro de 30 metros de profundidad, entubado en tubería y filtros PVC de 2 pulgadas.



Foto 3. Piezómetro de 256 metros de profundidad, entubado en tubería y filtros Acero de 4 pulgadas.

En los pozos que conforman la red se miden los cationes e iones mayoritarios, al igual que los parámetros físicos y químicos de las aguas subterráneas in situ que incluyen entre otros la Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), el pH, la Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), los Sólidos Disueltos Totales (mg/L) Se medirán otros parámetros como Hidrocarburos totales, Fenoles y Grasas aceites entre otros. También se miden periódicamente el Nivel estático (m) y se realizarán aforos a través de Caudales (aforo volumétrico) (L/s). Para la red local, la red de cercanías y el pozo perforado y construido a 266 metros de profundidad la frecuencia del monitoreo se definió para antes, durante (intervalo de los primeros 1000 metros de profundidad), después de la perforación y finalizadas las pruebas de producción. Durante la perforación y pruebas cortas de producción la frecuencia del monitoreo se realiza cada 15 días, en pruebas largas cada 2 meses.

PROYECTO 1000706 Exploración de Aguas Subterráneas en Áreas Estratégicas

El proyecto de Exploración de Aguas Subterráneas en Áreas Estratégicas involucra la generación de conocimiento en Áreas de los siguientes Departamentos:

En el ***Departamento de Boyacá*** por su gran extensión se planea y ejecutan las actividades de exploración en áreas de interés socioeconómico y ambiental, Figura 10.

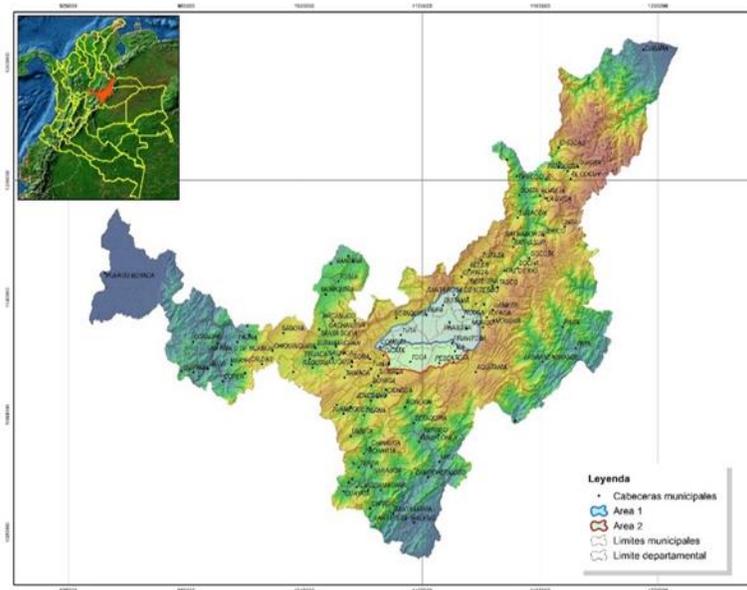


Figura 10. Mapa Departamento de Boyacá con las áreas 1 y 2 objeto de exploración de aguas subterráneas.

En una primera etapa la exploración de aguas subterráneas se ha realizado en Zona Centro del Departamento de Boyacá (Áreas 1 y 2) lo que condujo a la formulación de su modelo hidrogeológico conceptual, en el primer semestre del año 2018 se ejecutan actividades de exploración que conduzcan a la formulación del modelo hidrogeológico conceptual de la Zona Centro Sur (área 2), en la Zona Centro Occidental (área 3), en un área 4 en jurisdicción del municipio de Combita y en un polígono(área 5) de interés para Corpoboyacá, Figura 11.

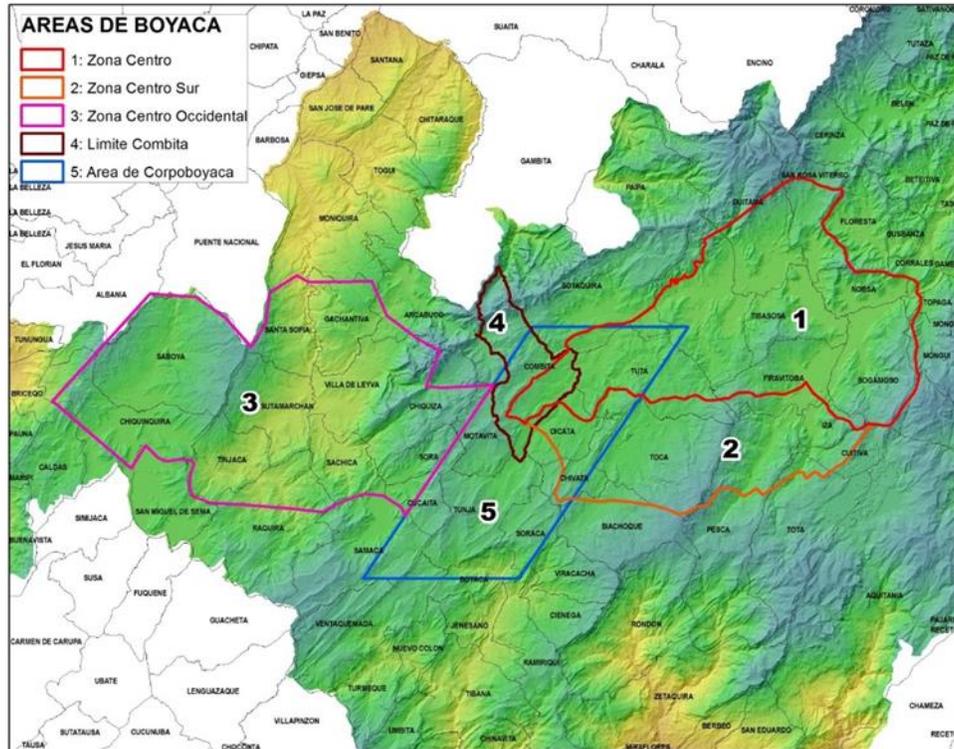


Figura 11. Áreas donde se ejecutan actividades de exploración de aguas subterráneas en el Departamento de Boyacá.

Durante el año 2018 en el **Departamento de Boyacá** se ejecutaron actividades de exploración que incluyen el reconocimiento y evaluación geológica, inventario de puntos de agua (pozos, aljibes, manantiales) en los sistemas acuíferos estratégicos identificados en los municipios de Tunja, Combita, Ventaquemada, Oicatá, Chivatá, Motavita , Sora, Soracá, Boyacá, Viracachá, Samacá, Cucaíta y Arcabuco(Zona Centro Occidental), y en los municipios de Sutamarchan, Chiquinquirá, Santa Sofía, Saboyá, Cucaíta, Samacá (Zona Occidental)., Figura 12. En las zonas anteriores se caracterizan desde el punto de vista geológico y estructural unidades geológicas de edades cretácicas, terciarias y cuaternario tales como la Formación Arcabuco, Une, Labor y Tierna, Lidita Superior, Cacho, Bogotá y Guaduas en los niveles arenosos, Conejo en los niveles arenosos, Tilatá, y Depósitos Cuaternarios de origen Aluvial (Terrazas Aluviales y Cauce Aluvial Reciente, Coluviones), Figura 13.

En dichas áreas ocurren y se extienden en el subsuelo unidades geológicas del terciario y cretácico y cuaternario que forman Sistemas Acuíferos Estratégicos como la Formación Une, Labor y Tierna, Bogotá, Tilatá, Picacho y los Depósitos Cuaternarios de origen Aluvial, Figura 14 15 y 16.

EL análisis de los datos capturados en el campo en relación a los pozos, aljibes y manantiales permite conocer la ocurrencia del agua subterránea en los sistemas acuíferos identificados a través de sus características litológicas y estructurales, su tipo de porosidades primarias o intergranulares y secundarias, la presencia de discontinuidades fallas de carácter semiregional a regional, lo que permite identificar flujos locales e intermedios asociados a zonas de descargas.

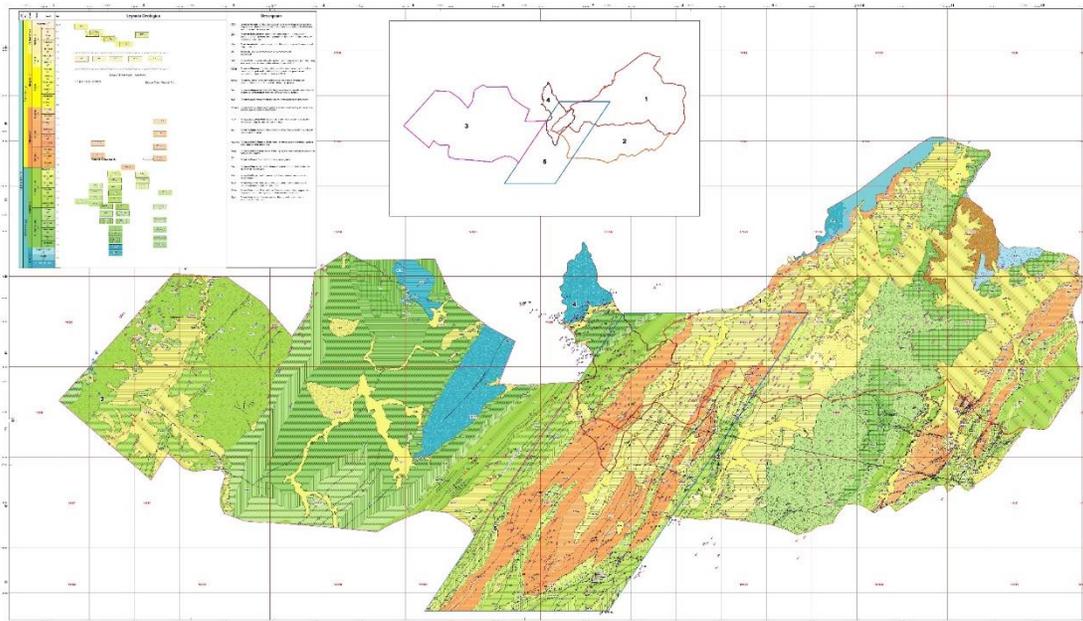


Figura 12. Integración cartografía geológica de las áreas de Boyacá objeto de exploración de aguas subterráneas.

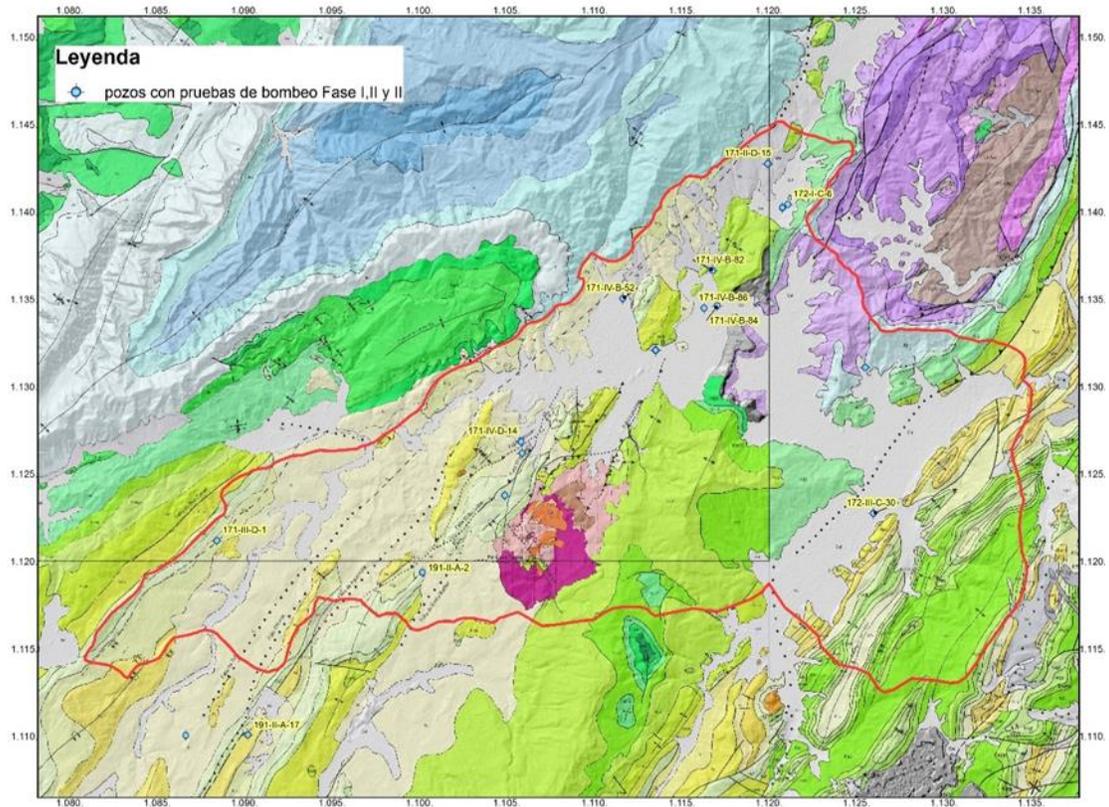


Figura 13. Mapa Geológico del Área 1 Zona Centro de Boyacá.

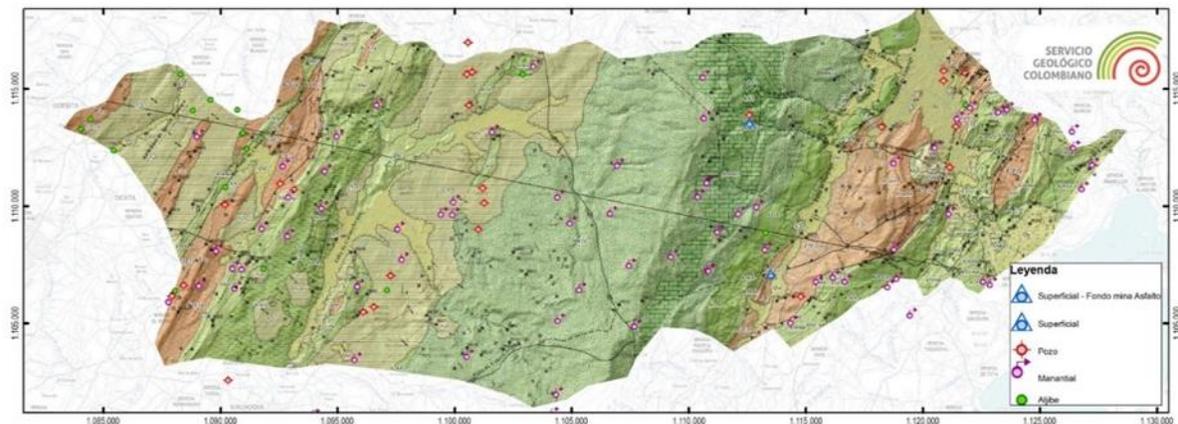


Figura 14. Mapa Geológico e Inventario de puntos de agua del área 2.

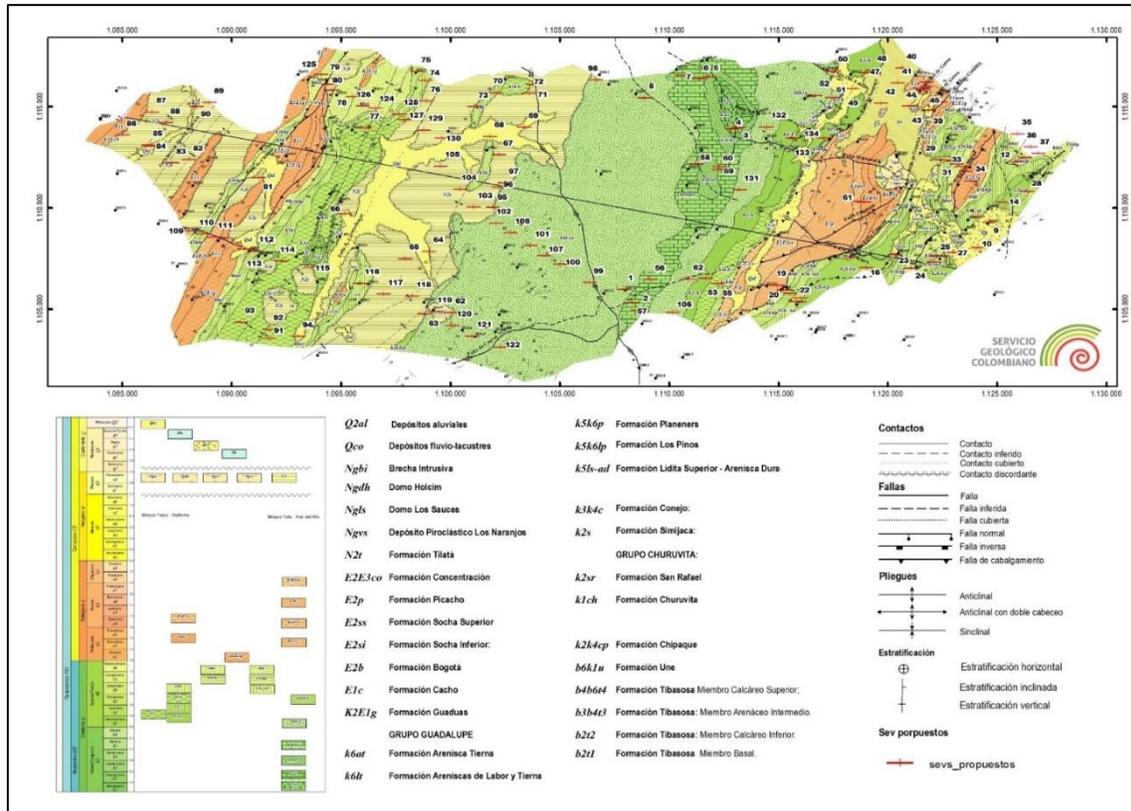


Figura 15. Mapa Geológico con los sondeos eléctricos verticales del área 2.

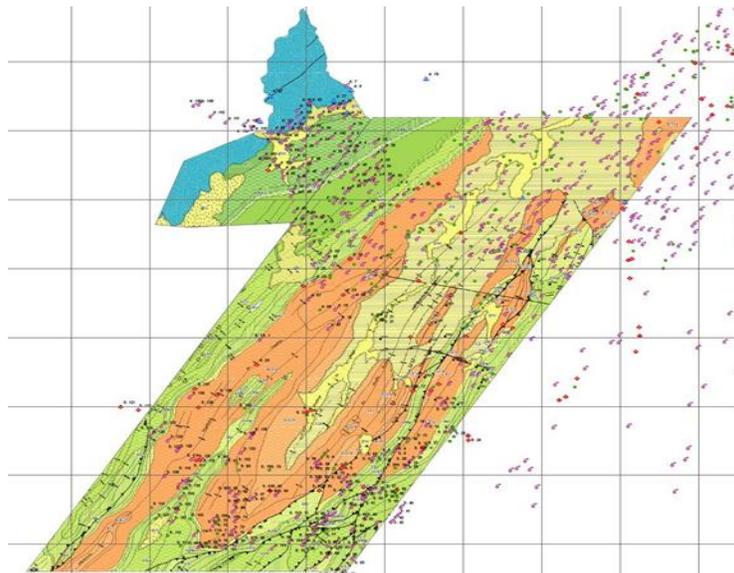


Figura 16. Inventario de puntos de agua en la el Área 5 de Corpoboyacá y el área 5 en jurisdicción del municipio de Combita

El área que corresponde al sinclinal de Tunja se inventariaron 677 puntos de agua, representados por 434 manantiales 186 aljibes, 53 pozos y 4 superficiales, Figura 17.

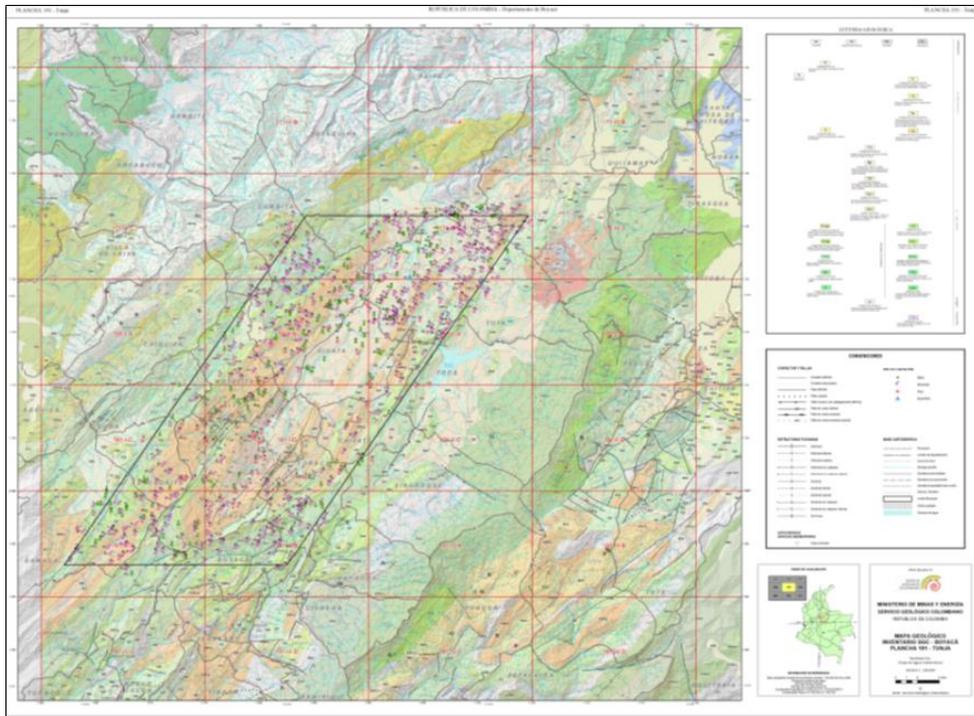


Figura 17. Mapa geológico e inventario de puntos de agua Tunja.

El inventario por unidad geológica arroja los siguientes resultados: Tabla 1.

Tabla 1. Inventario por unidad geológica en la zona centro de Boyacá, Tunja y municipios vecinos.

Unidad Geológica	Pozos	Aljibes	Manantiales	Aguas Superficiales	Total
Formación Paja (K1p)			10		10
Formación Tablazo (K1t)			2		2

Formación Simiti (K1s)			2		2
Formación Churuvita (K2ch)		3	30		33
Formación Simijaca (K2s)	1		3		4
Formación Conejo (K2c)	3	22	52		77
Formación Lidita Superior (K2ls)		10	29		39
Formación Plaeners (K2pl)	3	5	25		33
Formación Arenisca Tierna (K2t)	8	2	38		48
Formación Guaduas (K2E1g)	22	51	81		154
Formación Cacho (E1c)	5	10	28		43
Formación Bogotá (E2b)	6	7	10		23
Formación Tilatá (N2Q1t)	5	62	114		181
Terrazas Aluviales y Aluviones Recientes (Qal)		13	4		17

Coluviones o Depósitos de Pendientes (Qco)			3		3
Depósitos Lacustres (Qla)		1	3		4
Aguas Superficiales				4	
TOTAL	53	186	434	4	677

La exploración de aguas subterráneas en la Zona Centro del Departamento de Boyacá condujo a la formulación de su modelo hidrogeológico conceptual, en el primer semestre de 2018 se ejecutaron actividades de exploración que condujeron a proponer la validación del modelo hidrogeológico conceptual a través de la perforación de un pozo exploratorio que se identificará como SGC Duitama 1, Figura 18, 19 ,20 y 21.

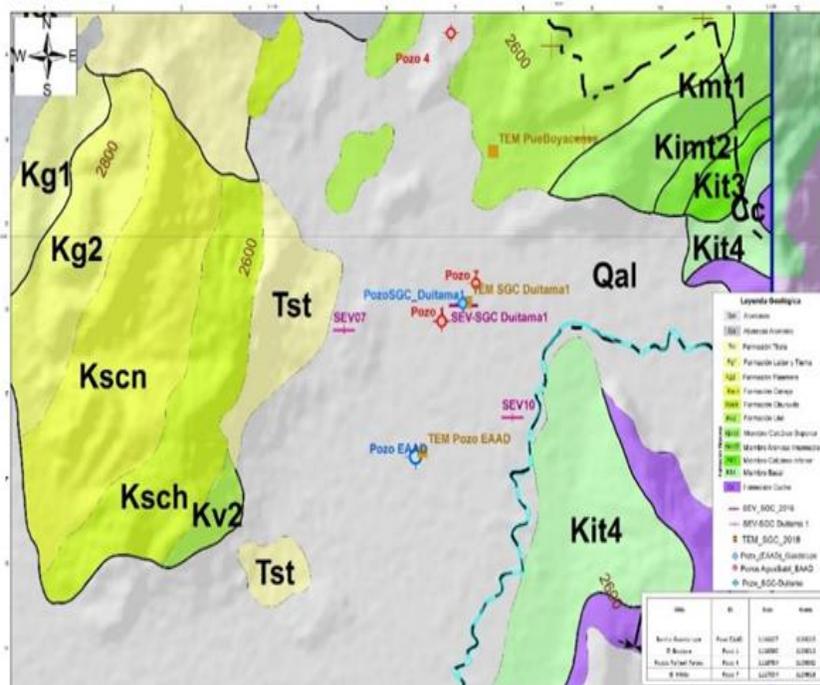


Figura 18. Mapa geológico con la localización de los sevs y captaciones vecinas del área donde se perforará los pozos SGC Duitama 1.

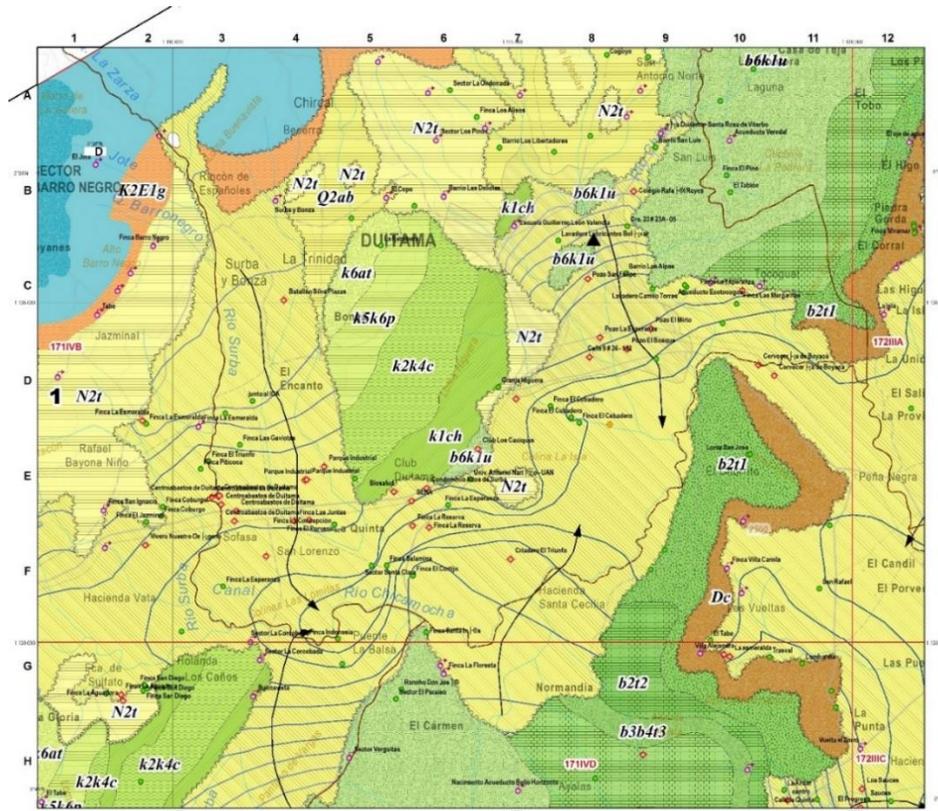


Figura 19. Modelo de flujo del sistema de acuíferos del Depósito Cuaternario de la zona centro de Boyacá, sectores Duitama y Paipa.

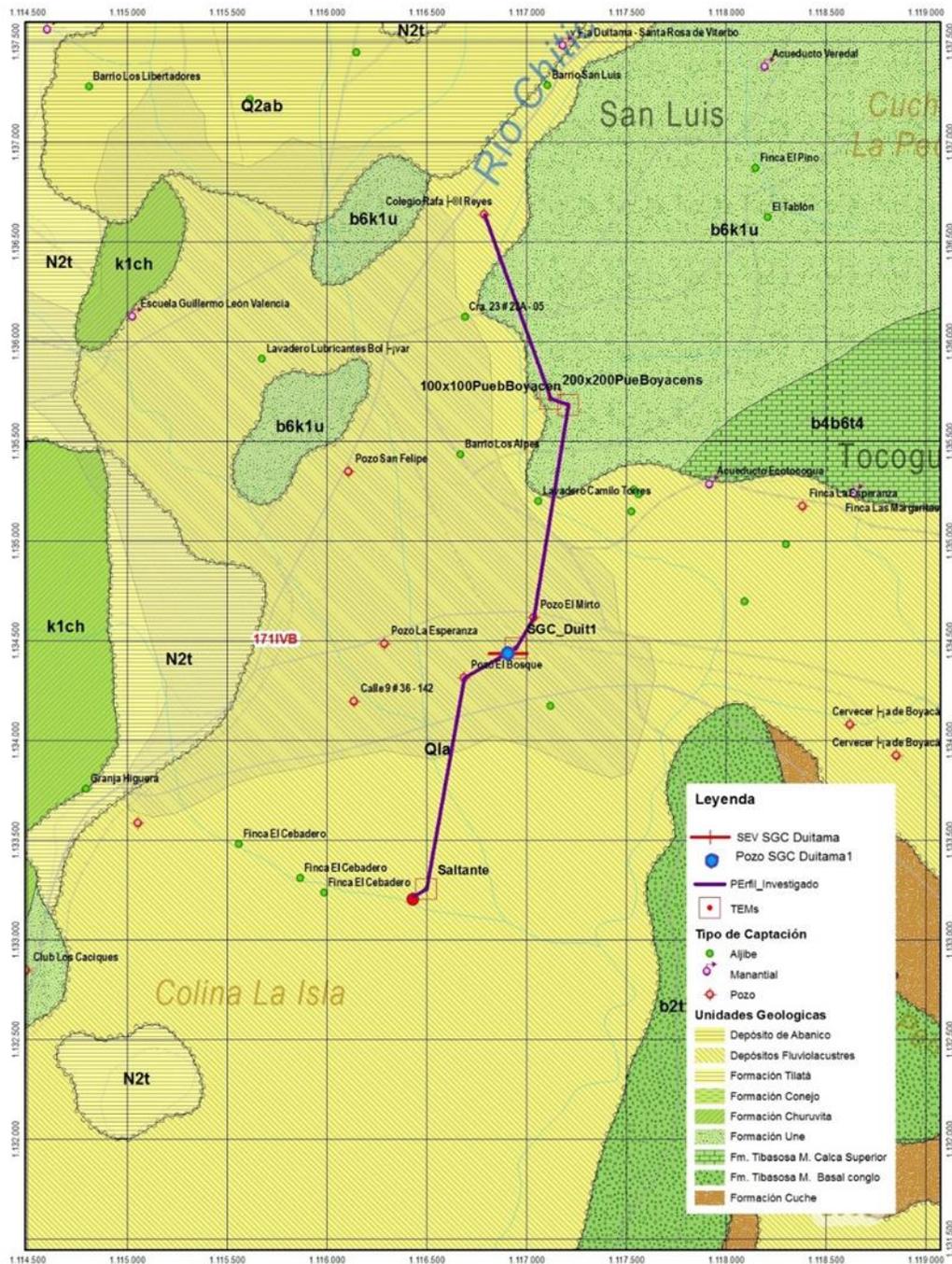


Figura 20. Mapa geológico con sección geológica-geofísica y pozos de aguas subterráneas inventariados, incluye ubicación del pozo exploratorio SGC Duitama 1.

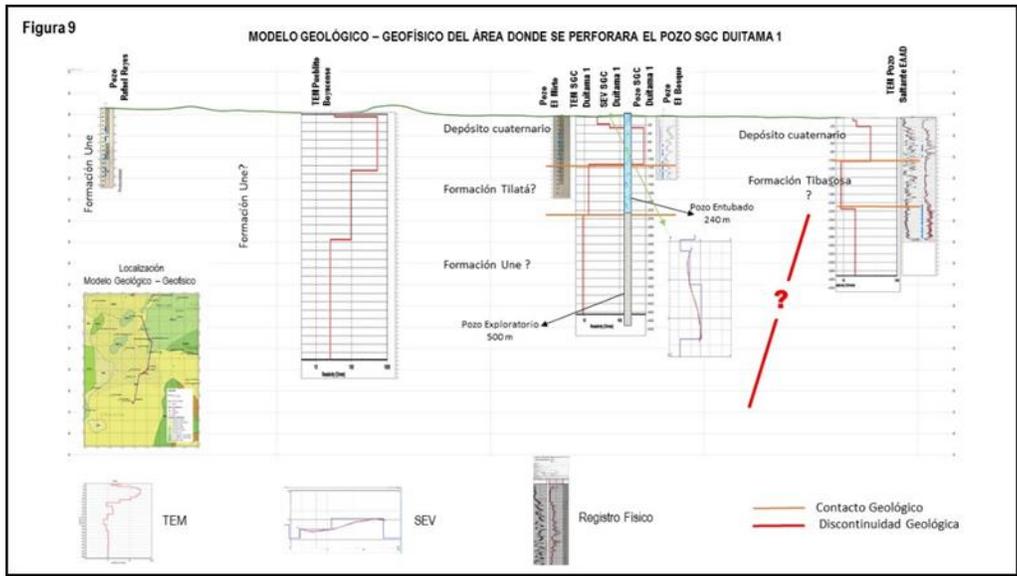


Figura 21. Modelo Geológico – Geofísico del área del pozo SGC Duitama 1.

En *el Eje Cafetero* se realizan actividades de exploración de aguas subterráneas, específicamente en los **Departamentos de Risaralda y Quindío y Valle del Cauca** los cuales comparten el Sistema Acuífero Abanico Glacis del Quindío-Risaralda. En el primer trimestre del año 2018 se consolida la captura y evaluación de información hidrogeológica en el Departamento de Risaralda y Valle del Cauca que conduzca a integrar y formular el modelo hidrogeológico conceptual de este sistema acuífero que comparten los tres departamentos., Figura 22.

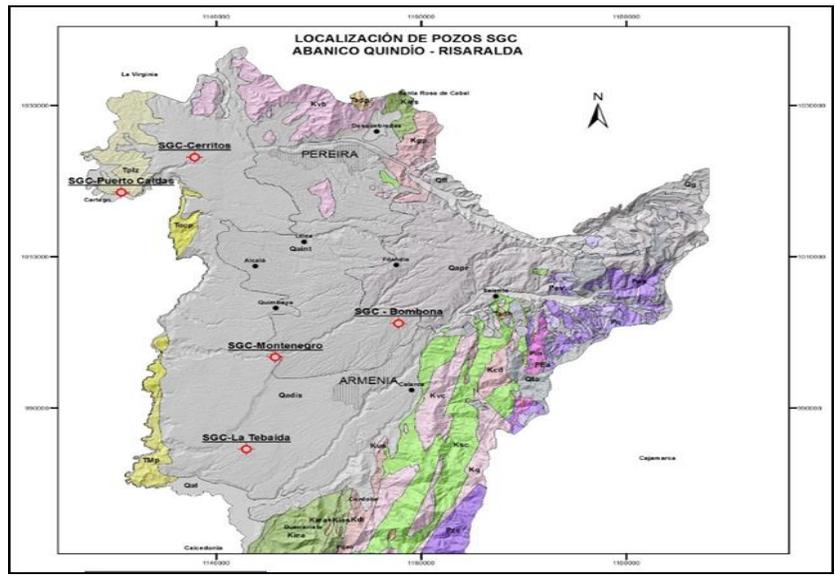


Figura 22. Mapa Geológico del Área del Eje Cafetero objeto de exploración.

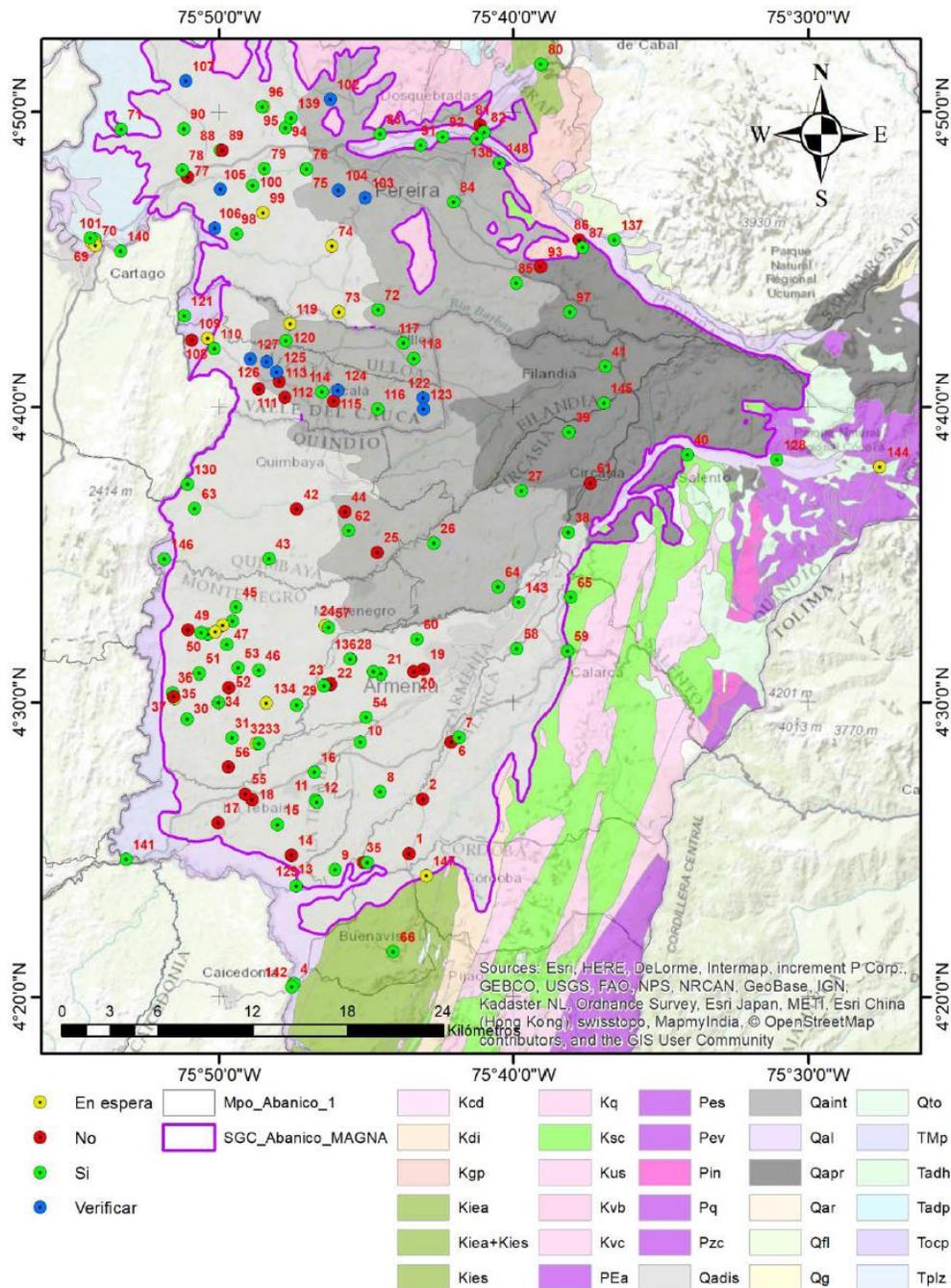


Figura 23. Mapa de puntos seleccionados durante la etapa de validación de la red de monitoreo isotópico para el Sistema Acuífero Abanico Quindío Risaralda.

En el primer semestre de 2018 se dio inicio a las actividades de exploración de aguas subterráneas en el Valle Medio del Magdalena, lo que ha conducido a avanzar en la formulación de los modelos hidrogeológicos conceptuales de sistemas acuíferos que ocurren en el subsuelo en cuencas hidrogeológicas donde se demandan las aguas subterráneas para diferentes usos tales como para el abastecimiento de agua potable de la cabecera y comunidades rurales del municipio de Puerto Wilches, Sabana de Torres, San Vicente de Chucuri y Barrancabermeja, en el Departamento de Santander, al igual que para satisfacer la demanda de proyectos de exploración y explotación de hidrocarburos, al igual que proyectos agrícolas especialmente cultivos de palma que usan el agua subterránea para riego de cultivos de palma, Figura 24.

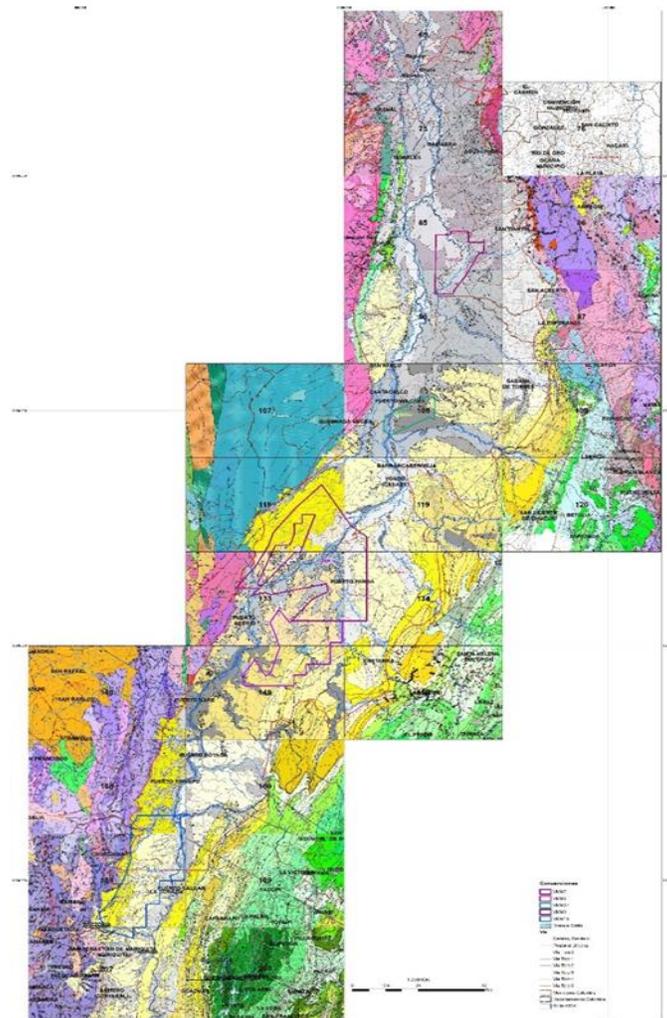
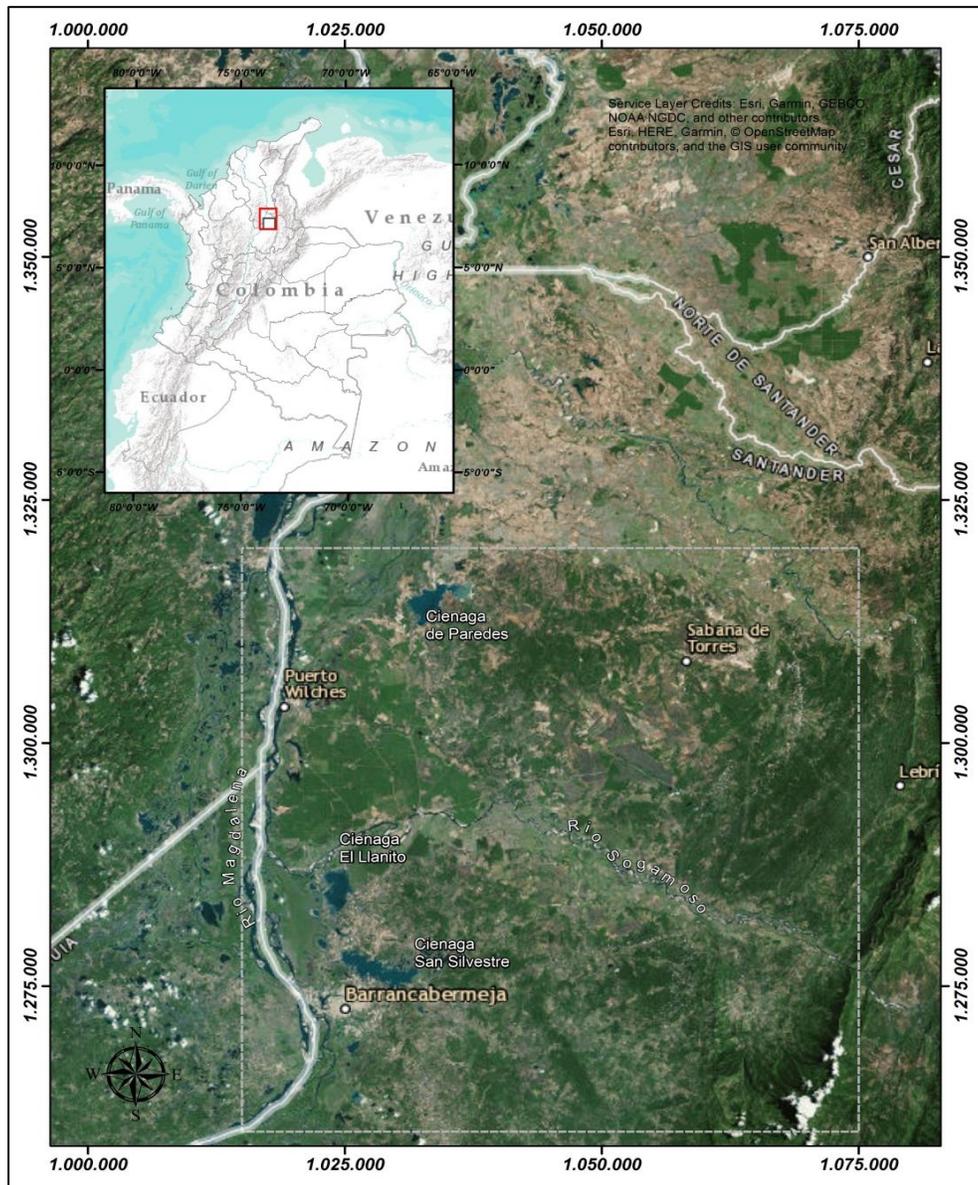


Figura 24. Mosaico de planchas geológicas a escala 1:100000 donde se realiza la exploración de aguas subterráneas en el Valle Medio del Magdalena, se presentan los bloques de actividad de exploración y explotación petrolera.

Las actividades de exploración de aguas subterráneas durante el año 2018 se realizaron en la plancha geológica 108 Puerto Wilches a escala 1:100.000, realizada por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) en convenio con la Universidad pedagógica y tecnológica de Sogamoso (UPTC), así mismo, se abarcaron áreas hacia el occidente de las planchas 109 Rionegro y 120 Bucaramanga, y por último hacia la parte norte de la plancha 119 Barrancabermeja; esta zona pertenece al cuadrángulo H12 Bucaramanga, realizado por Ingeominas, Figura 25.



El Grupo Real es la unidad geológica con potencial hidrogeológico para el almacenamiento y flujo de agua subterránea, en el sector oriental de la plancha 108, en donde predomina y se caracteriza por presentar cambios faciales en la lateral, compuestas por capas cuneiformes y lenticulares de areniscas, areniscas conglomeráticas, conglomerados y en menor proporción arcillolitas. Depositadas en un ambiente fluvial de ríos trezados. Hidrogeológicamente se clasifica como un acuífero multicapa separados entre sí por paquetes arcillosos confinantes, con porosidad primaria, del cual captan pozos y aljibes para

el abastecimiento de las comunidades y para la producción agrícola de palma africana, principal actividad económica en la zona de estudio, Figura 26.

Los depósitos cuaternarios aluviales, de terraza y fluviolacustres se caracterizan por presentar sedimentos asociados a los ríos Magdalena, Sogamoso y quebradas secundarias, estos cuerpos de agua superficial depositan arenas limos y gravas que generan acuíferos libres que hidráulicamente se encuentran influenciados por las corrientes de agua superficial. Los depósitos fluviolacustres son los sedimentos depositados en las llanuras de inundación de los ríos, por lo cual se caracterizan por la presencia de materiales finos de arcillas y limos en donde se encuentran las ciénagas debido a la naturaleza impermeable del suelo.

En la terraza aluvial ubicada al sur oriente del casco urbano del municipio de Puerto Wilches y que cubre en gran parte el área del bloque VMM 37, se caracteriza por la presencia de gravas y arenas que permiten el almacenamiento y flujo de agua subterránea como se evidencia en los pozos y aljibes que captan las capas acuíferas más someras, debido a estas condiciones se clasifica como un acuífero libre, utilizado en la agroindustria de la palma africana y para el abastecimiento de la población, por lo cual es prioritaria su protección ya que hidráulicamente está descargando en los ríos Magdalena y Sogamoso como se observa en la dirección de flujo predominante hacia el oeste y suroeste de esta unidad.

En la plancha 109 la unidad geológica con mayor potencial para almacenamiento y flujo de agua subterránea es la Formación La Paz, compuesta por areniscas cuarzosas a feldespáticas, friables, con porosidad primaria.

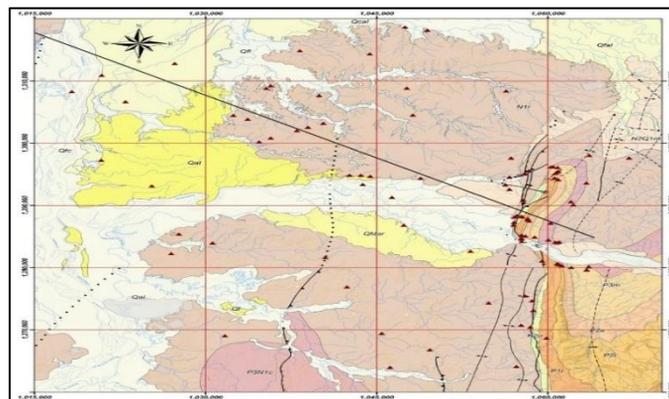


Figura 26. Mapa Geológico con las estaciones de reconocimiento geológico y estructural para aguas subterráneas en el Valle Medio del Magdalena, Sectores de los municipios de Puerto Wilches, Sabana de Torres, San Vicente de Chucuri y Barrancabermeja. (Modificado Grupo de Exploración Aguas Subterráneas, 2018.)

Actualizado el mapa de control geológico con fines hidrogeológicos, se realizó el perfil A – A´ (dirección NE – SW), mostrando una posible geometría y espesor de las unidades geológicas de la zona estudio. Ver Figura 27. Modelo geológico Valle Medio del Magdalena.. Figura 27.

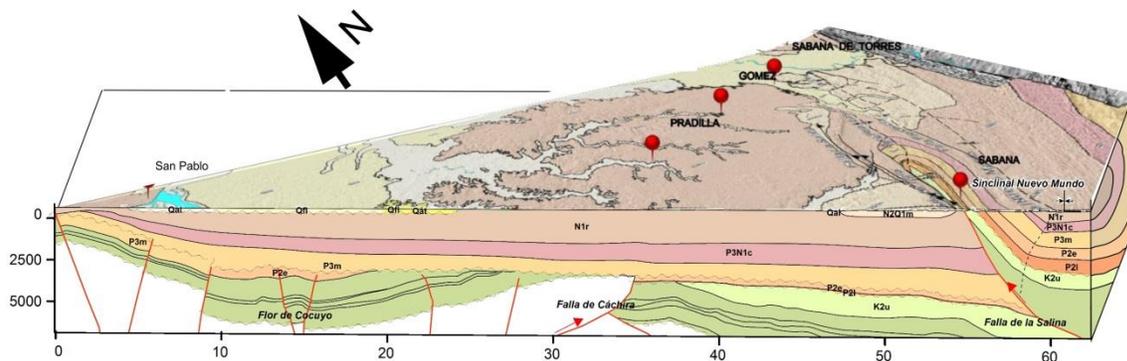


Figura 27. Modelo geológico Valle Medio del Magdalena.

Dentro de las unidades litológicas presentes en el área de estudio, sobresalen hidrogeológicamente el Grupo Mesa, Grupo Real, Depósitos Cuaternarios aluviales, Terrazas aluviales y la Meseta san Rafael, seguidas a estas encuentran unidades de edad Cretácico como la Formación Umir, Lizama y Formación Mugrosa

La unidad geológica de mayor interés hidrogeológico en el área de estudio es el Grupo Real debido a su extensión de área y en profundidad, esta unidad presenta el 51% de los puntos de agua subterránea inventariados, 76% de los puntos inventariados para esta unidad captan capas superficiales que conforman el acuífero libre de esta unidad, este es el más explotado por la comunidad principalmente para uso doméstico a través de aljibes, manantiales y pozos de poca profundidad (<20m), con caudales de 0,2 l/s a 2l/s y niveles estáticos entre 0 m y 15,26 m, Figura 28 y 29

El 24% de los puntos inventariados corresponden a pozos profundos entre 20 m y 200 m de profundidad que captan capas acuíferas confinadas del Grupo Real, además de algunos pozos ubicados en los depósitos cuaternarios con posible mezcla de aguas, esto se corrobora con los cuatro pozos saltantes que se observaron en la zona, dos de ellos ubicados en los depósitos aluviales, uno en la terraza de San Rafael y otro en el Grupo Real.

Los caudales que se presentan en los pozos profundos están entre 0,5 l/s y 15 l/s, los niveles estáticos oscilan entre 0 m y 30,04 m, predominando los niveles entre 1m y 6m, los usos de

estas captaciones profundas son acueductos veredales y municipales, plantas agroindustriales y en fincas ganaderas.

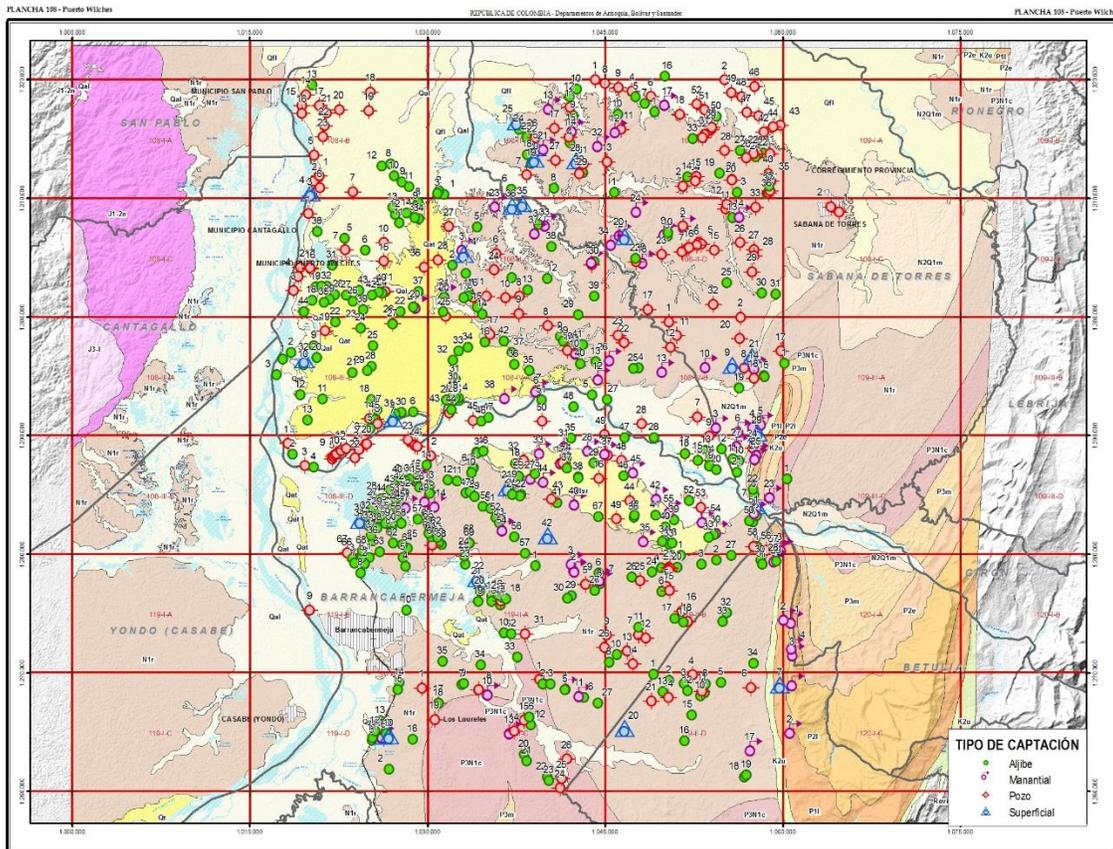


Figura 28. Mapa Geológico con el inventario de puntos de agua por planchas 1:25.000 con los límites municipales.

En la Tabla 2 Se presenta la distribución de los puntos inventariados por municipio.

Tabla 2. Distribución de puntos de agua por municipio.

Municipio	Pozo	Aljibe	Manantial	Agua superficial	Total
Puerto Wilches	66	118	12	5	201
Sabana de Torres	74	48	23	-8	153
Barrancabermeja	57	189	32	-9	287
San Vicente de Chucuri	9	22	7	2	40
Betulia			-	3	3
Total					684

El principal uso de agua de los puntos inventariados es el doméstico con el 70%, el 10% se usa para abastecimiento público como es el caso de las cabeceras municipales de Puerto Wilches y Sabana de Torres, además de algunas veredas de estos dos municipios y el 20% restante se utiliza para actividades agrícolas, forestales y ganaderas.

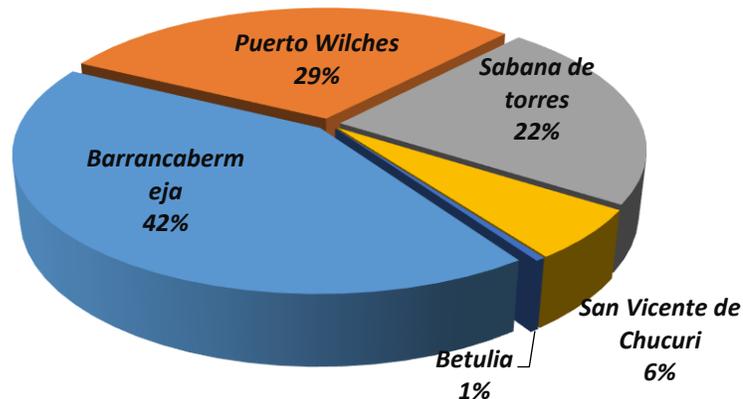


Figura 29. Distribución porcentual de los puntos inventariados por municipio

De acuerdo a la gráfica de distribución porcentual por municipio, se observa que la mayoría de los puntos inventariados están ubicados en el municipio de Barrancabermeja, en las veredas El Llanito ubicada al norte del casco urbano de Barrancabermeja, así mismo en las veredas Guarumo y San Luis ubicadas en la meseta de San Rafael y hacia el sur de esta, Figura 30.

En la zona de estudio afloran 12 unidades geológicas, de las cuales se encuentran captaciones de agua subterránea en 11 de ellas. En la Tabla N°3, se presenta la distribución de los puntos de captación teniendo en cuenta la unidad geológica donde se encuentran ubicados.

Unidad geológica	Pozo	Aljibe	Manantial	Agua superficial	Total
Depósitos aluviales(Qal)	62	82	5	8	157
Terraza Aluvial (Qat)	12	51	3	-	66
Terraza de San Rafael (Qmsr)	5	21	12	-	38
Depósitos Fluvio –lacustres (Qfl)	19	17	-	-	36

Grupo Real (N1r)	100	195	42	15	352
Formación Umir (K2u)	-	-	2	-	2
Grupo Mesa (N2Q1m)	1	-	4	-	5
Formación Lisama (P1l)	-	1	3	1	5
Formación la Paz (P2l)	-	1	4	-	5
Formación Mugrosa (P3m)	-	-	1	-	1
Grupo Colorado (P3N1c)	7	9	1	-	17
Total					684

Distribución porcentual

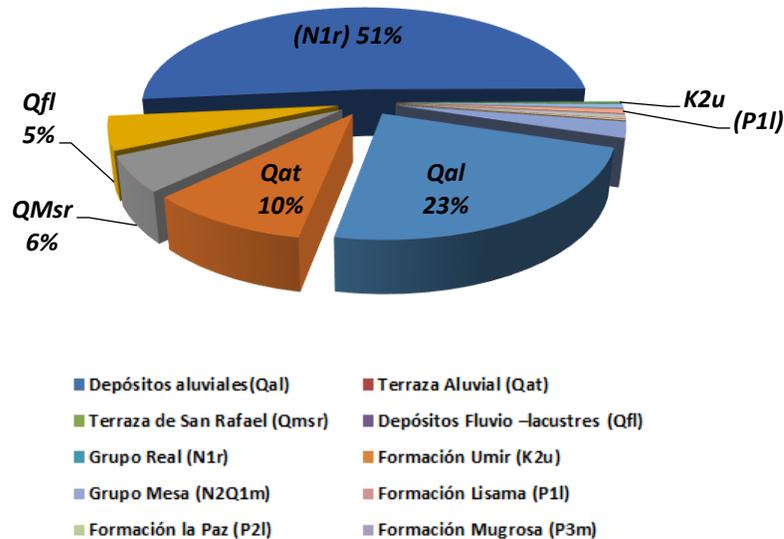


Figura 30. Distribución porcentual de los puntos inventariados por unidad geológica.

El 80 % de los puntos inventariados son productivos, el 5% se encuentran abandonados y el 15% están en reserva o en construcción. El uso del suelo principal de las captaciones inventariadas son la ganadería y la agricultura con 70%, seguida del uso forestal con el 15%; el 10% corresponde a un uso del suelo urbano y el 5% de reserva hídrica.

La protección de los manantiales debe ser una prioridad en la zona de estudio, debido a que la población ubicada en algunas veredas se abastece de estos para su consumo. Sin embargo, de acuerdo a lo evidenciado, muchos de ellos están desapareciendo como consecuencia de la deforestación para el crecimiento del cultivo de palma y el mal uso del suelo. Otras unidades de interés hidrogeológico son los depósitos cuaternarios aluviales en los cuales se encuentran el 23% de los puntos inventariados, la terraza aluvial (10%), la meseta de San Rafael (6 %) y los depósitos fluvio lacustres (5%), a las cuales se les definió sus modelos de flujo, Figura 31, 32,33,34,35,36 y 37.

Las líneas de flujo de las capas acuíferas someras a medianamente profundas del Grupo Real indican una dirección de flujo predominante hacia el occidente y noroccidente de la unidad tanto en la zona sur como en el norte. Para los depósitos aluviales del río Sogamoso, el mapa de isopiezas y líneas de flujo indican una interacción entre el acuífero y el río, en la cual hacia el sur del río el acuífero recarga el río, por el contrario, hacia el nororiente el río recarga el acuífero. En los depósitos fluvio lacustres al norte de Puerto Wilches se observa una red de flujo con dirección hacia el noroccidente (río Magdalena). En la meseta de San Rafael se observa una dirección de flujo hacia el norte en la zona central de la unidad y localmente hacia el sur en los extremos oriental y occidental.

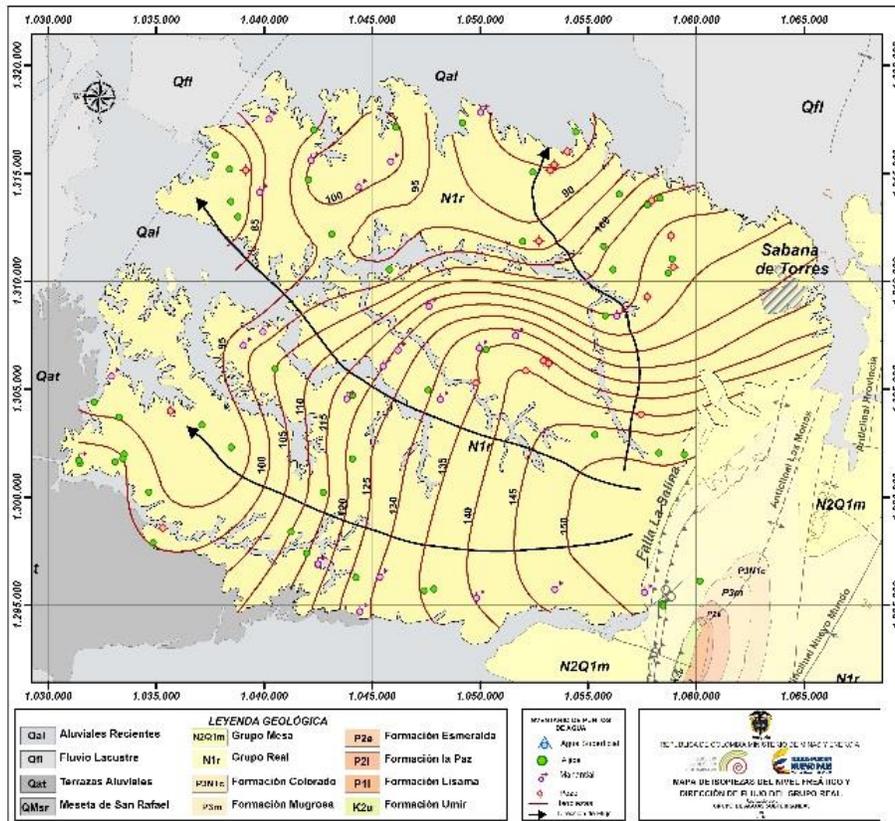


Figura 31. Isopiezas y dirección de flujo del acuífero somero ubicado en el Grupo Real (N1r)

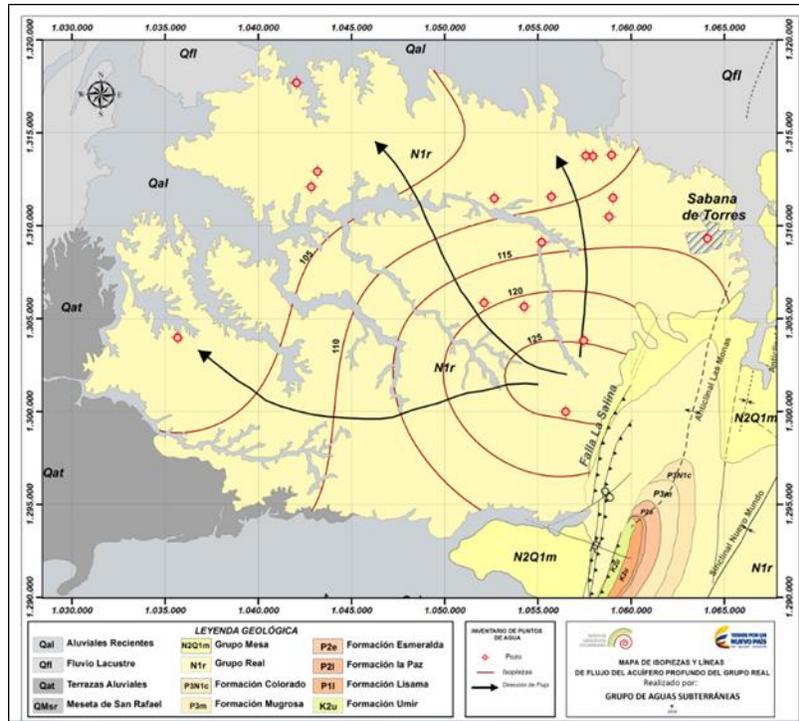


Figura 32. Isopiezias y dirección de flujo del acuífero profundo ubicado en el Grupo Real (N1r)

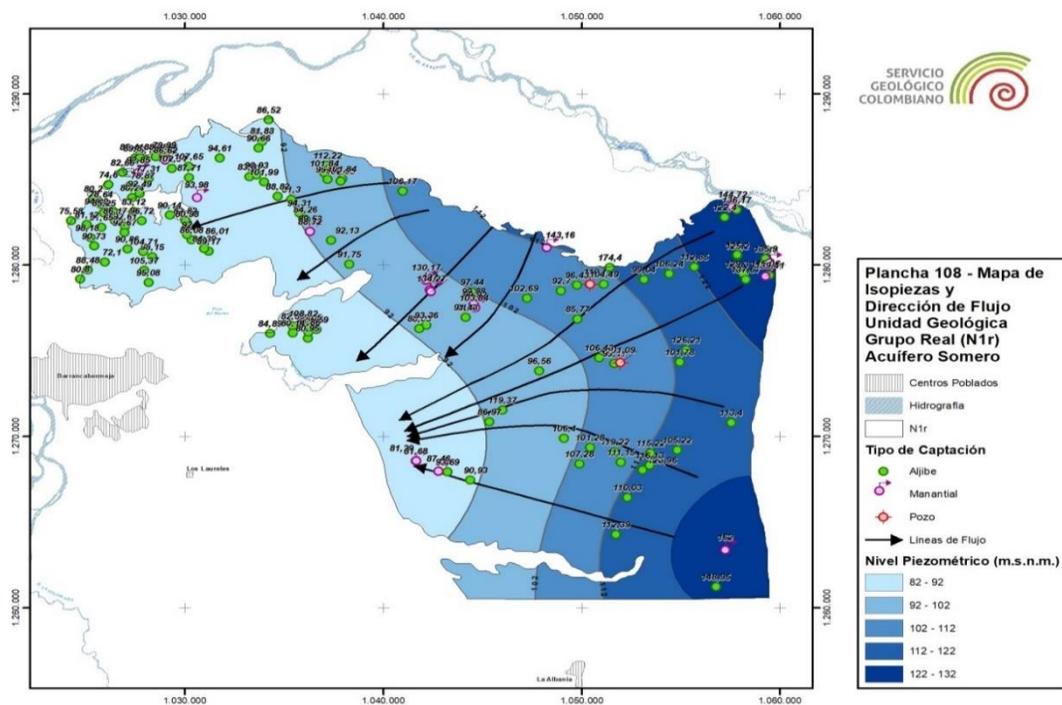


Figura 33. Isopiezas y dirección de flujo del acuífero libre-somero del Grupo Real al sur del Río Sogamoso.

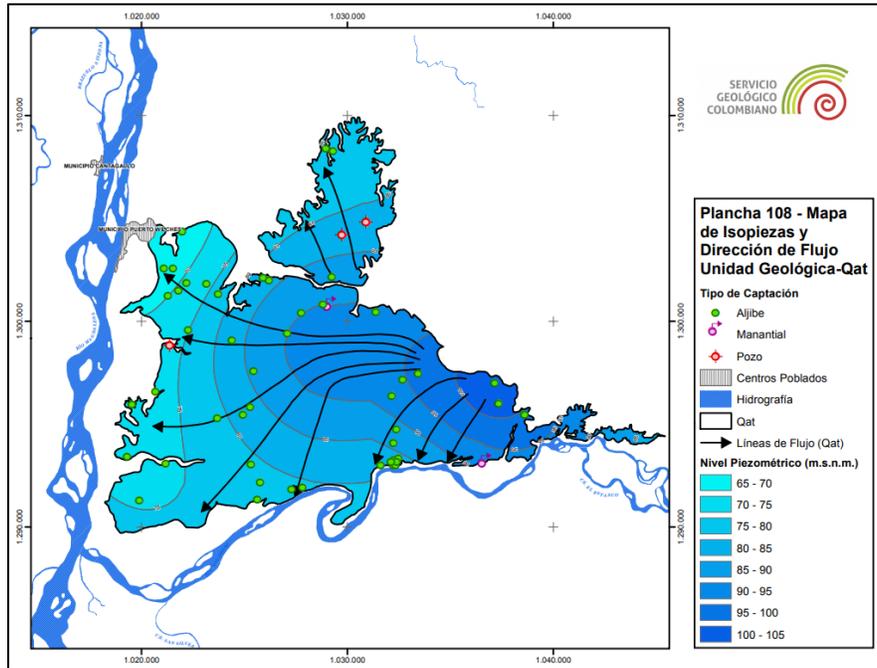


Figura 34. Isopiezas y Dirección de flujo del acuífero libre de los Depósitos de Terraza Alta (Qat).

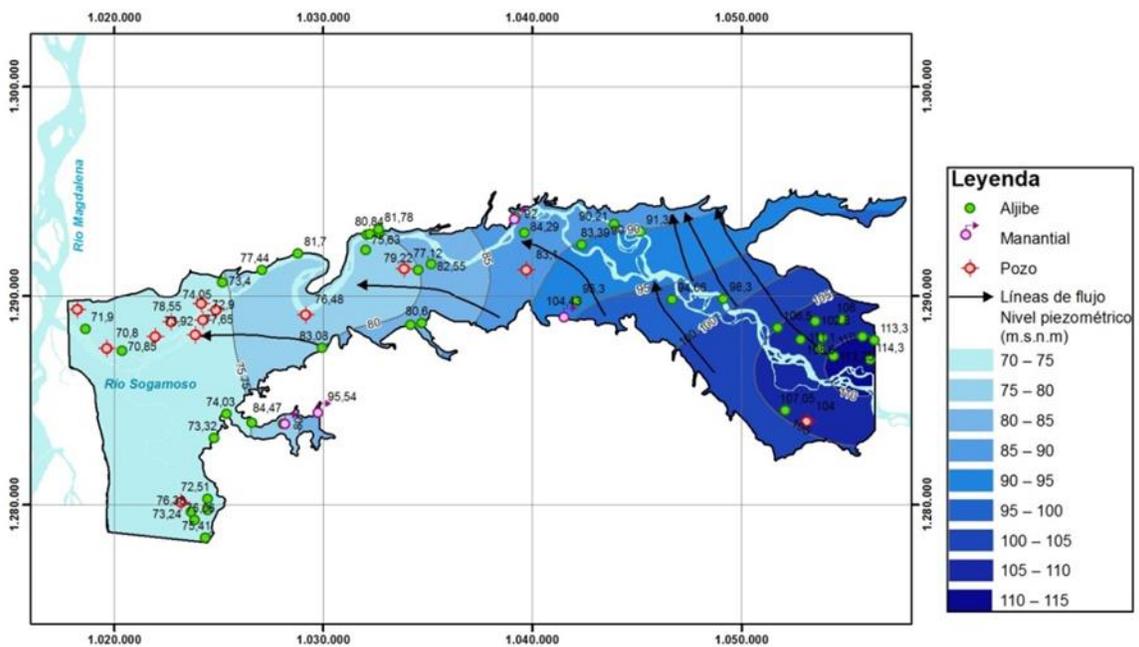


Figura 35. Isopiezas y dirección de flujo de los depósitos aluviales (Qal).

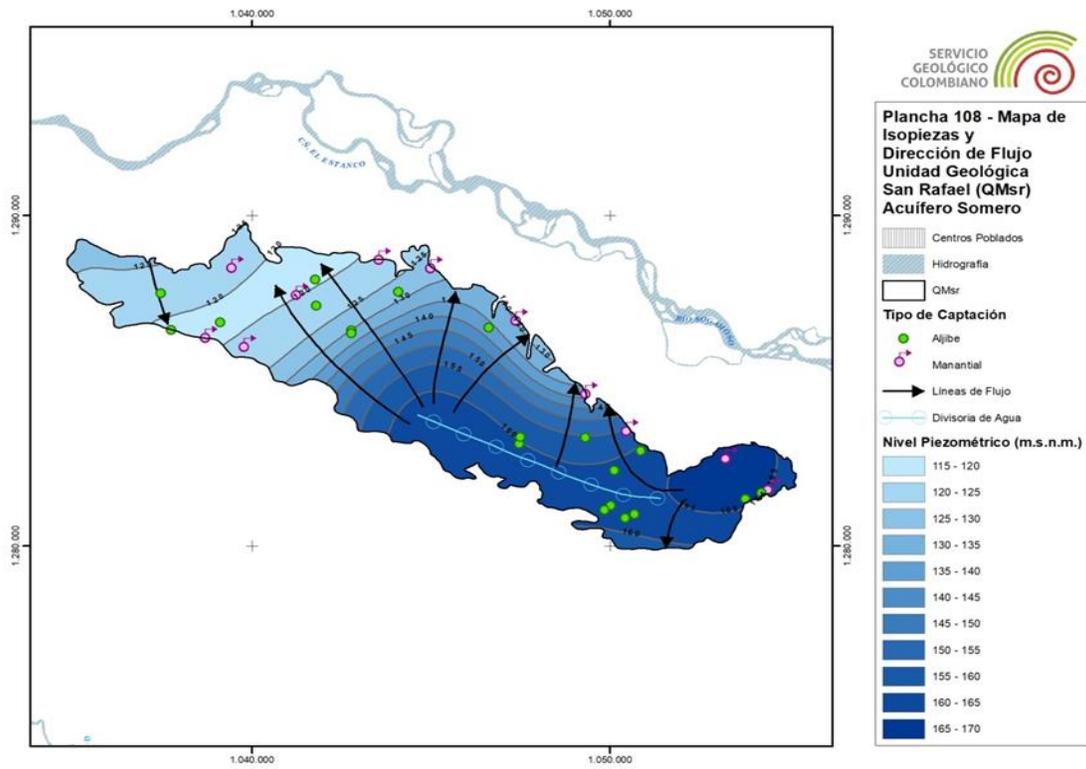


Figura 36. Isopiezas y dirección de flujo de la Meseta de San Rafael (QMSr).

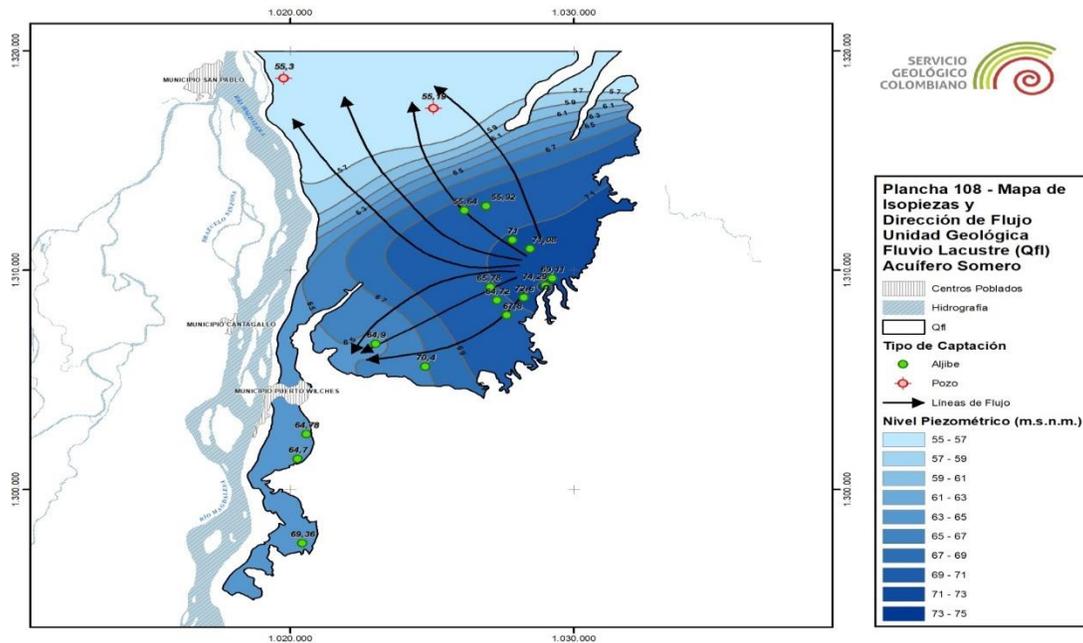


Figura 37. Isopiezas y dirección de flujo de los depósitos fluvio lacustres (Qfl).

En cuanto a la calidad físico-química In Situ del agua subterránea (Figura 38, 39,40,41,42,43 y 44), para el acuífero somero del Grupo Real se observa que el pH varía entre 3,28 y 8,31, sin embargo predominan los valores entre 4,4 y 6, para la conductividad eléctrica predominan valores para los aljibes y manantiales entre 20 uS/cm y 120 uS/cm y para los pozos predominan valores entre 50 uS/cm y 280 uS/cm y para la temperatura predominan valores entre 27,6 °C y 30,6 °C. Para el acuífero profundo el pH varia de 3,92 a 7,35, la conductividad eléctrica está entre 15,82 uS/cm y 334 uS/cm y la temperatura oscila entre 22,3 °C y 33 °C.

Los parámetros físico – químicos para los Depósitos aluviales presentan un valor de pH entre 3,75 y 7,4, conductividad eléctrica entre 15,5 y 1614 uS/cm y la temperatura entre 23,9 °C y 37,4 °C, las captaciones ubicadas cerca a la desembocadura del río Sogamoso con el río Magdalena presenta conductividades por encima de 800 uS/cm, algunos pozos por encima de 1000 uS/cm de acuerdo al MAVDT indican agua de tipo salobre, sin embargo la mayoría de puntos inventariados sobre esta unidad es agua de tipo dulce.

Las terrazas aluviales presentan comportamientos muy similares en cuanto a los parámetros físicos – químicos con valores de pH entre 3,79 y 6,98, conductividad eléctrica entre 18,7 uS/cm y 722,9 uS/cm y la temperatura entre 25 °C y 34,4 °C. indicando aguas de tipo ácido y aguas dulces con flujos locales a regionales.

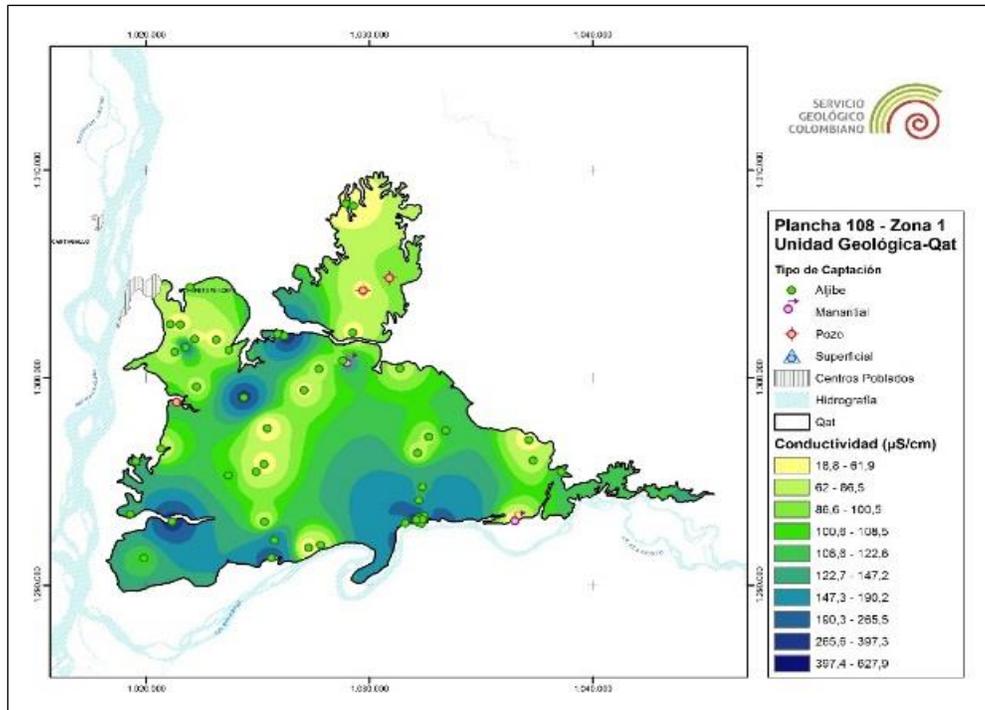


Figura 38. Distribución espacial de conductividad eléctrica en el acuífero depósitos de terraza (Qat).

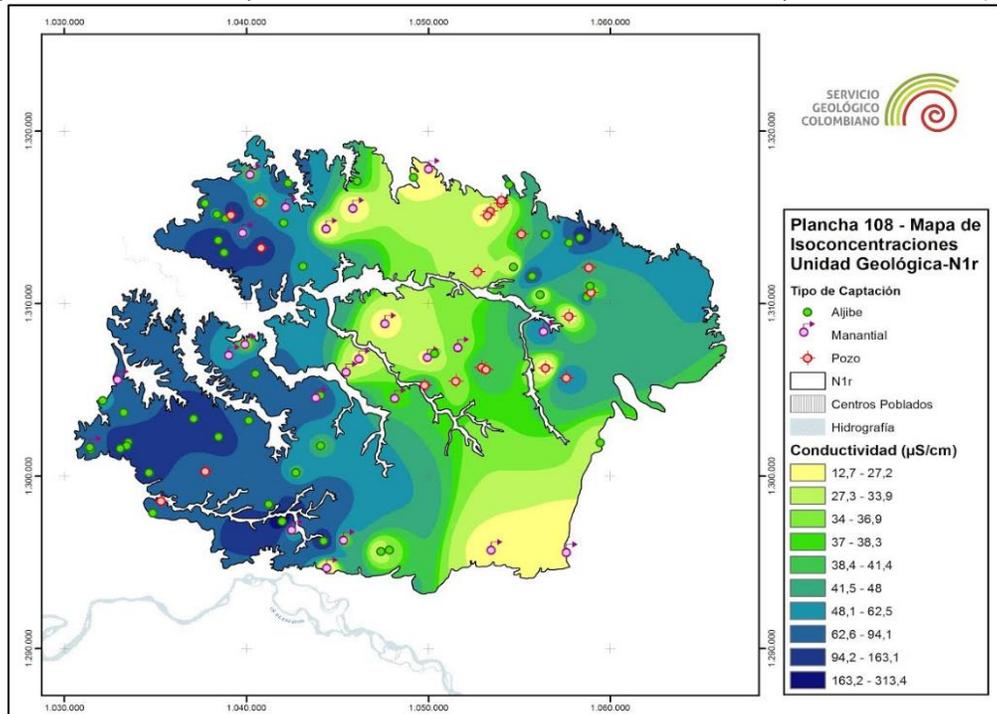


Figura 39. Distribución espacial de conductividad eléctrica en el acuífero somero del Grupo Real (N1r) (zona

norte).

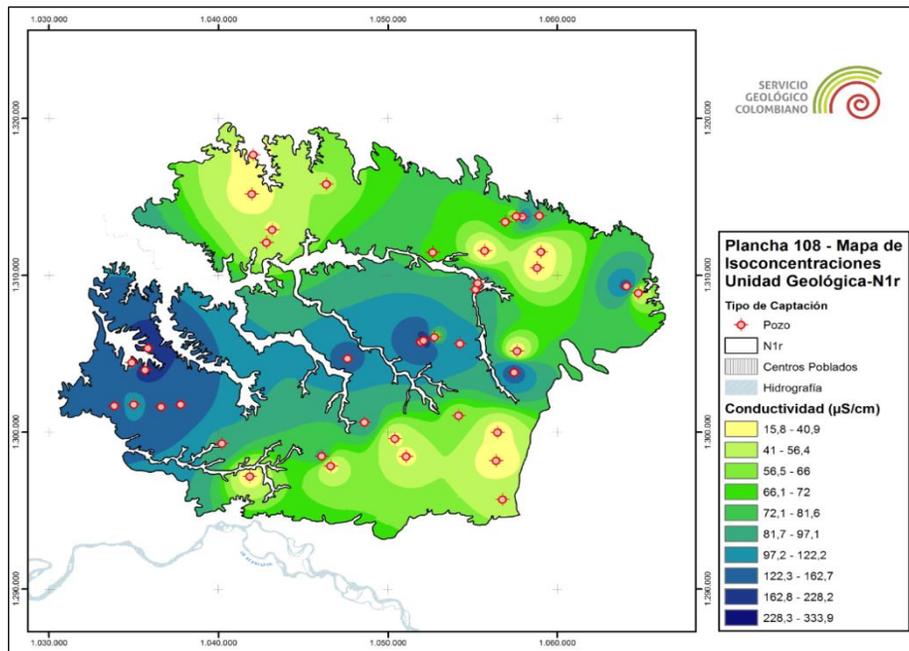


Figura 40. Distribución espacial de conductividad eléctrica en el acuífero profundo del Grupo Real (N1r).

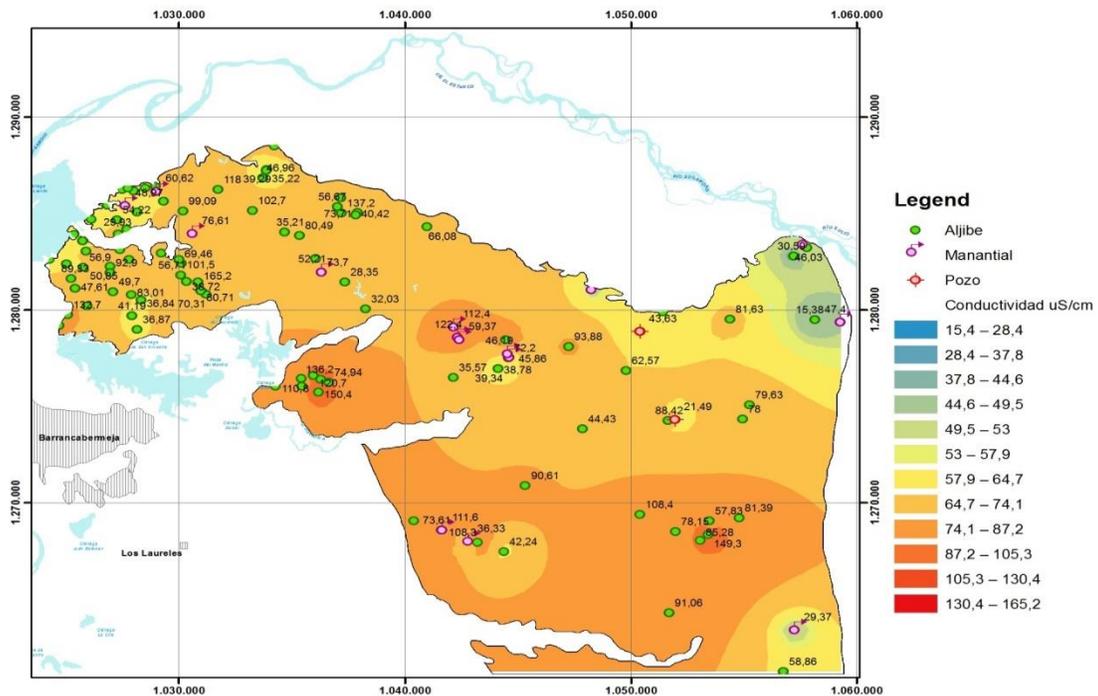


Figura 41. Distribución espacial de conductividad eléctrica en el acuífero somero del Grupo Real (N1r) (zona

sur).

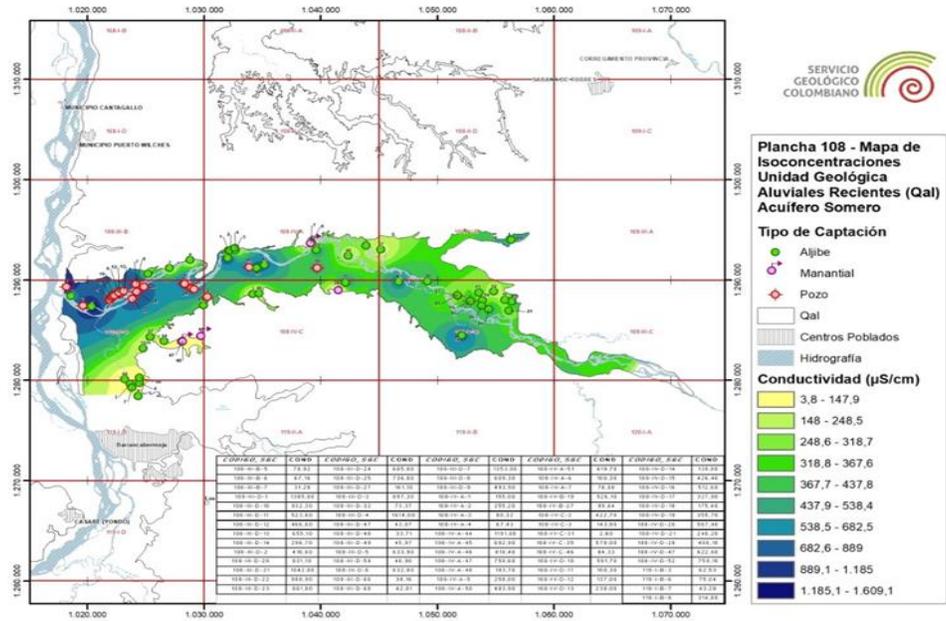


Figura 42. Distribución espacial de conductividad eléctrica en los depósitos aluviales (Qal)

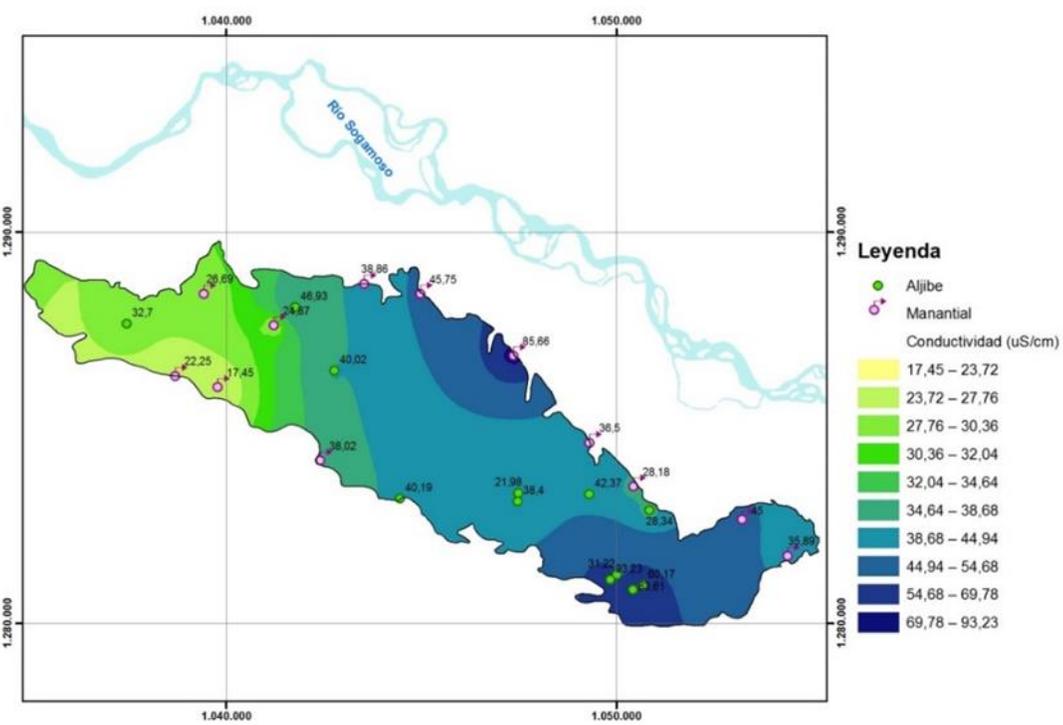


Figura 43. Distribución espacial de conductividad eléctrica en la meseta de San Rafael (QMsr)

Los depósitos fluvio lacustres presentan valores de pH entre 4,05 y 8,36, de conductividad eléctrica entre 13,6 uS/cm y 784,2 uS/cm y temperatura entre 19,8 y 31,2 °C de acuerdo al MAVDT las aguas de esta unidad se clasifican como aguas de tipo dulce en donde predominan los valores de tipo acido, sin embargo, el aumento en las conductividades se debe a la influencia directa de las aguas del río Magdalena sobre las captaciones que se inventariaron en la llanura de inundación del río, Figura 48.

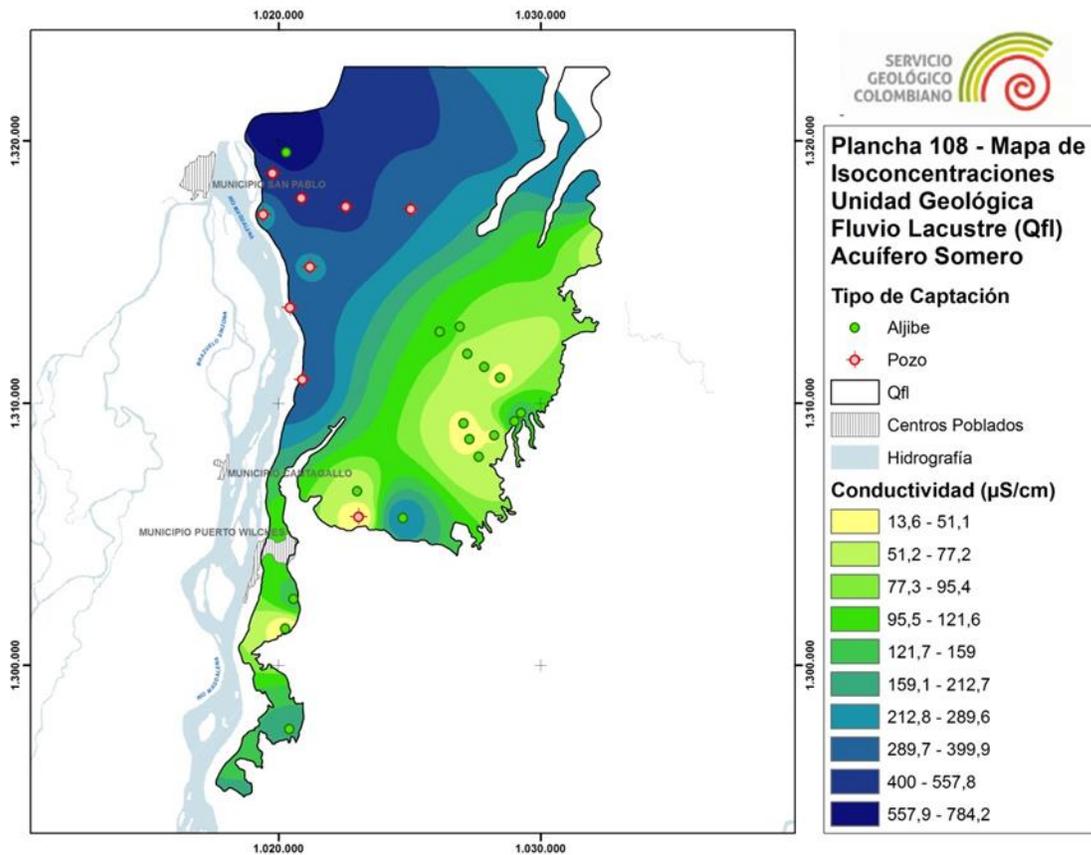


Figura 44. Distribución espacial de conductividad eléctrica en los depósitos fluvio lacustres (Qfl)

En la Formación Colorado se presentan 17 puntos de agua subterránea del total de captaciones inventariadas que se caracterizan por presentar valores de pH entre 4,3 y 8,57, conductividades entre 21,26 uS/cm y 1640 uS/cm y temperaturas entre 27,1 y 32,2 uS/cm. Dos pozos con profundidades entre 70 m y 90 m presentan conductividades eléctricas por encima de los 1000 uS/cm clasificándose como agua salobre de acuerdo al MAVDT, sin embargo, las demás captaciones inventariadas se clasifican como aguas dulces

predominando los valores entre 232 uS/cm y 1080 uS/cm, rango muy por encima de las otras unidades geológicas analizadas. Predominan las captaciones con aguas de tipo ácido y flujos regionales con tiempos largos de residencia del agua en la roca debido al enriquecimiento iónico que presentan sus aguas.

A partir del análisis y reinterpretación de los 20 Sondeo Eléctricos verticales SEV'S Y 47 Sondeos Electromagnéticos (TEM) ejecutados en la zona rural del municipio de Puerto Wilches se generaron modelos de capas geoelectricas que permitieron identificar capas de diferente resistividad. A partir de estos se realizó una calibración con la información geológica del área generando nueve perfiles geoelectricos, perfil A-A', perfil B-B', perfil C-C' en la zona de rocas del Grupo Real y perfil B-B', C- C, D -D, G- G, H- H, I - I', donde se identificaron zonas de resistividad asociados a materiales de depósitos Cuaternarios y rocas del Terciario del Grupo Real (N1r), Figura 45.

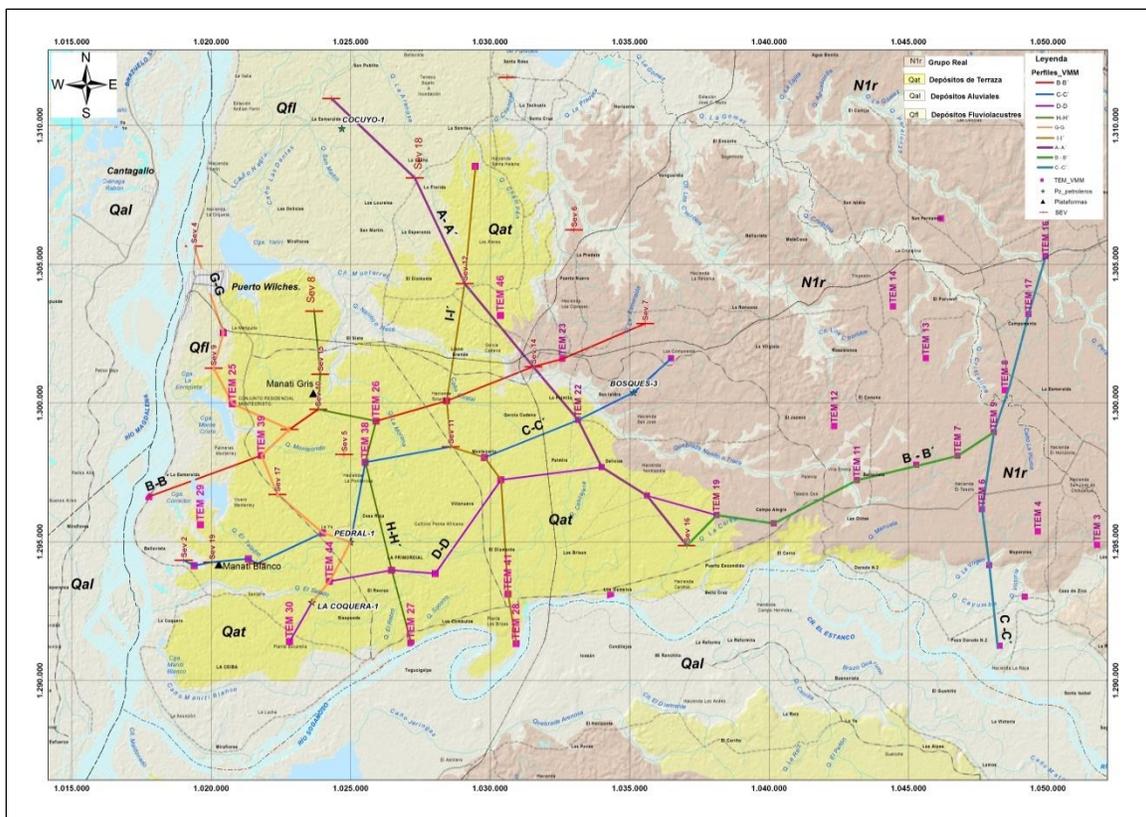


Figura 45. Localización de los perfiles Geoelectricos sobre el área de estudio.

Dentro de la correlación de cada uno de los SEV's y TEM se identificaron dos zonas de resistividad según el rango de resistividades determinados para cada capa. La zona de

resistividad I se encuentra conformada por materiales de grano fino como arcillas, limos y arenas de baja resistividad mientras que los valores de alta resistividad constituyen materiales gruesos generalmente saturados como conglomerados, fragmentos de areniscas, cantos y guijos de variado tamaño.

La zona de resistividad II comprende un gran espesor y esta constituía por una intercalación de capas geoelectricas en un rango de resistividad de 109 a 11 ohm-m), las cuales son correlacionables con areniscas conglomeráticas intercaladas con arcillolitas y areniscas limosas. Así mismo se muestran zonas aisladas de areniscas de grano medio friables a duras caracterizadas por presentar moderada resistividad, con valores que van de 80 – 60 ohm-m, estas se encuentran a profundidades mayores entre 400 y 600 m.

Las características generales de las zonas de resistividad para los perfiles geoelectricos que incluyen los rangos de resistividad, los intervalos de profundidad, el tipo de litología y la correlación con la unidad geológica se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4 Característica generales de las zonas de resistividad para los perfiles geoelectricos.

Zonas Resistividad	Rangos Resistividad (Ω -m)	Profundidad (m)	Litología.	Unidad Geológica
I	1100 - 20	1 - 22 o 1 - 80	Gravas, bloques masivos, arenas, arcillas y limos. Conglomerados, Fragmentos de areniscas, cantos de tamaño guijo.	Depósito Cuaternario Depósitos de Terraza (Qat) Fluvio - lacustres (Qfl) Depósitos aluviales (Qal).
II	43 - 19	35 - 150	Arenisca de grano medio a fino con intercalación de niveles arcillosos	Rocas del Terciario Grupo Real N1r
	18 - 11	100 – 300 o	Arenisca Limosa	

		100 - 500	
	10 - 5	100- 200 o 200 -500	Arcillolitas
	124 -35	>500 -600	Arenisca de grano me- dio friables a duras

De acuerdo al análisis de los perfiles y de manera general se observa que los depósitos recientes del Cuaternario presentan una variedad de materiales de grano grueso a grano fino cuyas resistividades se encuentra entre 1100 – 5 ohm-m. La profundidad de los depósitos varia hacia el Este donde se va acuñando discordante sobre las rocas del grupo real N1r, siendo entre 80 y 22 m., Figura 46 y 47.

Con respecto a rocas del Grupo Real se evidencio que muestra un gran paquete de areniscas de resistividad entre 11 – 43 ohm-m intercalados con niveles de arcillolitas de variado espesor, a la cual muestra resistividades bajas del orden de 5 – 10 ohm-m. Sin embargo, los niveles de arcillolitas principalmente los últimos niveles amplían su espesor hacia el Sur.

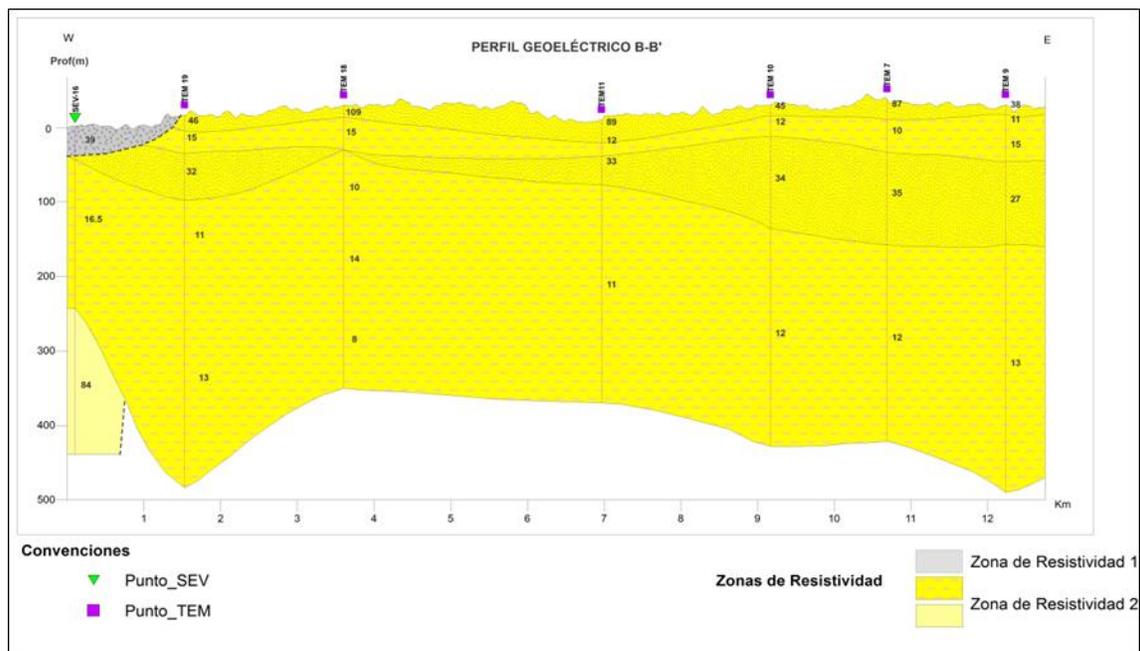


Figura 46. Perfil B –B' sobre el Grupo Real N1r

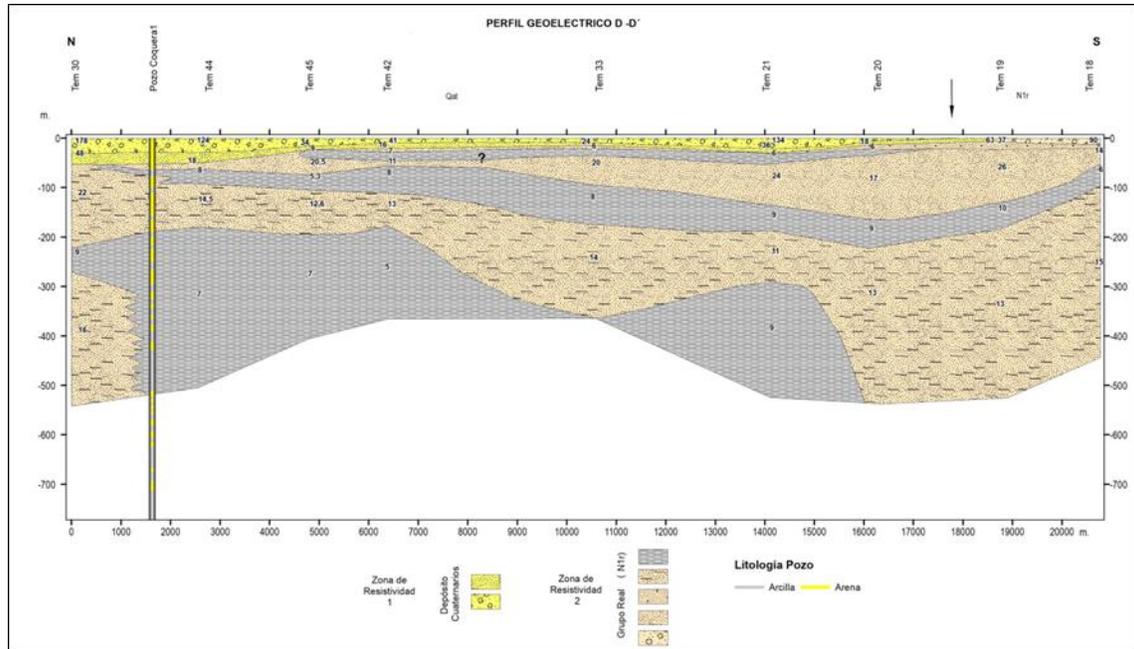


Figura 47. Perfil D–D’ sobre el Depósito de Terraza (QTT).

La información de los registros de pozos Cocuyo 1, Bosque 3, Pedral 1 y Pedral presentan resistividades del orden de 15 – 25 ohm-m lo que sugiere una correspondencia de rangos con las resistividades obtenidas de los TEM’s por tanto coinciden con la litología existente del área de estudio.

Para determinar los parámetros hidráulicos del acuífero se utilizaron las pruebas de bombeo que realizó Exxon Mobil en el EIA, en el cual se realizaron tres pruebas de bombeo en los pozos del acueducto de San Claver, Palmas Monterey y Palmagro que se ubican en el municipio de Puerto Wilches (figura 197). En los tres pozos se realizaron pruebas de bombeo a caudal constante y se midieron los niveles de recuperación, para evaluar los parámetros hidráulicos de los pozos como de los acuíferos captados. Figura 48, Tabla 5.

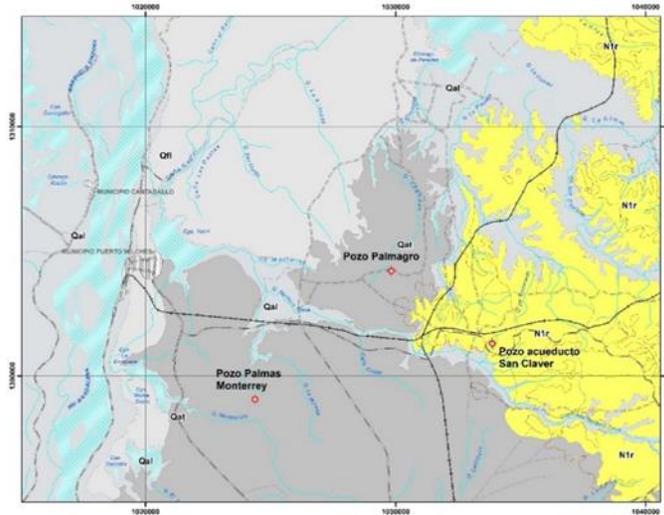


Figura 48. Mapa geológico con la localización de los pozos con pruebas de bombeo.

Tabla 5. Parámetros Hidráulicos reinterpretados de pruebas hidráulicas consultadas.

Pozo	Profundidad (m)	T (m ² /día)	K (m/día)	Q (l/día)	C.E (lps/día/m)	Tipo de Acuífero	Unidad
Palmagro	100	123	1.23	4.17	0.30	Semi a Confinado	Terraza Aluvial
Acueducto San Pedro Claver	100	45	0.45	3.9	0.43	Confinado	Grupo Real
Palmas Monterrey	70	204	2.92	4.58	1.17	Semi a Confinado	Terraza Aluvial

Los pozos han podido ser sometidos a pruebas de bombeo de larga duración con su respectiva recuperación se presentan en la Figura 53 y Tabla 6 con sus respectivos parámetros hidráulicos estimados:

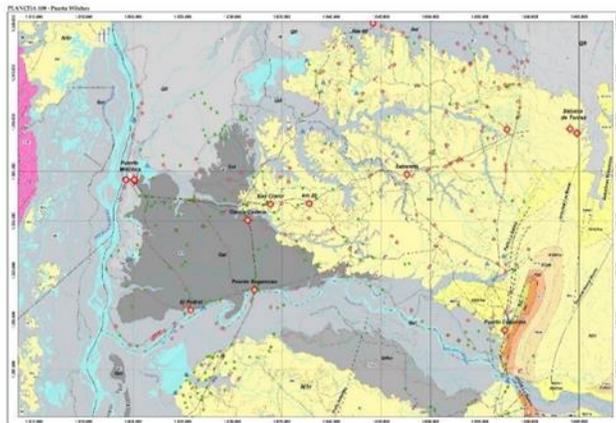


Figura 49. Pozos de cabeceras municipales y corregimientos donde potencialmente se ejecutan pruebas de bombeo.

Tabla 6. Pruebas de Bombeo Ejecutadas por el SGC para obtener los parámetros hidráulicos de los pozos y los acuíferos.

Pozo	Profundidad m	T (m ² /día)	K (m/día)	Q (l/día)	C.E (lps/día/m)	Tipo de Acuífero	Unidad
Finca La Cabaña		20		2.0	0.16	Semi a Confinado	Grupo Real
Vereda García Cadena		35		2.0	0.12	Confinado	Terraza Aluvial
Vereda La Moneda		90		4.4	0.83	Semi a Confinado	Grupo Real
Corregimiento Provincia		15		2.5	0.090	Semi a Confinado	N2Q1 m
Acueducto Sabana de Torres		40		7.9	0.174	Semi a Confinado	Grupo Real
Acueducto Corregimiento San Claver		120	6	8.25	0.60	Semi a Confinado	Grupo Real

Durante el año 2018 dio apoyo técnico y se socializó del conocimiento hidrogeológico a

entidades de orden nacional y privadas tales como; a la Agencia Nacional Minera y el Juzgado Promiscuo del municipio Tasco Boyacá para la evaluación hidrogeológica de la Mina El Banco de la Compañía Paz del Río, al Ministerio de Minas y Energía para la evaluación hidrogeológica de la Cuenca Carbonífera del Sinifaná , al Tribunal Administrativo de la Guajira para la evaluación hidrogeológica del proyecto de Desviación del Arroyo EL Bruno y a la Gobernación de la Guajira (Plan Departamental del Agua) y la Empresa de Acueducto, Agua Potable y Aseo "Aguas de la Península" del Municipio de Maicao, La Guajira para la evaluación hidráulica del campo de pozos de Maicao, y a la Alcaldía de Yopal para la modelo hidrogeológico de Yopal. Figura 50, 51 y 52 Foto 4, 5 y 6.

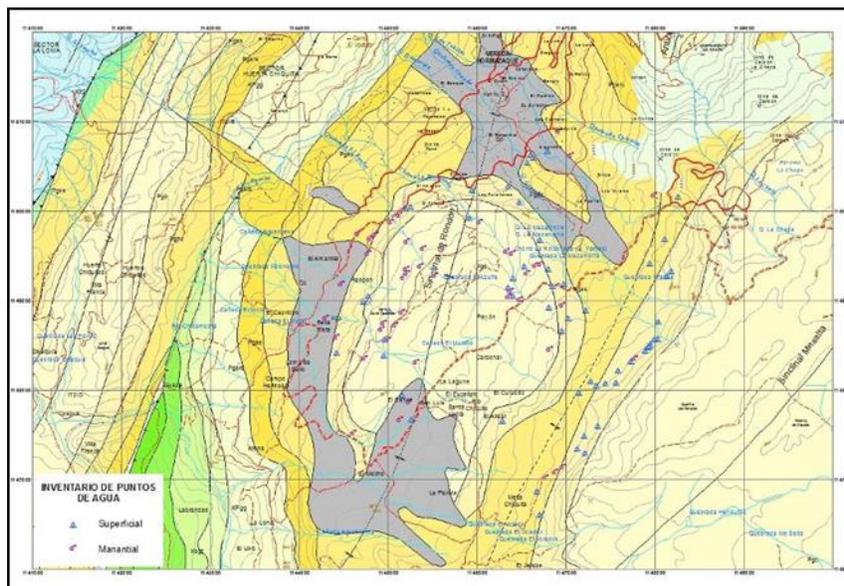


Figura 50. Mapa Área de estudio con la cartografía geológica plancha 172 Paz del Río en escala 1:100.000

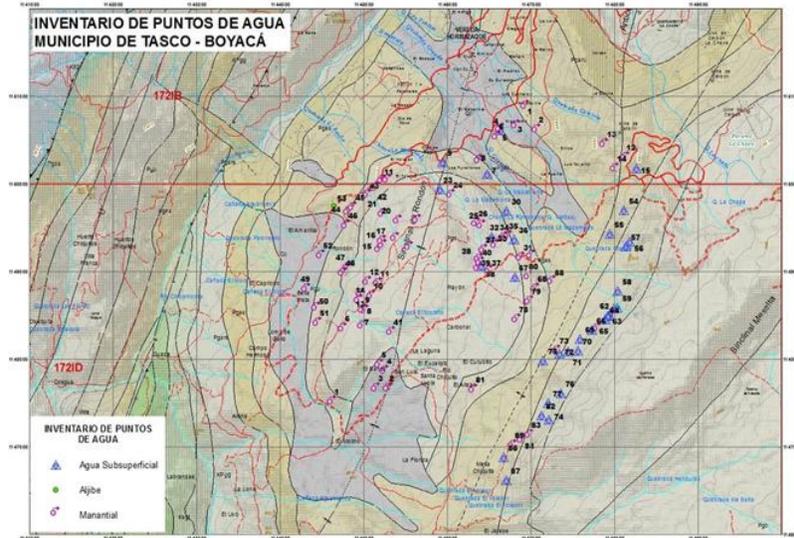


Figura 51. Mapa Inventario de puntos de agua en la zona minera El Banco de la compañía Paz del Rio en el marco del apoyo técnico al Juzgado Promiscuo de Tasco y la Agencia Nacional Minera.

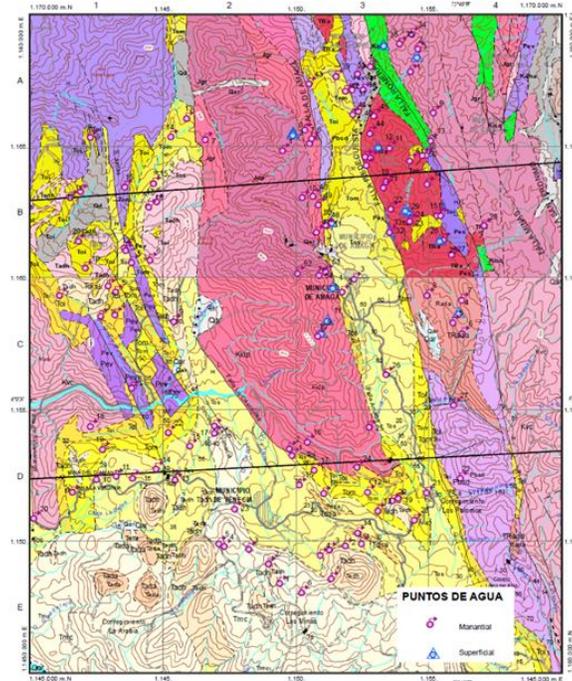


Figura 52. Mapa geológico a escala 1:100000 con la distribución espacial de los puntos de agua Inventariados en la cuenca carbonífera de los municipios de Amagá, Angelópolis, Venecia y Titiribí – Antioquia.



Foto 4. Pruebas de Bombeo en pozo de abastecimiento de agua del municipio de Maicao en el marco del apoyo técnico Gobernación de la Guajira (Plan Departamental del Agua) y la Empresa de Acueducto, Agua Potable y Aseo "Aguas de la Península" del Municipio de Maicao, La Guajira.

Durante el primer semestre del 2018 se ha socializado el plan estratégico del sgc en materia de exploración de las aguas subterráneas, se han realizado contactos con la Organización Internacional de Energía Atómica OIEA, con la que se acordó la participación del Servicio Geológico Colombiano en el Proyecto de Cooperación Técnica RLA/7/024 "Integración de la hidrología isotópica en las evaluaciones integrales de los recursos hídricos" lo que permitirá el fortalecimiento institucional técnico y logístico del SGC mediante la implementación de técnicas de hidrología isotópica en la formulación y validación de los modelos hidrogeológicos conceptuales, Foto 5



Foto 5 Visita de la Dra. Emilia Bocanegra de la OIEA donde se acordó con la Dirección General y las Direcciones Técnicas del Servicio Geológico la participación en el proyecto en el Proyecto de Cooperación Técnica RLA/7/024 "Integración de la hidrología isotópica en las evaluaciones integrales de los recursos hídricos"



Foto 6. Apropiación del conocimiento hidrogeológico al Alcalde y funcionarios del Municipio de Yopal.

A continuación, se indican los profesionales que han participado en la generación de datos y conocimiento hidrogeológico de los proyectos en ejecución del grupo de aguas subterráneas.

FUNCIONARIOS	PROFESION	PERFIL-ACTIVIDADES
Hugo Cañas Cervantes	Geólogo	Coordinación-Hidrogeología-Perforaciones-
Carlos Julio Morales	Geólogo	Geología, Perforaciones
José Vicente Franco	Ing. Geólogo	Geofísica
Sonia Alvarado	Ing. Geólogo	Geología-SIG
Julio Becerra	Ing. Geólogo	Geológica-Inventario-Hidráulica-Perforaciones,
Joel Rivas Cortés	Lic. Química	Inventario, Geofísica, Hidrogeoquímica
CONTRATISTAS		
Jairo Veloza	Ing. Geólogo	Hidrogeoquímica, Hidráulica, Hidrogeología
Diego Ruíz	Geólogo	Geología, Inventario, Hidráulica, Hidrogeoquímica
Sonia Pacheco	Ing. Geólogo	Geología, Inventario, Hidrogeología.
Constanza Alarcón	Ing. Geólogo	Geofísica, Geología, Inventario.
Ángela Poveda	Geóloga	Geología, Inventario, Hidrogeoquímica
German Camargo	Geólogo	Geología, Inventario, Perforaciones
Luís Eduardo Toro	Geólogo	Hidrogeoquímica, Hidrología Isotópica.
Omar Pérez	Geólogo	Geología-Inventario
Julián Camacho	Geólogo	Geología-Inventario
Wilmar Herrera	Químico	Hidrogeoquímica-Inventario
Diana Pineda	Químico	Hidrogeoquímica-Inventario
Johanna Gutiérrez	Ing. Catastral	SIG, Inventario, Hidrodinámica
Diana Cejaban	Ing. Catastral	Sig. – Oficialización
Carlos Andrés Cardona	Tecnólogo Profesional	Gestión Administrativa-Técnica-Inventario- Hidrogeoquímica-Hidráulica-Perforaciones.

GRUPO DE TRABAJO INVESTIGACIÓN Y EXPLORACIÓN DE RECURSOS GEOTÉRMICOS.

Proyecto de gestión: Investigación geotérmica en Paipa, Boyacá

Los logros alcanzados en el marco del proyecto de investigación del área geotérmica de Paipa, son consistentes con las metas anuales proyectadas e incluyen la implementación de la modelación magnetotelúrica 3D, la suscripción de un convenio marco a cinco (5) años y un convenio anual específico, el cual fue ejecutado, para el estudio de geoquímica de gases de las áreas geotérmicas de Paipa (y volcán Azufral), avances en el mapa de áreas geotérmicas y la presentación de artículos revisados, actualizados y/o traducidos en el primer semestre, a comités editoriales de revistas de difusión científica.

Implementación de la modelación de datos magnetotelúricos 3D

La implementación de la modelación de datos magnetotelúricos 3D representa un mejoramiento muy significativo en la modelación de la estructura resistiva del subsuelo, aspecto de máxima relevancia en etapa de exploración geotérmica. Esta actividad incluyó los trámites de adquisición de una licencia del software ModEM actualmente instalada y en operación en el servidor virtual del SGC y la ejecución de talleres realizados por el equipo

de trabajo de magnetotelúrica, uno de ellos con la guía de un asesor externo. Las prácticas para la implementación se realizaron con datos del área geotérmica de Paipa, cuyo resultado fue consistente con el modelo anterior obtenido a través de contratación haciendo uso del software WSINV3DMT. La figura 1 ilustra el modelo obtenido.

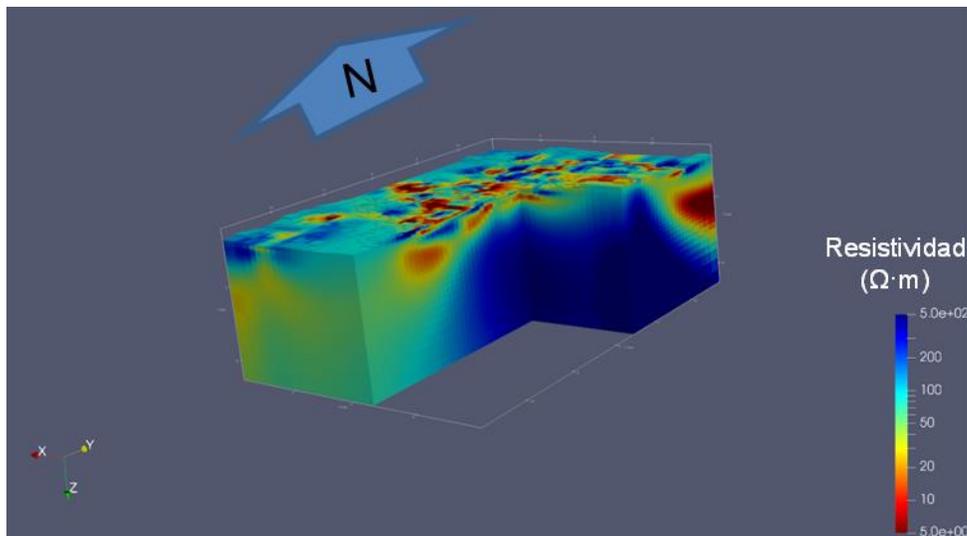


Figura 1. Modelo resistivo 3D a partir de datos magnetotelúricos del área geotérmica de Paipa obtenido con el software ModEM.

Geoquímica de fluidos hidrotermales

A través del convenio específico entre el SGC y el Instituto Nacional de Geofísica y Vulcanología de Italia (INGV) para la investigación geoquímica de fluidos hidrotermales, se llevó a cabo el muestreo y análisis químico e isotópico de gases de los sistemas geotérmicos de Paipa y Azufral (Figura2) y la elaboración del informe de avance correspondiente. Además de la contribución de la información geoquímica a la exploración de las áreas geotérmicas implicadas, esta investigación permitió llevar a cabo trabajo conjunto con expertos internacionales y contar con datos de composición de gases, los que todavía no son generados por los laboratorios del SGC.

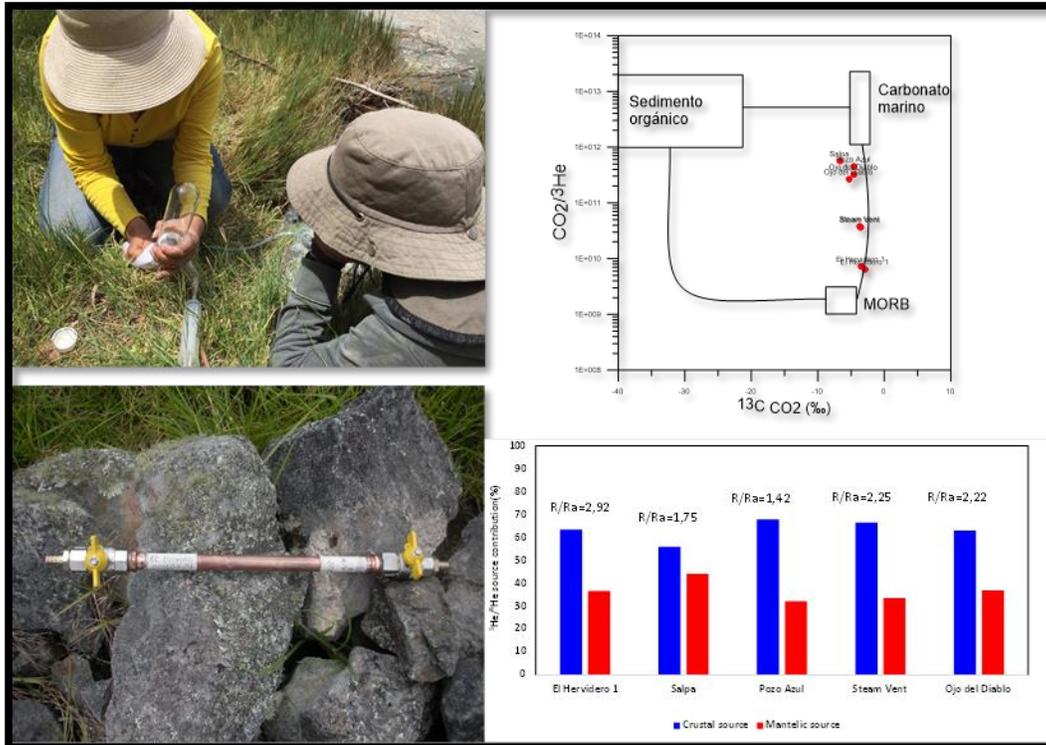


Figura 2. Ilustración del muestreo e interpretación de la composición de gases descargados por manantiales termales y fumarolas de las áreas geotérmicas de Paipa y Azufra. a) Muestreo para análisis de gases en ampolla de vidrio al vacío con solución alcalina, b) diagrama para establecer el origen de los fluidos hidrotermales a partir de composición de gases del Azufra, c) muestreo en tubo de cobre para análisis isotópico de helio, d) Relación ${}^3He/{}^4He$ en la muestra (R) versus la misma relación en el aire (Ra) y estimación de la contribución de las fuentes cortical y mantélica a los gases del área geotérmica de Paipa.

Mapa de áreas geotérmicas

En el marco del mapa de áreas geotérmicas, que es producto dinámico con actualización anual, se llevó a cabo la actualización de la base de datos, propuesta de estándares cartográficos y el diseño e implementación del Geoservicio Geotermia.

La elaboración de la propuesta de estándares, fue un proceso asesorado por el grupo de Gestión de Información y documentado en un informe técnico de avance (Figura 3).

El Geoservicio Geotermia, cuyo objetivo es la visualización y difusión pública de la información espacial obtenida en investigaciones sobre geología, geofísica y geoquímica, diseñado en el primer semestre, fue cargado en el servidor de pruebas institucional y

sometido a revisión y ajustes (Figura 4). Los avances en este geoservicio fueron consignados en un informe ejecutivo.

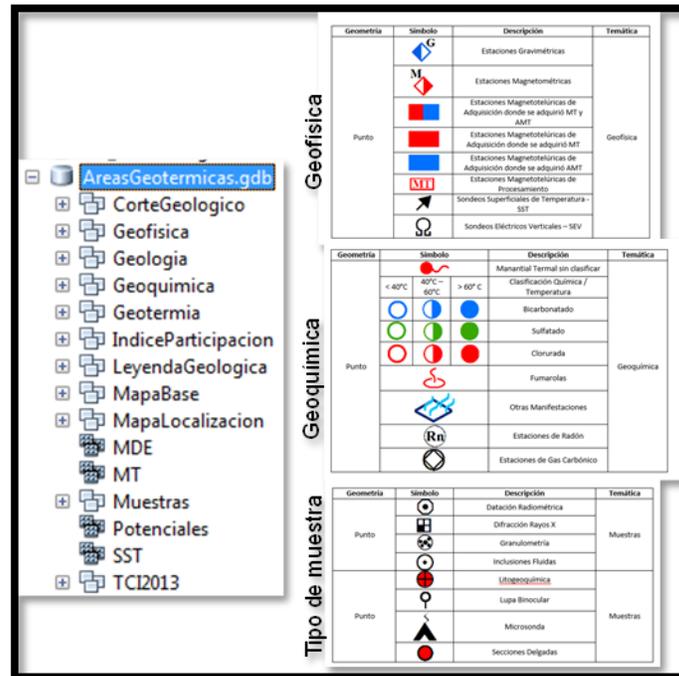


Figura 3. Estándares de información geotérmica. Izquierda: Estructura de la GDB para datos geotérmicos. Derecha: Símbolos

GRUPO DE TRABAJO ESTUDIOS GEOLÓGICOS ESPECIALES SEDE MEDELLÍN

Proyecto de Gestión ID 1000767 Magmatismo Jurásico Sierra Nevada de Santa Marta

Se avanzó en el desarrollo de las siguientes actividades:

- Se entregó a la Dirección de Geociencias Básicas el Informe final del Magmatismo Jurásico de la Sierra Nevada de Santa Marta, para revisión por parte de pares designados por la dirección.
- Se entregó la Información para que se elaboren los mapas estandarizados a escala 1:500.000 de la geología, estaciones de campo, muestras con sección delgada, muestras con geoquímica, muestras con datación U-Pb de la SNSM.
- Se oficializó el Informe Final del Magmatismo Jurásico del Valle Superior del Magdalena y se oficializó el informe final del Magmatismo Jurásico del Macizo de Santander.

Capítulos del libro de Geología de Colombia

- Se terminaron los capítulos del libro de geología de Colombia:
 1. *Fragments of a Permian arc on the western margin of the Neoproterozoic basement of Colombia.*
 2. *Diverse Jurassic magmatic arcs of the Colombian Andes: Constraints from petrography, geochronology and geochemistry.*
 3. Se realizó la corrección del capítulo “*New contributions to the knowledge of the Chocó – Panamá Arc in Colombia, including a new segment south of Colombia*”, de acuerdo a observaciones de los revisores.

Publicaciones en revistas científicas

Se publicaron los siguientes artículos en revistas científicas nacionales e internacionales:

1. Rodríguez G., Arango M.I., Zapata G., Bermúdez J.G. (2018). Petrotectonic characteristics, geochemistry, and U-Pb geochronology of Jurassic plutons in the Upper Magdalena Valley-Colombia: Implications on the evolution of magmatic arcs in the NW Andes. *Journal of South American Earth Sciences* 81 (2018) 10e30.
2. Rodríguez, G. (2018). Caracterización petrográfica, química y edad Ar-Ar de cuerpos porfídicos intrusivos en la formación Saldaña. *Boletín Geológico*, 44, 5-23.
3. Rodríguez-García, G., y Celada-Arango, C.M. (2018). Basaltos de San Pablo: un bloque de un arco de islas en el norte de la cordillera Central de Colombia. Caracterización petrográfica y química. *Boletín de Geología*, 40(2), 69-85. DOI: 10.18273/revbol.v40n2-2018004
4. Se sometió un artículo científico a la revista del Boletín Geológico de la UIS y ya fue aprobada su publicación en el primer trimestre de 2019.

Catálogos de unidades estratigráficas de Colombia

Se trabaja con el Comité Editorial del Servicio Geológico Colombiano en las correcciones y edición final de 23 catálogos estratigráficos de unidades Jurásicas de Colombia, con miras a que se haga una publicación especial del SGC. Los trabajos adelantados fueron los siguientes:

- Se hizo la corrección de 17 Catálogos de unidades estratigráficas de Colombia del Magmatismo Jurásico del Valle Superior del Magdalena y del Macizo de Santander y se entregaron al Comité Editorial los catálogos corregidos para edición y publicación.
- Se recibieron las evaluaciones de pares científicos de cinco (5) catálogos y se está trabajando en la corrección.
- Se recibieron las correcciones de estilo de 12 catálogos y está pendiente de aprobación por los autores.

Proyecto de Gestión ID 1000768 Cartografía del borde occidental de la Plancha 146 – Medellín Occidental a escala 1:50.000

Se avanzó en el desarrollo de las siguientes actividades:

- Análisis petrográfico se avanzó en un 80%
- Se terminó la selección de muestras y envío a los laboratorios para análisis químico de roca total y muestras para petrografía
- Se terminó la separación de circones y envío de probetas al laboratorio de laser ablación.
- Se hizo la generación de mapas preliminares a escala 1:50.000
- Se redactó el informe final de acuerdo a los datos que se tienen con un avance del 85%.

En el 2018 se terminó las labores de campo, se realizó el envío de todas las muestras a los laboratorios de petrografía y química de roca total y la elaboración de probetas con muestras de circones que fueron enviadas al laboratorio de Laser – Ablación, se avanzó en la escritura del informe final hasta donde es posible porque está pendiente que los laboratorios entreguen el resto de los análisis y se tienen las planchas geológicas a escala 1:50.000.

Publicaciones en revistas científicas

- David M. Buchs, Andrew C. Kerr, Joanna C. Brims, Juan Pablo Zapata-Villada, Tomás Correa-Restrepo, Gabriel Rodríguez, 2018. Evidence for subaerial development of the Caribbean oceanic plateau in the Late Cretaceous and palaeo-environmental implications. Earth and Planetary Science Letters.
- Se sometió un artículo a la revista científica Journal of South American Earth Sciences y está en proceso de revisión

Catálogos de unidades estratigráficas de Colombia

Se sometieron al Comité editorial 2 Catálogos de Unidades estratigráficas de Colombia y los autores están esperando los comentarios de los revisores:

1. Catálogo Tonalita de Buriticá

2. Catálogo Andesita de Guarco

Grupo de Trabajo – Mapa Tectónico de Colombia:

1. Proyecto de Gestión ID 1000334: Mapa Tectónico de Colombia - Mapa Nacional de Unidades Tectónicas

Gerente del Proyecto: Mario Andrés Cuellar y Oscar Freddy Muñoz

Descripción del Proyecto: Mapa Tectónico de Colombia Esc. 2'000.000.

Objetivos del Proyecto: El Mapa Tectónico Nacional tiene como objetivo reunir y actualizar la información estructural y tectónica del territorio colombiano. La elaboración de este mapa esta soportada en un sistema de información geográfica -SIG- que reúne y estructura la información geocientífica necesaria para la construcción del Mapa Tectónico de Colombia.

Justificación del Proyecto: Los programas de prospección de recursos del subsuelo parten de la definición de escenarios geológicos y tectónicos que condicionan la formulación de hipótesis de trabajo y las técnicas de adquisición de datos para evaluar el potencial de recursos de las regiones. Por lo tanto, para hacer atractivo a los inversionistas la exploración del territorio, es necesario producir mapas tectónicos regionales que reúnen y actualizan el conocimiento tectónico del País.

Beneficios del Proyecto: El Mapa Tectónico de Colombia permitirá poner a disposición de la comunidad en general y de los exploradores en particular la información tectónica del territorio colombiano, que el SGC ha compilado y generado a través de sus 100 años de historia. Difundir la información estructural y tectónica del País, permitirá ampliar el conocimiento geológico del territorio y facilitará la apropiación social del conocimiento por la comunidad en general.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

- Mapa Tectónico de Colombia Esc. 1:2'000.000.
- El SIG del Mapa. Informe de ejecución.

Fecha de inicio real: 16/01/2017

Fecha finalización planificada: 10/01/2019

Informe 2018:

De conformidad con el Plan Estratégico 2014 – 2023 del SGC, esta línea de trabajo se ocupa de, estudiar la deformación de las rocas de la corteza terrestre del territorio nacional, tiene

como propósito generar conocimiento sobre la evolución tectónica de la corteza, sus implicaciones en la prospección, evaluación de los recursos hidrocarburíferos y minerales, así como formular las recomendaciones sobre las restricciones de uso de la superficie del territorio a consecuencia de los procesos tectónicos naturales.

La estrategia metodológica para la elaboración de esta primera versión del MTC se fundamenta en cuatro fases principales. La Figura 1, presenta el flujo de trabajo que ha venido siendo desarrollado y el cual puede ser resumido como sigue:

Fase I - Revisión sistemática de datos geológicos sobre la estructura y desarrollo tectónico de la corteza terrestre del territorio nacional. Focalizada en la búsqueda de información de interés para la evolución tectónica del eón Proterozoico, y las eras Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico.

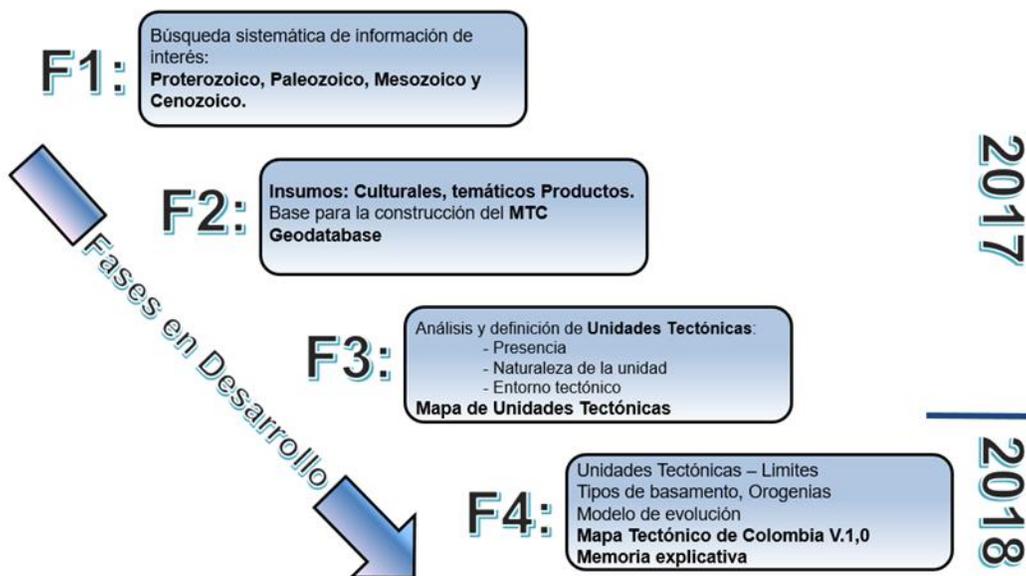


Figura 1. Flujo de trabajo propuesto y estrategia en desarrollo para la construcción de la primera versión del Mapa Tectónico de Colombia.

Fase II – Compilación de insumos base para la construcción del MTC. Parte de estos insumos incluye datos culturales, insumos temáticos como geología de superficie, datos de gravimetría, magnetometría, geocronología, mapas paleo geo-gráficos e información estratigráfica, etc. Esta información se normalizó, organizó e implementó en una plataforma SIG, fundamental en el proceso de integración y análisis de la información base.

Fase III – Definir y caracterizar cada una de las Unidades Tectónicas, desarrollar una leyenda unificada para la presente versión del Mapa de Unidades Tectónicas de Colombia (Fig. 2). Tres

atributos esenciales fueron tomados en consideración para la diferenciación de cada unidad tectónica; 1- Presencia y edad de la formación de las rocas, 2- naturaleza de los eventos tectónicos que han afectado la unidad y 3- entorno tectónico.

Fase IV – Comprender la configuración tectónica actual del territorio nacional, a partir del análisis integral de toda la información geológica, geofísica, geoquímica y geocronológica etc, compilada y organizada en la base de datos SIG del proyecto. Esta tarea requiere del desarrollo de modelos evolutivos de los sistemas dinámicos reconocidos, que han conducido a la formación y modificación del continente tal como los conocemos hoy en día.

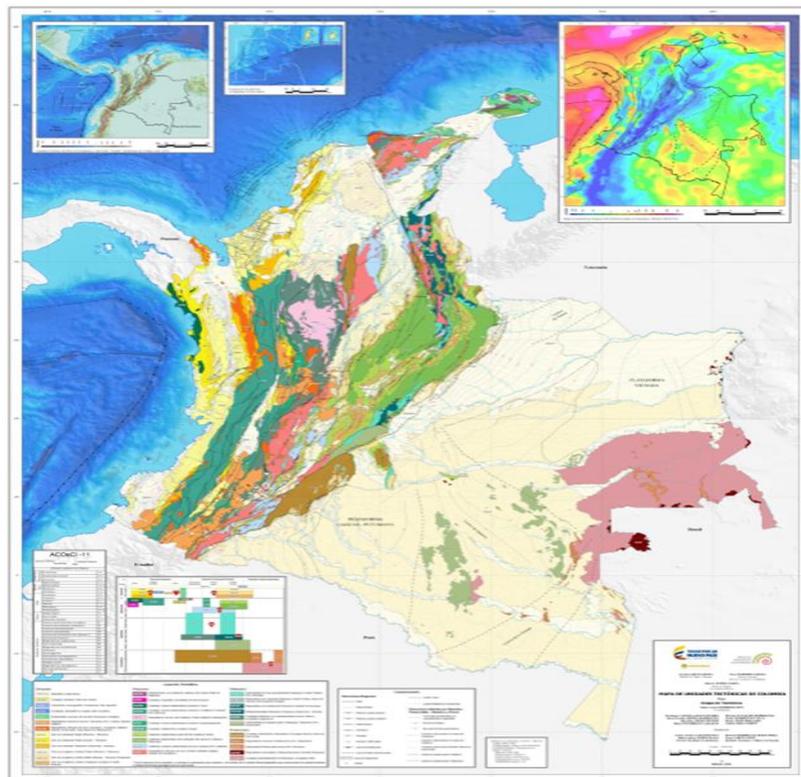


Figura 2. Mapa de Unidades Tectónicas de Colombia

La Figura 2, muestra el Mapa de Unidades Tectónicas, que representa los elementos básicos del mapa, llamados Unidades Tectónicas. Estas unidades se encuentran conformadas por una única o conjunto de unidades geológicas de naturaleza sedimentaria, metamórfica o ígnea que comparten una historia común de deformación y que las hacen diferentes de las rocas de su entorno. Han sido definidas en esta versión del mapa, 34 unidades tectónicas. Adicionalmente, el mapa es acompañado por una leyenda y una tabla crono-espacial que muestra las relaciones

temporales y la localización geográfica de las Unidades Tectónicas de la presente versión de MUTC.

La vigencia 2018 es caracterizada esencialmente como una fase analítica. A partir del análisis integral de toda la información compilada, la incorporación de datos de subsuelo (sísmica y pozos) al mapa tectónico, en adición a la construcción de secciones estructurales regionales de carácter cortical, lo cual asegurara un avance substancial en el análisis tridimensional y en el estudio de la estructura profunda de la corteza terrestre del territorio nacional. Todo este conocimiento quedara además consignado en una Memoria explicativa del Mapa Tectónico. Las principales actividades desarrolladas dentro del marco del proyecto Mapa Tectónico, durante el primer semestre de la vigencia 2018 incluyen:

1- TRANSECTAS REGIONALES

La compilación, análisis y construcción de secciones estructurales regionales de carácter cortical, asegurara un avance en el análisis tridimensional y en el estudio de la estructura profunda de la corteza terrestre del territorio nacional. Durante la vigencia 2018, se adelanta el análisis y construcción de dos transectas de escala cortical, en las regiones.

- Caribe – Llanos Orientales
- Pacífico – Valle Superior del Magdalena.

Para la construcción de estas transectas regionales se construyeron un total de 10 secciones complementarias, sistemáticamente seleccionadas sobre la base de la información disponible, para cada una de estas secciones se creó un proyecto independiente en el software Move el cual cumple con una metodología común de carga con el fin de tener un proceso estándar para cada una de las secciones.

Durante el segundo semestre del año 2018 y dentro de las actividades de interpretación a profundidad se ha avanzado en la incorporación del site 999 del proyecto perforaciones en mar profundo (Deep Sea Drilling project DSDP). Para la sección Cuenca Colombia se está analizando la estratigrafía que reportan los análisis a las muestras recolectadas en este site y se continua avanzado en el amarre sismo-estratigráfico del mismo como se observa en la Figura y Figura.

En la sección onshore se comenzó el trabajo de interpretación con los datos estructurales, los contactos de las planchas 1:100.000 y los well marker de los pozos próximos a la sección. Sin embargo, se continúa en la interpretación a fin de lograr un amarre sismo-estratigráfico regional que permite el amarre de formaciones a lo largo de toda la sección.

**INTEGRACIÓN DATA 3D PROYECTO MOVE PARA
MTC-03A-2018**

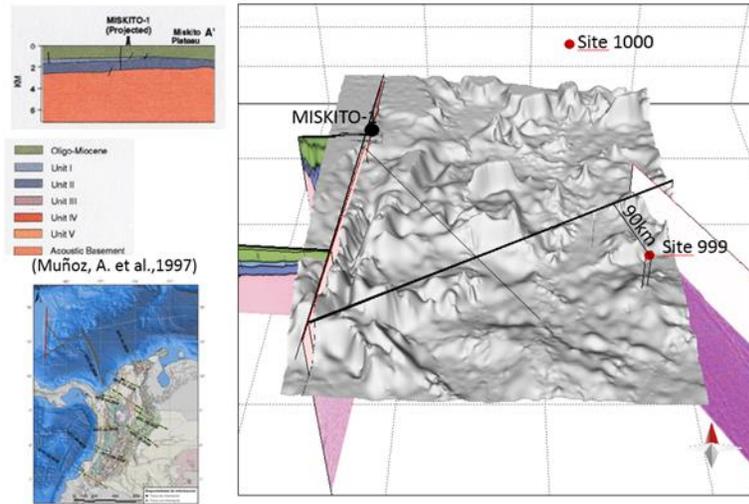


Figura 6. Integración en move de la información cuenca Colombia.

AMARRE SISMO-ESTRATIGRÁFICO MTC-03A-2018

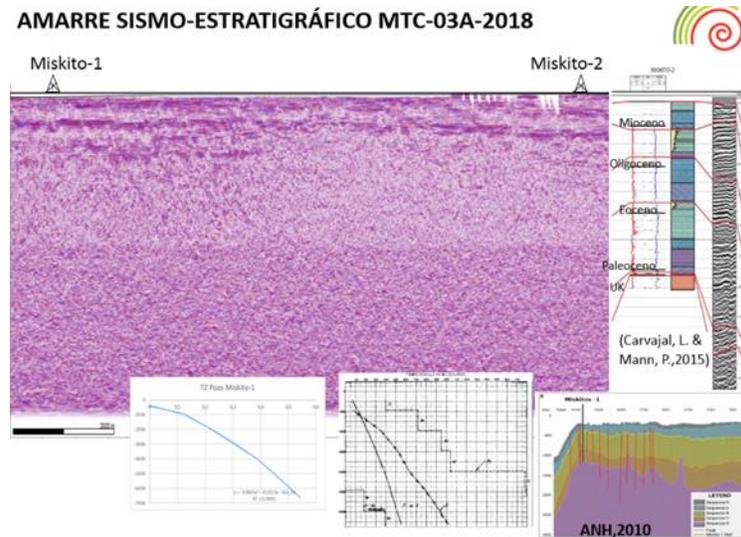


Figura 7. Amarre Sismo-estratigráfico.

Tabla 1. Avance de las actividades realizadas dentro del proyecto transectas regionales y ubicación de productos en archivos del servidor del Grupo de Tectónica.

Actividades	% Avance	Ubicación de productos archivos \\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MTC_BID-SGC2018
Búsqueda de Información de interés al banco de información petrolera (BIP) y su correspondiente solicitud.	100%	\\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MapTecCol\Mapa\Nativos\Apoyo\Transectas_Regionales\TRANSECTAS-MOVE \\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MapTecCol\Documentos\Nativos\Informes \\srv-ar1\imgtec\TECTONICA\MapTecCol\Documentos\Nativos\Informes.
Compilación (Bibliografía) secciones de Apoyo para las transectas regionales Caribe – Llanos Orientales y Pacífico – Valle Superior del Magdalena.	95%	\\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MapTecCol\Mapa\Nativos\Apoyo\Transectas_Regionales
Preparación del mxd Transectas_Información_Base con la georreferenciación y digitalización de la información importante en las áreas próximas al trazo de las Transectas.	95%	\\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MapTecCol\Mapa\Nativos\Apoyo\Transectas_Regionales\TRANSECTAS-MOVE
Creación en Move de las transectas regionales Caribe – Llanos Orientales y Pacífico – Valle Superior del Magdalena.	60%	Para las secciones: MTC-05-2018 y MTC-03-2018. Archivos Well_marker_Sección3.xls y Well_marker_Seccion5.xls Disponible en la ruta \\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MapTecCol\Mapa\Nativos\Apoyo\Transectas_Regionales\TRANSECTAS-MOVE\MTC-05-2018\Información Complementaria, \\srv-ar1\img-

Actividades	% Avance	Ubicación de productos archivos \\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MTC_BID-SGC2018
		tec\TECTONICA\MapTecCol\Mapa\Nativos\Apoyo\Transectas_Regionales\TRANSECTAS-MOVE\MTC-03-2018\Info_complementaria
Interpretación y modelamiento estructural. Análisis e interpretación de la naturaleza de la estructura en el subsuelo.	20%	\\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MapTecCol\Mapa\Nativos\Apoyo\Transectas_Regionales\TRANSECTAS-MOVE\MTC-03-2018\PruebaMTC-03-2018

PROYECTOS REGIONALES BASE DE SÍSMICA Y POZOS

A partir de la estructuración efectuada en el Contrato de Préstamo BID 3594/OC-CO y con base en la formulación de la actividad establecida en el documento CONPES para el fortalecimiento de la arquitectura empresarial del SGC y en cumplimiento de las disposiciones contenidas en el Convenio Interadministrativo GGC N° 231 de 2017, derivado del Convenio Marco GGC N° 261 de 2016, el Servicio Geológico Colombiano debe “asumir la verificación técnica de los contratos que se suscriban en virtud de las actividades correspondientes, a la creación de los Proyectos Regionales Base de Sísmica y Pozos (PRBSP), los cuales permitirán incorporar progresivamente la tercera dimensión a los modelos de escala cortical desarrollados por el Mapa Tectónico de Colombia (MTC) y fortalecerá el conocimiento en particular en torno a la geometría y forma de cuencas sedimentarias. Los PRBSP son la estructura informática base, con los cuales se pueden desarrollar etapas avanzadas de análisis. El carácter regional de los PRBSP, brinda el contexto estructural mayor, a partir del cual se puede, adicionando información pertinente, construir proyectos específicos en diferentes temáticas, ya sea en el estudio, prospección de los recursos de subsuelo o en las evaluaciones de amenazas geológicas asociadas al comportamiento sísmológico de la corteza terrestre.

En el desarrollo de los proyectos Regionales Base de sísmica y pozos para las cuencas sedimentarias Llanos y Caguán-Putumayo las cuales son los primeros en desarrollarse durante la vigencia 2018. Adicionalmente, dentro del marco de los proyectos regionales base, han sido adelantadas una serie de tareas complementarias, las cuales incluyen siguientes actividades:

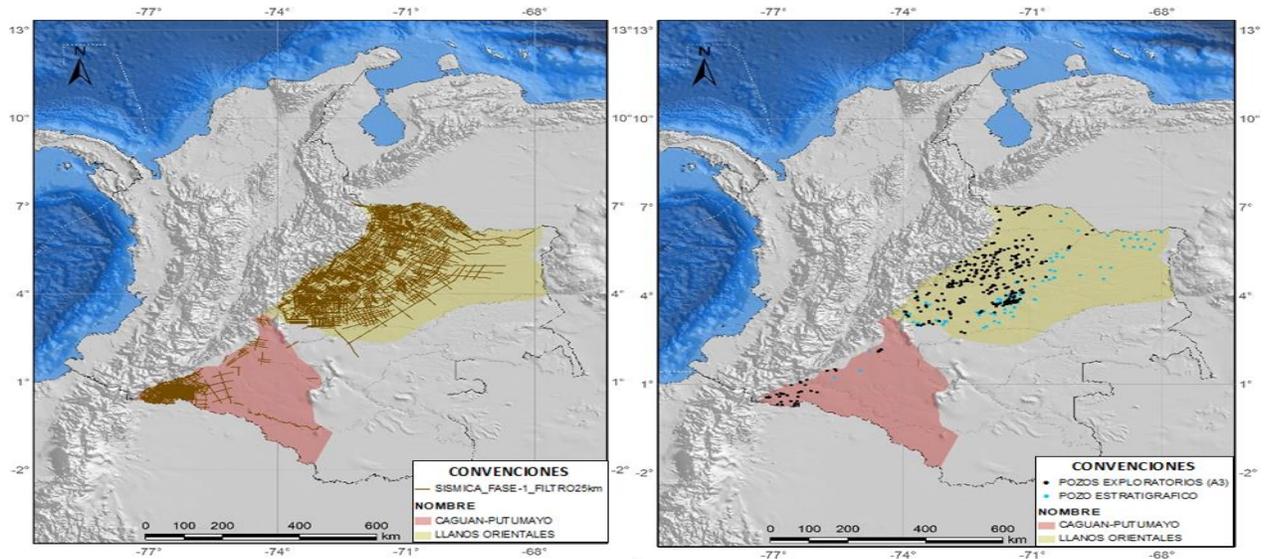


Figura 8. Solicitud de información sísmica y de pozos al BIP para las cuencas Llanos y Caguán-Putumayo.

Actualización de los Términos de Referencia y Presentaciones al personal del ministerio:

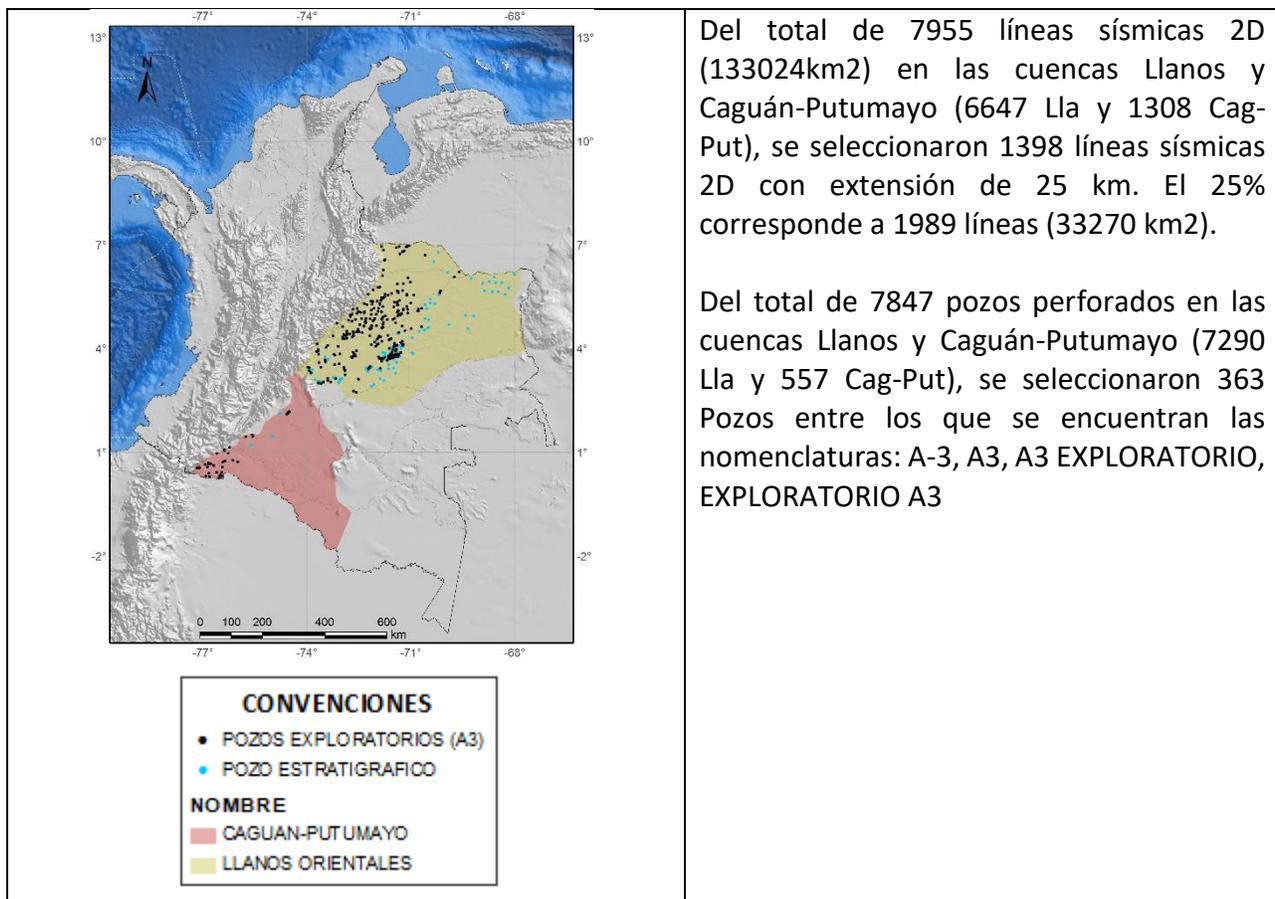
Desde el mes de febrero, se han realizados constantes actualizaciones a los formatos respectivos, atendiendo a las recomendaciones internas y las del personal del ministerio encargados del préstamo con el Banco Iberoamericano de Desarrollo (BID). Adicionalmente, se ha preparado las presentaciones del proyecto y de los resultados del sondeo de mercado tanto a nivel de la dirección General (4 de mayo), dirección de Geociencias Básicas y personal del ministerio (12 de febrero, 4 de mayo, 15 de junio) respectivamente.

1.3- EDICIÓN FINAL Y OFICIALIZACIÓN DOCUMENTO MUTC.

El Mapa de Unidades Tectónicas -MUTC- es acompañado por su respectivo documento explicativo, que resume los principios base, la metodología y la caracterización de las 34 Unidades Tectónicas establecidas para la presente versión. Durante el primer semestre del 2018 se ha venido adelantando la edición final y preparación del documento para su respectiva oficialización.

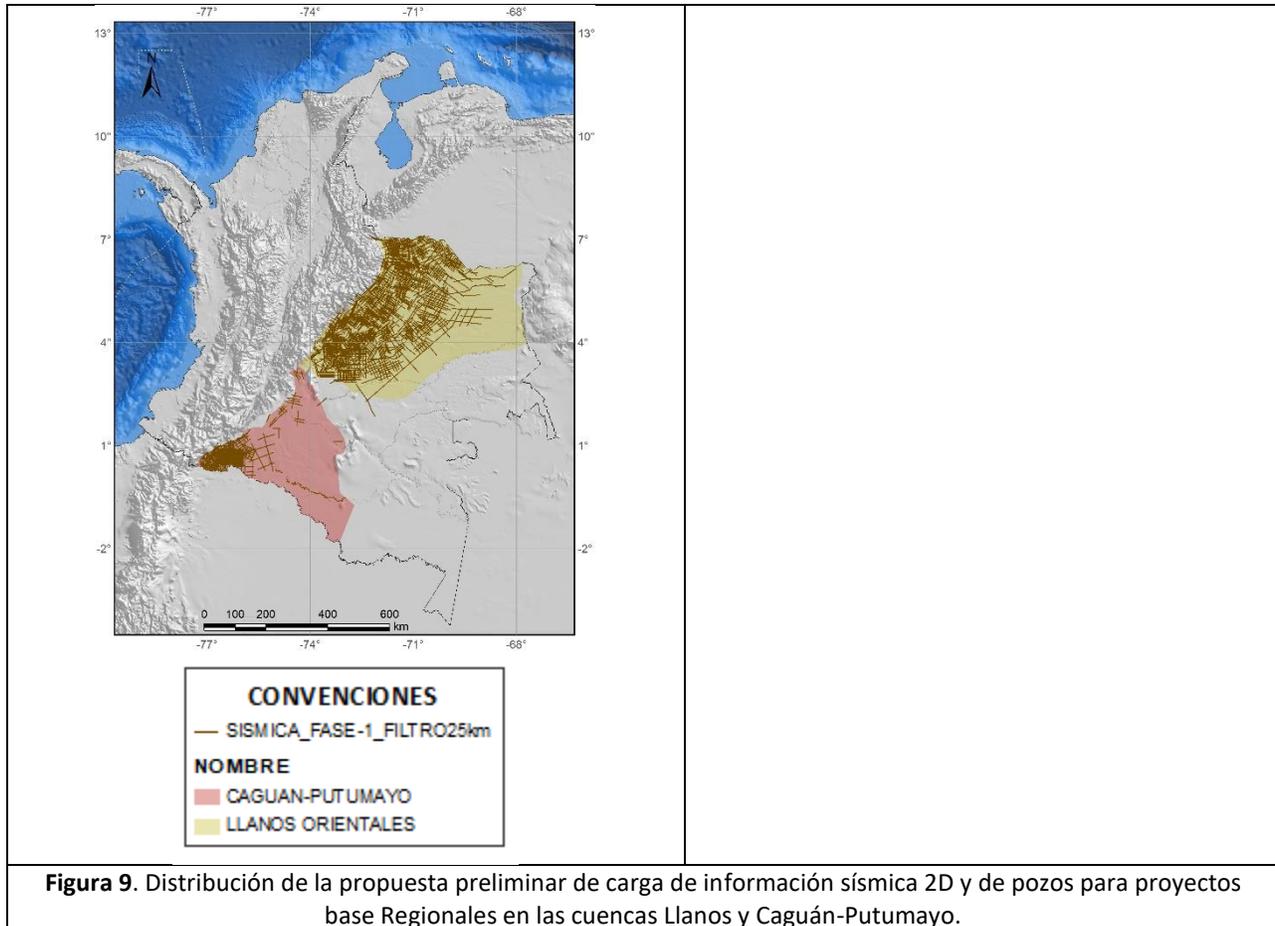
PROYECTOS REGIONALES BASE DE SÍSMICA Y POZOS (PRBSP) PARA LAS CUENCAS LLANOS ORIENTALES Y CAGUAN-PUTUMAYO

Localización del área de trabajo



Del total de 7955 líneas sísmicas 2D (133024km²) en las cuencas Llanos y Caguán-Putumayo (6647 Lla y 1308 Cag-Put), se seleccionaron 1398 líneas sísmicas 2D con extensión de 25 km. El 25% corresponde a 1989 líneas (33270 km²).

Del total de 7847 pozos perforados en las cuencas Llanos y Caguán-Putumayo (7290 Lla y 557 Cag-Put), se seleccionaron 363 Pozos entre los que se encuentran las nomenclaturas: A-3, A3, A3 EXPLORATORIO, EXPLORATORIO A3



Resumen de los trabajos de campo: Actualmente el proyecto no contempla salidas de campo.

Resumen de resultados y productos: Los avances del proyecto se especifican en la Tabla 2.

Tabla 2. Avance de las actividades realizadas dentro de los proyectos Regionales Base de Sísmica y Pozos y ubicación de productos en archivos del servidor del Grupo de Tectónica

Actividades	% Avance	Ubicación de productos archivos \\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MTC_BID-SGC2018
Términos de referencia de la parte técnica y adquisición de licencias y estaciones de trabajo	100%	\\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MTC_BID-SGC2018\Gestion Proyecto\RECURSOS-BID-2018

Actividades	% Avance	Ubicación de productos archivos \\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MTC_BID-SGC2018
para el desarrollo del proyecto BID-SGC 2018.		
<p>Inventario de Información de Sísmica y Pozos. Este inventario está contemplado que inicie con la primera fase de los proyectos Regionales Base de Sísmica y Pozo. Sin embargo, a la fecha avanza la búsqueda de información de líneas sísmicas 2D y pozos existentes en las cuencas Llanos y Caguán-Putumayo por parte de suministros EPIS de acuerdo a la solicitud enviada.</p>	20%	<p>-Se ha realizado una propuesta preliminar de la información sísmica 2D y pozos a cargar. La presentación RegionalBaseSísmica&Pozos_Solicitud se encuentra disponible en la ruta \\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MTC_BID-SGC2018\Gestion Proyecto\RECURSOS-BID-2018 - Solicitud inicial al Banco de Información Petrolera BIP el 17 de abril de 2018. Una para sísmica y otro para pozos. Los archivos Excel SIS-MICA_FASE-1_FILTRO25km y POZOS_EXPLORATORIOS-A3, se encuentran disponibles en: \\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MTC_BID-SGC2018\Gestion Proyecto\RECURSOS-BID-2018</p>
<p>Gestionar las cotizaciones de licenciamiento con los proveedores de las soluciones petrotécnicas: Geographix, Kingdom, Petrel, Decisión Space y SeisWare-Recon, para el desarrollo de los proyectos regionales base de Sísmica y Pozo. Se realizó una presentación donde se concluye el análisis de mercado realizado a las diferentes compañías invitadas para proveer la plataforma petrotécnica para los PRBSP, así como la ficha técnica.</p>	100%	<p>\\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MTC_BID-SGC2018\Gestion Proyecto\RECURSOS-BID-2018\Cotizaciones_Software Los archivos ANEXO TECNICO 1 y RegionalBaseSísmica&Pozos_Software, se encuentra disponible en la ruta: \\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MTC_BID-SGC2018\Gestion Proyecto\RECURSOS-BID-2018 No se dispone del presupuesto estimado para cubrir los requerimientos del Banco. El archivo es Informe_Sondeo_Mercado.doc está disponible en : \\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MTC_BID-SGC2018\Gestion Proyecto\RECURSOS-BID-2018</p>

Actividades	% Avance	Ubicación de productos archivos \\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MTC_BID-SGC2018
Se realizó informe de sondeo de mercado en donde se resumen las propuestas económicas de cada compañía		
Evaluación de Perfiles de los profesionales Datamanagement para la carga de información Sísmica 2D y Pozos. De acuerdo a nuevas directrices se adelanta el proceso por parte del SGC con el soporte de contratos y convenios de la dirección de Geociencias Básicas (Andrés Ramírez y Luis Peña).	98%	\\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MTC_BID-SGC2018\Gestion Proyecto\RECURSOS-BID-2018\Perfiles_Profesionales Se envía correo el día 11 de mayo para corroborar la disponibilidad de los profesionales. Se realiza el envío de las justificaciones, las actividades y productos que tendrían que entregar los responsables de realizar la carga de información sísmica y de pozos.
Diligenciamiento de los Formatos MINMINAS. Se realizó la actualización de las especificaciones técnicas de licencias de acuerdo a las nuevas directrices de la Dirección General.	98%	\\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MTC_BID-SGC2018\Gestion Proyecto\RECURSOS-BID-2018 Se realiza el envío del formato actualizado y presentación de los términos de referencia para la adquisición de licencias al ministerio para la apertura de la invitación a presentar la cotización.
Asistencia y preparación de presentaciones para las reuniones técnicas tanto internas como con personal del ministerio.	Permanent e	
Selección sistemática condicionada , representativa a nivel regional, de la información sísmica 2D y pozos equivalentes aproximadamente al 25% de la de	15%	\\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MapTecCol\Gestión de Proyecto\2_Actas&ControlAvance\Solicitudes y \\srv-ar1\img-

Actividades	% Avance	Ubicación de productos archivos \\srv-ar1\img-tec\TECTONICA\MTC_BID- SGC2018
la información existente en las dos cuencas sedimentarias definidas.		tec\TECTONICA\MTC_BIDSGC2018\Gestion Proyecto\RECURSOS-BID-2018
Diagnostico e inventario del 25% de la información disponible de las cuencas Llanos y Caguán-Putumayo y el estado de la misma.	0%	
Generación y carga de la información sísmica y de pozos para las dos cuencas sedimentarias seleccionadas, en la Plataforma para carga e integración de datos del subsuelo designada por el Servicio Geológico Colombiano para tal efecto. Asegurando las óptimas condiciones técnicas y de calidad para su disponibilidad en la fase subsiguiente de interpretación.	0%	
Incorporación progresiva de la tercera dimensión con la información priorizada en el Mapa Tectónico de Colombia.	0%	

Durante el mes de junio se ha trabajado ha adelantado la precisión en los objetos de contrato, actividades y productos que deberían tener los profesionales responsables de la carga de información sísmica y de pozos. La contratación de los profesionales con el perfil idóneo para este trabajo fue realizada durante los meses de noviembre y diciembre, vinculado con esto la asignación de cada uno de los permisos que debe tener el usuario para el manejo de la información, con lo que el inicio de la revisión de la información entregada para el procesamiento presentó una demora en su inicio.

Actualmente se presenta una demora en el inicio de la carga de la información en el software de procesamiento debido a la falta del montaje del sistema de apoyo "studio", de la definición de las unidades para el trabajo y el sistema de proyección con el cual se pretende definir el proyecto.

EVOLUCIÓN TECTÓNICA DEL CENOZOICO

El Mapa de Unidades Tectónicas de Colombia se desarrolla a partir de la recopilación e interpretación de información publicada por el Servicio Geológico Colombiano a lo largo de su historia y de información adicional que ha sido publicada por diversos investigadores.

Con este proyecto se busca comprobar que las Unidades Tectónicas (Ciclos sin-orogénicos Andinos Temprano, Medio y Tardío) tres (3) de las unidades definidas en el desarrollo del Mapa de Unidades Tectónicas de Colombia, sí coincide con la geología en campo de las cuencas sedimentarias aledañas a la Cordillera Oriental y comprobar la existencia o no de las discordancias de importancia regional, que han sido propuestas como límites de las mencionadas Unidades Tectónicas, ya que no existe consenso sobre la cantidad de discordancias y la posición estratigráfica en el cenozoico del Valle Medio del Magdalena.

Para iniciar el trabajo de campo fueron propuestas diferentes secciones de referencia en la parte central del Valle Medio del Magdalena, en donde se encuentran aflorando las unidades litoestratigráficas del Cenozoico en diferentes estructuras plegadas.

Estas secciones se encuentran en territorio de los municipios de Cimitarra, Landázuri, Bolívar, Vélez, El Peñón del departamento de Santander, pero para acceder a ellas es necesario el tránsito a través de diferentes municipios de los departamentos de Santander y Boyacá. Algunos municipios del departamento de Antioquia, han sido incluidos en el plan de comisión, con el fin de revisar algunas de las unidades encontradas en el piedemonte oriental de la Cordillera Central.

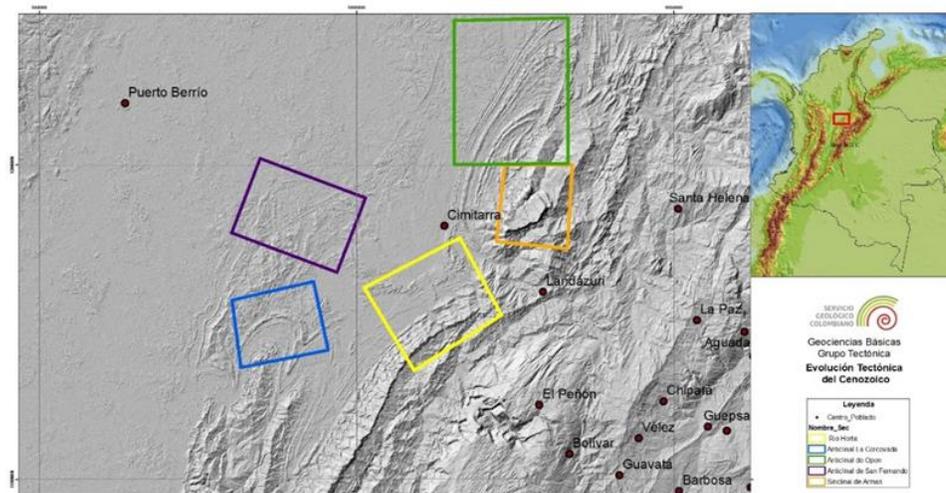


Figura 10. Localización del área de estudio. Se muestra las secciones seleccionadas en la zona de Cimitarra.

Amarillo: Río Horta, Naranja: Cerro de Armas, Verde: Anticlinal de Opón, Azul: Anticlinal La Corcovada, Violeta: Anticlinal de San Fernando.

Durante las dos comisiones de campo realizadas, además de las descripciones estratigráficas y sedimentológicas, se tomaron datos de diaclasas en las diferentes unidades descritas. Estos planos no son abundantes debido al bajo grado de compactación de las unidades o por su litología, que en el caso de los conglomerados y de las lodolitas no suele desarrollar patrones de fracturamiento bien definidos.

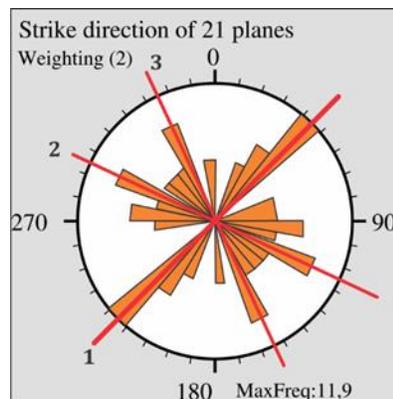


Figura 11. Principales familias de fracturamiento identificadas a partir de los datos de fractura medidos en la Formación Lisama. 1. NE-SW; 2. WNW- ESE; 3. NNW-SSE

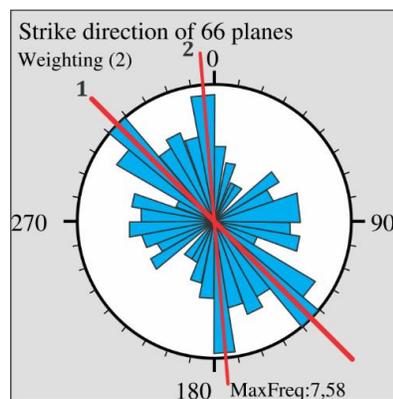


Figura 12. Principales familias de fracturamiento identificadas a partir de los datos de fractura medidos en la Formación Mugrosa. 1. NW-SW; 2. N-S.

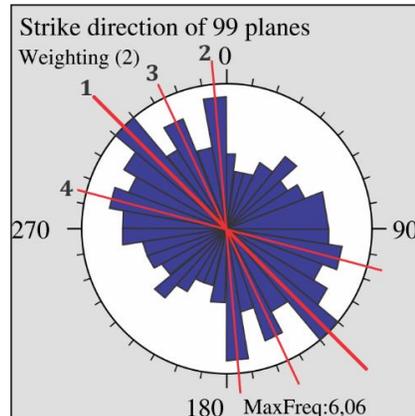


Figura 13. Principales familias de fracturamiento identificadas a partir del total de datos de fracturas medidos en campo. 1. NW-SE; 2. N-S; 3. NNW-SSE; 4. WNW-ESE.

Este proyecto no pudo ser culminado como inicialmente estaba propuesto debido a que se recibió la orden de la Dirección de Geociencias Básicas de suspenderlo y que fuera orientado el trabajo de todos los profesionales del grupo de Tectónica a la búsqueda de información técnica para la propuesta de un esquema evolutivo del territorio colombiano durante la orogenia andina, a partir de la hipótesis estructural de “indentor” hecha por el grupo de trabajo.

1.4- LÍMITES DE BLOQUES TECTÓNICOS

En los últimos dos años el grupo de trabajo de Tectónica de la dirección de Geociencias Básicas del Servicio Geológico Colombiano (SGC), se ha encargado de la compilación y análisis de información de carácter tectónico para la delimitación y descripción de unidades tectónicas, compilando información geocientífica a diferentes escalas

Con este proyecto se busca definir cada uno de los límites regionales del territorio colombiano en los cuales se puede establecer una diferencia sustancial, caracterizada por la autoctonía, para autoctonía para aloctonia o aloctonia de cada uno de los materiales geológicos y con esto una propuesta de configuración paleogeográfica en cada era geológica.

Como propuesta inicial se propuso el limite tectónico occidental que se debe estudiar desde el sur de Colombia en el departamento de Nariño hasta el Norte en el departamento de Córdoba, por viabilidad se divide en 3 zonas de trabajo, La zona 1 se encuentra comprende parte de los departamentos de Quindío y valle del Cauca, la zona 2 comprende parte del departamento de Antioquia, y la zona 3 se encuentra en el departamento del Cauca.

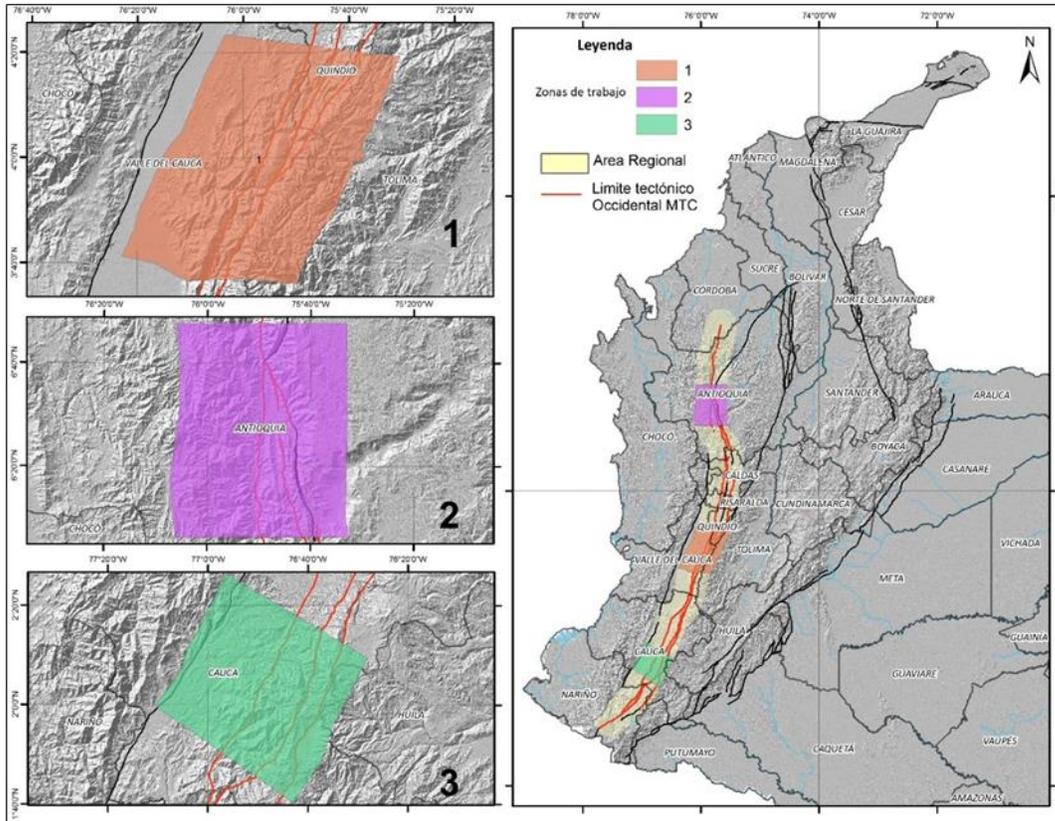


Figura 14. Zonas de estudio propuesta

Se realizó una compilación bibliográfica orientada a la obtención de información regional de la estructura y luego un trabajo compilatorio orientado al segmento numero 1 propuesto como inicial para el proyecto.

Este proyecto fue suspendido debido a que se recibió la orden de la Dirección de Geociencias Básicas de suspenderlo y que fuera orientado el trabajo de todos los profesionales del grupo de Tectónica a la búsqueda de información técnica para la propuesta de un esquema evolutivo del territorio colombiano durante la orogenia andina, a partir de la hipótesis estructural de “indentor” hecha por el grupo de trabajo.

ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA DEFORMACIÓN ANDINA

El proyecto nace a partir de la propuesta de una base estructural regional para el territorio colombiano en el cual se propone el modelo “indentor” con una deformación que migra del occidente del territorio hacia el oriente, siendo el estilo estructural de cada una de las

estructuras regionales la característica más importante de este modelo. Propuesta en la cual se encuentra involucrado todo el grupo de profesionales durante los últimos meses del año 2018, siendo aplazados por órdenes de la dirección todos los proyectos diferentes a este en el cual los profesionales se encontrarán trabajando.

La propuesta de este esquema de distribución y migración de la deformación en especial del evento andino, se encuentra representada, basada en datos estratigráficos, termocronológicos y geocronológicos tomados de la literatura, los cuales presentan un nivel de análisis preliminar no solo desde el punto de vista de su correlación si no la calidad del dato que se muestra como resultado.

ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA DEFORMACIÓN ANDINA
Compliado por Grupo de Tectónica 2018

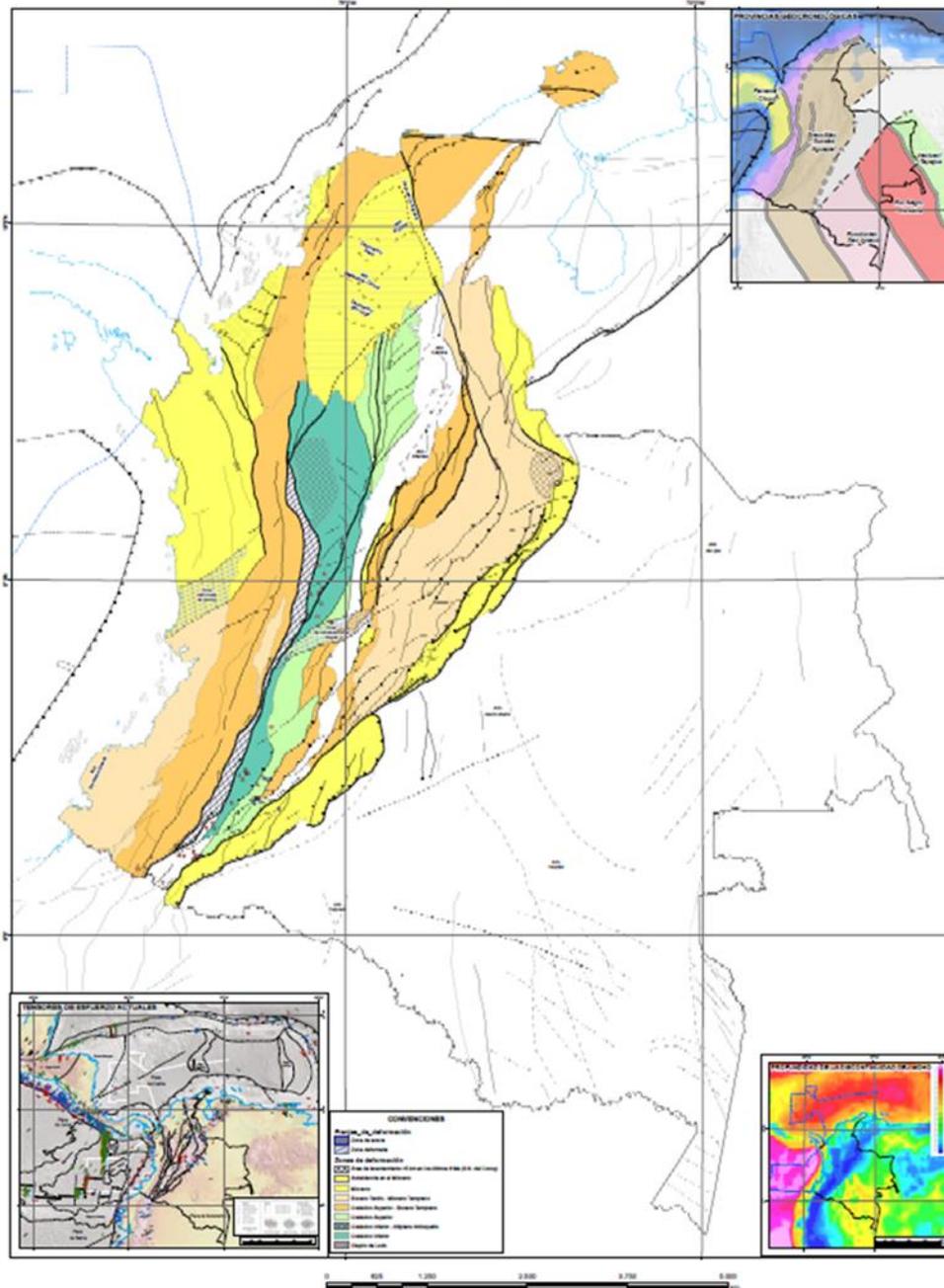


Figura 15. Esquema de distribución de la deformación andina en el territorio colombiano con tres de los mapas insumo. Sup. Provincias geocronológicas, Inf. Izq. Mapa de esfuerzos e Inf. Der. Mapa de discontinuidad de Mohorovicic.

Proyecto de Gestión ID 1000339: Exploración Neotectónica Fallas Cuaternarias Activas

- Falla Bucaramanga tramo norte: Aguachica - San Alberto
- Falla Bogotá
- Fallas Río Negro - Naranjal
- Fallas Servita - Guaicaramo

Gerente del Proyecto: Mario Andrés Cuellar y Oscar Freddy Muñoz

Descripción del Proyecto: Explorar localidades con evidencias neotectónicas de fallas cuaternarias sismogénicas activas, para evaluar amenaza sísmica. Estas actividades se vienen adelantando de tiempo atrás en el marco de la actualización de la amenaza sísmica regional del País. 2017

Objetivos del Proyecto: Caracterizar las estructuras tectónicas sismogénicas activas durante el Cuaternario en el País. Levantar información geológica, cartográfica, neotectónica y del Cuaternario en general, en aquellos sectores con sismicidad histórica documentada, para contribuir a la definición de las fuentes sismogénicas activas durante el Cuaternario, en el territorio colombiano. Estas actividades se vienen adelantando de tiempo atrás en el marco de la actualización de la amenaza sísmica regional del País.

Beneficios del Proyecto:

- La ampliación del conocimiento de las fuentes sismogénicas del País, permite actualizar y mejorar la norma sismo-resistente (NSR-10).
- El diseño de las obras de infraestructura del país podrá responder mejor a las condiciones de amenaza sísmica de las regiones del país.
- Contar con datos específicos para la formulación de escenarios de amenaza por fallas activas potencialmente sismogénicas.
- Conocer las condiciones de deformación tectónica en las regiones que presenten recursos naturales susceptibles de ser explorados, facilita la toma de decisiones.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

- Mapas detallados de rasgos y evidencias de actividad sismogénica asociados a fallas cuaternarias activas, en sectores y localidades definidos.
- Informes de elaboración de tales mapas.

Fecha de inicio real: 01/01/2014

Fecha finalización planificada: 26/12/2018

Informe año 2018:

Desde el 2017 y tradicionalmente se han realizado actividades en diferentes “corredores de fallas” para identificar su posible actividad y contribuir a la evaluación de la amenaza sísmica. Los estudios fundamentalmente se basan en el análisis de la geología de superficie y revisiones bibliográficas. En proyecto de cooperación con Japón (SATREPS), se inició la aplicación de técnicas geofísicas en la Falla de Bogotá y se hizo planteamiento para hacerlo en Río Negro-Naranjal y se inició el estudio de dos nuevos corredores de falla: Bucaramanga y Servitá (con el Proyecto SATREPS).

Para iniciar la formulación de un proyecto regional para la Evaluación de Fallas Potencialmente Sismogénicas de Colombia, se asignó un profesional provisional quien ha estado en el Grupo desde el 2014, para llevar a cabo revisiones y actividades de campo para dar peso a hipótesis de trabajo sobre los principales Límites de Bloques Tectónicos de Colombia, con miras también a generar proyectos de investigación dentro de los cuales se incluirían trabajos de Maestría.

Una descripción más detallada de cada uno de los trabajos realizados en cada uno de los proyectos de investigación se hace a continuación:

2.1- SECTOR NORTE DE LA FALLA DE BUCARAMANGA (AGUACHICA – SAN ALBERTO)

En desarrollo de la exploración neotectónica de fallas activas en el sector norte de la Falla de Bucaramanga, sección Aguachica – San Alberto, durante el año 2018 se realizaron actividades complementarias de fotointerpretación, consulta bibliográfica y en la preparación de las nuevas campañas de campo. Se realizó la fotointerpretación de las fotografías aéreas de los vuelos; C-2190 (019-024), C-2692 (234-239), C-2692 (200-207).

<\\srv-ar1\img-tec\TECTONICA CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaAguachicaSanAlberto\Mapa\Nativos\Apoyo\Fotointerpretación\VuelosInterpretados\Vuelos>

En base a la interpretación de estereopares de las imágenes de Google Earth se realizó un informe interno explicativo de las actividades realizadas junto con su respectivo mapa. Adicionalmente, se inició el análisis estructural de los datos tomados en previas campañas de campo, se realizaron esquemas representativos, mapas y cortes geológicos de zonas de mayor interés, así como la edición de mapas morfoestructurales preliminares, especialmente en el

sector sur del proyecto. Se han identificado múltiples sitios de interés a partir de la fotointerpretación y la bibliografía existente consultada como base para las actividades de campo futuras.

\\srv-ar1\img-
tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaAguachicaSanAlberto\Mapa\
Nativos\Apoyo\Fotointerpretación\Aguachica_pares
\\srv-ar1\img-
tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaAguachicaSanAlberto\Mapa\
Nativos\Apoyo\ComisionesCampo
\\srv-ar1\img-
tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaAguachicaSanAlberto\Gestión
de Proyecto\2_Actas&ControlAvance\Hito_2\Anexo A. Libretas de campo

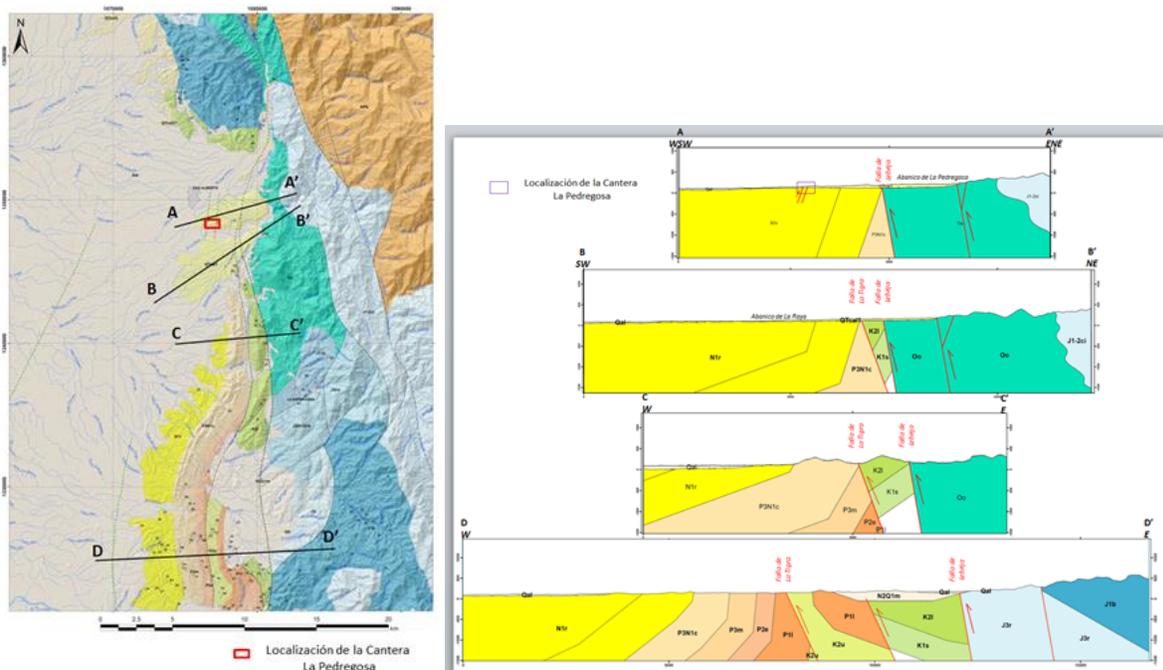


Figura 16. Izquierda: Localización de los cortes geológicos. Derecha: Cortes geológicos del sector sur (San Alberto)

Se realizó un informe descriptivo acerca de la localización de los cortes geológicos y la metodología seguida para su elaboración. Esta información se encuentra almacenada en el repositorio en la ruta:

\\srv-ar1\img-

tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaAguachicaSanAlberto\Documentos\Nativos\Tematico\Cortes Geológicos

Teniendo en cuenta la fotointerpretación realizada por diversos medios, se establecieron los sitios de interés a visitar en una comisión de campo según unos problemas específicos a resolver. Esta información se encuentra almacenada en la ruta:

\\srv-ar1\img-
tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaAguachicaSanAlberto\Mapa\Nativos\Apoyo\ComisionesCampo\Comisión 5 - Julio 2018\Plan campo

Se realiza un informe de avance acerca de las actividades anteriormente descritas y los resultados preliminares y/o propuestas obtenidas.

\\srv-ar1\img-
tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaAguachicaSanAlberto\Gestión de Proyecto\2_Actas&ControlAvance\Hito_4

Este proyecto fue suspendido debido a que se recibió la orden de la Dirección de Geociencias Básicas de suspenderlo y que fuera orientado el trabajo de todos los profesionales del grupo de Tetónica a la compilación y análisis de información técnica para la propuesta de un esquema evolutivo del territorio colombiano durante la orogenia andina, a partir de la hipótesis estructural de “indentor” hecha por el grupo de trabajo.

2.2- EXPLORACIÓN NEOTECTÓNICA – CORREDOR RIO NEGRO-NARANJAL

En desarrollo de la exploración neotectónica del corredor Rio Negro – Naranjal durante el año 2018, se realizaron actividades relacionadas con la edición final de los mapas elaborados y su respectivo informe. Actividades las cuales fueron culminadas en los meses de Julio y Agosto, se anexan las rutas dentro del repositorio de cada uno de los productos de este proyecto, informe y mapa respectivamente.

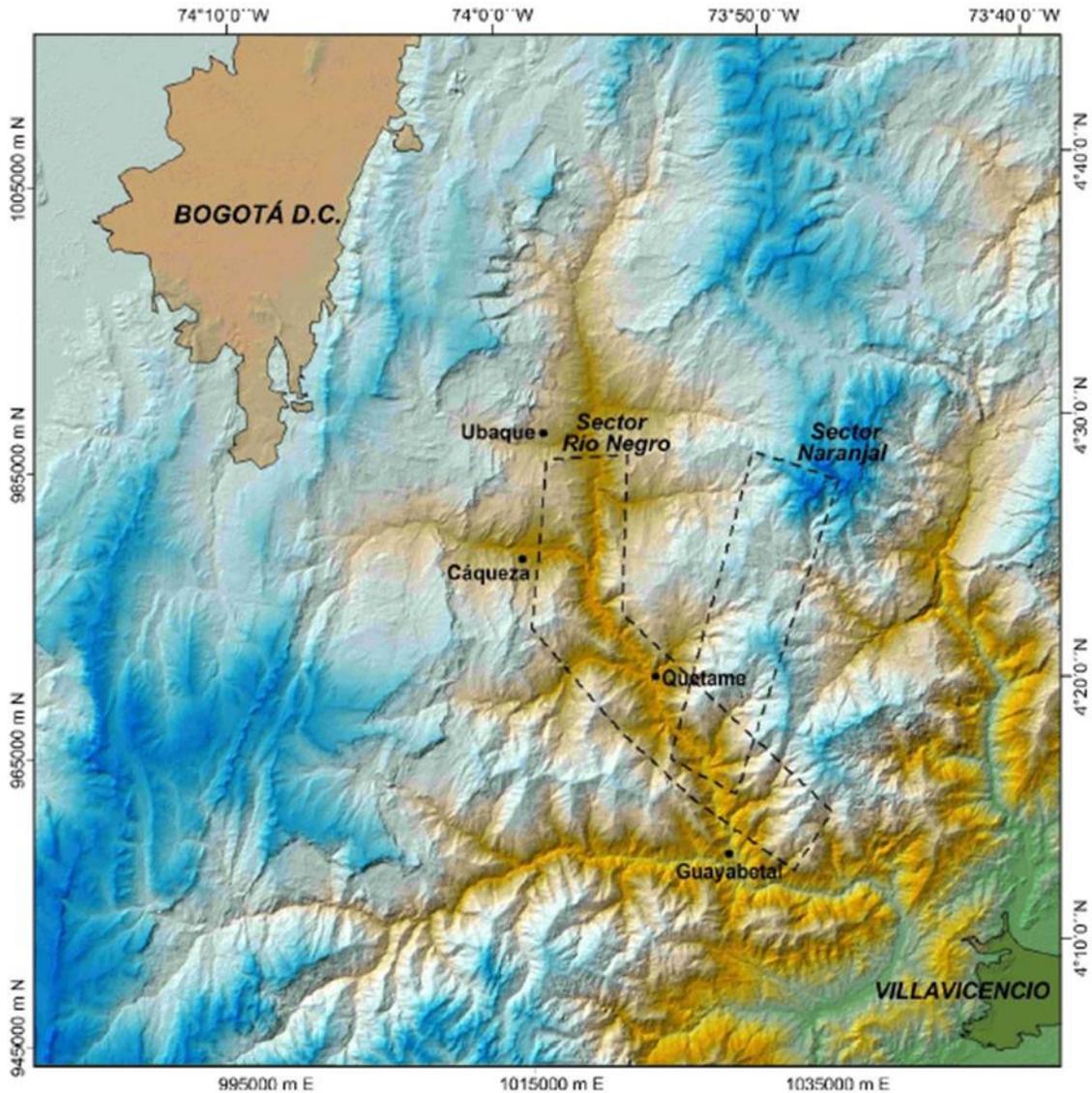


Figura 17. Mapa de localización zona de estudio falla Rio Negro – Naranjal

\\srv-ar1\img-
tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaRioNegroNaranjal\Document
os\Pdf\Informe_RioNegroNaranjal.pdf

[\\srv-ar1\img-
tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaRioNegroNaranjal\Mapa\Pdf
MapasInformeFinal](\\srv-ar1\img-
tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaRioNegroNaranjal\Mapa\Pdf
MapasInformeFinal)

EXPLORACIÓN NEOTECTÓNICA – CORREDOR FALLA DE BOGOTÁ

Durante el segundo semestre del año y teniendo en cuenta que el estudio realizado para la medición de microtemores a lo largo del trazo de falla, realizado durante el segundo trimestre del año, no arrojó ningún tipo de resultado, se decidió no realizar los estudios geofísicos que se tenían programados como era la implementación de métodos geoelectricos.

Debido a que el proyecto SATREPS, hace parte de un gran convenio colombo-japonés, ambas partes deben adoptar una serie de medidas. Una de esas medidas a cargo de la parte japonesa es la capacitación para la contraparte colombiana, la cual contempló la visita de las instalaciones de la universidad de Tohoku y el NIED, además de algunas salidas de campo; con el fin de tomar un curso corto acerca del estudio de fallas activas y modelamiento de escenarios de terremotos, con la asesoría de expertos japoneses, para discutir acerca del contexto de la falla Bogotá en el ámbito del modelamiento de escenarios de terremotos, siendo esta estructura una falla potencialmente sismogénica que podría afectar la ciudad de Bogotá en caso de tener una ruptura a lo largo de su traza.

\\srv-ar1\img-tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaBogota\GestionProyecto\Actas&ControlAvance\2018\Reporte sobre interpretaciones preliminares de la falla Bogotá- Curso JICA Noviembre – LMA

Dentro de la visita se participó con la presentación de un poster mostrando los avances del trabajo realizado a lo largo del corredor de la falla Bogotá. Lo anterior se presentó en la “JSAF 2018 FALL MEETING” de la “Japanese Society for Active Fault Studies” (ver figura 2)

\\srv-ar1\img-tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaBogota\GestionProyecto\Actas&ControlAvance\2018\Poster2018\PDF\Aguirre_JSAF_2018_NPv3.pdf
\\srv-ar1\img-tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaBogota\GestionProyecto\Actas&ControlAvance\2018\Poster2018\PDF\Poster_Octubre2018_P10.pdf

A partir de todas las actividades y con la asesoría de los expertos japoneses se elabora un informe que corresponde con la investigación llevada a cabo en el corredor de la falla Bogotá, para el modelamiento de los escenarios de terremotos de la ciudad de Bogotá.

\\srv-ar1\img-tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaBogota\Documentos\Pdf

EXPLORACIÓN NEOTECTÓNICA – CORREDOR FALLA DE SERVITÁ

Teniendo en cuenta el trabajo de fotointerpretación de la zona realizado durante el primer semestre del año, para generar un mapa enfocado en la deformación y en los depósitos más recientes, y así tener puntos de control en campo. A partir de la revisión de la información bibliográfica y del mapa de fotointerpretación existente, se realiza una programación de visitas a sitios específicos sobre el corredor de esta falla para realizar la caracterización de dicha estructuras y evidencias relacionadas a su actividad.

\\srv-ar1\img-
tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaServita\Mapa\Nativos\Apoyo
\Fotointerp\FotointerpETJ
\\srv-ar1\img-
tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaServita\Documentos\Nativos\
Tematico\Avances\Avances_LMA\Programación de comisión de campo LMAHNAA-Falla
Servitá.docx

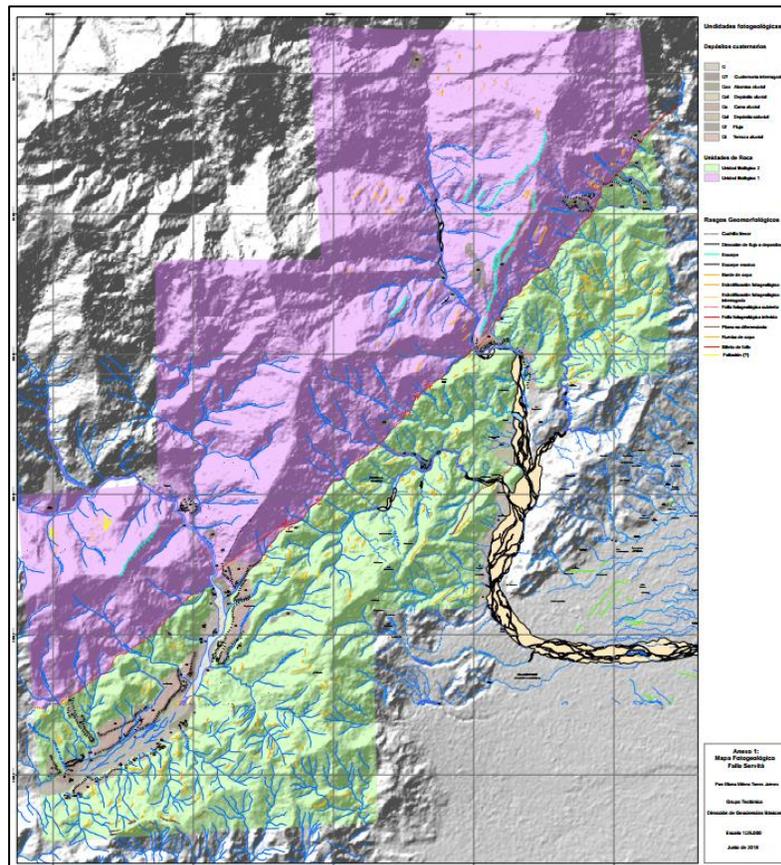


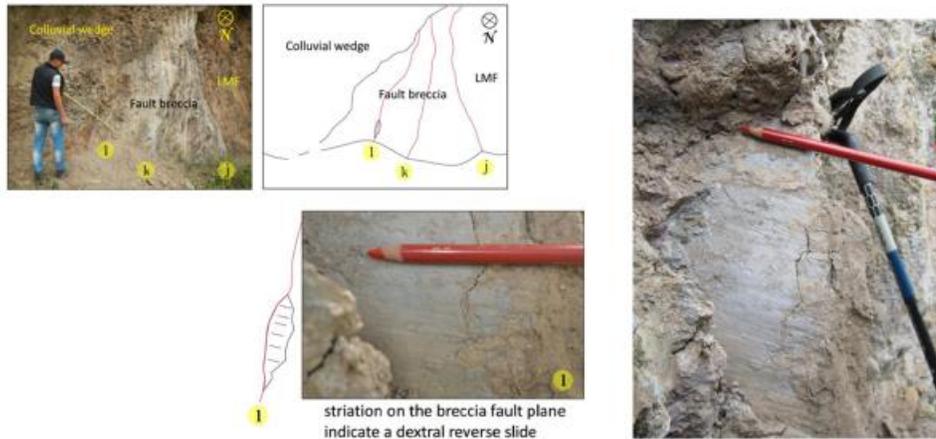
Figura 21. Mapa fotogeológico del corredor de trabajo de la Falla Servitá

Se realizó una comisión de campo en el corredor de trabajo de la falla Servitá, con el fin de buscar evidencias de deformación tectónica reciente asociada a esta estructura, de la cual se genera una libreta digital y un corto informe con algunas conclusiones preliminares.

\\srv-ar1\img-
tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaServita\Documentos\Nativos\
Tematico\Avances\Avances_LMA\Comision_Sept_2018_Tecnico\LibretaCamTecFallaServitáL
MA.xlsx

\\srv-ar1\img-
tec\TECTONICA_CUATERNARIA\ExpNeoTectFallasQActivas\FallaServita\Documentos\Nativos\
Tematico\Avances\Avances_LMA\Informe técnico preliminar de comisión Octubre 2018 - LMA-
NAA.docx

Este proyecto fue suspendido debido a que se recibió la orden de la Dirección de Geociencias Básicas de suspenderlo y que fuera orientado el trabajo de todos los profesionales del grupo de Tectónica a la compilación y análisis de información técnica para la propuesta de un esquema evolutivo del territorio colombiano durante la orogenia andina, a partir de la hipótesis estructural de “indentor” hecha por el grupo de trabajo.



GRUPO DE TRABAJO GEOLOGÍA DE VOLCANES

Personal participante-2017

Funcionarios - GGV - SGC	Proyecto	% s - 2017	Rol	Función específica
Bernardo Pulgarín Alzate (PE-21), Sede en OVS-Popayán	Galeras	40	líder/autor	Coordinación –Supervisión - Producción
	Doña Juana	20	líder/autor	Coordinación - Producción
	Estándares	10	líder/autor	Coordinación - Producción
	Paramillo	15	líder/autor	Coordinación - Producción
	Geoamenazas	15	autor	Producción
Ana María Correa Tamayo (PE-19), Sede Central Bogotá	Galeras	40	responsable/autor	Supervisión - Gestión - Producción
	Doña Juana	20	responsable/autor	Supervisión - Gestión - Producción
	Estándares	15	responsable/autor	Supervisión - Gestión - Producción
	Paramillo	25	responsable/autor	Supervisión - Gestión - Producción
lian Andrés Ceballos Hernández	Galeras	70	responsable/autor	Producción

(PE-16)-Prov., Sede OVS Manizales	Estándares	20	responsable/autor	Producción
	Paramillo	10	responsable/autor	Producción
Contratistas - GGV - SGC	Proyecto	% s - 2017	Rol	Función específica
l 1 (Geología) – Mauricio Tamayo Alzate, Sede OVS Manizales	Galeras	70	responsable/autor	Producción
	Estándares	20	autor	Producción
	Paramillo	10	autor	Producción
nal 1 (SIG) – Diego Palechor Benevédez, Sede OVS Popayán	Galeras	70	autor	Producción
	Estándares / Graficaciones	20	Responsable/autor	Producción
	Paramillo y otros volcanes	10	autor	Producción
sional 0 (Geología) – Yeni Cruz Toro, Sede Central Bogotá	Galeras	70	autor	Producción
	Estándares	20	autor	Producción
	Paramillo	10	autor	Producción
l 0 (Geología) – Silvia Castilla Montagut, Sede Central Bogotá	Galeras	80	autor	Producción
	Estándares	20	autor	Producción
Contratistas - GGV - SGC	Proyecto	% s - 2017	Rol	Función específica
l 0 (Geología) – Lyzeth Johana Gómez G. Sede OVS Popayán	Galeras	100	autor	Producción
Funcionarios otros grupos	Proyecto	% s – 2017	Rol	Función específica
vaez Obando ov., Pasto	Galeras	60	autor	Producción

Convenciones de la tabla:

- Galeras: Mapa Geológico del Complejo Volcánico Galeras (2017-2019)
- Doña Juana: Modelamiento petrogenético del Complejo Volcánico Doña Juana (CVDJ) y de terminación de condiciones físico-químicas de sus erupciones (2017-2020)
- Estándares: Guía de estándares para cartografía geológica de volcanes (2017-2018)
- Paramillo: Entrega para pre-oficialización del mapa e informe geológico del Complejo Volcánico Paramillo de Santa Rosa (Hasta inicios de 2018). (2017-2018)
- Geoamenazas: apoyos a la Dirección de Geoamenazas

Los objetivos del Grupo de Geología de Volcanes, se enmarcan en el proyecto "Ampliación del

Conocimiento geológico y del potencial de Recursos del Subsuelo de la nación" y particularmente el objetivo general del Grupo de Geología de volcanes, es caracterizar el vulcanismo colombiano y en éste, describir, analizar y correlacionar estratigráficamente los depósitos volcánicos asociados a los volcanes colombianos para establecer la historia evolutiva y eruptiva de éstos, información que será la base para futuras investigaciones en la evaluación de amenaza volcánica y la posible exploración de recursos, entre ellos los geotérmicos. Para 2017, se Realizaron los siguientes proyectos y actividades:

- Realizar, la Primera fase de trabajo (2017), zona proximal del proyecto sobre la cartografía geológica y estudio geológico-estratigráfico del Complejo Volcánico Galeras (CVG), el cual está proyectado para terminarse en 2020, incluyendo la fase de preoficialización-oficialización., para poder obtener el estudio geológico-estratigráfico, mapa geológico e historia eruptiva de todo el Complejo Volcánico.
- Elaborar una propuesta de Guía de estándares para la cartografía de depósitos volcánicos, enfocados en volcanes de nuestro medio. Este proyecto se extenderá hasta finales de 2018, cuando se entregará un informe de ésta propuesta y su geodatabase asociada a la oficina de Gestión de la Información, para que ellos soliciten ante varios grupos internos y externos, la validación de los mismos.
- Llevar a cabo correcciones al informe geológico y mapa geológico sobre el estudio geológico, estratigráfico e historia eruptiva del Complejo volcánico Paramillo de Santa Rosa, para ser entregado al proceso de pre-oficialización. Para este proyecto, que duró tres años, se finalizará su proceso de oficialización en abril de 2018.
- Oficialización del producto realizado entre 2015 y 2016: Modelo Evolutivo del Complejo Volcánico Doña Juana, a partir de la integración del análisis de litofacies, geoquímica, geocronología y petrología.
- Elaborar convenios entre el SGC y la Universidad de Los Andes, para adelantar el proyecto: "Modelamiento petrogenético del Complejo Volcánico Doña Juana (CVDJ) y determinación de condiciones físico-químicas de sus erupciones", que se desarrollará entre 2018 y 2020.
- Apoyar actividades de la Dirección de Geoamenazas.

Otras actividades.

- Participación en eventos científicos nacionales e internacionales y publicaciones en sus resúmenes o memorias.
- Participación en cursos varios, asesorías para autores de artículos del libro Geology of Colombia, y otros

Proyecto de Gestión ID 1000676: Mapa Geológico Volcán Galeras.

Coordinador de grupo y gerente de proyectos: Bernardo Pulgarín Alzate

Funcionarios/Cargo/Sede	Proyecto	%	Rol	Función específica	% total
Bernardo Pulgarín Alzate PE-21 OVS-Popayán	Galeras	40	Líder/autor	Coordinación- Supervisión- Producción	100
	Doña Juana	20			
	Estándares	15			
	Paramillo	10			
	Geoamenazas	15	Autor	Producción	
Ana María Correa Tamayo PE-18 Central-Bogotá	Galeras	35	Responsable/autora	Supervisión - Gestión - Producción	100
	Doña Juana	25			
	Estándares	15			
	Paramillo	25			
Julián Andrés Ceballos Hernández PE-16-Prov. OVS-Manizales Desde enero a mayo	Galeras	70	Responsable/autora	Producción	100
	Estándares	20			
	Paramillo	10			
Lorena del Pilar Rayo Rocha PE-16 Central-Bogotá	Galeras	100	Período de prueba de junio a noviembre – Convocatoria CNSC		100
María Fernanda Almanza Meléndez PU-9 Central-Bogotá	Galeras	50	Período de prueba de junio a diciembre – Convocatoria CNSC		100
	Estándares	50			
Funcionarios de otras Direcciones	Proyecto	%	Rol	Función específica	% total
Paola Andrea Narváez Obando PU-13 - Prov. OVS-Pasto	Galeras	60	Autora	Producción	60
Contratistas/Cargo/Sede	Proyecto	%	Rol	Función específica	% total
Mauricio Tamayo Alzate Profesional 1 (Geología) OVS-Manizales	Galeras	75	Responsable/autor	Producción	100
	Estándares	20	Autor		
	Paramillo	5			

Diego Fernando Palechor Benavidez Profesional 1 (SIG) OVS-Popayán	Galeras	65	Autor	Producción	100
	Estándares	25	Responsable/autor		
	Paramillo	10	Autor		
Yeni Patricia Cruz Toro Profesional 0 (Geología) Central-Bogotá	Galeras	80	Autora	Producción	100
	Estándares	20			
Silvia Camila Castilla Montagut Profesional 0 (Geología) Central-Bogotá	Galeras	80	Autora	Producción	100
	Estándares	20			
Lyzeth Johana Gómez Gómez Profesional 0 (Geología) OVS-Popayán	Galeras	100	Autora	Producción	100

Notas para la tabla:

- Galeras: Proyecto Mapa geológico del Complejo Volcánico Galeras
- Doña Juana: Proyecto Modelamiento petrogenético del Complejo Volcánico Doña Juana (CVDJ)
- Estándares: Proyecto Propuesta de guía de estándares para cartografía geológica de volcanes
- Paramillo: Proyecto Entrega para oficialización del mapa e informe geológico del Complejo Volcánico Paramillo de Santa Rosa
- Geoamenazas: labores de apoyo a la Dirección de Geoamenazas

PROYECTOS DEL GRUPO DE TRABAJO GEOLOGÍA DE VOLCANES

Los objetivos para el 2018 de los proyectos desarrollados por el Grupo de Geología de Volcanes de la Dirección de Geociencias Básicas se enmarcaron dentro del objetivo estratégico institucional para la “Ampliación del conocimiento geocientífico básico e integral del territorio nacional”; y particularmente dentro del propósito general del Grupo el cual consiste en “Llevar a cabo y liderar proyectos, a nivel nacional, relacionados con la cartografía geológica en volcanes y con la investigación vulcanológica en volcanes colombianos”

En el 2018 se llevaron a cabo diversas actividades para el desarrollo de los cuatro proyectos planteados y establecidos en Plan View:

Proyecto 1: Mapa geológico del Complejo Volcánico Galeras (ID 1000676).

Duración total: 2017 a 2020

Objetivo general: elaborar el mapa geológico del área asociada al Complejo Volcánico Galeras (CVG) y establecer su historia eruptiva.

Objetivos específicos:

1. Determinar los rasgos geomorfológicos y vulcanológicos del CVG.
2. Establecer las diferentes unidades litoestratigráficas que conforman al CVG y su respectiva correlación estratigráfica relativa.
3. Caracterizar petrográfica y geoquímicamente las unidades litoestratigráficas del CVG.
4. Definir la historia eruptiva y las variaciones del comportamiento eruptivo del CVG.

Descripción y alcance del proyecto: el alcance general de este proyecto está enmarcado en el *Plan estratégico del SGC (2014-2023)*, el cual determinó que “Los estudios e investigaciones sobre la geología de los volcanes colombianos deben enfocarse en adquirir el conocimiento básico sobre los edificios volcánicos y los procesos que los han generado, en profundizar sobre el entendimiento de la relación del vulcanismo con la evolución tectónica del país y con la distribución de recursos minerales, y analizar las implicaciones en la evaluación de la amenaza y la gestión del riesgo”.

El mapa geológico del CVG es temático en el área de la vulcanología, en el cual se representan los diferentes materiales geológicos aflorantes en una porción de la superficie terrestre, que en este caso corresponden a las zonas proximal, media y distal del CVG. El mapa es generado con ayuda de sensores remotos, trabajo de campo, y el conocimiento y la experiencia del grupo de trabajo. También se entregará el respectivo informe técnico, en el que se reporta la estratigrafía volcánica, la caracterización y la interpretación de los depósitos volcánicos cartografiados, y las correlaciones estratigráficas derivadas.

Los productos generados en este proyecto no comprenden ni mapas ni informes correspondientes a la evaluación de amenaza volcánica, vulnerabilidad o riesgo; ni determinación ni delimitación de recursos económicos (geotérmicos, yacimientos minerales, materiales de construcción, turismo, alta productividad del suelo, etc.).

Justificación del proyecto: el volcán Galeras es uno de los volcanes activos de Colombia de mayor riesgo. Con este estudio se busca adquirir el conocimiento geológico actualizado de este, con la aplicación de metodologías nuevas, con el fin de ampliar y mejorar el entendimiento sobre los procesos que lo han generado.

Este estudio es necesario y de gran importancia por varias razones, entre las cuales se destacan: en primer lugar, los resultados de este estudio servirán como base fundamental para la futura evaluación de las amenazas asociadas a él, y en segundo lugar, el estudio del vulcanismo en general aporta información valiosa sobre el interior del planeta. La investigación sobre el vulcanismo es interdisciplinaria e involucra estudios geofísicos, petrológicos, geoquímicos, geocronológicos, geodinámicos y ambientales.

La evaluación del geopotencial positivo y/o negativo asociado a la actividad volcánica es una herramienta fundamental en los planes de ordenamiento territorial y en la prevención y atención de desastres. Para ello es necesario llevar a cabo las investigaciones que permitan conocer y comprender este tipo de fenómeno. Se requiere información completa sobre la geología, la geomorfología, la tipología eruptiva, la estratigrafía y la evolución magmática del volcán objeto de estudio. Todo esto permite establecer las características de los productos generados por el volcán, su comportamiento interno y externo, tanto en el presente como en el pasado, y con ello prever su comportamiento futuro.

Beneficios del proyecto:

- Ampliación del conocimiento sobre la geología de volcanes colombianos.
- Obtención de una versión actualizada del mapa geológico del CVG.
- Adquisición del conocimiento relativo a la historia eruptiva del CVG.
- Producción del insumo fundamental y necesario para los futuros estudios relacionados con la evaluación de la amenaza volcánica asociada al CVG, y con la valoración del potencial económico (geotérmico, paisajístico, ecológico, turístico, calidad de los suelos, exploración de minerales, etc.) de los productos derivados de la actividad del CVG, que pueden ser aprovechados por la comunidad que habita en su área de influencia.

Problema a resolver con el proyecto: actualización del mapa geológico del CVG.

Proyecto 2: Propuesta de guía de estándares para cartografía geológica de volcanes (ID 1000683).

Duración total: 2017 a 2019

Objetivo general: elaborar una propuesta de guía de estándares para cartografía geológica

en áreas volcánicas y para el levantamiento estratigráfico de depósitos de origen volcánico, con el fin de generar una metodología unificada que permita representar la historia eruptiva de un volcán o una región volcánica, a diferentes escalas.

Objetivos específicos:

1. Proveer un estándar para mapas geológicos digitales a escalas 1:25 000 y 1:50 000.
2. Elaborar el catálogo específico de simbología de líneas y puntos, tramas, colores y tipos de textos que se utilizan para la representación de los elementos geológicos y geomorfológicos en un mapa de geología de volcanes.
3. Establecer un estándar de elaboración de mapas de geología de volcanes para facilitar la comunicación y el entendimiento de los mapas, de tal forma que la simbología y terminología aseguren la misma interpretación y significado, tanto para generadores de los productos como para los usuarios de la información.
4. Proponer un modelo de datos estándar para la elaboración de mapas de geología de volcanes.
5. Definir conceptos y estandarizar la terminología y la clasificación utilizada para describir las características de los depósitos volcánicos primarios y secundarios, así como de los mapas geológicos.
6. Unificar la presentación de las salidas gráficas de los mapas geológicos de volcanes a diferentes escalas.
7. Organizar una estructura de datos en un sistema de referencia oficial y en un software que permita el almacenamiento, la manipulación, la actualización y el intercambio de datos con diferentes entidades y usuarios.

Descripción y alcance del proyecto: este proyecto está enmarcado en el *Plan estratégico del SGC (2014-2023)*, el cual determinó que “Los estudios e investigaciones sobre la geología de los volcanes colombianos deben enfocarse en adquirir el conocimiento básico sobre los edificios volcánicos y los procesos que los han generado, en profundizar sobre el entendimiento de la relación del vulcanismo con la evolución tectónica del país y con la distribución de recursos minerales, y analizar las implicaciones en la evaluación de la amenaza y la gestión del riesgo”.

El resultado de este proyecto es una guía metodológica de estándares, integrada y unificada, para la cartografía geológica en áreas volcánicas y para el levantamiento estratigráfico de depósitos de origen volcánico, la cual el SGC, como autoridad nacional en esta línea temática, podrá presentar como herramienta para ser utilizada ya sea por usuarios internos o externos del SGC.

Con este proyecto se busca el mejoramiento de la calidad en la presentación de mapas geológicos de volcanes, a diferentes escalas, avances en la unificación de las salidas gráficas, junto a la obtención de una metodología unificada para la representación de la historia eruptiva de una región volcánica, lo que agilizaría y allanaría la comunicación entre los diferentes agentes, partes o sectores involucrados en esta temática.

Los productos generados en este proyecto no comprenden ni mapas ni informes relacionados con evaluación de amenaza volcánica, ni determinación ni delimitación de recursos económicos (geotérmicos, yacimientos minerales, materiales de construcción, turismo, alta productividad del suelo, etc.), ni material técnico relacionado específicamente con la gestión del riesgo.

Justificación del proyecto: el SGC ha avanzado en el levantamiento y la cartografía de los productos derivados de la actividad de algunos volcanes colombianos (Doña Juana, Sotará, Nevado del Ruiz, Paramillo de Santa Rosa y, recientemente, Galeras), a través de la labor desarrollada por el Grupo de Geología de Volcanes. Como resultado se han obtenido los respectivos mapas geológicos, que son el insumo fundamental para el desarrollo de otros trabajos posteriores, como la elaboración de mapas de amenaza volcánica y los estudios sobre el potencial geotérmico de las zonas de interés.

En este contexto surgió la necesidad de elaborar una guía metodológica, institucional de estándares, integrada y unificada, para la cartografía geológica en áreas volcánicas y para el levantamiento estratigráfico de los depósitos de origen volcánico.

De esta forma, se prepara una propuesta de estándares para la presentación de mapas geológicos de zonas volcánicas, adquisición, almacenamiento y/o presentación de los resultados de los trabajos de campo y de análisis en laboratorio llevados a cabo por el GGV; con el fin de generar una metodología unificada a nivel nacional, que permite representar con claridad las características de la historia eruptiva ya sea de un volcán o una región volcánica, a diferentes escalas, que a su vez permite establecer correlaciones espacio-temporales más objetivas entre las diversas zonas volcánicas del país.

Beneficios del proyecto:

- Estandarización, unificación e integración de metodologías para el mapeo y el levantamiento estratigráfico en áreas volcánicas.
- Generación de una guía metodológica institucional de estándares, integrada y unificada, para la cartografía geológica en áreas volcánicas y para el levantamiento estratigráfico

de depósitos de origen volcánico, la cual deberá quedar a disposición tanto de usuarios internos como externos del SGC.

Problema a resolver con el proyecto: estandarización y unificación de los conceptos y metodologías para el trabajo de cartografía y levantamiento estratigráfico en zonas volcánicas del territorio colombiano.

Proyecto 3: Oficialización del producto Volcán Paramillo Santa Rosa (ID 1000702).

Duración total: desde 2017 (pre-oficialización) hasta primer semestre de 2018.

Objetivo general: Oficializar el mapa geológico del Complejo Volcánico Paramillo de Santa Rosa (CVPSR) y el respectivo informe técnico con la estratigrafía e historia eruptiva.

Objetivos específicos:

1. Revisar y verificar, antes de entregar a oficialización, los productos finales (mapa e informe técnico) obtenidos a partir del proyecto llevado a cabo entre 2014 y 2016 en el área del CVPSR.
2. Reeditar y entregar para oficialización los productos finales (mapa e informe técnico) obtenidos a partir del proyecto llevado a cabo entre 2014 y 2016 en el área del CVPSR.

Descripción y alcance del proyecto: este proyecto está enmarcado en el *Plan estratégico del SGC (2014-2023)*, el cual determinó que “Los estudios e investigaciones sobre la geología de los volcanes colombianos deben enfocarse en adquirir el conocimiento básico sobre los edificios volcánicos y los procesos que los han generado, en profundizar sobre el entendimiento de la relación del vulcanismo con la evolución tectónica del país y con la distribución de recursos minerales, y analizar las implicaciones en la evaluación de la amenaza y la gestión del riesgo”.

El mapa geológico del CVPSR es un mapa temático en el área de la vulcanología, en el cual se representan los diferentes materiales producidos y que afloran en las zonas proximal, media y distal del CVPSR. El mapa fue generado con ayuda de sensores remotos, trabajo de campo, y el conocimiento y la experiencia del grupo de trabajo. En el respectivo informe técnico se reporta la estratigrafía volcánica del CVPSR, la caracterización y la interpretación de los depósitos volcánicos cartografiados, las correlaciones estratigráficas derivadas y su historia eruptiva.

Los productos generados con este proyecto no comprenden ni mapas ni informes

relacionados con evaluación de amenaza volcánica, ni determinación ni delimitación de recursos económicos (geotérmicos, yacimientos minerales, materiales de construcción, turismo, alta productividad del suelo, etc.), ni material técnico relacionado específicamente con la gestión del riesgo.

Justificación del proyecto: el estudio geológico de los volcanes colombianos es de gran importancia por varias razones, en primer lugar, porque el estudio del vulcanismo aporta información sobre el interior del planeta; en segundo lugar, existen recursos minerales y energéticos asociados a ese fenómeno, y en tercer lugar, con frecuencia hay asentamientos humanos muy cerca de los volcanes (en parte debido a la buena calidad de los suelos generados a partir de depósitos volcánicos) lo cual genera potenciales situaciones de peligro. La investigación sobre el vulcanismo es interdisciplinaria e involucra estudios geofísicos, petrológicos, geoquímicos, geocronológicos, geodinámicos y ambientales, asimismo es insumo base para la evaluación de las amenazas de origen volcánico.

Uno de estos volcanes colombianos fue denominado recientemente, por el Grupo de Geología de Volcanes del SGC, como CVPSR (antes denominado volcán Paramillo de Santa Rosa), en el marco del proyecto realizado entre 2014 y 2016. Una de las características de este edificio volcánico es su reconocido potencial geotérmico, lo cual unido al hecho de que no existía hasta el momento un mapa geológico detallado, hizo necesario llevar a cabo el proyecto para la cartografía y el levantamiento estratigráfico en su área de influencia (zonas proximal, media y distal del CVPSR); que culmina con la oficialización de los productos: mapa geológico e informe técnico correspondiente.

Beneficios del proyecto:

- Ampliación del conocimiento sobre la geología de volcanes colombianos.
- Obtención de la versión oficializada del mapa geológico del CVPSR.
- Adquisición de la información requerida y necesaria para conocer la historia eruptiva del CVPSR y así establecer cuál puede ser su comportamiento futuro.
- Conocimiento general sobre los potenciales recursos económicos (geotérmicos, materiales de construcción, turismo, etc.) derivados de la actividad del CVPSR, que pueden ser aprovechados por la comunidad que habita en su área de influencia.
- Producción del mapa geológico del CVPSR, que es el insumo fundamental y necesario para una eventual evaluación de la amenaza volcánica asociada.

Problema a resolver con el proyecto: desconocimiento geológico del Complejo Volcánico Paramillo de Santa Rosa y de su historia eruptiva. Este es el primer estudio vulcanológico integral de este complejo.

Proyecto 4: Modelamiento petrogenético del Complejo Volcánico Doña Juana (ID 1000702).

Duración total: 2017 a 2021

Objetivo general: investigar la geoquímica orientada al modelamiento petrogenético del sistema de bombeo del Complejo Volcánico Doña Juana (CVDJ), con la colaboración del Departamento de Geociencias de la Universidad de Los Andes, aunando esfuerzos técnicos, humanos, administrativos logísticos y financieros entre la universidad y el SGC.

Objetivos específicos:

1. Avanzar y profundizar en la generación del conocimiento sobre el sistema de bombeo del CVDJ, mediante el estudio geoquímico de elementos mayores y traza en rocas representativas de toda la estratigrafía reportada.
2. Correlacionar los datos geoquímicos con los geocronológicos.
3. Parametrizar las principales condiciones físicoquímicas preeruptivas que definen el sistema de bombeo del CVDJ.
4. Divulgar el nuevo conocimiento cartográfico y estratigráfico adquirido, representado por el Mapa Geológico del CVDJ y contribuir con la implementación de estrategias de apropiación social del conocimiento desarrolladas por el SGC.

Descripción y alcance del proyecto: como los anteriores proyectos, este proyecto está enmarcado en el *Plan estratégico del SGC (2014-2023)*, el cual determinó que “Los estudios e investigaciones sobre la geología de los volcanes colombianos deben enfocarse en adquirir el conocimiento básico sobre los edificios volcánicos y los procesos que los han generado, en profundizar sobre el entendimiento de la relación del vulcanismo con la evolución tectónica del país y con la distribución de recursos minerales, y analizar las implicaciones en la evaluación de la amenaza y la gestión del riesgo”.

Con este proyecto se espera obtener un conocimiento más detallado respecto la evolución y el comportamiento del CVDJ con base en el modelamiento petrogenético a partir de la información geoquímica derivada del análisis de muestras representativas del CVDJ. Finalmente, se pretende elaborar manuscrito(s) de artículo(s) con el fin de publicar, en revistas indexadas, los resultados de esta investigación sobre el modelamiento

petrogenético del CVDJ y las posibles condiciones físicoquímicas (presión, temperatura y composición del líquido magmático) que controlan las erupciones producidas por el CVDJ.

Justificación del proyecto: el CVDJ es una de las estructuras volcánicas de Colombia que han sido reportadas como activas. Durante el desarrollo del proyecto “Modelo evolutivo del Complejo Volcánico Doña Juana: integración de los análisis de litofacies, geocronología y petrología”, llevado a cabo por el Grupo de Geología de Volcanes, en 2015 y 2016, se obtuvo un avance significativo en el conocimiento sobre la historia eruptiva de dicho volcán, que quedó plasmado en el correspondiente informe técnico. La calidad de algunos de los resultados obtenidos mereció su envío a una revista indexada internacional.

Además, a partir de los resultados, se abrieron nuevas preguntas y posibilidades de investigación, que se desarrollarán en el marco de un convenio especial de cooperación entre el SGC y el Departamento de Geociencias de la Universidad de Los Andes, y que se podrían presentar como contribuciones, desde Colombia, a la generación de conocimiento global sobre geología de volcanes y complejos volcánicos andinos. Con el fin de aunar esfuerzos para comprender mejor el funcionamiento del CVDJ y publicar los resultados en revistas indexadas, de alto factor de impacto, a nivel internacional, se proponen dos frentes de investigación (modelamiento petrogenético y parametrizar condiciones físicoquímicas preeruptivas), cuyos resultados se propondrán como artículos con coautorías compartidas entre ambas instituciones.

Beneficios del proyecto:

- Ampliación del conocimiento sobre la geología de volcanes colombianos.
- Divulgación de la segunda versión (2016) del mapa geológico del CVDJ.
- Generación del modelo petrogenético del CVDJ.
- Conocimiento respecto a factores detonantes, estilos eruptivos, mecanismos de desgasificación magmática y de fragmentación, y controles físicoquímicos que gobiernan el desarrollo y la violencia de erupciones representativas del CVDJ.

Problema a resolver con el proyecto: reducir la falta de información publicada en revistas geo-vulcanológicas internacionales especializadas, sobre los volcanes colombianos, en general, y específicamente sobre el CVDJ. Además de resolver interrogantes sobre condiciones físicoquímicas que han detonado las erupciones y los cambios en los estilos eruptivos del CVDJ.

Otras actividades desarrolladas por el Grupo de Geología de Volcanes

Integrantes del Grupo de Geología de Volcanes participaron en otras labores fijadas de acuerdo a las funciones específicas asignadas al grupo según la nueva Resolución 445 del 7 de septiembre de 2015 y/o en conformidad con las funciones dadas a la Dirección de Geociencias Básicas según Decreto 2703 del 22 de noviembre de 2013, concretamente a través de actividades como:

- Brindar apoyo técnico a la Dirección de Geoamenazas.
- Comunicar y socializar la información técnica generada por la Dirección de Geociencias Básicas, y así seguir la directriz institucional que busca implementar la Apropiación social del conocimiento.

RESULTADOS Y DESARROLLO DURANTE 2018

Proyecto 1: Mapa geológico del Complejo Volcánico Galeras

Objetivo en el 2018: realizar las labores de cartografía geológica y del levantamiento estratigráfico en la zona media y en la zona proximal del Complejo Volcánico Galeras (CVG). Dichas labores corresponden a la segunda etapa del proyecto cuya finalización planificada es en agosto del 2020.

Resultado 2018: la meta pretendida y alcanzada ha sido el mapa geológico del CVG (versión 2018), el corresponde informe geológico de avance (versión 2018), y las bases de datos y *geodatabases* asociadas. Este avance corresponde al 65 % del porcentaje total del proyecto.

Descripción de productos y/o entregables 2018: el repositorio de estos entregables se encuentra en el espacio concedido al Grupo de Geología de Volcanes en el servidor institucional identificado como *geogaleras (\\popayan-ar1) (X:\)*:

1. Mapa geológico: a escala 1:25 000 en el que se representan las diferentes unidades litoestratigráficas del Complejo Volcánico Galeras que han sido definidas hasta el momento.
2. Informe técnico: está conformado por los siguientes capítulos: “Generalidades”, “Marco geológico regional”, “Marco geotectónico”, “Geomorfología”, “Estratigrafía”, “Petrografía”, “Componentes”, “Análisis de resultados” y “Conclusiones”. Uno de los aspectos

importantes de este informe es el desarrollo relativo a la historia eruptiva del Complejo Volcánico Galeras.

3. Bases de datos: comprenden la geodatabase y sus respectivos anexos, tales como libretas de campo, columnas estratigráficas, figuras, tablas y fotografías de campo.

Actividades técnicas desarrolladas en 2018: entre las diferentes labores llevadas a cabo por el Grupo de Geología de Volcanes, que conllevaron al avance del proyecto se destacan las siguientes actividades técnicas:

Realización de cuatro comisiones de campo, en las cuales se efectuó el trabajo de cartografía geológica y el levantamiento estratigráfico; identificación y caracterización los depósitos volcánicos, levantamiento de las columnas estratigráficas detalladas, recolección de muestras y toma de fotografías de campo (Figura 1 y Tabla 1).



Figura 1. Trabajo de campo realizado por el Grupo de Geología de Volcanes, durante el 2018. A y B) Levantamiento columna estratigráficas en el Sector de Alto Briceño; C) reunión grupo de trabajo para organización de recorridos; D) recolección de muestras de bombas en el borde de la caldera de Urcunina.

Tabla 1. Número de estaciones, de muestras y de columnas y área cubierta hasta diciembre de 2018

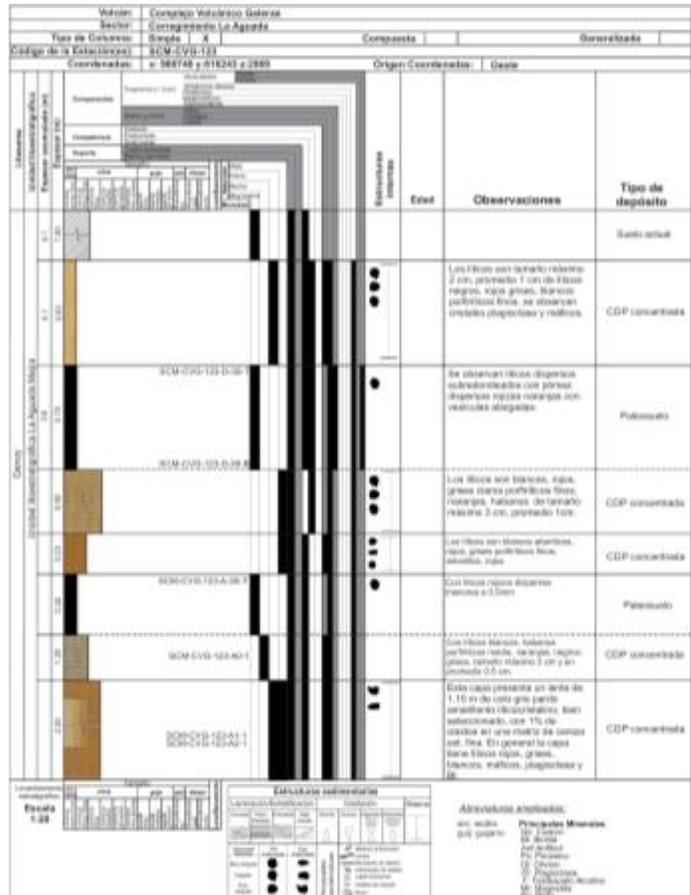
Estaciones levantadas CVG	1404
Muestras tomadas de lava	306
Muestras tomadas de carbón	169
Muestras tomadas de suelo	127
Muestras tomadas de fragmentarios	703
Muestras seleccionadas para análisis de componentes	117
Muestras seleccionadas para petrografía	312
Muestras seleccionadas para geoquímica	228
Columnas estratigráficas levantadas	152
km ²	500

- Elaboración y digitalización, en Corel DRAW, de columnas estratigráficas representativas del CVG (Figura 2).
- Digitalización y ajuste de geoformas en un mapa geomorfológico del CVG, por medio del *software* ArcGIS, con base en la fotointerpretación y análisis geomorfológico a partir de imágenes de sensores remotos, como fotografías aéreas e imágenes satelitales (Figura 3).
- Selección de muestras representativas del CVG, del total de muestras tomadas en campo (Tabla 1), y posterior envío a los respectivos laboratorios del SGC para ser sometidas a procesos técnicos específicos (separación granulométrica, elaboración de secciones delgadas y análisis litogeoquímicos, (Tabla 2).

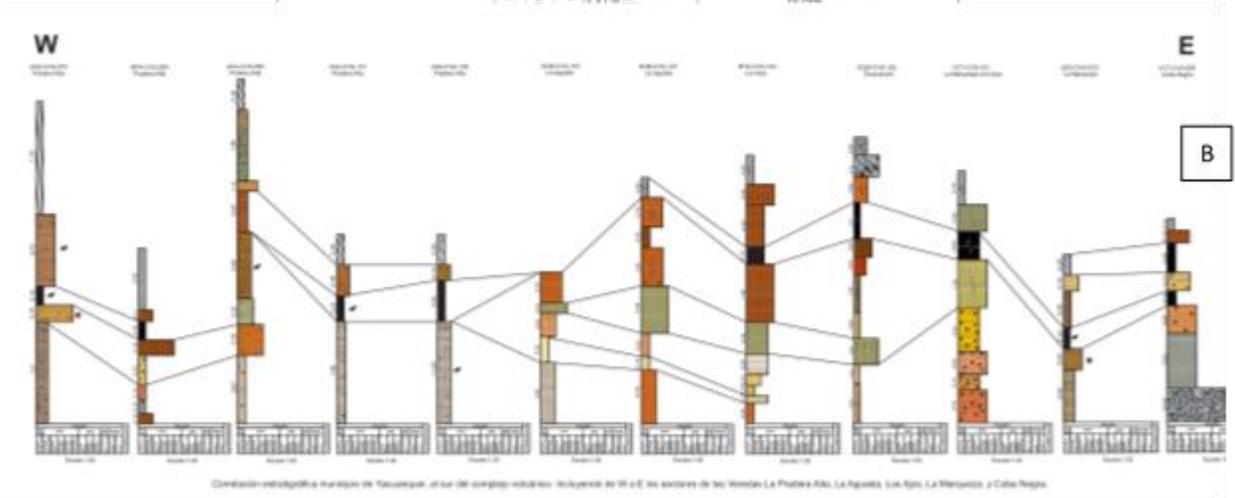
Tabla 2. Solicitud de análisis y resultados recibidos a diciembre de 2018

Tipo de análisis solicitado	Solicitud grupo (Fecha)	Cantidad análisis(muestras)	Número de la Comisión	Total de resultados recibidos
Granulometría (Tamaños phi, gravedad específica, humedad, lavado fracciones: -1 phi, 0 phi y 1 phi)	19/12/2017	12	1	101/117
	13/03/2018	54	2	
	22/05/2018	35	3	
	11/07/2018	16	4	
Geoquímica (Roca total: elementos mayores, menores y Tierras)	14/08/2017	37	1	65/151
	26/10/2017	20	2	
	12/12/2017	8	3	
	16/05/2018	34	4	

Raras)	11/07/2018	22	5	
	29/08/2018	30	6	
Petrografía (Secciones delgadas)	14/08/2017	50	1	165/211
	23/10/2017	32	2	
	12/12/2017	10	3	
	16/05/2018	36	4	
	11/07/2018	37	5	
	30/08/2018	46	6	
	5/12/2018	101	7	

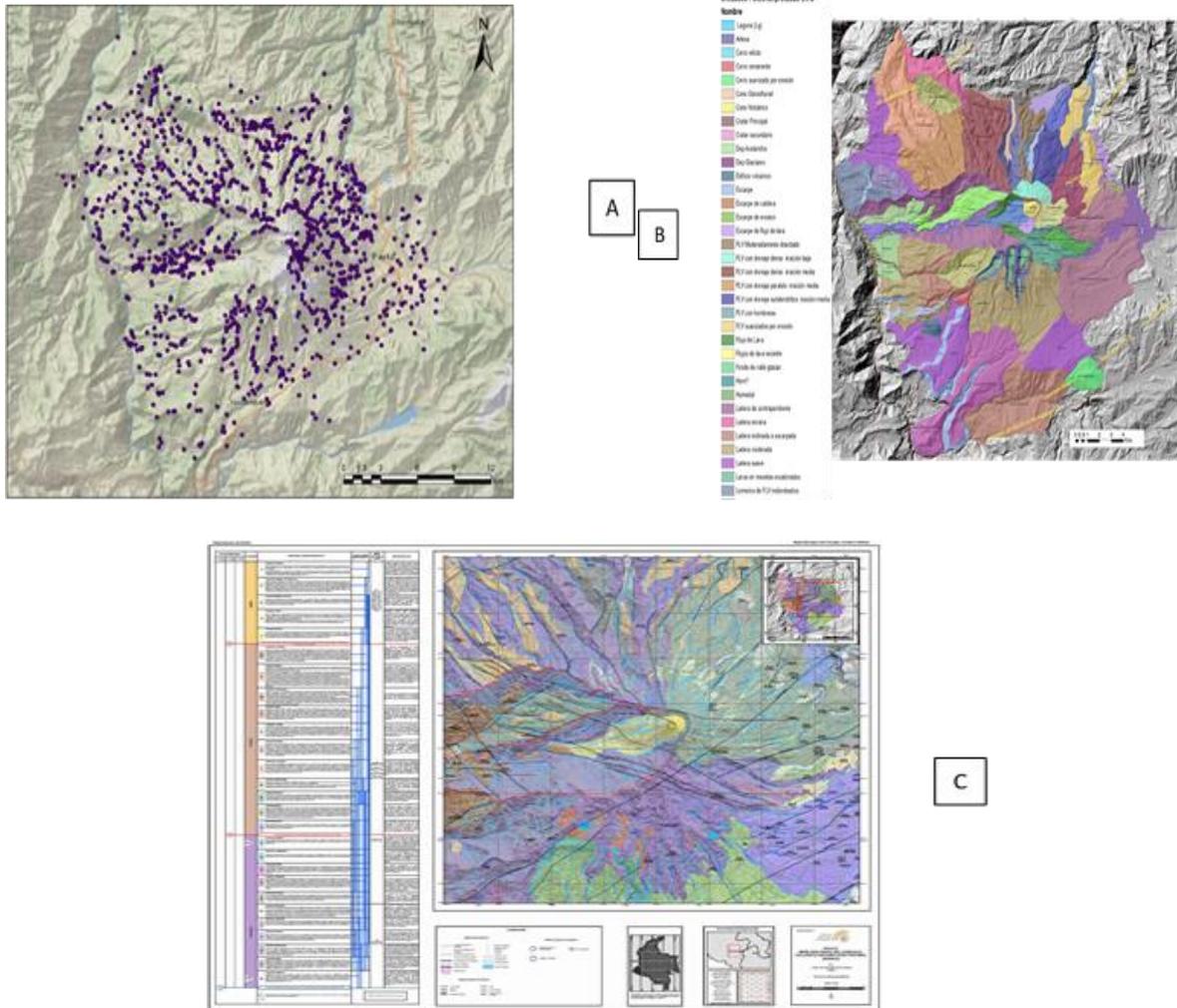


A



B

Figura 2. Trabajo de levantamiento estratigráfico realizado en 2018. A) Ejemplo de columna estratigráfica levantadas en el CVG; B) correlación estratigráfica, municipio de Yacuanquer, al sur del CVG.



Muestra de mapas del CVG elaborados en 2018. A) Mapa de estaciones de campo hasta diciembre de 2018; B) mapa fotogeológico; C) mapa geológico de avance.

- Selección y preparación de 100 muestras de paleosuelos y carbones para ser enviadas a laboratorios externos para datación por ^{14}C .
- Realización de análisis de componentes y análisis petrográfico en las muestras representativas del CVG, que habían sido preparadas y entregadas por los laboratorios (Figura 4).
- Procesamiento e interpretación de la información obtenida en las fases de actividades anteriores. Aquí se incluye el inicio del procesamiento de los resultados de los análisis litogeoquímicos, que hasta el momento han sido reportados por los laboratorios.
- Elaboración de los productos 2018 que deben ser entregados.

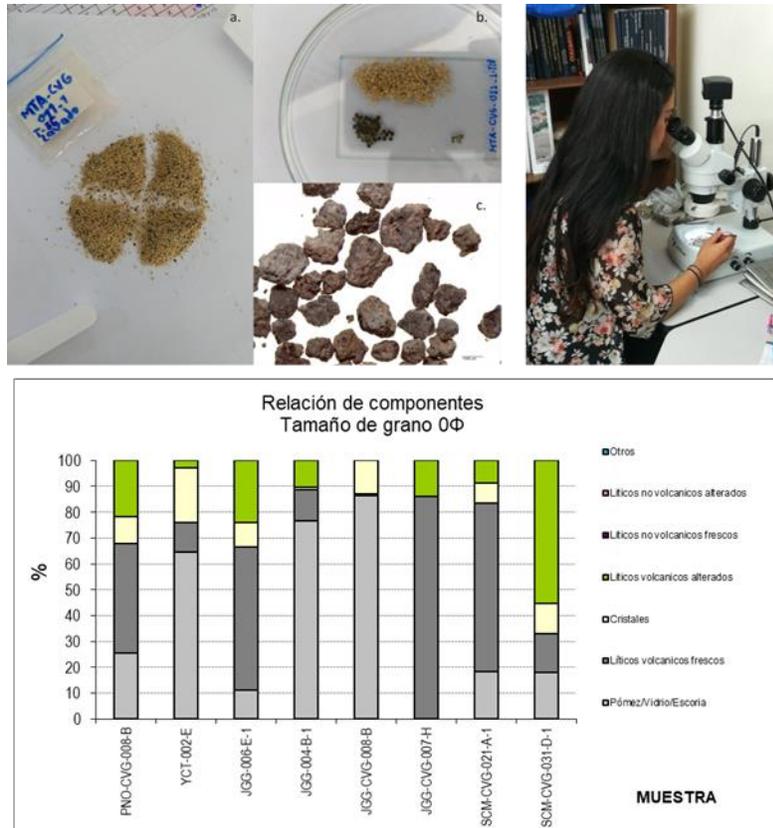


Figura 4. Actividades desarrolladas para el análisis de componentes de depósitos volcanoclásticas del CVG, desarrolladas durante el 2018.

Hitos relacionados con actividades técnicas reportados en Plan View:

- Avance geoformas digitalizadas / Análisis sensores remotos: 28/05/2018.
- Inventario de recopilación final 2018 / Recopilación información: 24/09/2018.
- Avance base datos e inventario / Realizar comisiones de campo: 01/11/2018.
- Avance mapa geológico e informe técnico / Elaborar productos: 28 /12/2018

Proyecto 2: Propuesta de guía de estándares para cartografía geológica de volcanes

Objetivo en el 2018: terminar y entregar la *Propuesta de guía de estándares para la cartografía geológica de volcanes*, enfocada en su posterior uso en volcanes colombianos. Esta propuesta incluye un documento técnico y el correspondiente catálogo de objetos. La propuesta es entregada a la Dirección de Gestión de la Información para que sea través de esta que sea sometida a su posterior validación por parte de otros grupos, de trabajo o de investigación, tanto internos como

externos del SGC.

Resultado 2018: se terminó y entregó la *Propuesta de guía de estándares para la cartografía geológica de volcanes*, para que posteriormente se inicie el correspondiente proceso de validación. El producto entregado incluye un documento técnico y el respectivo catálogo de objetos, de forma que se logró el cumplimiento del 100% de la meta para 2018, equivalente al 86% del porcentaje total del proyecto.

Descripción de productos y/o entregables 2018: el repositorio de estos productos y/o entregables, relacionados con el desarrollo de este proyecto, se encuentra en el espacio concedido al Grupo de Geología de Volcanes en el servidor institucional identificado como geol-vol\$ (\\srv-ar1) (Z:\):

1. Un inventario de la información bibliográfica recolectada, la cual fue tomada en cuenta para la elaboración de la propuesta, con base en diferentes metodologías utilizadas por el Igac (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), el USGS (*United States Geological Survey*), la FGDC (*Federal Geographic Data Committe*) de los Estados Unidos, y la Universidad de Lousiana, entre otros.
2. Un catálogo de símbolos, convenciones y estilos estandarizados, el cual consta de símbolos geológicos y estilos en formato vectorial (línea, punto y polígono), colores y patrones para el mapeo de unidades litoestratigráficas. Además se presentan modelos de cortes geológicos, los cuales complementan la información contenida en el mapa. Este catálogo fue elaborado a partir de la recopilación de símbolos utilizados por otras entidades, nacionales o internacionales, por el propio SGC y por los volcanólogos del SGC que han trabajado en el área temática desde hace más de 30 años.
3. Una carta de colores como propuesta de aplicación de una gama amplia de colores para los mapas geológicos de áreas volcánicas teniendo en cuenta el gran número de unidades litoestratigráficas que puede llegar a ser definidas como resultado del trabajo de cartografía geológica y levantamiento estratigráfico en dichas áreas de estudio, más aún cuando una estructura volcánica ha tenido una larga historia eruptiva.
4. Una base de datos “*filegeodatabase*” utilizando el programa ArcGIS de ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), el cual tiene capacidades de almacenamiento, documentación, edición y distribución de los datos cartográficos manejados en el área de geología de volcanes.
5. Un catálogo de objetos que representa una estructura que organiza los tipos de objetos geográficos, sus definiciones y características (atributos, dominios, relaciones y operaciones), a través de unos parámetros geométricos (punto, línea, polígono, celdas de un ráster, etc.).
6. Un modelo de datos, que es un conjunto de información que relaciona aquello que se encuentra almacenado en la *geodatabase*, en donde se describen algunas características más detalladas que permitan conocer exhaustivamente la estructura de la información. Para este

modelo se utilizan los formatos oficiales, facilitados por el grupo de suministros de la información del SGC.

7. Informe técnico final (versión 2018).

Actividades técnicas desarrolladas en 2018: entre las diferentes labores llevadas a cabo por el Grupo de Geología de Volcanes, que conllevaron al cumplimiento de la meta establecida para 2018, se destacan las siguientes actividades:

- Búsqueda, procesamiento e interpretación de información recopilada, específicamente se llevó a cabo la búsqueda y análisis de información bibliográfica nueva o adicional, que conllevó al avance en la revisión y edición de simbología. Además se elaboraron el catálogo de objetos y la estructura de la *geodatabase*.
- Elaboración de los productos que deben ser entregados, no sólo a la Dirección de Geociencias Básicas, sino también a la Dirección de Gestión de la Información, para su posterior validación (2019). Esta actividad incluyó fundamentalmente dos tareas: preparación del documento o informe técnico correspondiente, y la alimentación y ajustes de la *geodatabase* (Figura 5).
- Entrega de los productos (Figura 6) de este proyecto, los cuales son: la *geodatabase*, que contiene la estructura de presentación de los proyectos de Cartografía Geológica de Volcanes; carpeta con los archivos *MXD*; carpeta con archivos en formato *style* de la paleta de colores y simbología, y tres archivos en PDF correspondientes a:
 1. Informe final de la “Propuesta de guía de estándares para cartografía geológica en Volcanes” (también en versión Word),
 2. Catálogo de objetos y
 3. Plantilla de presentación de mapas.

Hitos relacionados con actividades técnicas reportados en Plan View:

- Avance Simbología en versión digital 2 / Buscar, procesar e interpretar información recopilada: 17/08/2018
- Entrega de *geodatabase* y de propuesta de guía a SI / Elaborar los productos: 28/12/2018

File-Geodatabase

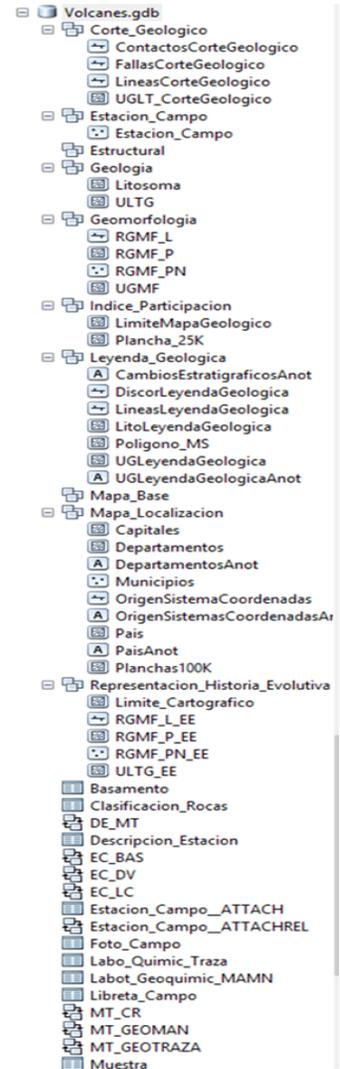
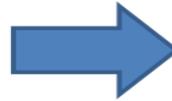
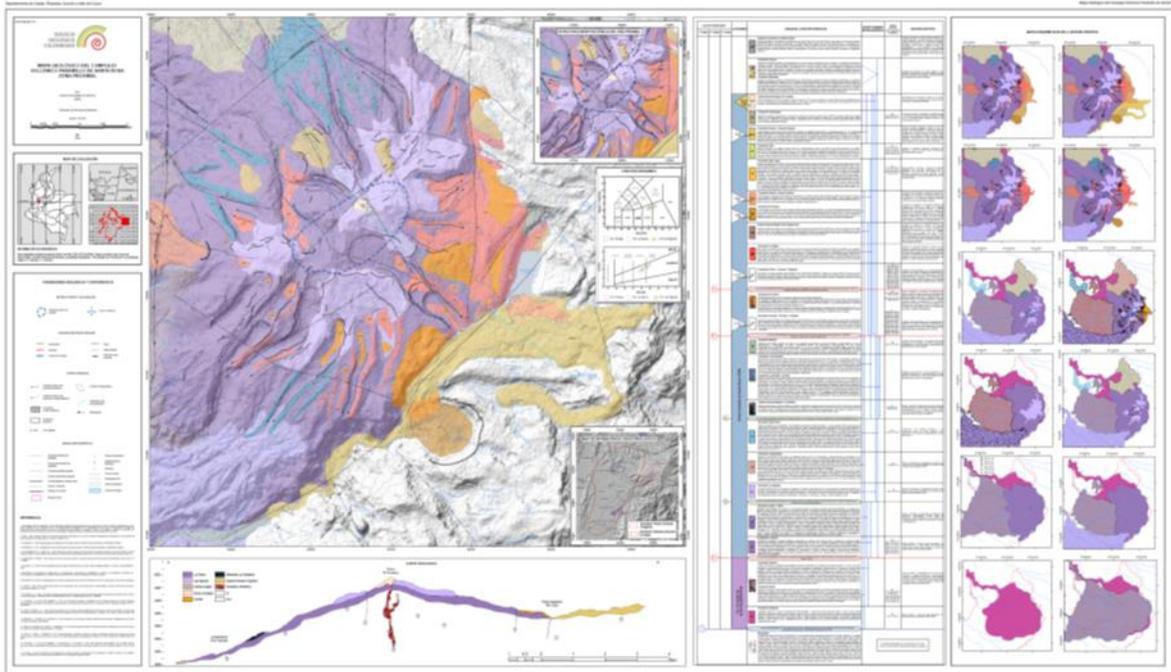


Figura 5. Estructura de la *file-geodatabase* asociada a la propuesta de estándares cartográficos para geología de volcanes



16.000 Símbolos Geológicos

Código Símbolo	Geometría	Simbolo	Descripción	Especificaciones cartográficas	Recomendaciones de uso
16.01	Línea		Borde de centro de área (línea azul)	Linea azul de 1 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un centro de área.
16.02	Línea		Borde de centro de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un centro de área con rasgos internos.
16.03	Línea		Borde de área (línea azul)	Linea azul de 1 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área.
16.04	Línea		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.05	Línea		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.06	Línea		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.07	Línea		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.08	Línea		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.09	Ángulo		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.10	Ángulo		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.11	Ángulo		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.12	Ángulo		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.13	Punto		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.14	Punto		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.15	Punto		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.16	Punto		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.17	Polígono		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.18	Línea		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.19	Línea		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.20	Punto		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.21	Punto		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.
16.22	Polígono		Borde de área (línea azul) con rasgos internos	Linea azul de 1 mm de espesor con rasgos internos de 0.5 mm de espesor	Usar para definir el contorno de un área con rasgos internos.

B

Figura 6. Algunos de los productos del proyecto *Propuesta de guía de estándares para cartografía geológica*

de volcanes. A) Plantilla para la presentación de mapas; B) ejemplo catálogo de objetos.

Proyecto 3: Oficialización del producto Volcán Paramillo Santa Rosa

Objetivo en el 2018: preparar y entregar para oficialización, las versiones finales del mapa geológico del Complejo Volcánico Paramillo de Santa Rosa (CVPSR), y del respectivo informe técnico, en el que se incluyen los capítulos relativos a con la estratigrafía e historia eruptiva del CVPSR, entre otros.

Resultado 2018: se logró el objetivo propuesto para 2018, el cual consistió en la entrega y oficialización del producto mapa geológico del Complejo Volcánico Paramillo de Santa Rosa (CVPSR) y su respectivo informe técnico. Lográndose así el cumplimiento del 100% del proyecto.

Descripción de productos y/o entregables 2018: el repositorio de los entregables asociados a este proyecto se encuentra en el espacio concedido al Grupo de Geología de Volcanes en el servidor institucional identificado como geol-vol\$ (\\srv-ar1) (Z:\):

1. Mapa geológico en el que se representan las diferentes unidades litoestratigráficas que conforman el CVPSR (Figura 7).
2. Informe técnico que incluye, entre otros, el capítulo “Estratigrafía”, en el que se describen cada una de esas unidades litoestratigráficas; el capítulo “Geomorfología”, donde se presentan sus rasgos geomorfológicos; los capítulos “Petrografía” y “Geoquímica”, en los que se compilan los resultados de los análisis petrológicos y geoquímicos, respectivamente, y las correspondientes interpretaciones; y el capítulo “Discusión” en el que se presentan los principales aspectos relativos a la historia eruptiva del CVPSR.
3. Bases de datos y demás elementos asociados con los productos de este proyecto: *geodatabase*, libretas de campo, columnas estratigráficas, anexos etc.

Actividades técnicas desarrolladas en 2018: entre principales labores llevadas a cabo por el Grupo de Geológica de Volcanes, con las que se logró cumplir el objetivo establecido para 2018, se destacan las siguientes actividades técnicas:

- Revisión, ajuste y reedición de los productos del proyecto *Volcán Paramillo de Santa Rosa* para entregar a oficialización.
- Validación de los ajustes y correcciones hechos en estos productos, con el acompañamiento del Grupo de Servicios y Divulgación de Información Geocientífica, de la Dirección de Gestión de la Información, que es el grupo encargado del proceso de oficialización.

- Entrega de las versiones finales de los productos del proyecto a la Dirección de Geociencias Básicas, para su posterior remisión a la Dirección de Gestión de la Información, para que su correspondiente oficialización.

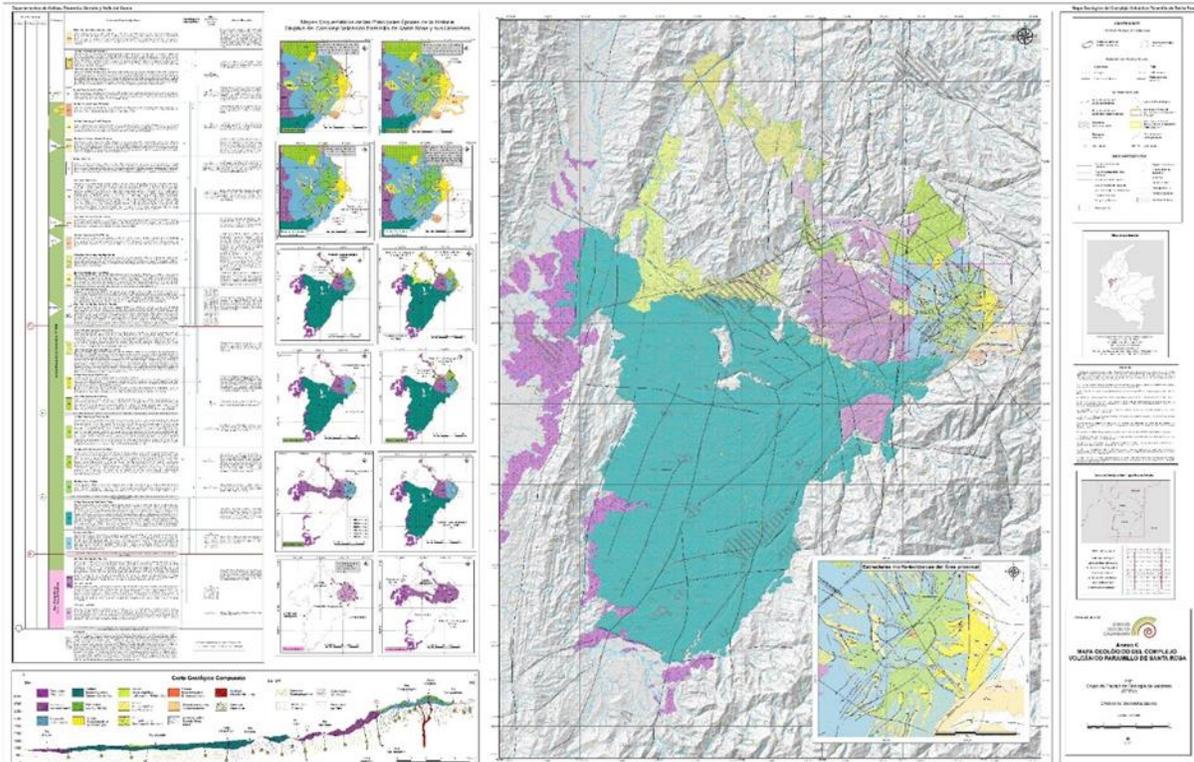


Figura 7. Versión final del mapa geológico del CVPSR, escala 1:100 000.

Hitos relacionados con actividades técnicas reportados en Plan View:

- Productos a oficializar / Reedición para entregar a oficialización: 10/05/2018.
- Productos oficializados / Reedición para entregar a oficialización: 04/06/2018.

Proyecto 4: Modelamiento petrogenético del Complejo Volcánico Doña Juana

Objetivo en el 2018: para el 2018 se plantearon tres objetivos relacionados directamente con el proyecto. El primero fue evaluar, avalar y divulgar, con pares expertos internacionales, el nuevo conocimiento cartográfico adquirido, representado por la segunda versión (2016) del Mapa Geológico del Complejo Volcánico Doña Juana (CVDJ) para luego preparar un manuscrito que pudiera ser sometido a una revista internacional indexada. El segundo

objetivo consistió en adelantar las gestiones para que se concretara efectivamente el convenio especial de cooperación entre el SGC y la Universidad de los Andes (Uniandes), en el marco del cual se realizarán las principales labores para el desarrollo, a tres años (2019 a 2021), de este proyecto. Y, por último, se planteó adelantar algunas actividades técnicas (como trabajo de campo, trabajo de laboratorio y reuniones técnicas con pares internacionales) que posibilitarán un avance, preliminar, en el desarrollo del proyecto.

Resultado 2018: uno de los objetivos alcanzados fue haber logrado no sólo someter a una revista internacional un manuscrito sobre los avances en el conocimiento cartográfico del CVDJ, sino que efectivamente fuese publicado en el *Journal of Volcanology and Geothermal Research*: “Facing geological mapping at low-latitude volcanoes: The Doña Juana Volcanic Complex study-case, SW- Colombia” de Pardo et al. (2018). Por otro lado, se logró adelantar las gestiones correspondientes ante las instancias administrativas del SGC y de la Uniandes, para que el convenio entre ambas entidades se pueda celebrar, quedando pendiente únicamente la firma por parte de representante legal de la universidad. También se logró realizar un par de reuniones técnicas, virtuales, con pares internacionales para establecer asesorías puntuales (en el primer trimestre de 2018); luego una comisión de campo (en julio de 2018, llevada a cabo por los funcionarios Bernardo Pulgarín A. y Ana María Correa T., en compañía de la profesora Natalia Pardo de la de la Uniandes) y, posteriormente, la selección y la preparación de nuevas muestras representativas del CVDJ (tareas que fueron realizadas por la profesora Natalia Pardo y la funcionaria Ana María Correa, en julio de 2018 en instalaciones del SGC) y enviarlas a laboratorios externos para obtener datos geoquímicos adicionales; y por último, trabajo de laboratorio (en agosto de 2018) en instalaciones de la Uniandes, en compañía de la profesora Natalia Pardo, la profesora Cristina de Ignacio de la Universidad Complutense de Madrid (España), y del profesor Marcelo Arnosio de la Universidad Nacional de Salta (Argentina) para selección, análisis preliminar y preparación de muestras para futuros análisis con microsonda electrónica de la Universidad Complutense.

Descripción de productos y/o entregables 2018: el repositorio de los productos, entregables y demás elementos relacionados con el desarrollo de este proyecto, se encuentra en parte, en las estaciones de trabajo de los funcionarios del SGC que participan en este proyecto (Bernardo Pulgarín y Ana María Correa) y en parte en el espacio concedido al Grupo de Geología de Volcanes en el servidor institucional identificado como geol-vol\$ (\\srv-ar1) (Z:\):

1. Manuscrito en inglés para revista indexada: de artículo sobre el mapa geológico del CVDJ (v2), dicho artículo, como ya se mencionó, efectivamente fue aceptado y publicado en el *Journal of Volcanology and Geothermal Research* (Figura 8).

2. Minuta del convenio especial de cooperación: que será celebrado entre el SGC y la Unian-des. A 27 de diciembre de 2018 se logró que quedará firmado por el Director general del SGC, quedando pendiente la firma por parte del representante legal de la universidad, la cual se espera obtener en enero de 2019, una vez inicien labores en la universidad.

Actividades desarrolladas en 2018: entre las diferentes labores llevadas a cabo para el cumplimiento de los objetivos del 2018 se destacan las siguientes actividades:

- Realización de actividades administrativas y preparación de estudios previos para convenio especial de cooperación entre SGC y Unidades.
- Publicación, en revista indexada, de la segunda versión del mapa geológico del CVDJ, preparación, revisión y corrección del correspondiente manuscrito.
- Realización de comisión de campo, para toma de nuevas muestras, y realización de labores de laboratorio, éstas últimas para preparación y envío a laboratorios de litogeo-química y para análisis petrográficos preliminares, de muestras representativas del CVDJ.

Hitos relacionados con actividades técnicas reportados en Plan View:

- Manuscrito en inglés para revista indexada / Publicación de 2da edición del mapa geológico del CVDJ: 30/03/2018.
- Manuscrito revisado en inglés para revista / Publicación de 2da edición del mapa geológico del CVDJ: 28/12/2018. (Ya fue publicado).
- Convenios legalizados / Gestionar actividades administrativas: 14/06/2019.

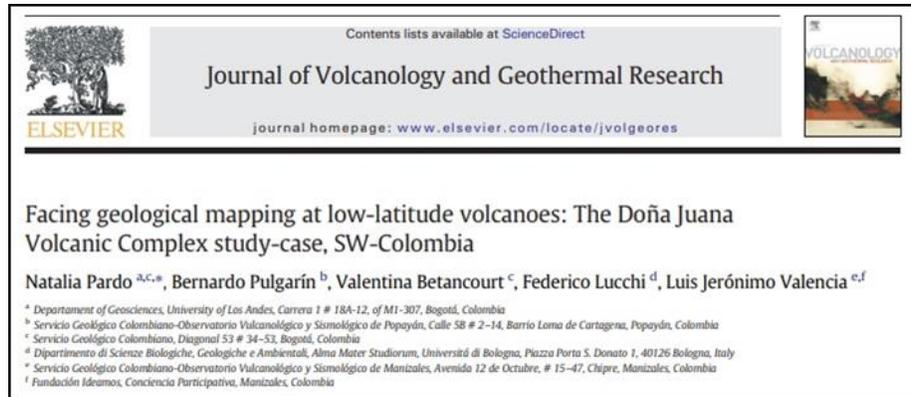


Figura 8. Manuscrito publicado en el *Journal of Volcanology and Geothermal Research*.

Doi: 10.1016/j.jvolgeores.2018.04.016

Apoyo a otros grupos de trabajo (Amenazas volcánicas y Geotermia)

Los integrantes del Grupo de Geología de Volcanes Bernardo Pulgarín, Indira Zuluaga y Julián Ceballos (este último de enero a mayo de 2018), apoyaron actividades y proyectos de la Dirección de Geoamenazas del SGC, particularmente aquellas relacionadas con temas de vulcanología y amenaza volcánica. Dichas actividades estuvieron relacionadas además con la socialización de la información geológica y de amenazas volcánicas (apropiación social de conocimiento geocientífico) referentes a los volcanes que monitorean los Observatorios de Manizales y de Popayán, mediante talleres, charlas y conversatorios en varios de los municipios alrededor de estos volcanes. Además, se brindó apoyo en actividades desarrolladas durante la “IV Biental de niños, niñas y jóvenes que viven en zonas de riesgo volcánico” realizada en Popayán del 27 de febrero al 2 de marzo de 2018.

Se participó activamente en el estudio de Evaluación de amenaza volcánica y elaboración del mapa de amenaza volcánica del volcán Sotará (2015-2018) mediante las siguientes actividades: revisión de la cartografía e historia eruptiva del CVS y asociación de éstas con los datos geocronológicos; revisión en campo de depósitos volcánicos escogidos para la evaluación de la amenaza volcánica y de algunas zonas específicas potencialmente amenazadas por lahares en su zona de influencia; se realizaron varias reuniones de trabajo técnico y discusiones con el grupo de simulaciones de eventos volcánicos (lavas, flujos y oleadas piroclásticas, caídas piroclásticas, lahares); evaluación de los múltiples resultados de simulaciones con respecto a los datos geológicos de campo; y finalmente se llevaron a cabo reuniones para la redacción y edición de informes y mapas.

Adicionalmente, el geólogo Mauricio Tamayo Alzate brindó asesoría y acompañamiento, a integrantes del Grupo de trabajo Investigaciones en Geotermia del SGC, en dos comisiones cortas de campo, en el área del Complejo de volcánico de Paramillo de Santa Rosa.

Otras actividades adelantadas por el Grupo de Geología de Volcanes.

Se realizaron actividades de apoyo para la Apropriación social del conocimiento en el Museo Geológico José Royo y Gómez, durante una semana previamente concertada con la dirección, ya asignada respectivamente a tres de las integrantes del grupo que tienen su sede habitual de trabajo en Bogotá: Silvia Castilla Montagut, Yeni Patricia Cruz Toro y Ana María Correa Tamayo.

Además, los integrantes del grupo que trabajan en la sede de Popayán participaron en tres eventos de apropiación social y de divulgación del conocimiento:

- Curso de Geología para Ingenieros Constructores. Maestría y Especialización en Ingeniería de la Construcción. Universidad del Cauca. Julio 27-28 de 2018 (Popayán). Dictado por Bernardo Pulgarín.
- Congreso Expogeográfica 2018. Sociedad Geográfica de Colombia. 26-28 de Septiembre (Bogotá) – Al que asistió Diego Palechor.
- Taller sobre “Procesos de la dinámica interna y externa de la Tierra y tipos de rocas”. Dictado a estudiantes de Tecnología de Minas del Sena, por Bernardo Pulgarín. Popayán, 26 de Octubre de 2018.

Por otro lado, se participó en la elaboración de varios manuscritos que fueron sometidos a revisión por parte de evaluadores, para ser presentados en publicaciones indexadas; tres de estos manuscritos fueron presentados para el libro “*The Geology of Colombia*” que será publicado por el SGC en 2019.

Artículos publicados en revistas indexadas de alto impacto:

- *Facing geological mapping at low-latitude volcanoes: The Doña Juana Volcanic Complex study-case, SW-Colombia*. Pardo, N., Pulgarín, B., Betancourt, V., Lucchi, F. Valencia. L.J. – En el *Journal of Volcanology and Geothermal Research*.
- *Groundwater drainage from fissures as a source for lahars*. Johnson P.J., Valentine, G.A., Stauffer, P.H., Lowry, C.S., Sonder, I., Pulgarín, B.A., Santacoloma, C.C., Agudelo, A. – En el *Bulletin of Volcanology* de abril 2018, 80:39.

Manuscritos de artículos para el libro “The Geology of Colombia”:

- *Stratigraphy and geological evolution of the Paramillo de Santa Rosa volcanic complex (PSRVC)*. Pulgarín, B., Tamayo, M., Tamayo-Correa, A.M, Ceballos J.A, Cruz., Y.P., Méndez, R.

- *Geological evolution of Nevado del Ruiz volcanic complex.* Ceballos, J., Martínez, L. M., Valencia, L.G., Pulgarín, B., Correa-Tamayo, A.M, Narváez, B.L.
- *The Nevado del Huila volcanic complex.* Correa-Tamayo, A.M., Pulgarín, B., Ancochea, E.

CARACTERIZACION DEL VULCANISMO DEL NE DE CALDAS. INFORME DE GESTIÓN 2018

El reconocimiento de estructuras volcánicas recientes en el NE del departamento de Caldas, fuera del eje de la Cordillera Central, así como de depósitos piroclásticos cartografiados en planchas geológicas (Barrero et al,1979; González, 1991), llevo a plantear el proyecto “Caracterización del Vulcanismo del NE de Caldas”, con el fin de identificar y caracterizar el vulcanismo en este sector y su relación con el los cuerpos subvolcánicos identificados en trabajos anteriores (i.e. Leal mejía, 2011) y el vulcanismo activo del segmento volcánico norte de Colombia en el eje de la cordillera.

En la vigencia 2018, La Dirección de Geociencias Básicas del Servicio Geológico Colombiano dio continuidad a los trabajos vulcanológicos en el área, centrándose principalmente en las estructuras e Guadalupe, Piamonte y Berlín. Adicionalmente se complementaron los estudios en los volcanes de San Diego y El Escondido. La figura 1 muestra las estructuras volcánicas y subvolcánicas del NE de Caldas.

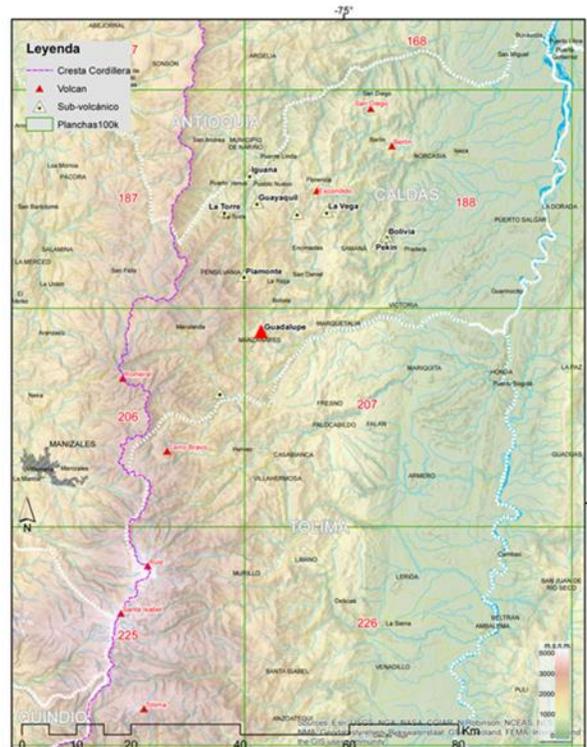


Figura 1. Localización de las estructuras volcánicas y subvolcánicas del NE de Caldas y su relación con los volcanes poligenéticos del segmento norte de la cordillera Central. Se resalta, hacia el centro de la figura el Cerro Guadalupe.

Estructura volcánica de Berlín.

En el 2018, la estructura volcánica de Berlín, recientemente reconocida por el SGC, a 8 km al SE del volcán de San Diego, fue objeto de trabajos de campo complementarios que permitieron identificar depósitos de tipo freático y freato-magmático alrededor del cráter conformando el anillo de material piroclástico (Figura 2). Por las características morfológicas de esta estructura y sus depósitos asociados se clasifica como una estructura tipo maar, posiblemente de carácter monogenético con una edad > a 40.000 años, dada por la posición estratigráfica relativa de los depósitos bajo la secuencia piroclástica Caballuna (Figura 3).



Figura 2. Depósitos que conforman la secuencia piroclástica de Berlín. A en el borde del anillo, intercalaciones de depósitos de oleadas y caídas piroclásticas sobre el basamento metamórfico y suprayacida, en contacto erosivo, por depósitos provenientes del mar de San Diego.

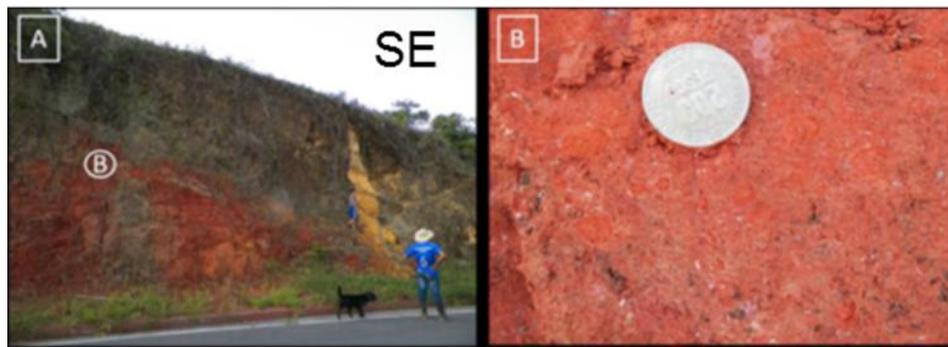


Figura 3B. La secuencia piroclástica, fuertemente oxidada (secuencia B, parte inferior), con niveles enriquecidos en lapilli acrecional detalle, a la derecha), suprayacido por la secuencia piroclástica Caballuna Secuencia A de la figura a la izquierda).

Estructura Piamonte

Durante el 2018 se comenzaron estudios en la estructura de Piamonte, la cual es reportada por Jiménez (2014), como una estructura volcánica, a 20 km del volcán El Escondido, localizado a menos de 1 km del casco urbano de la población de Pensilvania. La estructura

corresponde a una geoforma cónica regular truncada con 220 m de altura sobre la superficie circundante; presenta un diámetro de base de alrededor de 700 m, y en la parte superior de morfología irregular, de 300 m (Figura 4). Debido a la carencia de afloramientos no ha sido posible identificar aún a qué tipo de estructura corresponde (Domo aislado?, cono de toba?, diatrema?). Algunos afloramientos a la base de la estructura muestran una secuencia piroclástica incipiente, con depósitos alterados finos que contienen bloques de roca volcánica blanca porfírica y depósitos masivos finos. Otros depósitos posiblemente volcanoclásticos han sido identificados alrededor de la estructura. En el lado oriental y centro predominan las riolacitas anfibólicas, con diaclasamiento recurrente en planos espaciados de 5 a 10 cm. En la base se observó material brechoso con bloques dacíticos.



Figura 4. Estructura Piamonte. En Pensilvania (Caldas), nótese la forma cónica regular de la estructura.

Volcán Cerro Guadalupe.

El cerro Guadalupe en el municipio de Manzanares, a 48 km al Ne. De Manizales. Se eleva desde aproximados 1900 msnm hasta los 2600 msnm en su cima y tiene un perímetro

aproximado de 12Km (Figura 5).

Está limitado al norte por la cuenca del río La Miel, el sistema hídrico al centro de la estructura denota un fuerte control morfológico, el patrón de drenaje apreciado es radial hacia el centro de la estructura y hacia las áreas distales subparalelo. Se aprecia además una serie de cuerpos en forma de domos con pendientes altas, cartografiadas como pórfidos por parte de atlas geológico de Colombia 2015.

En los recorridos llevados a cabo en los alrededores del cerro Guadalupe en el año 2018, se pudo comprobar su carácter volcánico, identificándose, hasta el momento como un complejo de domos. Al volcán Cerro Guadalupe se han asociado varios depósitos volcánicos (Figura 6), como son importantes secuencias de Ignimbritas que incluyen oleadas piroclásticas con niveles de lapilli acrecional, indicando un carácter freato – magmático en las erupciones de este volcán, también se identificaron depósitos de ceniza y bloques producto de colapso y explosión de domos y lahares asociados. Los primeros análisis petrográficos y geoquímicos muestran que los productos asociados a este volcán son andesitas anfibólicas con alrededor de 58% de sílice. Adicionalmente, en este volcán se identificaron 2 fuentes termales y una paleofumarola.



Figura 5. Cerro volcán Guadalupe, desde el sector Sur. Obsérvese las estructuras dómicas que lo conforman y los potentes depósitos ignimbríticos asociados.

Las características hasta el momento encontradas en las estructuras estudiadas, permiten plantear la hipótesis inicial de que el vulcanismo del NE de Caldas podría corresponder a

una provincia volcánica de carácter freatomagmático, posiblemente asociada a condiciones tectónicas específicas. Esta hipótesis se plantea como punto de partida de los trabajos que continúan en el año de 2019, donde además del volcán Cerro Guadalupe se trabajara en mayor detalle otras estructuras como, Morrón, La Torre, Cerro Pekín, Bolivia, y otras estructuras similares en el área que han sido descritas en otros trabajos como complejos domo-Diatrema.



Figura 6. A) Oleadas piroclásticas, aflorantes en la vía que conduce de la cabecera municipal de Manzanares hacia la vereda La Miel. B) Estructuras de deposición y estructuras de fallamiento singenético, C) Lapilli acrecional encontrado en múltiples niveles.



Figura 7. Aspecto de un depósito de flujo de bloques asociado a colapso de domo. Sector norte del volcán Guadalupe.

GRUPO MUSEO GEOLÓGICO E INVESTIGACIONES ASOCIADAS

El presente informe sintetiza las actividades realizadas por el Grupo Museo Geológico e Investigaciones Asociadas en el año 2017. Se redactaron cuatro capítulos, cada uno de los cuales informa sobre los logros que se han obtenido y los retos que aún se tienen.

Los primeros cuatro capítulos corresponden a los programas definidos en el año 2016 en el Plan Museológico para el Museo Geológico José Royo y Gómez: Programa de Manejo y Cuidado Colecciones, Programa de Edu-Comunicación, Programa Institucional y Programa de Investigación.

El quinto capítulo se centra en los avances del inventario nacional de patrimonio geológico y paleontológico inmueble, que en el año 2017 estuvo enfocado en el departamento de Boyacá.

El sexto capítulo trata sobre los avances que se han dado en el tema de geoparques, así como los retos a corto plazo que se deben asumir. Finalmente el séptimo capítulo trata del

marco normativo del patrimonio geológico y paleontológico en Colombia, más específicamente del Convenio de Cooperación para prevenir y contrarrestar el tráfico ilícito del patrimonio cultural, el proyecto de decreto “Por el cual se regula la gestión integral del patrimonio geológico y paleontológico de la Nación y se reglamenta la Ley 45 de 1983”, la resolución que lo acompaña y los documentos que lo soportan.

El SGC ha emprendido una importante labor en todos los temas relacionados con patrimonio geológico y paleontológico, una de las más recientes áreas de estudio e investigación incorporadas a las geociencias. Se ha evidenciado un gran compromiso por parte de instituciones de diversa índole, públicas, privadas, académicas, que deberá mantenerse y fortalecerse para continuar desarrollando esta área en el país.

Proyecto de Gestión ID 1000812: Administración y Funcionamiento del Museo.

Programa de manejo y cuidado de colecciones

De acuerdo con los resultados encontrados en el 2016, se plantearon dos necesidades importantes: 1. Revisar el inventario y estandarizar los campos de las diferentes hojas de cálculo que contienen la información de las colecciones geológicas del museo, y 2. Escribir las políticas y procedimientos del museo en las áreas de - Desarrollo de colecciones, información y documentación de las colecciones, acceso a las colecciones, cuidado y conservación de colecciones.

Logros

- Estandarización de los campos del inventario y catalogación
- Para esto se generó un árbol con los campos y la relación jerárquica que el inventario y la
- Catalogación deben contener. El inventario de las colecciones mineralógicas y petrográficas fue terminado en su totalidad, lo cual permitió realizar el movimiento de sala a bodega, incluyendo la movilización de aproximadamente 12.647 muestras de rocas y minerales inventariadas a la litoteca.
- La estandarización de los campos del inventario y catalogación es necesaria para la compra del software de manejo de colecciones, el cual es urgente implementar para gestionar, conocer y hacer mejor uso de las colecciones.

Elaboración de Políticas y Procedimientos del Museo

Elaborado el primer borrador de las políticas del Museo que incluye las siguientes áreas:

Desarrollo de Colecciones, información y Documentación de las Colecciones, Acceso a las Colecciones, Cuidado y Conservación de Colecciones

Para la elaboración de las políticas se revisaron los documentos ya existentes y se escribieron las políticas necesarias para el buen funcionamiento del museo.

Atención a hallazgos

Durante el 2017 se recibió información de 4 hallazgos fortuitos de los cuales hubo dos excavaciones mayores, una en Villa de Leyva en la vereda Salto y la Lavandera, y otro en Anolaima.

En Villa de Leyva se excavo un pliosaurio de 7 m de largo durante 21 días. Las chaquetas de yeso se encuentran en la bodega del Museo el Fósil en la vereda de Monquirá, Villa de Leyva.

En Anolaima, se excavo un mastodonte, debido a la lluvia esta excavación se realizó en varias etapas para una duración total de 25 días. Las chaquetas de yeso se encuentran en el laboratorio 1 del museo GJRG y se están preparando.

Los otros dos reportes que se atendieron fueron de Colombia, Huila de un mastodonte que no pudo excavar debido a la lluvia y otro mastodonte en cercanías de Cali.



Atención de hallazgo paleontológico en Villa de Leyva

Asesorías a centros de interpretación

Salón comunal de la Vereda Llanitos de Sáchica: Se realizó una inspección de las instalaciones físicas del Salón comunal de La vereda Llanitos del municipio de Sáchica, para determinar el estado del inmueble donde se encuentra almacenado el fósil de un Pliosaurio, el cual está siendo intervenido en el marco del convenio especial de cooperación No. 026/2016 “Finalización de la preparación y del estudio del espécimen MP111209-1”, entre la Universidad Nacional de Colombia y el Servicio Geológico Colombiano; con el fin de determinar la pertinencia de su permanencia en el lugar. Adicionalmente, llevar a cabo revisión de las instalaciones físicas de la casa de la cultura de Sáchica como posible lugar de almacenamiento temporal, en caso de que el salón comunal no cumpla con las condiciones de almacenamiento y conservación, una vez concluida la preparación e investigación del espécimen.

Museo El Fósil, Villa de Leyva: Se realizó la inspección de las instalaciones físicas del espacio expositivo del Museo del Fósil, debido a problemas presentados en la cubierta y en los muros, para dar recomendaciones sobre la intervención del espacio y la conservación del fósil del *Kronosaurus boyacensis* que se encuentra como objeto central de la exposición y los demás fósiles que hacen parte de la colección, durante los procesos de mejoras estructurales en caso de llevarse a cabo

RETOS

INVENTARIO Y CATALOGACIÓN

El equipo de colecciones del Museo espera para el año 2018 avanzar en el inventario de la colección paleontológica la cual está conformada por 70.000 piezas. El inventario se realizará en primera instancia en los nuevos árboles de Excel, para luego ser migrados al software de gestión que se piensa comprar.

Uno de nuestros retos más grande en esta área de colecciones es la compra del software de gestión, el cuál es fundamental para conocer mejor y dar fácil acceso a nuestra colección. Este software debe estar acreditado por Spectrum, e incorporar un tesoro que sea de fácil manejo y permita la creación e importación de tesoros y árboles para la gestión de colecciones y que sea preferiblemente en español

9.2.2 Elaboración de Políticas y Procedimientos del Museo

El objetivo es producir un documento de carácter oficial estableciendo las políticas y procedimientos en el manejo y cuidado de las colecciones teniendo en cuenta los más altos estándares (Spectrum 5) de prácticas museológicas.

Este trabajo será el insumo para los aspectos básicos del funcionamiento del Museo, incluyendo algunos de los procesos administrativos del Decreto para la protección del patrimonio geológico y paleontológico.

9.2.3 Reportes de hallazgos fortuitos

Se tienen planeadas dos excavaciones, una en Colombia Huila y otra en Sáchica

. PROGRAMA EDU-COMUNICATIVO

El Museo dedica gran parte el año a recibir al público, está abierto del Lunes a Viernes de 8:00 am 5:00 pm, durante este periodo ofrecen visitas guiadas que se hayan agendado mediante uso del buzón electrónico o reserva telefónica; por otro lado se realiza la atención a visitantes independientes y grupos familiares que no realizan reserva previa.

En el 2017 se planeó y concibió la exposición “Nuestro Perezoso gigante: Un viajero americano”, la cual se realiza en el marco de la celebración del aniversario número 70 del montaje de este ejemplar. En este contexto, se realiza el relanzamiento de una de las piezas más queridas y emblemáticas del Museo Geológico José Royo y Gómez. También se realizaron las primeras pruebas de las Visitas-Taller que acompañan los temas de las exposiciones, con la idea de mejorar la experiencia del visitante y sus procesos de aprendizaje y apropiación del conocimiento.

LOGROS

Exposición

La Exposición consiste en una gigantografía introductoria sobre el Gran Intercambio Biótico americano, una remodelación de la exposición de Eremotherium la cual presenta dos paneles explicativos en los que se tratan la historia del hallazgo y la historia del descubrimiento. Re- impresión de panel del diorama del Pleistoceno con texto actualizado. Por otro lado, el material didáctico incluye, visitas guiadas y una cartilla que retoma los mismos temas y profundiza un poco más.

Visitas

Recibidas 12.471 personas durante el 2017

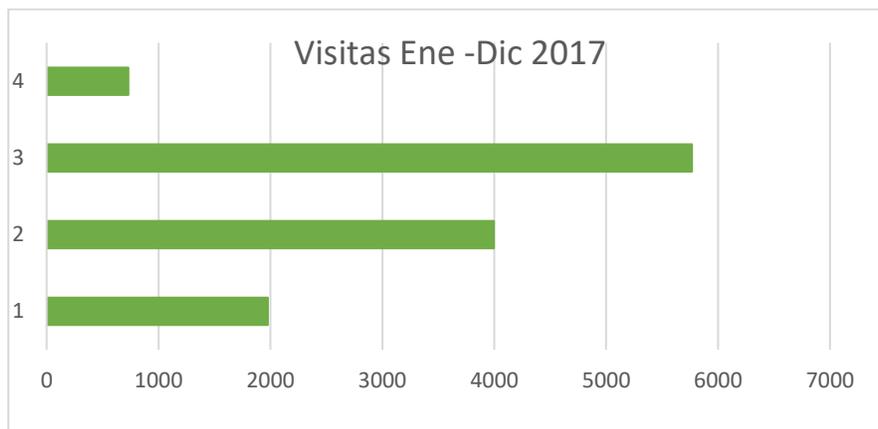


Figura 1. Visitas al Museo Geológico José Royo y Gómez durante el 2017. Total: 12.471 personas. 1. Niños, 2. Jóvenes, 3. Adultos y 4. Adultos Mayores



Figura 2. Charlas a estudiantes. Museo Geológico SGC

RETOS

El Museo tiene intenciones de cambiar su horario de atención para ser más inclusivo a diferentes públicos, está bajo consideración abrir los sábados de 10:00 am a 5:00 pm y entre semana de martes a viernes de 10:00 am a 5:00 pm, y de acuerdo al éxito de este horario plantear la posibilidad de abrir el domingo.

En relación a las exposiciones, especialmente en cuanto al mejoramiento y actualización de los contenidos, hay planes de realizar una exposición cada seis meses. Para el primer semestre del 2017 se está planeando hacer la exposición de la introducción al SGC y al Museo GJRG.

El desarrollo de las visitas taller en las que contamos con el apoyo de los geólogos de la Dirección de Geociencias Básicas, gracias a la iniciativa de nuestro Director Técnico. Con esto esperamos re-escribir las charlas y abrir nuestro portafolio de servicios a una mayor audiencia.

PROGRAMA INSTITUCIONAL

Con la reforma del sector minero-energético adelantada en el año 2011 se expidió el Decreto Ley 4131 de 2011 y su decreto reglamentario 2703 de 2013, se precisa en el Servicio Geológico Colombiano la competencia para la protección del patrimonio geológico y

paleontológico. El SGC como autoridad geológica de la Nación tiene la competencia para la adopción de las medidas tendientes a su conservación y preservación de Patrimonio Geológico y Paleontológico de la Nación.

El Plan Estratégico del Conocimiento Geológico del Territorio colombiano 2014 a 2023, incluye ya acciones específicas que cuyo desarrollo se enfoca en actividades encaminadas a la protección del patrimonio Geológico y Paleontológico. Adicionalmente, se creó una estructura interna encargada de desarrollar las funciones encaminadas a las investigaciones en materia de patrimonio geológico y paleontológico y a garantizar su protección, dotando con ello a la entidad de una estructura organizacional y de talento humano que garantice el cumplimiento de estas funciones

LOGROS

9.4.1 Conformación Grupo Museo - Resolución d-335 de 2017

1. Formular, ejecutar, controlar y evaluar programas, planes, proyectos y estrategias para la Gestión Integral del Patrimonio Geológico y Paleontológico a nivel nacional.
2. Definir políticas y procedimientos para la geo-conservación del patrimonio geológico y Paleontológico a nivel nacional.
3. Definir los criterios o lineamientos para la creación de inventarios de Patrimonio Geológico y Paleontológico nacional mueble e inmueble.
4. Brindar asesoría técnica sobre la normatividad nacional referente a Patrimonio Geológico y Paleontológico.
5. Gestionar las solicitudes y trámites relacionados con la Gestión Integral del Patrimonio Geológico y Paleontológico.
6. Desarrollar proyectos de investigación en Paleontología para contribuir en la generación de conocimiento geocientífico mediante la prospección y valoración de yacimientos paleontológicos
7. Generar información Geocientífica a través del estudio de las colecciones existentes en el museo para los productos de divulgación mediante los estudios sistemáticos, taxonómicos de las colecciones paleontológicas; la investigación y clasificación mineralógica y petrográfica
8. Desarrollar el manejo de las colecciones siguiendo estándares internacionales, de acuerdo con las políticas, normas y procedimientos vigentes.
9. Implementar y difundir las mejores prácticas museológicas para la extracción, preparación y conservación del material y uso de las colecciones paleontológicas, mineralógicas y petrológicas.

10. Diseñar y ejecutar estrategias de educación y comunicación a los diferentes públicos del museo.
11. Participar en las redes de museos de ciencias naturales a nivel nacional e internacional.
12. Realizar las actividades relacionadas con la implementación o actualización de los sistemas integrados de gestión de acuerdo con las directrices institucionales y la normativizada vigente.
13. Realizar las actividades relacionadas con la implementación o actualización de los sistemas de gestión de calidad, MECI, de desarrollo administrativo y demás sistemas de gestión de acuerdo con las directrices institucionales y la normatividad vigente.
14. Las demás funciones inherentes a la naturaleza del grupo de trabajo y que le sean asignadas por la autoridad competente

Recursos humanos

Como efecto directo de la diversidad de actividades del nuevo Grupo, entre ellas: el plan de gestión del patrimonio geológico y paleontológico del Alto Ricaurte, las labores de catalogación de las colecciones del Museo, los nuevos planes de exhibición, la continuidad de las actividades edu-comunicativas, el reporte de nuevos hallazgos fósiles y las actividades de investigación, se generó la necesidad de aumentar el número de profesionales en el Museo para atender labores de Patrimonio y Museo.

En vista de lo anterior, finalizando el primer semestre del año se realizaron las gestiones para la vinculación de siete contratistas, profesionales, con perfiles en geología, educación, pedagogía, bibliotecología, museología y restauración. De las nuevas contratistas cinco fueron asignadas en el Museo a los programas de catalogación, políticas y edu-comunicación, y dos fueron asignadas a las actividades de Gestión del Patrimonio Geológico y Paleontológico del Alto Ricaurte.

Las labores realizadas en el segundo semestre en catalogación, hallazgos fortuitos, inventario de patrimonio inmueble, avances en el Decreto de Patrimonio, investigaciones geológicas asociadas, el plan de gestión de patrimonio de Villa de Leyva y el programa de divulgación y edu-comunicación del Museo, permitieron visualizar nuevas necesidades de espacios de trabajo, equipos y recursos humanos. Es por ello que se requirió aumentar la contratación a 6 profesionales más en áreas como geología, comunicación social y diseño gráfico, generándose así un grupo apropiado de técnicos y profesionales con los que se obtendrán productos diversos que componen en gran parte las labores idóneas del Museo Geológico José Royo y Gómez y que permitirán importantes avances en temas de patrimonio geológico y paleontológico.

1.1 Programa gestión del patrimonio geológico y paleontológico del Alto Ricaurte

El Servicio Geológico Colombiano reconociendo la importancia del patrimonio geológico y paleontológico de la región del Alto Ricaurte, tiene el propósito de trabajar en conjunto con las Alcaldías, las Juntas de Acción Comunal y la Comunidad, en un plan de manejo para la promoción del correcto uso y cuidado del patrimonio geológico y paleontológico.

En el Plan de Gestión Integral del Patrimonio Geológico y Paleontológico: Aprovechamiento Económico Alternativo - Georutas y Guías Geoturísticas, se planteó como objetivo promover espacios de encuentro del Servicio Geológico Colombiano (SGC) y la comunidad del Alto Ricaurte que permitan construir, conjuntamente, estrategias de Apropiación Social del Conocimiento Geocientífico (ASCG), a la protección del patrimonio geológico y paleontológico, orientadas al desarrollo de rutas geológicas y paleontológicas a nivel local. En ese sentido, se propuso co-producir 4 georutas entre el SGC y la comunidad del Alto Ricaurte: El mar cretácico, las amonitas y las fachadas de Villa de Leyva, Grandes Monstruos Marinos y el Camino Prehispánico Villa de Leyva – Chíquiza



Logros

9.5.1 Convenios de cooperación

Convenios con Alcaldías: Villa de Leyva, Sutamarchán y Sáchica

- Legitimar al Servicio Geológico Colombiano como autoridad en la identificación, valoración, protección y conservación del Patrimonio Geológico y Paleontológico.
- Promover la Gestión Integral del Patrimonio Geológico y Paleontológico mediante la designación de sitios de interés, zonas de protección patrimonial geológicas y/o paleontológicas y parques geológicos en la región.

- Procurar actividades de inclusión social y aprovechamiento económico alternativo para las comunidades y actores sociales de la zona del Alto Ricaurte
- Participar en mesas de trabajo con los municipios de la zona del Alto Ricaurte, con el propósito de coordinar y armonizar la normativa municipal con la nacional
- Desarrollar proyectos científicos geológicos y/o paleontológicos que repercutirán en las mejores prácticas para la salvaguarda del patrimonio geológico y paleontológico.

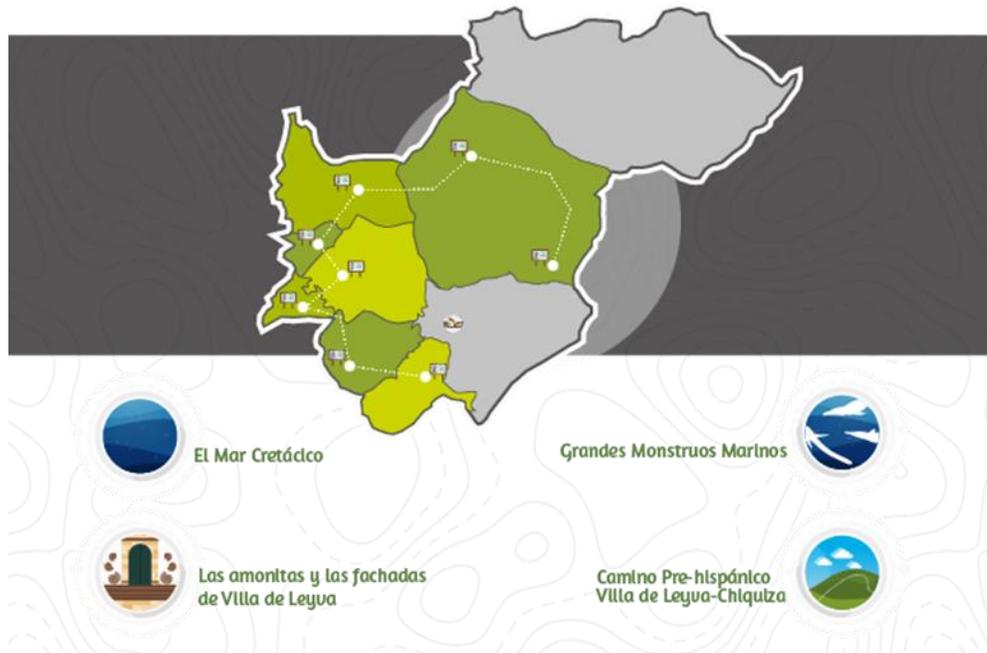


Firma de convenios de cooperación – patrimonio geológico y paleontológico

9.5.2 Rutas geológicas

El SGC inició el proyecto de las *Georutas y Guías Geoturísticas* con: *Las amonitas y las fachadas de Villa de Leyva*, esta georuta se plantea dentro del pueblo de Villa de Leyva, y tiene como interés mostrar como los fósiles, en especial las amonitas, han sido parte de la identidad de Villa de Leyva.

Se realizó un inventario de puntos de interés: cultural, histórico y paleontológico, en el casco urbano de Villa de Leyva. Con base en la información resultante, se extrajeron los puntos que estaban relacionados con material fósil, el cual ha sido usado históricamente como material de construcción en las fachadas de las edificaciones. El mapa preliminar contiene tres rutas. Las rutas parten todas desde la plaza central del municipio.



Propuesta de rutas geológicas. Alto Ricaurte

Retos

9.6.1 Convenios con las universidades

Convenio Universidad Nacional y el Servicio Geológico “Centro de Protección, Conservación y Conocimiento del Patrimonio Paleontológico de Colombia”

Convenio Universidad de los Andes: Caracterización de los yacimientos fosilíferos de la Formación Paja.

9.6.2 Rutas geológicas

Para el año 2018 se plantea elaborar la guía del recorrido, para lo cual se realizará el registro fotográfico correspondiente, la documentación, la redacción de textos, la diagramación e impresión de la guía, la convocatoria y socialización del recorrido.

9.2 Proyecto de Gestión ID 1000561: Gestión Integral del Patrimonio Geológico Colombiano

9.2.1 *Inventario de patrimonio geológico y paleontológico*

Hace referencia a la identificación, caracterización y valoración de lugares de interés

geológico que por sus características intrínsecas y de representatividad son meritorios de protección y manejo especial.

Logros

- Inventario y Catalogación
- Constituido por todos aquellos lugares de interés geológico, de valor patrimonial.

9.2.2 Identificación y valoración de geotopos

Continuando con las labores de inventario de patrimonio geológico inmueble, que se iniciaron en el año 2016. En el año 2017 se identificaron 42 lugares de interés geológico. Estos lugares se encuentran localizados en el departamento de Boyacá, sobre la Cordillera Oriental, dominio geológico por el que se decidió dar inicio en el año 2016.

A continuación, se especifican los lugares visitados durante cada una de las comisiones programadas. Las Tablas 1-3, resumen aspectos relevantes de cada lugar de interés, como localización e interés geológico principal.



Inventario en Villa de Leyva – Loma la Yesera

SISTEMAS GEOTÉRMICOS DE PAIPA E IZA

Los denominados Volcán de Paipa y cuerpo volcánico de Iza, representan un rasgo singular de la cordillera oriental. En Colombia los cuerpos volcánicos de composiciones acidas,

producto de la subducción de la placa de Nazca bajo la suramericana se encuentran localizados sobre la cordillera central. Las evidencias del vulcanismo de Paipa e Iza son únicas en su tipo sobre la cordillera oriental. Adicionalmente las manifestaciones hidrotermales asociadas han sido sustento de una actividad turística tradicional en Colombia.

Se identificaron también dos lugares de interés paleontológico; el primero de equinoideos de la Formación Tibasosa en Firavitoba y el segundo de crustáceos de la Formación San Rafael en Pesca Boyacá. Para la identificación de estos lugares se contó con la asesoría del profesor Pedro Patarroyo de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.

Finalmente, se visitó la Laguna de Tota, tercera laguna más grande de Sudamérica, con elevado potencial para la realización de estudios de variaciones climáticas recientes, de relevancia internacional. Esta laguna, representa un rasgo geológico de amplio reconocimiento a nivel nacional, con apreciable valor en los ámbitos cultural y recreativo.

Tabla 1. Lugares de interés geológico. Paipa, Iza, Pesca, Firavitoba, Aquitania.			
Código	Nombre	Interés Geológico Principal	Municipio
CR0058	Depósito de diatomitas del Neógeno en Chivata Boyacá	Sedimentológico	Chivata
CR0059	Cerro Pan de Azúcar	Petrológico	Paipa
CR0060	Manifestación hidrotermal El Delfín, vereda La Playa, Paipa, Boyacá	Geoquímico	Paipa
CR0061	Yacimiento paleontológico con presencia de Equinoideos del Barremiano Inferior, Firavitoba, Boyacá	Paleontológico	Firavitoba
CR0062	Registro del primer evento eruptivo del volcán de Paipa, Mina Las Pilas-Los Morros, Vereda Cruz de Murcia, Paipa, Boyacá	Petrológico	Paipa
CR0063	Domo volcánico, Quebrada Honda Grande, Paipa, Boyacá	Petrológico, Geomorfológico	Paipa
CR0064	Registro del segundo periodo eruptivo del volcán de Paipa, Sector Olitas, Paipa, Boyacá	Petrológico	Paipa
CR0065	Volcán de Paipa, remanentes de la estructura volcánica, Cerros Alto de	Petrológico, vulcanológico	Paipa

Tabla 1. Lugares de interés geológico. Paipa, Iza, Pesca, Firavitoba, Aquitania.			
Código	Nombre	Interés Geológico Principal	Municipio
	Los Volcanes, El Mirador y Los Godos		
CR0066	Manifestación hidrotermal El Batán	Geoquímico	Iza
CR0067	Manifestación hidrotermal Piscina Erika	Geoquímico	Iza
CR0068	Afloramiento de Brecha Intrusiva, Neógeno, Iza, Boyacá	Petrológico, vulcanológico, Geoquímico	Iza
CR0069	Cuerpo volcánico Neógeno, Iza, Boyacá	Vulcanológico	Iza
CR0070	Yacimiento paleontológico con presencia de crustáceos del Turoniano, en Pesca, Boyacá.	Paleontológico	Pesca
CR0071	Laguna de Tota	Geomorfológico, Sedimentológico, Cambio climático	Aquitania

Cinturones Esmeraldíferos (occidental y oriental)

Las esmeraldas colombianas son una singularidad geológica, referente mundial de un proceso único ocurrido hace millones de años. Pese a su gran valor científico, existe un gran desconocimiento de la magnitud espacial y temporal de los procesos registrados en estas gemas, por parte de la comunidad en general, los entes gubernamentales y el sector privado. En varios países como Alemania, España, Estados Unidos, entre otros se han desarrollado diferentes estrategias de turismo alrededor de la riqueza geológica, historia y cultura asociada a la extracción en distritos mineros tradicionales.

En la región esmeraldífera de Boyacá, Colombia, en años recientes se ha acrecentado el interés de los pobladores locales por incentivar estrategias económicas alternativas a la minería, entre ellas el turismo minero. Ejemplo de esto es el programa turístico “mineros por un día”, que es promovido por el operador turístico Viajar de Colombia en el municipio de Chivor.

En esta comisión se visitaron 16 lugares de interés geológico. Se buscó la identificación de lugares representativos de la geología de la región, no solo en lo referente a las mineralizaciones de esmeralda. Se identificaron lugares de interés geomorfológico, geoquímico y estratigráfico, entre los cuales se encuentran tres minas, con potencial para la

implementación de estrategias de apropiación social del conocimiento.

Para la identificación de estos lugares, adicional a la recopilación bibliográfica, se llevaron a cabo mesas de trabajo con el profesor Jimmy Lamus de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá y con los geólogos Roberto Terraza y Diana Montoya del SGC

El ingreso a las minas conto con el apoyo logístico de Fedesmeraldas

Tabla 2. Lugares de interés geológico. Comisión cinturones esmeraldiferos oriental y occidental			
Código	Nombre	Interés Geológico Principal	Municipio
CR0072	Mina Santa Rosa, Maripi	Mineralógico	Maripi
CR0073	Localidad tipo del Gabro la Corona, Quebrada el Cedro	Estratigráfico	La Victoria
CR0074	Yacimiento Paleontológico en la Formación Capotes, por la vía que de Muzo conduce a Quipama	Mineralógico, Geoquímico	Muzo
CR0075	Mina Real, Quipama	Mineralógico, Geoquímico	Quipama
CR0076	Mina Esmeraldas de Dios, Quipama	Mineralógico, Geoquímico	Quipama
CR0077	Polígono Minero Las Pavas, Quipama	Mineralógico, Geoquímico	Quipama
CR0078	Cerro Fura y Tena, San Pablo de Borbur	Geomorfológico	San Pablo de Borbur
CR0079	Sección tipo de la Formación Furatena	Estratigráfico	San Pablo de Borbur
CR0080	Sección tipo de la Formación Otanche	Estratigráfico	Otanche
CR0081	Cerro Coscuez	Mineralógico, Geoquímico	Coscuez
CR0082	Quebrada la Cristalina	Estratigráfico, Petrológico	Otanche
CR0083	Sección tipo de la Formación Muzo	Estratigráfico	Pauna
CR0084	Cascada la setenta	Geomorfológico	Chivor
CR0085	Sección tipo de la Formación Areniscas de las Juntas	Estratigráfico	Macanal
CR0086	Sección tipo de la Formación Lutitas de Macanal	Estratigráfico	Macanal

CR0087	Sección tipo de la Formación Chivor	Estratigráfico, Mineralógico	Chivor
--------	-------------------------------------	---------------------------------	--------

Sierra Nevada del Cocuy

La Sierra Nevada del Cocuy es uno de los paisajes icónicos de la geología nacional, ha sido sustento de diversos estudios en el ámbito estructural, geomorfológico, paleontológico, glaciológico y estratigráfico. Se trata de uno de los puntos de mayor altura a nivel nacional, sin la presencia de un edificio volcánico; producto de un proceso tectónico conocido como “Flat slap”. Los sitios definidos fueron socializados y complementados por el Profesor Andreas Kammer de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

La identificación y caracterización de los lugares de interés, se hizo con base en consulta bibliográfica y consulta a expertos. No se llevó a cabo una comisión, debido a que un número importante de los lugares a visitar se encontraba en territorio de la comunidad indígena U’wa, dificultando el ingreso.

Tabla 3. Lugares de Interés Geológico. Comisión Sierra Nevada del Cocuy			
Código	Nombre	Interés Geológico Principal	Municipio
CR0088	Rasgos estructurales, pliegues en el Rio Nevado	Tectónico Estructural	San Mateo
CR0089	Expresión superficial de Falla de Uvita	Tectónico Estructural	Guacamayas
CR0090	Fuente termal	Geoquímico	Güican
CR0091	Peñón de la Gloria	Geomorfológico	Güican
CR0092	Anticlinal de Guican	Estructural	Güican
CR0093	Formación Chipaque	Estratigráfico	Güican
CR0094	Ritacuba Blanco	Geomorfológico	Güican
CR0095	Ritacuba Negro	Geomorfológico	Güican
CR0096	Pan de Azúcar	Geomorfológico	Cocuy
CR0097	Pulpito del Diablo	Geomorfológico	Cocuy
CR0098	Laguna Grande de la Sierra	Geomorfológico Hidrológico	Cocuy
CR0099	Laguna la plaza	Geomorfológico Hidrológico	Cocuy

Sistemas de información geográfica

Se cuenta con un modelo provisional para el almacenamiento de los datos recopilados

durante las comisiones. Se trata de una encuesta electrónica en la herramienta Google Forms que nos permitió recopilar toda la información requerida al visitar cada lugar de interés geológico. Los datos recogidos son almacenados en una hoja de Excel que automáticamente calcula los parámetros: Valor Científico, Valor didáctico, Valor turístico, Susceptibilidad de degradación y riesgo de degradación. Esto facilita el manejo de la información requerida para establecer el valor patrimonial de cada lugar de interés geológico.

Se llevaron a cabo mesas de socialización, de las que participaron Jaime Garzón, Fernando Gonzales y Julián Castellanos (expertos en Sistemas de Información Geográfica y bases de datos del SGC). Durante una de estas socializaciones se contó con la participación (vía video conferencia) de Ángel Prieto, experto en base de datos del IGME. Durante esta reunión se aclararon varias inquietudes sobre el alcance de la base de datos del inventario de patrimonio geológico español (compartida con el SGC, en el año 2016, como parte del convenio IGME-SGC) y su posible aplicabilidad para el inventario colombiano. Como aspectos a resaltar se tienen:

1. La base de datos está diseñada en Access. Esta plataforma funcionaria en caso de no requerir que gran cantidad de usuarios diligencien los formularios.
2. Se requiere de la elaboración de un diccionario de datos para la base de datos del inventario de patrimonio geológico y paleontológico Colombiano.
3. Esta base de datos se restringe al Patrimonio Geológico y Paleontológico inmueble, La base de datos de patrimonio mueble requiere un desarrollo adicional y debería estar relacionada con la plataforma de trámites del SGC

Elaborado el diccionario de datos del Inventario Nacional de Patrimonio Geológico y Paleontológico Inmueble.

Se digitalizo el formulario de descripción y valoración de lugares de interés geológico en la herramienta SURVEY_123, disponible como parte de la licencia ESRI adquirida por el SGC, como una propuesta para la captura de información geográfica en medio digital (Tablet, celular) directamente en campo.

Retos

9.2.4 Identificación y valoración de Geotopos

Continuar avanzando en el Inventario de Patrimonio Geológico y Paleontológico nacional. Se ha contemplado para el año 2018 llevar a cabo el inventario en los departamentos de Santander y Caldas.

Sistemas de información geográfica de Patrimonio Geológico y Paleontológico inmueble (geotopos y geositios)

Se requiere la implementación de un Sistema de Información que soporte el Inventario Nacional de Patrimonio Geológico y Paleontológico inmueble, compatible con los sistemas de información que maneja actualmente el SGC. Este sistema debería permitir georreferenciar los lugares de interés geológico (geotopos y geositios), asociar cada punto con la información obtenida en fases de precampo, campo y poscampo, así como obtener información de manera eficiente, relacionando cada punto con mapas diseñados por el SGC y otras entidades. Ej. Mapa de Suelos-cobertura y uso, mapa de sistema nacional catastral, mapa turístico, entre otros

Adicionalmente se contempla la consolidación de una versión final de guía metodológica para el Inventario Geológico y Paleontológico Colombiano, esto con el objetivo de que cualquier institución y/o persona natural que contribuya en la elaboración del inventario (por ejemplo mediante convenios) se guíe por una metodología unificada.

GEOPARQUES

En este capítulo se sintetizan los avances y retos en el tema de geoparques, áreas geográficas donde el patrimonio geológico de relevancia internacional es gestionado bajo un concepto holístico de protección, educación y desarrollo sostenible, con participación directa de las comunidades locales. Deben contar con el reconocimiento de la UNESCO

Logros

Proyecto Geoparque Volcánico del Ruiz

El 13 de febrero de 2017, se firmó el Convenio Interadministrativo 01 de 2017, entre el Servicio Geológico Colombiano – SGC y el Instituto de Financiamiento y Promoción de Caldas – INFICALDAS. El Convenio tuvo por objeto aunar esfuerzos en experticia y conocimiento técnico, para la segunda fase de desarrollo del proyecto “Geoparque volcánico del Ruiz”.



Mapa de localización de la iniciativa de geoparque volcánico del Ruiz

Como parte de los compromisos adquiridos en el convenio, por parte del SGC, se llevaron a cabo seis comisiones en las cuales se identificaron y caracterizaron 54 lugares de interés geológico. Estas comisiones se desarrollaron en conjunto con funcionarios y contratistas del observatorio vulcanológico de Manizales, quienes han realizados estudios geológicos detallados en el área de influencia del proyecto de geoparque. Adicionalmente se contó con la participación del geólogo Armando Espinosa, en el recorrido del camino del Quindío. Los profesionales del OVM que acompañaron las comisiones fueron:

Complejo Volcánico Nevado del Ruiz

- Gloria Patricia Cortés
- Lilly Maritza Martínez
- Julián Andrés Ceballos

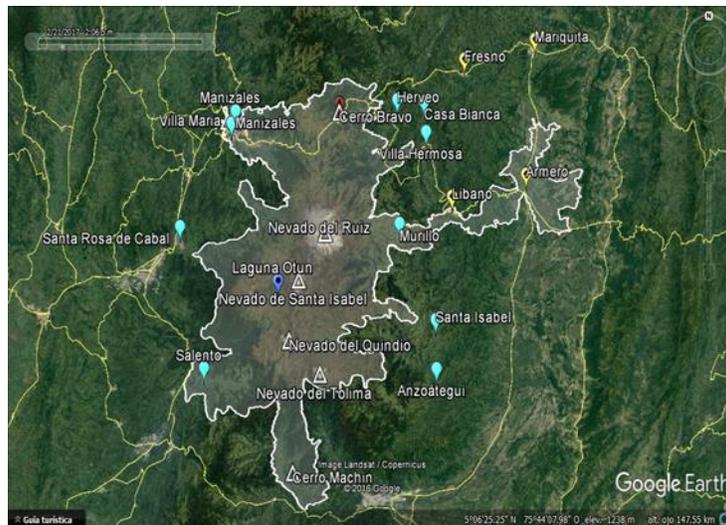
Volcán Cerro Bravo

- María Luisa Monsalve

- Lilly Maritza Martínez

Volcán Cerro Machín-Camino del Quindío

- Gloria Patricia Cortés
- Ricardo Arturo Méndez.



A continua Mapa de localización del polígono de la iniciativa del Geoparque Volcánico del Ruiz

A continuación, se listan los lugares de interés geológico identificados.

Tabla 4. Lugares de interés geológico identificados, en el marco del proyecto Geoparque Volcánico del Ruiz

Código	Nombre	Interés geológico
GVR001	Falla de San Jerónimo, Sector de Barro Azul	Tectónico-Estructural
GVR002	Cascada Molinos en Ignimbritas de Río Claro	Vulcanológico
GVR003	Esquistos del Complejo Cajamarca, sector Montenegro, vía los Alpes	Estratigráfico
GVR004	Valle Glaciar en U, sector La Esperanza, Vía Brisas	Geomorfológico

Tabla 4. Lugares de interés geológico identificados, en el marco del proyecto Geoparque Volcánico del Ruiz

Código	Nombre	Interés geológico
GVR005	Laguna Negra	Geomorfológico, hidrológico
GVR006	Vestigios dejados por el Lahar de 1985 en la cuenca del Rio Guali, sector vía Murillo	Amenazas Geológicas, vulcanológico
GVR007	Depósitos de caídas piroclásticas de los volcanes Cerro Bravo y El Ruiz, vía Manizales-Murillo	Vulcanológico, sedimentológico
GVR008	Volcán Piraña	Vulcanológico
GVR009	Termales de aguas calientes	Geoquímico, vulcanológico
GVR010	Termales La Cabaña	Geoquímico, vulcanológico
GVR011	Cuenca alta del Rio Azufrado, vía Murillo, sector el Sifón	Tectónico-Estructural, Vulcanológico,
GVR012	Laguna La Llorona	Geomorfológico, hidrogeológico
GVR013	Registro de los depósitos de lahar de los años 1985 y 1845, vía Murillo, sector de la cabaña	Vulcanológico, amenaza geológica,
GVR014	Valle del Rio Lagunillas, Sector Mirador Padilla	Geomorfológico, Amenaza Geológica
GVR015	Afloramiento del Lahar de 1985, con registro de elementos del Antropoceno, en la intersección de la carretera Ibagué–Mariquita, Cambao–Bogotá.	Amenazas geológicas, Estratigráfico.
GVR016	Ruinas de armero, registro del impacto del Lahar de 1985.	Vulcanológico, amenazas geológicas
GVR017	Volcán Paramillo de Santa Rosa	Vulcanológico
GVR018	Laguna el Otún	Geomorfológico, hidrológico
GVR019	Complejo de domos del Nevado Santa Isabel	Vulcanológico, Petrológico
GVR020	Volcán Paramillo del Quindío	Vulcanológico, Petrológico
GVR021	Domos Alsacia y Arenero	Petrológico geoquímico, Vulcanológico,

Tabla 4. Lugares de interés geológico identificados, en el marco del proyecto Geoparque Volcánico del Ruiz

Código	Nombre	Interés geológico
GVR022	Volcán La Olleta	Vulcanológico
GVR023	Depósitos del Complejo Volcánico Nevado del Ruiz, Vía Brisas-El Cisne. Sector quebrada Nereidas	Vulcanológico, Amenaza geológica
GVR024	Volcán Nereidas	Vulcanológico
GVR025	Volcán Nevado del Ruiz	Vulcanológico
GVR026	Andesitas columnares del Domo Alfombrales	Petrológico, Geoquímico,
GVR027	Depósitos de avalancha del Volcán la Olleta, estructuras tipo hummock, vía los Alpes-La cueva. Sector el Recodo	Vulcanológico
GVR028	Humedal de Alfombrales	Hidrológico, No geológico: ambiental y paisajístico
GVR029	Volcán Paramillo del Cisne - Morro Negro	Vulcanológico
GVR030	Laguna Verde	Geomorfológico, hidrológico
GVR031	Morrena frontal de la pequeña edad de hielo, sendero de Conejeras	Geomorfológico, cambio climático
GVR032	Depósitos volcánicos del Volcán Nevado Santa Isabel, sendero de Conejeras	Vulcanológico, Petrológico-Geoquímico, Sedimentológico
GVR033	Glaciar Conejeras del Volcán Nevado Santa Isabel	Cambio climático, (Glaciológico)
GVR034	El refugio del Ruiz	Vulcanológico, Amenazas geológicas
GVR035	Depósitos volcánicos, cuenca alta del río Molinos	Sedimentológico, Vulcanológico.
GVR036	Depósitos volcánicos, Valle de Tumbas	Vulcanológico Sedimentológico
GVR037	Duna de arenales	Sedimentológico, geomorfológico
GVR 038	Falla de Salento en el Valle del Río Quindío.	Tectónico
GVR 039	Volcán Cerro Machín	Vulcanológico

Tabla 4. Lugares de interés geológico identificados, en el marco del proyecto Geoparque Volcánico del Ruiz

Código	Nombre	Interés geológico
GVR 040	Depósitos del Volcán Cerro Machín	Vulcanológico Estratigráfico
GVR 041	Madera Carbonizada en los depósitos del Volcán Cerro Machín	Vulcanológico Sedimentológico
GVR 042	Depósitos volcánicos en el Valle del Rio San Juan desde la "Bodega"	Vulcanológico Geomorfológico
GVR 043	Dacitas del Volcán Cerro Machín	Vulcanológico, Petroológico
GVR 044	Manifestación hidrotermal "Las Estatuas"	Geoquímico - Hidrotermal
GVR 045	Circos glaciares en el Sector la Ceja - Valle de Palmas de Cera	Geomorfológico
GVR 046	Lavas Andesíticas Columnares, Carros de Piedra	Petroológico
GVR 047	Volcán Cerro Bravo	Vulcanológico
GVR 048	Laguna Negra del Volcán Cerro Bravo	Geomorfológico, hidrológico
GVR 049	Flujos piroclásticos de hace 2500 años del Volcán Cerro Bravo	Vulcanológico
GVR 050	Termales de San Vicente	Geoquímico - Hidrotermal
GVR 051	Termales de Santa Rosa.	Geoquímico - Hidrotermal
GVR 052	Lavas andesíticas columnares, sector el Tabor	Vulcanológico
GVR 053	Columna tipo de los depósitos del Volcán Cerro Bravo en la Quebrada Letras Viejas	Vulcanológico Estratigráfico
GVR 054	Volcán Nevado del Tolima	Vulcanológico, Geomorfológico

Durante las comisiones, adicional a las actividades de inventario, se llevaron a cabo varias reuniones que contaron con la participación de diferentes actores involucrados en el proyecto: El observatorio vulcanológico de Manizales (OVM), Inficaldas, Parques Nacionales Naturales de Colombia, enfocadas principalmente en la delimitación del polígono que abarcara el área del posible geoparque, el alcance de la participación de cada una de las entidades y los avances en el marco de los convenios establecidos.

Se llevaron a cabo socializaciones con las alcaldías de los municipios de Casabianca, Herveo y Murillo, incluidos en el polígono del proyecto de geoparque. La socialización en el municipio de Herveo fue realizada con el Secretario de Planeación Carlos Ocampo. La socialización en el Municipio de Murillo, se llevó a cabo con la señora Martha Cecilia Sánchez León, alcaldesa del municipio, la señora Sandra Roció Moreno, Secretaria de Planeación y Yuli Rincón líder de guías turísticos del Municipio. La socialización en el Municipio de Casabianca, se llevó a cabo con el Señor William Cardona Orozco, alcalde del municipio.

En la ciudad de Bogotá se llevaron a cabo reuniones con representantes de la Cancillería, Ministerio de Ambiente y Parques Nacionales Naturales, en las cuales se socializó la propuesta, las implicaciones de su postulación ante UNESCO y el alcance de la participación de cada una de las entidades en lo que sería la primera propuesta en Colombia de un geoparque ante UNESCO.

Con el apoyo de Yaneth Montaña, de la Dirección de Gestión de Información, se elaboró el mapa geológico del proyecto de geoparque, con su respectiva memoria explicativa. Se utilizó como base para la elaboración de este mapa, la cartografía oficial 1:100000 de la institución. Adicionalmente se elaboró un mapa de lugares de interés geológico y propuestas de Georutas, que contiene los 54 lugares identificados en el inventario de patrimonio geológico inmueble del área del proyecto, así como seis propuestas de Georutas.

Como aporte a los contenidos a incluirse en el brochure que se presentara a UNESCO, el Observatorio Vulcanológico de Manizales elaboró un capítulo sobre la geología del proyecto de Geoparque Volcánico del Ruiz. Finalmente, se desarrolló una propuesta de mapa de sitio para la página web del proyecto, que se compartió con Inficaldas para su implementación.

9.2.4 Iniciativa de Geoparque Cañón del Chicamocha

Se llevaron a cabo reuniones con el profesor Carlos Ríos de la Universidad Industrial de Santander (UIS) para avanzar en la propuesta "proyecto de geoparque Cañón del Chicamocha".

Se avanzó en una propuesta de convenio, que se firmaría con la UIS para la ejecución de este proyecto.

Proyecto Geoparque Volcánico del Ruiz: Avanzar en la socialización del proyecto con autoridades locales, comunidades, entre otros.

Establecer un órgano de gestión para el Geoparque.



Volcán Nevado del Ruiz

Trabajo conjunto con entidades de orden nacional para definir los alcances de su participación en este proyecto de Geoparque.

Se contempla la firma de un convenio con la Gobernación de Caldas para continuar avanzando en el proyecto.



Lavas andesíticas columnares – (Carros de piedra). Casabianca, Tolima

Iniciativa Proyecto Cañón del Chicamocha

Se tomó la determinación de avanzar en la socialización de la figura de geoparques ante entidades del orden nacional (Ministerio de Ambiente, Cancillería, Parques Nacionales, entre otros) y analizar las implicaciones de establecer la figura en el territorio colombiano, previo a comprometernos con otra iniciativa.

Comité Nacional de Geoparques

- Coordinación de las iniciativas de Geoparque y pre-selección de los candidatos.
- Identificar el patrimonio geológico y sensibilizar al público general sobre su importancia
- Promover nuevos proyectos de Geoparques mundiales de la UNESCO, respaldando las revalidaciones y prórrogas
- Observar las misiones de evaluación y revalidación en su país
- Presentar todas las solicitudes de Geoparque Global de la UNESCO al órgano gubernamental encargado de las relaciones con la UNESCO
- Ayudar con la “cancelación” de un Geoparque Mundial de la UNESCO;

- Promover la cooperación internacional entre los Geoparques Mundiales de la UNESCO
- Proporcionar información sobre las redes de geoparques globales y regionales
- Apoyar acciones de desarrollo sostenible.
- Los estados miembros, a través de sus comités nacionales de geoparques podrán crear lineamientos más específicos a nivel nacional para adaptarse a un contexto particular

Establecimiento de vínculos de cooperación con la red global de geoparques

Durante el proceso de postulación la UNESCO sugiere establecer comunicación con otros geoparques mundiales UNESCO y/o con representantes de la Red Global de Geoparques. El SGC, podría ser un facilitador en el establecimiento de estos vínculos de cooperación, por medio de la realización de eventos que incluyan el tema de geoparques, con la participación de invitados internacionales.

9.2.5 Marco **Legal**

En este apartado se hará referencia a la participación del SGC en alianzas institucionales, que tienen por objetivo la protección del patrimonio natural y cultural de la Nación. Específicamente la Comisión Intersectorial Nacional de Patrimonio Mundial y el Convenio de Cooperación para Prevenir y Contrarrestar el Tráfico Ilícito de Bienes Culturales

Adicionalmente se hará mención al proyecto de decreto, que se encuentra liderando el SGC “Por el cual se regula la gestión integral del patrimonio geológico y paleontológico de la Nación y se reglamenta la Ley 45 de 1983”, la resolución que lo acompaña, trámites y documentos asociados, que buscan garantizar la protección y correcta gestión del Patrimonio Geológico y Paleontológico Nacional

Logros

9.2.6 Convenios de cooperación para prevenir y contrarrestar el tráfico ilícito de bienes culturales

En el mes de noviembre se firmó el Convenio de Cooperación para Prevenir y Contrarrestar el Tráfico Ilícito de Bienes Culturales, que tiene por objetivo aunar esfuerzos técnicos, administrativos y humanos entre las diferentes entidades partes para realizar programas y actividades conducentes a prevenir y combatir el tráfico ilícito del patrimonio cultural, documental y archivístico y el Patrimonio Geológico y Paleontológico colombiano.

Las entidades cooperantes son: Aerocivil, Archivo General de la Nación, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales – DIAN, Fiscalía General de la Nación, ICOM – Colombia, Instituto Colombiano de Antropología e Historia- ICANH, Ministerio de Cultura, Ministerio de Relaciones Exteriores, Policía Nacional, Procuraduría General de la Nación, Servicio Geológico Colombiano, Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, Universidad Externado de Colombia.

Actividades de socialización y capacitación

En el transcurso del año el Servicio Geológico Colombiano participo de manera activa en actividades coordinadas con el Ministerio de Cultura en el marco del convenio.

Se llevaron a cabo catorce capacitaciones en la ciudad de Bogotá y una en la ciudad de Santa Marta. Once de las capacitaciones estuvieron dirigidas a funcionarios de la policía nacional (aeroportuaria y de turismo), los cuatro restantes a funcionarios de la aeronáutica civil.

En el mes de Septiembre, con motivo de la conmemoración del mes del patrimonio, el SGC recibió en sus instalaciones a un grupo de funcionarios de la Policía Nacional y la Fiscalía General de la Nación, quienes participaron de una jornada de dos conferencias sobre la campaña para prevenir el tráfico ilícito del patrimonio cultural (a cargo del Ministerio de Cultura) y aspectos generales sobre patrimonio geológico y paleontológico colombiano (a cargo del grupo Museo Geológico e investigaciones asociadas, del SGC). Adicionalmente, se tuvo lugar el lanzamiento de la guía para reconocer objetos del patrimonio geológico y paleontológico y se llevó a cabo un recorrido guiado por el Museo Geológico José Royo y Gómez

En el mes de noviembre se llevó a cabo la primera reunión con la participación de todas las instituciones cooperantes, en la que se socializo una propuesta de hoja de ruta/reglamento para la implementación del convenio, así como las diferentes mesas de trabajo contemplada: Repatriación, Cooperación, Capacitación y difusión, Tipificación del delito, comercio ilegal.



Actividad de capacitación en Pasto



Actividad de capacitación en Cartagena

Incautación de bienes de interés geológico y paleontológico

El pasado 1 de diciembre en horas de la tarde, miembros de la Policía Metropolitana de San José de Cúcuta (Mecuc) realizaron la incautación de bienes de interés geológico y paleontológico en el Aeropuerto Internacional Camilo Daza de ésta ciudad, bienes que se encontraban en poder de un ciudadano norteamericano, quien pretendía sacar del país 7

piezas paleontológicas sin la debida autorización del Servicio Geológico Colombiano, como autoridad competente en la materia. Las piezas paleontológicas decomisadas al parecer hacen parte de fósiles de la Formación Santana de Brasil de acuerdo a su preservación y taxonomía, situación que se ha puesto en conocimiento a la autoridad competente en Brasil.

Resultado del decomiso de estas piezas, el Servicio Geológico Colombiano a través de su cuerpo técnico especializado las trasladó a la ciudad de Bogotá el 5 de diciembre con el propósito de determinar el plan de manejo de las mismas, como autoridad nacional encargada de la gestión integral el patrimonio geológico y paleontológico, así como de su protección y preservación.

La recuperación de las piezas es el resultado de las diferentes acciones que ha venido adelantando la Entidad durante los últimos años, en cumplimiento de su estrategia de consolidación de mecanismos jurídicos que permitan la protección del patrimonio geológico y paleontológico de la nación, a través de la capacitación con grupos objetivos de entidades como la Policía Nacional, la Fiscalía General de la Nación y la Aeronáutica Civil con las cuales se trabaja en el fortalecimiento de la custodia y salvaguarda de nuestro patrimonio en las zonas fronterizas de Colombia.

Acciones que se han fortalecido a través de la suscripción de acuerdos interinstitucionales como el Convenio de Cooperación para Prevenir y Contrarrestar el Tráfico Ilícito de Bienes del patrimonio cultural, mediante la creación de una red de apoyo, que permite realizar acciones efectivas y eficaces que conllevan a la protección del patrimonio geológico y paleontológico, como parte de los bienes que integran el patrimonio cultural de la Nación.

Recuperación del Patrimonio Geológico y Paleontológico de Colombia

Cumpliendo con las funciones de implementar medidas tendientes a proteger el patrimonio geológico y paleontológico de la Nación y en el marco del convenio de cooperación para prevenir el tráfico ilícito del patrimonio cultural, se envió un oficio formal en el mes de Diciembre a la Universidad de California en Berkeley (USA), solicitando la devolución del cráneo del espécimen Colombiano *Callawayasaurus colombiensis*, el cual se encuentra en poder del Museo Paleontológico (UCMP) de este claustro educativo desde el año de 1949.

La respuesta de la Universidad de Berkeley frente a la solicitud fue afirmativa, se acordó que a partir del 15 de enero del año 2018 se daría inicio al proceso de repatriación.

Comisión Intersectorial de Patrimonio Mundial

Para reunión de la Comisión Intersectorial el SGC llevo la presentación que apoya la candidatura de Alto Ricaurte como patrimonio mixto, y expreso su compromiso para sustenta de manera científica la relevancia del punto 8 de los criterios de la UNESCO.

Sin embargo, el secretario de la Comisión, comento que la candidatura queda en espera hasta que exista un plan de manejo para los bienes de interés patrimonial en la región, ya que por experiencias anteriores la comunidad debe estar comprometida con la protección del patrimonio.

Proyecto de decreto por el cual se regula la gestión integral del patrimonio geológico y paleontológico de la Nación y se reglamenta la Ley 45 de 1983

SGC puso a disposición de la ciudadanía el proyecto de decreto. Se recibieron observaciones por parte de la comunidad académica. En mesas de trabajo con la oficina jurídica se dio respuesta a dichas observaciones.

El proyecto de decreto fue enviado al Ministerio de Minas para su aprobación y posterior tramite en presidencia. El Departamento Administrativo de la Función Pública-DAFP aprobó los trámites que darán soporte al proyecto de decreto por el cual se regula la gestión integral del patrimonio geológico y paleontológico de la Nación y se reglamenta la Ley 45 de 1983

En reunión con la dirección de gestión de información se definió que la herramienta NINTEX, software adquirido por el SGC para la gestión y automatización del flujo de trabajo asociado a los trámites de asuntos nucleares, cuenta con los requerimientos para gestionar los trámites de Patrimonio Geológico y Paleontológico aprobados por el DAFP.

Se llevaron a cabo varias mesas de trabajo con Luz Ángela Andrade, Marcela Sanabria, Edgar Rodríguez y Gustavo Soto, para la elaboración de los flujogramas y procedimientos de los tramites de: 1. Registro en el Inventario Nacional Geológico y Paleontológico, 2. Autorización para la tenencia temporal de bienes de interés geológico y paleontológico, 3. Autorización para la movilización y/o la exhibición de bienes de interés geológico y paleontológico en tenencia de terceros, 4. Autorización para la exportación temporal de bienes de interés geológico y paleontológico para su estudio o exhibición 5. Autorización para el desarrollo de actividades de excavación e intervención de carácter paleontológico

Autorización para la realización de obras en las zonas de protección patrimonial geológica y paleontológica.

Retos

- Convenios de cooperación para Prevenir y Contrarrestar el Tráfico Ilícito de Bienes Culturales
- Participación activa en las estrategias y actividades acordadas en la hoja de ruta del convenio.

Ponencias sobre Patrimonio Geológico y Paleontológico en instituciones de educación superior. Se ha evidenciado gran interés de dichas instituciones en la generación de líneas de investigación que fortalezcan esta nueva área en el país. Adicionalmente, las salidas de campo de paleontología con estudiantes de pregrado de las escuelas de geología, en algunas ocasiones causan el detrimento del patrimonio geológico y paleontológico.



Material promocional (Mincultura) en aeropuertos Prevención del tráfico ilícito, patrimonio cultural

Proyecto de decreto por el cual se regula la gestión integral del patrimonio geológico y paleontológico de la Nación y se reglamenta la Ley 45 de 1983.

Brindar soporte técnico y científico a las respuestas a las observaciones o comentarios que puedan generarse en el ministerio de minas y/o cualquier otra institución o dependencia, durante el trámite del decreto.

Avanzar en la elaboración de los documentos técnicos que darán soporte al decreto, una vez este sea aprobado. Entre estos documentos se encuentran: Parámetros de conservación para otorgar tenencia, parámetros de movilización y exhibición, proyecto global de actuación sobre yacimientos paleontológicos durante excavaciones, entre otros.

Consolidar una herramienta que permita almacenar y gestionar la información que se genere y dar respuesta a las solicitudes de trámites e patrimonio geológico y paleontológico de manera eficiente.

2. DIRECCIÓN DE RECURSOS MINERALES

La Dirección de Recursos Minerales (DRM) produce conocimiento geocientífico mediante estudios e

investigaciones geológicas, geoquímicas y geofísicas como base para evaluar el potencial de recursos minerales metálicos, energéticos y no metálicos e industriales en el territorio colombiano. La información producida en la DRM aporta conocimiento geocientífico del territorio y puede ser utilizada para proyectar usos del suelo y aprovechamiento de recursos del subsuelo en especial minerales, planear actividades productivas y evaluar en qué condiciones se promueve el desarrollo del país.

La Dirección de Recursos Minerales desarrolla sus actividades con tres grupos de investigación: Investigación y Exploración de Recursos Minerales Metálicos, Investigación y Exploración de Recursos

Minerales Energéticos, e Investigación y Exploración de Recursos Minerales no Metálicos e Industriales, a continuación, se presentan los avances logrados durante el año 2018 en los proyectos que adelanta cada uno de los siguientes grupos:

Grupo de Trabajo Investigación y Exploración de Recursos Minerales Metálicos: Oro, Cobre, Platino, Coltán, Hierro, Zinc, Estaño, Níquel, otros.

- 1.1. Proyecto de Gestión ID 1000586: Anomalías Geoquímicas para R. Minerales
- 1.2. Proyecto de Gestión ID 1000630: Anomalías Geofísicas Para Recursos Minerales
- 1.3. Proyecto de Gestión ID 1000632: Mapa Metalogénico de Colombia
- 1.4. Proyecto de Gestión ID 1000633: Áreas con potencial para recursos minerales
- 1.5. Proyecto de Gestión ID 1001091: Huella Digital de Minerales en Colombia

Grupo de Trabajo – Investigación y Exploración de Recursos Minerales No Metálicos e Industriales: Calcáreos, Sales de Potasio, Fosfatos, Aluminio, Bario, Azufre, Magnesio, Materiales de Construcción, otros.

- 1.6. Proyecto de Gestión ID 1000221: Exploración Fosfatos y Magnesio.
- 1.7. Proyecto de Gestión ID 1000313: Exploración de Materiales de Construcción.
- 1.8. Proyecto de Gestión ID 1000588: Exploración de Arcillas Industriales.

Grupo de Trabajo – Investigación y Exploración de Recursos Minerales Energéticos: Carbón, GMAC, Uranio.

- 1.9. Proyecto de Gestión ID 1000590: Exploración de Gas Metano.
- 1.10. Proyecto de Gestión ID 1000593: Exploración y Evaluación de Rec. Carboníferos.
- 1.11. Proyecto de Gestión ID 1000596: Exploración de Uranio.

INFORME DE PROYECTOS DE GESTIÓN 2018

1.1. Proyecto de Gestión ID 1000586: Anomalías Geoquímicas para R. Minerales 2018.

Gerente del Proyecto: Giovanni Peña

Objetivo del Proyecto: Levantar, analizar, procesar, integrar e interpretar información geoquímica multipropósito del territorio nacional, a diferentes escalas, para diferentes aplicaciones, con énfasis en recursos minerales.

Actividades 2018:

Mapeo Geoquímico Multipropósito: baja densidad– Línea Base Geoquímica Global

Se finalizó el muestreo programado para el proyecto de Línea Base Geoquímicas Global (mapeo geoquímico de baja densidad) y Líneas Base Geoquímica Nacional. Se recolectaron muestras de sedimentos de llanura de inundación (overbank y floodplain) y aguas superficiales en 95 celdas para un total de 328 estaciones de muestreo (Convenio SGC – SGCH) localizadas en los departamentos de Caquetá, Putumayo, Huila, Tolima, Cundinamarca, Meta, Guaviare, Vichada, Casanare, Valle del Cauca, Cauca, Quindío, Risaralda, Boyacá, Santander, Cesar, Bolívar, Antioquia, Córdoba, Sucre, Caldas, Magdalena, Atlántico y Guajira (Tabla 1, Figura 1).

Como registro del trabajo realizado se elaboraron documentos técnicos (mapas e informe) del muestreo realizado.

Las muestras de aguas fueron analizadas en los laboratorios del SGC y las muestras de sedimentos fueron enviadas a los laboratorios del SGCH en China (Convenio SGC – SGCH).

Con la información geoquímica disponible se elaboró el Atlas Geoquímico de Colombia, versión 2018, compuesto por una colección de mapas geoquímicos por elementos y se elaboró el documento técnico (memoria) de éste Atlas (Convenio SGC - MDRU - UBC).

Adicionalmente se identificaron anomalías geoquímicas de interés para recursos minerales y otras aplicaciones en medio ambiente, agricultura y salud (Convenio SGC - MDRU - UBC).

Como parte de la evaluación geoquímica de áreas con potencial mineral, se procesó información y se entregaron 5 documentos técnicos (informes y mapas geoquímicos) para evaluación del potencial de áreas de interés en recursos minerales.

Tabla 1. Muestras colectadas durante el año 2018 por región natural de Colombia

Región	Departamentos visitados	Muestras		Duplicado		Área Cu- bierta
		Llanura de inundación	Aguas	Llanura de inundación	Aguas	
Amazonía	Meta, Caquetá, Putumayo y Guaviare	65	65	5	5	20%
Andina	Santander, Cesar, Bolívar, Antioquia, Caldas, Cundinamarca, Tolima, Boyacá, Valle del Cauca, Cauca, Quindío, Risaralda y Huila.	132	132	11	11	95%
Caribe	Antioquia, Bolívar, Córdoba y Sucre	80	80	6	6	60%
Orinoquía	Meta, Vichada, Casanare y Boyacá	52	52	5	5	20%
Pacífico	Valle del Cauca	8	8	2	2	5%

La información geoquímica producida en las diferentes actividades se sistematizó y archivó en la Geodatabase EXPLORA de la Dirección de Recursos Minerales.

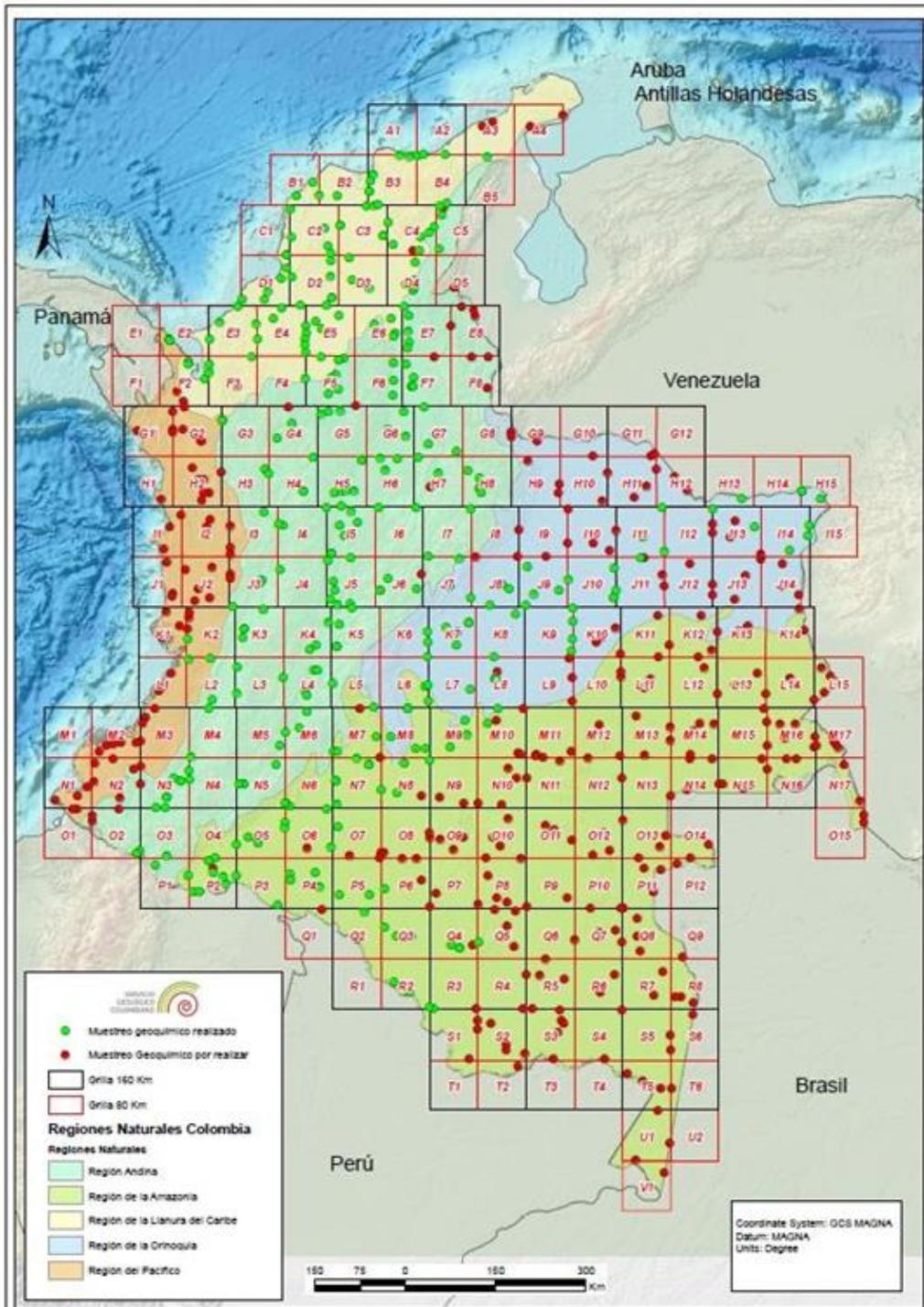


Figura 1. Estaciones de muestreo por regiones naturales. En color verde muestras colectadas durante el año 2018 y en color café muestras por colectar en próximos años.

Como actividad de divulgación y apropiación social del conocimiento, se realizó el primer taller latinoamericano de Mapeo Geoquímico (convenio SGC – SGCH) en el cual participaron representantes del Servicio Geológico de China (SGCH), Brasil, Chile, México y Colombia (Figura 2).



Figura 2. Trabajo de campo del Primer Taller Latinoamericano de Mapeo Geoquímico

Investigación en Geoquímica ambiental y Geomedicina

Determinación de contenidos de mercurio en carbón: De acuerdo a lo programado se colectaron durante el 2018, un total de 704 muestras, que incluyen 275 muestras de carbón y 429 muestras de roca (respaldos e intercalaciones), las actividades de muestreo se realizaron en frentes de explotación de carbón de 102 bocaminas, localizadas en los municipios de Motavita, Chivatá, Paipa, Sogamoso, Iza, Gámeza, Corrales, Tópaga, Monguí, Mongua, Tasco y Socha. Se elaboró primer informe técnico.

Concentraciones de Arsénico en las cuencas de los ríos Campoalegrito y San Ramón en el Municipio de Santa Rosa de Cabal, Departamento de Risaralda: Para estudiar la geoquímica del arsénico (As) (fuente, especiación, movilidad, acumulación) en fuentes hídricas del Departamento de Risaralda en jurisdicción de la CARDER (Convenio SGC – CARDER), se realizaron actividades de reconocimiento geológico y muestreo los municipios de Santa Rosa de Cabal y Dosquebradas.

Se recopiló información geocientífica del área de influencia de las cuencas que surten de agua los municipios anteriormente mencionados, se realizaron muestreos sistemáticos de aguas, sedimentos y rocas (Tabla 2), se analizaron muestras de agua y sedimentos en laboratorios especializados, y se elaboró documento (informe) técnico.

Con el fin de investigar la acumulación de arsénico en seres vivos, se elaboró protocolo para muestreo de material orgánico (cabello) y se realizó muestreo en pobladores de las áreas estudiadas.

Tabla 2. Muestras colectadas durante el año 2018.

ÉPOCA CLIMÁTICA	MUESTRAS AGUA			SEDI-MENTO*	ROCA
	SUPERFICIAL	TERMAL	TOTAL		
INVIERNO	54	20	74	36	9
VERANO	45	18	63	40	8
TOTAL MUESTREO	99	38	137	76	17

*Incluye dos (2) muestras de lodos termales

Litio en el Departamento de Boyacá: Se analizó información sobre Litio en el Departamento de Boyacá y se realizó recopilación bibliográfica, se elaboró mapa de distribución geoquímica de Li en Paipa utilizando interpolador IDW, y se efectuó análisis multiestadístico de Litio en Paipa y Güican, utilizando SPSS y Codapack.

La información compilada y generada en las investigaciones en geoquímica ambiental y geomedicina se sistematizó y archivó en la Geodatabase EXPLORA de la Dirección de Recursos Minerales y se adelantó taller de actualización en cargue, verificación y validación de información de la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

Publicaciones

Publicación de la Geología al Café: Se realizó la publicación “De la Geología al Café” en asocio con CENICAFÉ Centro Nacional de Investigaciones del café de la Federación Nacional

de Cafeteros, y se realizaron actividades de socialización y apropiación del conocimiento sobre el libro, ante la Federación de Cafeteros, El Consejo Directivo del SGC, los funcionarios del SGC y sector de Ciencia y Tecnología de Colombia.

Recursos Minerales de Colombia: Se finalizó la revisión editorial de los fascículos del libro “Recursos Minerales de Colombia” y se entregaron para impresión final.

1.2. Proyecto de Gestión ID 1000630: Anomalías Geofísicas Para Recursos Minerales.

Gerente del Proyecto: Giovanni Peña.

Objetivo del Proyecto: Levantar, analizar, integrar e interpretar información geofísica a diferentes escalas en el territorio colombiano con múltiples propósitos y aplicaciones, con énfasis en la identificación de áreas con potencial para recursos minerales.

Actividades 2018:

En el año 2018 se efectuó adquisición de información magnetométrica y gamaespectrométrica aerotransportada en los bloques de Garzón y Córdoba (Figura 2) con un cubrimiento de 56.924 km.

Como culminación de adquisición de información magnetométrica terrestre detallada, se finalizó y entregó Documento “Reporte técnico de adquisición de información magnetométrica terrestre en San José del Guaviare”.

En ejecución del proyecto se ejecutaron actividades de verificación de la información geofísica magnetométrica y gamaespectrométrica adquirida y se procesó información geofísica, integrando la información adquirida hasta el año 2018 para lo cual se contó con asesoría de expertos internacionales.

En el proceso de interpretación de información, se identificaron anomalías geofísicas y blancos de interés para recursos minerales y otras aplicaciones.

Se finalizó documento técnico para publicación internacional el cual fue revisado por evaluadores expertos.

Como producto de integración e interpretación de información se finalizaron los Mapas de Anomalías Geofísicas de Colombia para Recursos minerales, Versión 2018 y se elaboraron documentos técnicos (informes técnicos y mapas) que explican los mapas elaborados.

Toda la información generada se validó y almacenó en la Geodatabase de la DRM.

Para el grupo encargado del manejo de la información del proyecto se adelantó taller de actualización en cargue, verificación y validación de información de la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

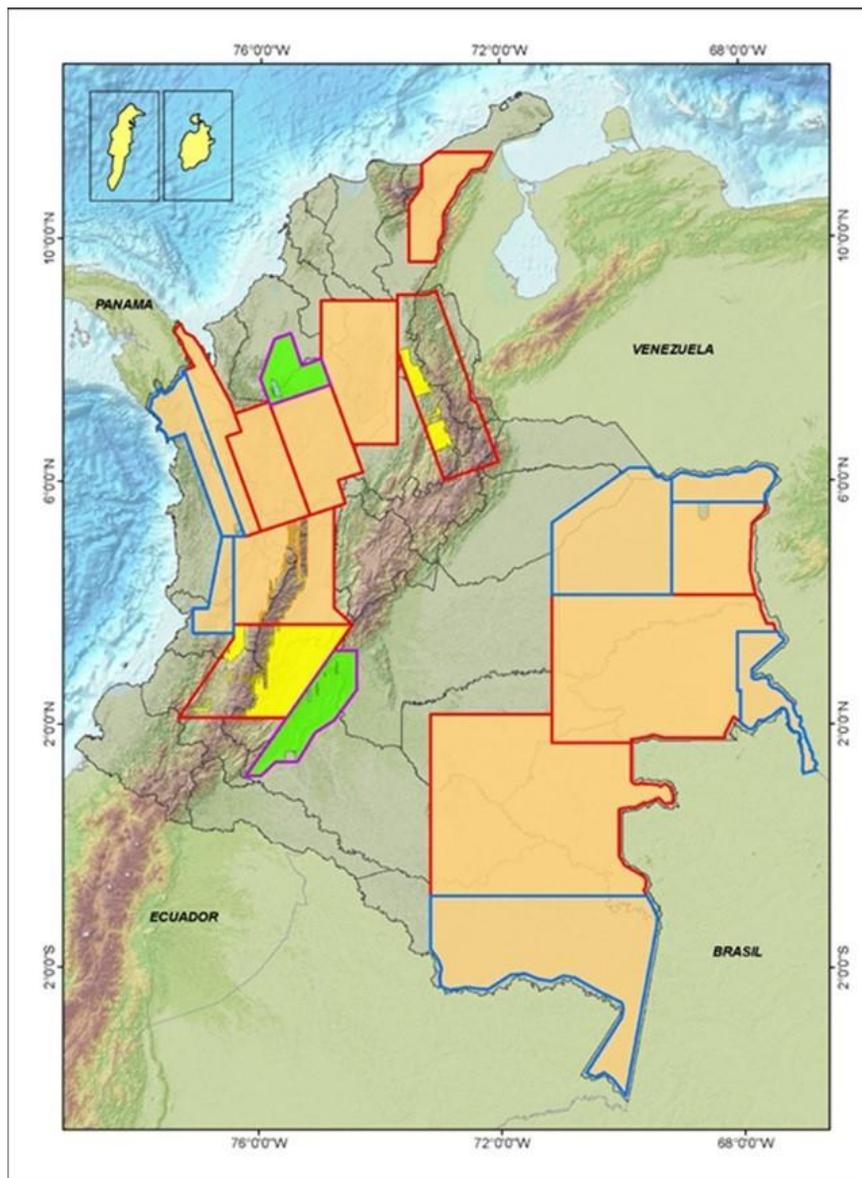


Figura 2. Avance en el levantamiento geofísico aerotransportado (magnetometría y gammaespectrometría: Bloques Garzón y Córdoba en verde.

1.3. Proyecto de Gestión ID 1000632: Mapa Metalogénico de Colombia 2017.

Gerente del Proyecto: Giovanni Peña.

Objetivo del Proyecto: Levantar, compilar, procesar, analizar e interpretar información geológica, geofísica y metalogenética, relacionada con depósitos y ocurrencias minerales, como base para definir zonas o regiones metalogenéticas.

Actividades 2018:

Durante el 2018 se realizó adquisición de información metalogénica para el Mapa Metalogenético en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Santander, Norte de Santander y Guajira en donde se realizó reconocimiento geológico y muestreo de depósitos, ocurrencias y manifestaciones minerales.

Para elaborar la nueva versión del Mapa Metalogénico de Colombia, se revisaron y actualizaron los elementos metalogénicos (zonas, provincias, y subprovincias); se actualizó la base tectónica; se revisaron y actualizaron coberturas (dominios, provincias y subprovincias, base cartográfica, geología, cinturones metalogénicos, depósitos y ocurrencias minerales, aluviones auríferos, platiníferos y titaníferos); se generaron styles, simbología y RGB's para las diferentes unidades y depósitos minerales;; se actualizaron divisiones metalogénicas (dominios, provincias, subprovincias, cinturones y distritos metalogénicos); y se generaron archivos para visor integrado del mapa.

Adicionalmente se revisaron núcleos del proyecto Diamante en la litoteca de Guatiguará, se efectuaron análisis especializados, se revisó, actualizó, validó y reclasificó la información sobre depósitos minerales y se incluyó información primaria colectada por el grupo MMC e información compilada de otras fuentes.

En las actividades de caracterización metalogénica de áreas con potencial mineral se finalizaron las actividades programadas dentro del Convenio con la Universidad Nacional de Colombia y se finalizaron documentos técnicos (informes técnicos, mapas) e información temática de las áreas evaluadas.

Como producto integral de la información colectada y compilada se finalizó el Mapa Metalogénico de Colombia (MMC), versión 2018 (Figura 3) con el respectivo documento técnico (memoria) que lo explica, el cual contó con la asesoría y participación de especialistas del instituto MDRU adscrito a la Universidad British Columbia (UBC) de Canadá (Convenio SGC – MDRU-UBC).

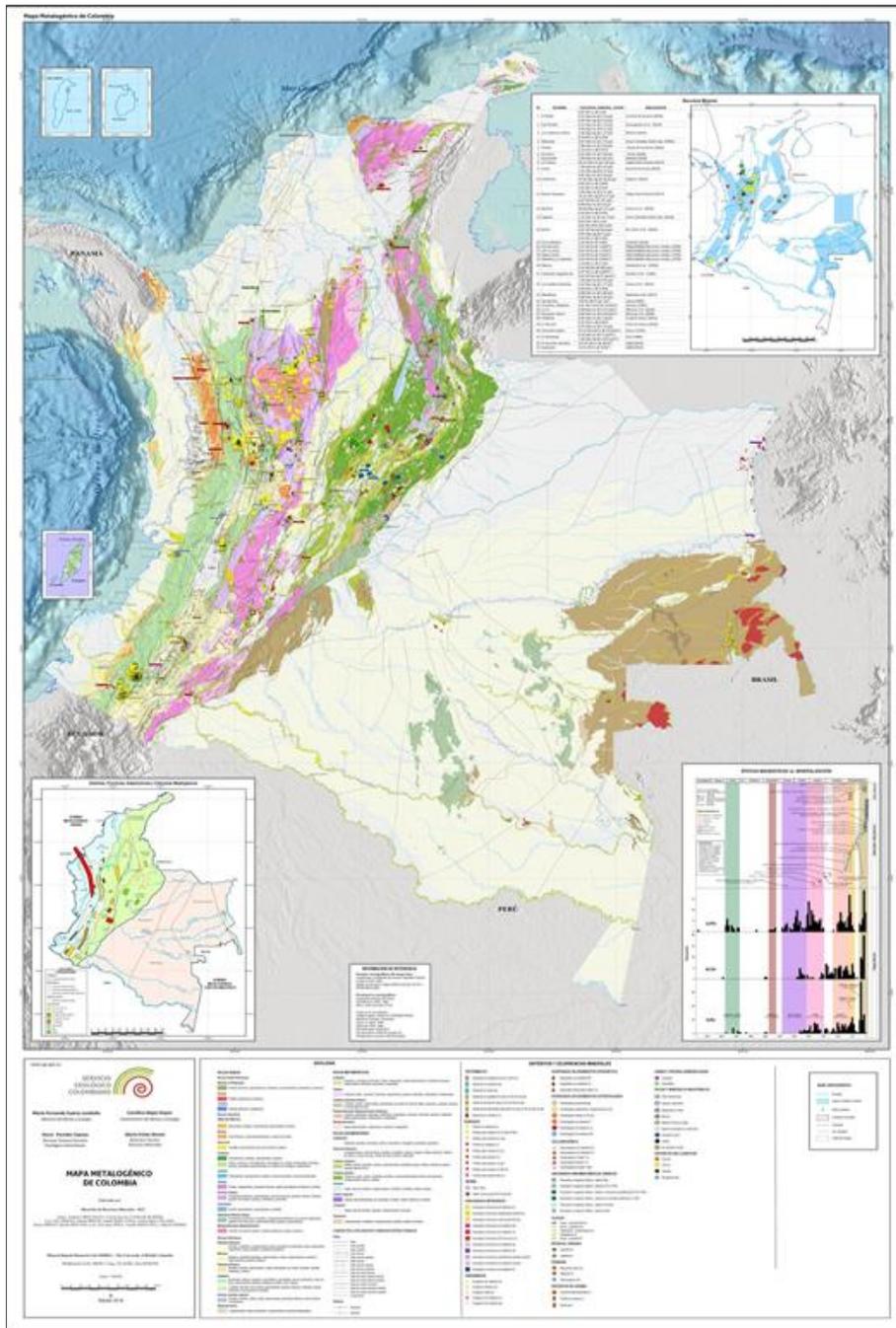


Figura 3. Mapa Metalogénico versión 2018

Adicionalmente y como productos individuales se elaboraron mapas actualizados de depósitos minerales por grupo mineral, para todo el país.

La información metalogénica compilada y adquirida por el proyecto se validó y almacenó en la Geodatabase de la DRM.

Para el grupo encargado del manejo de la información del proyecto se adelantó taller de actualización en cargue, verificación y validación de información de la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

1.4. Proyecto de Gestión ID 1000633: Áreas con Potencial para Recursos Minerales.

Gerente del Proyecto: Giovanni Peña.

Objetivo del Proyecto: Levantar, procesar, analizar, integrar e interpretar información geológica, geoquímica, geofísica y metalogenética para evaluar el potencial mineral en Colombia e identificar áreas con potencial para recursos minerales.

Actividades 2018:

En el año 2018, se realizaron actividades orientadas a determinar el potencial de recursos minerales, en áreas de interés del territorio nacional, las cuales se resumen a continuación (Figura 4):

- Áreas de interés en Norcasia, San Diego (Caldas).
- Áreas de interés en Marquetalia (Caldas) y Fresno (Tolima) bloque 374 Resolución 277 de 2017.
- Áreas de interés en Tarso y Nariño (Antioquia)
- Áreas de interés en el Valle Medio del Río Cauca - Resoluciones 135 de junio 15 de 2017, 277 de octubre 27 de 2017 y 028 de febrero 19 de 2018
- Áreas de interés del bloque San Alberto (Cesar) – La Esperanza - Ábrego (Norte de Santander)
- Áreas de interés de Río de Oro (Cesar) – Ocaña (Norte de Santander)

Como resultado de las actividades desarrolladas en las zonas anteriores se recolectaron muestras de roca y sedimentos activos y se realizaron análisis geoquímicos y petrográficos especializados, que corroboran y complementan las observaciones y datos de campo para evaluar el potencial de recursos minerales en estas áreas.

Como productos síntesis de las actividades del proyecto se elaboraron documentos técnicos (mapas e informes) sobre el potencial mineral de áreas de interés.

En ejecución del convenio especial de cooperación suscrito con la Universidad Nacional de Colombia, se finalizó la caracterización metalogenética de 9 áreas de interés, localizadas en los departamentos de Tolima (Natagaima, Alpujarra, Ibagué, Chaparral, Coyaima y Rio Blanco), Antioquia (Salgar, Urrao, Ciudad Bolívar, Abejorral, Sonsón y Urrao), Chocó (Carmen de Atrato), Aguadas (Caldas), y San Felipe (Guainía) (Figura 4).



Figura 4. Reconocimiento áreas de interés

En el marco del convenio se recolectaron muestras de rocas, sedimentos activos y concentrados de batea y se ejecutaron análisis geoquímicos, petrográficos y geocronológicos, que son base y soportan la evaluación del potencial mineral de las áreas estudiadas.

La información y los datos obtenidos en el proyecto fueron sistematizados y archivados en la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

Para el grupo encargado del manejo de la información del proyecto se adelantó taller de actualización en cargue, verificación y validación de información de la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

1.5. Proyecto de Gestión ID 1001091: Huella Digital de Minerales en Colombia

Gerente del Proyecto: Giovanni Peña

Objetivo del Proyecto: Identificar la huella digital de minerales con prioridad de Oro (Au), mediante la implementación de técnicas analíticas apropiadas y evaluar su aplicación como mecanismo de trazabilidad y control.

Actividades 2018:

En el año 2018 se compiló y analizó información sobre bases y aplicaciones metodológicas para determinar la huella de minerales con énfasis en oro, y se el proyecto sobre “Huella Digital de Minerales de Colombia” y se elaboró propuesta metodológica para determinación de huella mineral en depósitos de oro de Colombia.

Se obtuvo la asesoría de especialistas internacionales en determinación de huella de minerales de (Sur África, Canadá y España): Roger Dixon en muestreo sistemático y manejo de base de datos para proyectos de huella digital de minerales; Xavier Llovet en parámetros analíticos del EPMA; Pilar Lecumberri de la Universidad de Alberta en micro termometría (fluidos) y microramman, se realizó la calibración de equipos, se establecieron las metodologías de análisis, y la determinación de fase gaseosa en micro-Ramman.

Se realizó trabajo de campo en dos zonas piloto seleccionadas por el Ministerio de Minas y Energía como son el Huila (Distrito Íquira- Palermo) y Nariño (Distrito La Llanada – Sotomayor). El trabajo de campo se centró en un muestreo detallado de las minas de oro productivas y sus plantas de beneficio, al igual que la adquisición de oro refinado al que se le pudiera seguir su trazabilidad, para determinar la huella mineral.

Se ejecutaron actividades programadas en ejecución del convenio especial de cooperación SGC-UNAL (010 de 2018) en desarrollo del cual se adquirió información de los distritos de Iquira (Huila) y La Llanada (Nariño), se realizaron análisis geoquímicos, geocronológicos, petrográficos y otros análisis especializados en Colombia y en el exterior y se elaboró documento técnico (informe técnico).

En la primera comisión al Huila se colectaron 33 muestras de roca (incluyendo veta, roca caja y alteración), y 13 muestras de planta de beneficio. Para la segunda comisión se obtuvo un total de 26 muestras de veta y/o roca mineralizada y 5 muestras de concentrado de batea tomados en zonas donde se extrae oro aluvial; mientras que para la comisión a Nariño (tercera comisión) se obtuvieron 45 muestras de veta y/o mineralización y 4 muestras de concentrado de batea.

Se elaboraron documentos técnicos (protocolos) de muestreo para identificación de huella digital de minerales (oro).

En el marco del convenio con la Universidad Nacional se visitaron 21 minas en los sectores Iquira – Palermo y 40 minas en el sector La Llanada – Sotomayor – Cumbitara.

De acuerdo con lo planeado se adquirieron equipos especializados (microscópios petrográficos y estereolupa) y se elaboraron términos de referencia para adquisición de equipos (DL) ICP-MS- Laser Ablation.

Se revisaron 51 secciones delgadas pulidas, seleccionaron secciones con oro para priorizar análisis detallado, seleccionaron 14 secciones delgadas para análisis de microsonda, se realizó análisis de 8 secciones delgadas por microsonda y análisis metalográficos de Au del Distrito de La Llanada, Nariño.

Se enviaron muestras para análisis de LA-ICP-MS/ICP-MS en la Universidad de Stellenbosh, Suráfrica.: secciones delgadas pulidas, briquetas, insumos de metalurgia y Au libre.

Se recibieron y revisaron Documentos técnicos (informes y mapas) del Convenio 010 de 2018 SGC- UNAL: Diagnóstico, e informe de campo de los distritos mineros visitados y se elaboraron documentos técnicos (informes técnicos) sobre petrografía, y procesamiento de datos y sobre el proyecto huella digital de minerales 2018.

Como actividad de divulgación del proyecto huella digital de minerales se realizaron presentaciones en el Consejo Directivo del SGC, en La Universidad del Cauca en el evento internacional sobre pequeña minería de oro y en evento de esmeraldas en Bogotá.

La información y los datos obtenidos en el proyecto se almacenaron en la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

Para el grupo encargado del manejo de la información del proyecto se adelantó taller de actualización en cargue, verificación y validación de información de la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

1.6. Proyecto de Gestión ID 1000221: Exploración de Fosfatos y Magnesio.

Gerente del Proyecto: Roberto Terraza

Objetivo del Proyecto: Exploración de fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre para identificar zonas potenciales para minerales industriales y aquellos cuyo uso principal es en la producción de fertilizantes.

Actividades 2018:

Se culminó la exploración detallada de campo para roca fosfórica en el departamento del Huila (municipios de La Plata, Paicol, Tesalia, Yaguará, Palermo, El Agrado, El Pital, Íquira, Nátaga, Neiva, El Hobo, Aipe y corregimiento de Itaibe, municipio de Páez, Cauca en las planchas IGAC 302, 323, 345, 344 y 366 a escala 1:100.000) (Figura 5), en áreas de interés minero para fósforo.

En esta zona se exploraron 400 km², en donde se realizó cartografía geológica detallada a escala 1:25.000 enfocada a la exploración de roca fosfórica, se efectuó levantamiento de 900 m de columnas estratigráficas, y se colectaron 1.250 muestras para geoquímica, 880 muestras para petrografía y 20 para geocronología.

Se elaboró documento técnico (informe técnico).

La información y los datos obtenidos en el proyecto se almacenaron en la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

Para el grupo encargado del manejo de la información del proyecto se adelantó taller de actualización en cargue, verificación y validación de información de la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

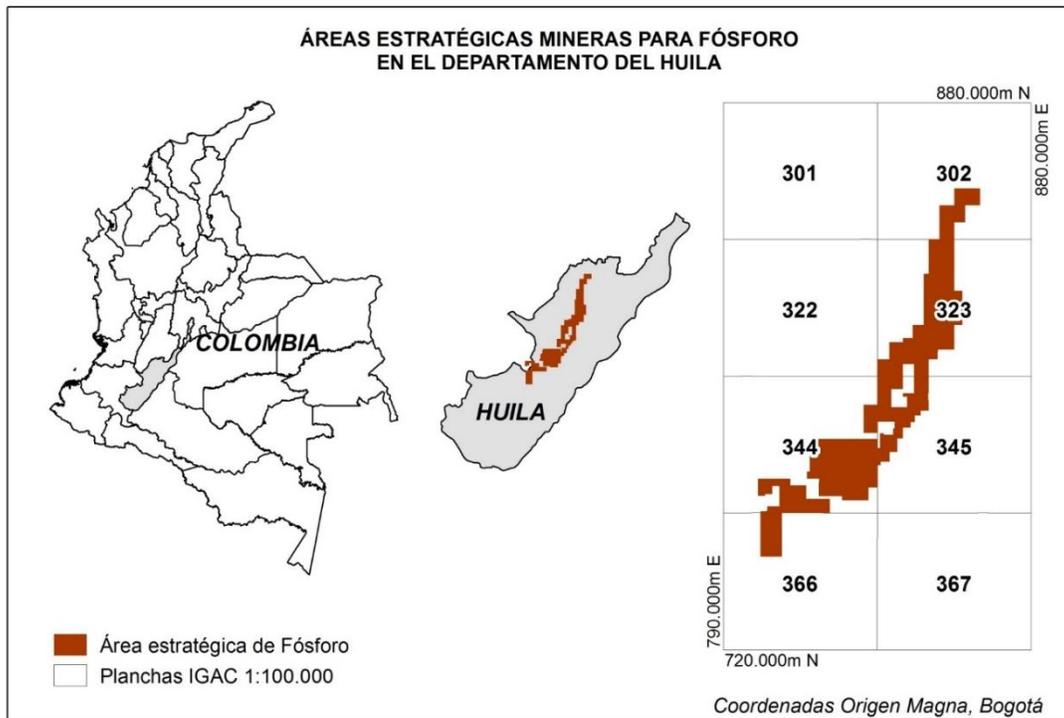


Figura 5. Áreas de interés minero para Fósforo en el departamento de Huila.

Con referencia a la exploración detallada de magnesio en el departamento del Huila ejecutado en el Municipio de Santa María, plancha 323 IGAC a escala 1:100.000 (Figura 6), se elaboró documento técnico (informe técnico).

La información y los datos obtenidos en el proyecto se almacenaron en la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

Para el grupo encargado del manejo de la información del proyecto se adelantó taller de actualización en cargue, verificación y validación de información de la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

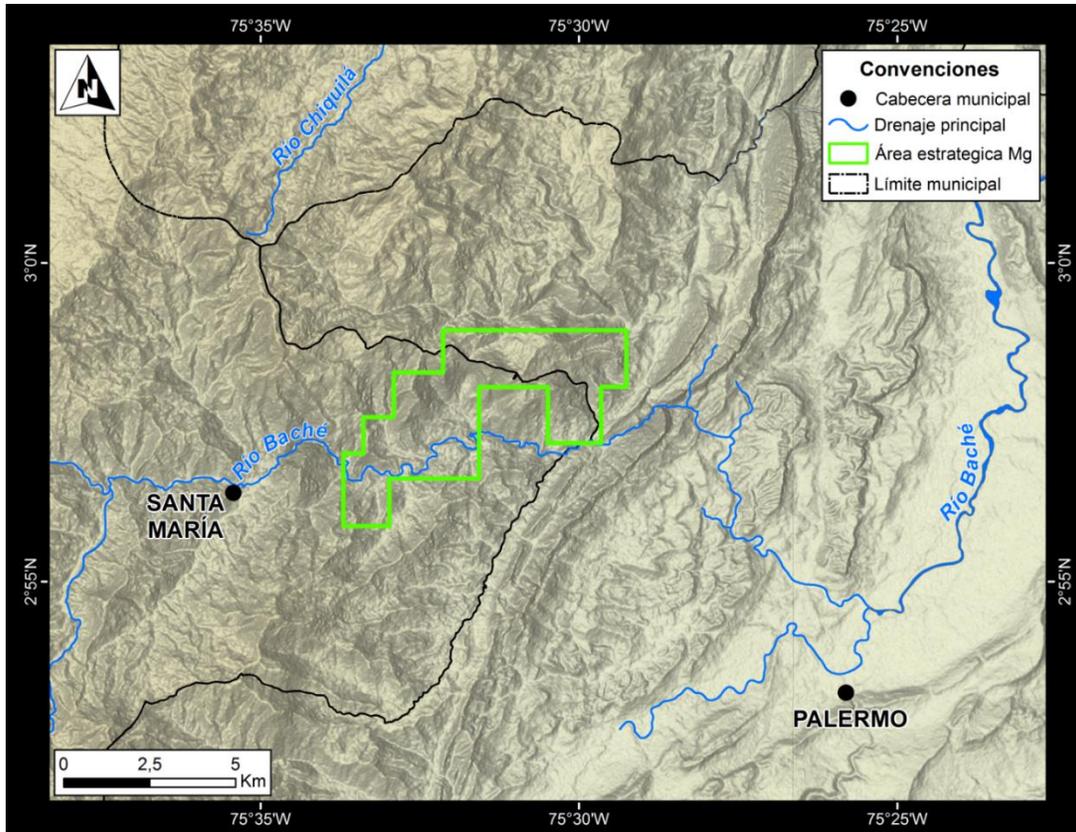


Figura 6. Área de interés minero Magnesio en el departamento del Huila, municipios de Palermo y Santa María.

1.7. Proyecto de Gestión ID 1000313: Exploración de Materiales de Construcción.

Gerente del Proyecto: Roberto Terraza

Objetivo del Proyecto: Explorar materias primas para la industria de la construcción como agregados pétreos, calizas, base y sub-base de carreteras entre otros.

Actividades 2018:

Se continuó la exploración regional de materiales de construcción en el área piloto de Bogotá y alrededores (Figura 7) en donde se ejecutaron dos comisiones de campo y se recolectaron 35 muestras (150 a 200 kg cada muestra) para realizar análisis de caracterización geotécnica.

Se implementó y puso en funcionamiento el laboratorio de ensayos geotécnicos en la sede del CAN del SGC para determinar la calidad y uso de las muestras colectadas.

Se analizaron y reinterpretaron los ensayos geotécnicos realizados en años anteriores (años 2009 a 2011) y se elaboró documento técnico denominado “Revisión de Ensayos Geotécnicos de Laboratorio realizados en el Proyecto de Materiales de Construcción en años anteriores”.

Se elaboró documento técnico (informe) “Prospección de Materiales para la construcción en la zona piloto de Bogotá”.

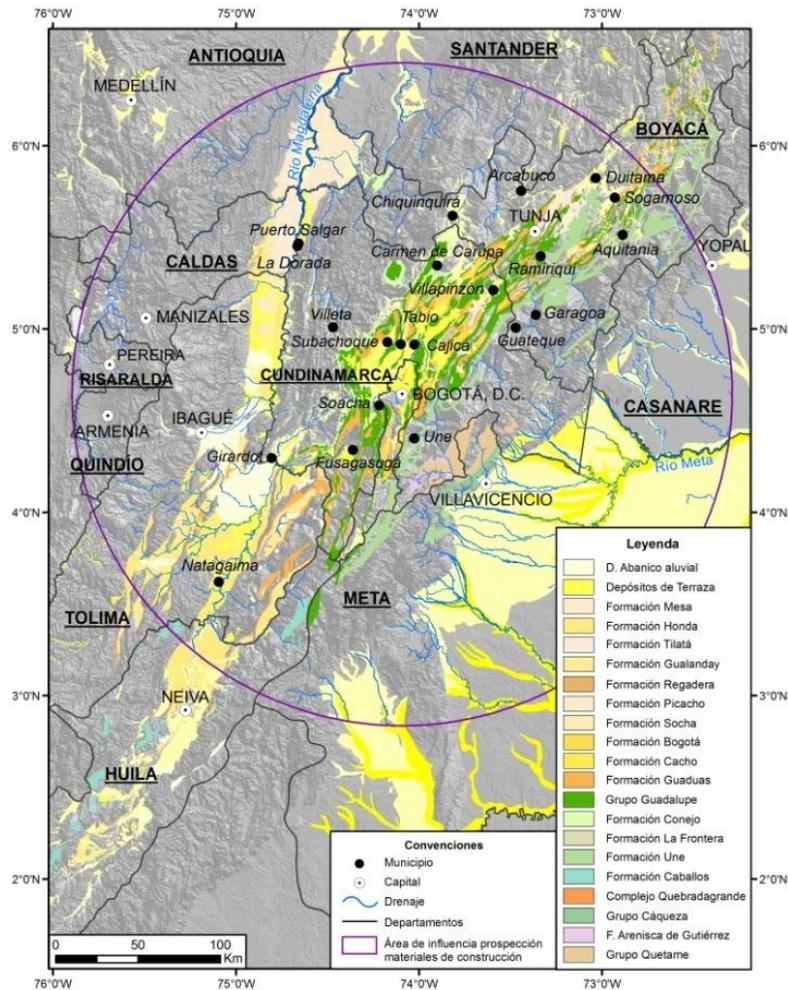


Figura 7. Área piloto de Bogotá y alrededores con las unidades geológicas potenciales para materiales de construcción.

La información y los datos obtenidos en el proyecto se almacenaron en la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

Para el grupo encargado del manejo de la información del proyecto se adelantó taller de actualización en cargue, verificación y validación de información de la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

1.8. Proyecto de Gestión ID 1000588: Exploración de Arcillas Industriales.

Gerente del Proyecto: Roberto Terraza

Objetivo del Proyecto: Exploración de arcillas industriales, con énfasis en unidades lito estratigráficas reconocidas que no hayan sido objeto de estudios detallados y específicos, con el propósito de evaluar potencial económico.

Actividades 2018:

Se continuaron las actividades de exploración de arcillas industriales en un área piloto en el departamento del Valle (Figura 8), en donde se colectaron 72 muestras de arcillas para análisis de DRX (Figura 9).

Se elaboró documento técnico de Protocolo para el muestreo de arcillas cuyo propósito principal es suministrar un procedimiento estandarizado para la toma de muestras de materiales arcillosos en el campo.

La información y los datos obtenidos en el proyecto se almacenaron en la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

Para el grupo encargado del manejo de la información del proyecto se adelantó taller de actualización en cargue, verificación y validación de información de la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

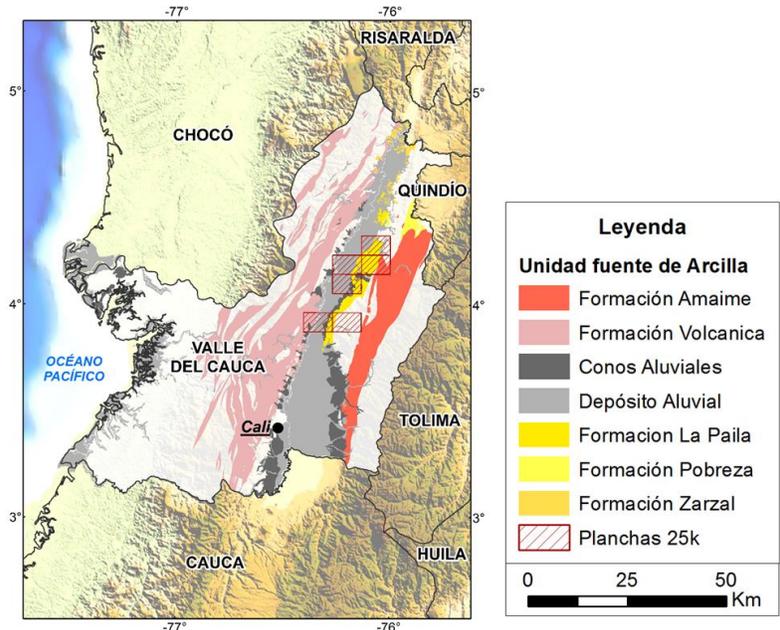


Figura 8. Área piloto para arcillas industriales al noreste del Cali, en el departamento del Valle, con las unidades geológicas potenciales para dicho recurso.

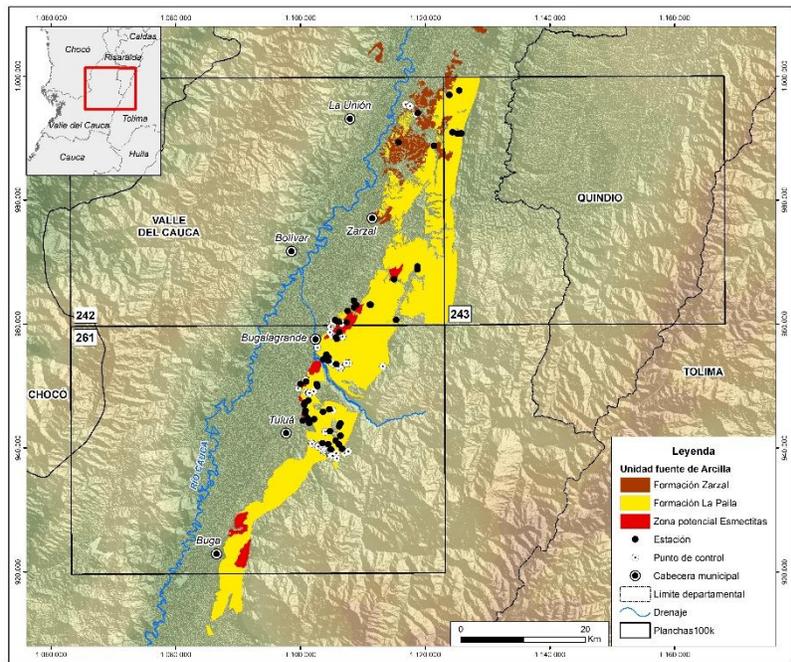


Figura 9. Estaciones de campo (círculos negros) donde se han muestreado arcillas en el área piloto al noreste del Cali, en el departamento del Valle.

1.9. Proyecto de Gestión ID 1000590: Exploración de Gas Metano Asociado a Carbón (GMAC)

Gerente del Proyecto: Marco Rincón.

Objetivo del Proyecto: Realizar Investigación y Exploración de Gas metano Asociado al Carbón (GMAC)

Actividades 2018:

Continuando con la investigación sobre la generación y almacenamiento de Gas Metano (CH_4) en los mantos de Carbón en el país, se adelantaron actividades de exploración en un área de 250 Km², en los municipios de Machetá, Tibirita, Vilapinzón, (Cundinamarca), Úmbita, Tibaná, Jenesano, Ramiriquí, Nuevo Colón (Boyacá), (Figura 10).

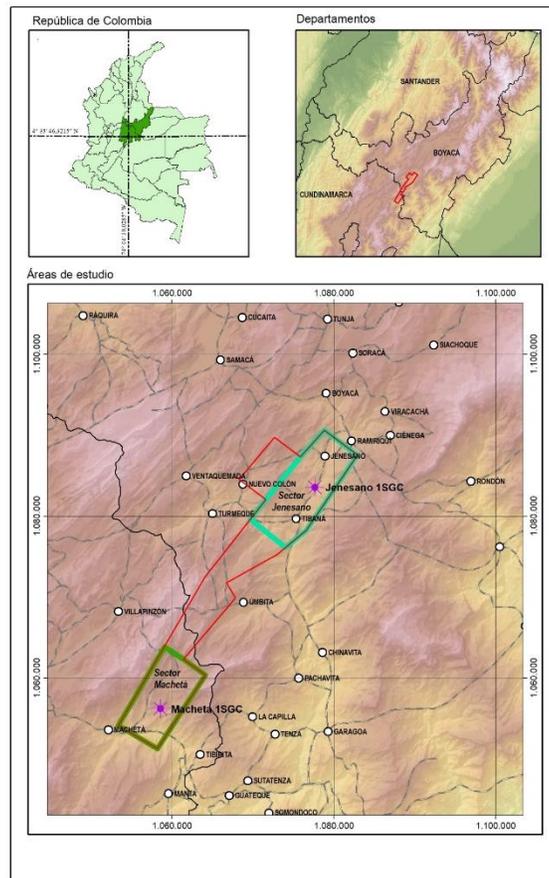


Figura 10. área de estudio GMAC 2018.

Siguiendo la metodología de trabajo para el estudio del gas metano asociado al carbón (GMAC), se realizó un diagnóstico de la información de la zona de estudio y se desarrollaron actividades específicas de exploración que se describen a continuación.

1. Geología de Superficie y Minería, etapa en la cual se desarrollaron las siguientes actividades:
 - Socialización del proyecto con las principales autoridades locales y la comunidad en general.
 - Recopilación y ajuste de información geológica y minera a escalas 1:100.000 y 1:25.000.
 - Levantamiento geológico del área de estudio a escala 1:25.000, que incluyó entre otros aspectos la definición de contactos y la determinación de estructuras geológicas con énfasis en la Formación portadora de los carbones.
 - Inventario de actividad minera en la zona de estudio, registro de mediciones de gases y de accidentalidad en mina.
 - Muestreo de carbones en afloramiento para análisis fisicoquímicos, estudio de continuidad lateral.
 - Muestreo para análisis de trazas de fisión y técnicas complementarias en geocronología y geología Isotópica.
 - Elaboración de columnas estratigráficas, en los sectores de interés, en donde se adelantarán las perforaciones, para mediciones de contenidos de gas metano.
 - Realización de cortes geológicos, soportados con información obtenida en superficie, labores mineras actuales y perforaciones.
 - Determinación de sectores con mejores expectativas, evaluación de parámetros para la definición de sitios de perforación: vías de acceso, cobertera, rango del carbón, reportes de mediciones de gases y de accidentalidad en las minas, suministro de agua.
 - Identificación de dos sectores denominados: Machetá al sur, localizado en el flanco oriental del Sinclinal de Sueva, y Jenesano al norte, localizado en el flanco oriental del Sinclinal de Fome, (Figura 10).
 - Localización de los pozos, sobre la base de consideraciones geológicas, estructurales y técnicas.
2. Geología del Subsuelo orientada a muestreo para medición de contenidos de GMAC.
 - Se realizaron dos perforaciones exploratorias (Figuras 11), de 530.6 y 120 metros de profundidad, con recuperación de núcleos, con el fin de precisar estructuras, definir la ubicación y describir las características de los mantos y de la litología en general del área de interés, a través de la obtención de las muestras y corazones sobre los que se determinará, el contenido de gas y su composición. Esta información, se complementó

con la realización de Registros de pozo y Temperatura; lo cual permite corroborar, la presencia de los diferentes materiales y sus características físicas.



Figura 11. Pozo Machetá 1SGC. Municipio de Machetá, Boyacá.

3. Caracterización.

Se seleccionan muestras representativas de carbones, tanto en frentes de mina, como en las perforaciones para efectuar ensayos de caracterización fisicoquímica, petrográfica y de cromatografía.

A los carbones muestreados en profundidad se les midieron los contenidos de gas metano como gas absorbido, desorbido, residual y gas total. Las mediciones se realizaron en campo y en laboratorio. Posteriormente se efectuó análisis de cromatografía para determinar mezcla de gases presentes en las muestras colectadas (O, N, CO₂, CH₄, C₂H₆, entre otros).

Los núcleos de perforación recuperados fueron entregados a la Litoteca del SGC, debidamente almacenados y marcados

Al final de las perforaciones se adelantó el sellado de los pozos de acuerdo con las indicaciones técnicas de abandono y adecuación del terreno.

4. Resultados

- Actualización de la cartografía existente a escala 1: 25.000.
- En los dos sectores GMAC de evaluación en el área de estudio, denominados Machetá al sur y Jenesano al norte, el primero ubicado en el flanco oriental del Sinclinal de Sueva

y el segundo en el flanco oriental del Sinclinal de Fome, se adelantaron dos perforaciones para mediciones de contenidos de gas metano, con un total de 650,60m lineales recuperados.

- En el sector GMAC Jenesano, se obtuvo una capa de carbón de 0.30m, para mediciones de contenidos de gas metano y análisis fisicoquímico.
- En el sector GMAC Macheta, 14 mantos de carbón, con espesores entre 0,40m y 1,21m.
- Las calidades de los carbones se encuentran entre Subbituminosos A y C, Bituminosos alto volátil A y B.
- Las mediciones de contenidos de gas metano en las muestras de perforación que reportaron más información, corresponden en promedio a valores de hasta 250 pies³/ton.
- En los pozos se corrieron registros de Temperatura, Gamma Ray, Resistividad, Densidad, Sónico.
- El estudio se complementó con Técnicas de Termocronología para conocer la historia del enterramiento de la cuenca y análisis de cromatografía, para identificar el porcentaje de metano en cada muestra de interés.

Se elaboraron documentos técnicos (informe técnico, mapas).

La información y los datos obtenidos en el proyecto se almacenaron en la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

Para el grupo encargado del manejo de la información del proyecto se adelantó taller de actualización en cargue, verificación y validación de información de la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

1.10. Proyecto de Gestión ID 1000593: Exploración y Evaluación de Recursos Carboníferos.

Gerente del Proyecto: Marco Rincón.

Objetivo del Proyecto: Realizar Investigación y Exploración y Evaluación de Recursos Carboníferos

Actividades 2018:

Se realizó la exploración y evaluación de recursos carboníferos en un área de 800 Km², en el área de Serranía de las Palomas – Mesetas, Borde Llanero, departamentos de Boyacá,

Cundinamarca y Meta, sectores ubicados en los municipios: de Santa María (Boyacá), Ubalá Medina, Paratebueno (Cundinamarca), Villavicencio, Acacias, San Juan de Arama y Mesetas (Meta), (Figura 12).

Para iniciar el proyecto se realizó la socialización del proyecto ante las autoridades civiles y militares en la zona y luego se dio inicio al trabajo de exploración de campo.

Para tomar la información y georreferenciar los datos de campo se utilizaron las planchas topográficas IGAC en escala 1:25.000: 229IIC, 229ID, 229IIIB, 229IVA, 229IIID, 248IA, 248IB, 248IC, 248IIA, 248ID, 248IIC, 248IIB, 248IIIC 266IIC, 266IVA, 305IC, 305ID, 305IIIB Y 305IIID.

Como base para la cartografía geológica del área de interés se utilizaron planchas geológicas en escala 1:100.000 del INGEOMINAS 229, 248, 266, 305.

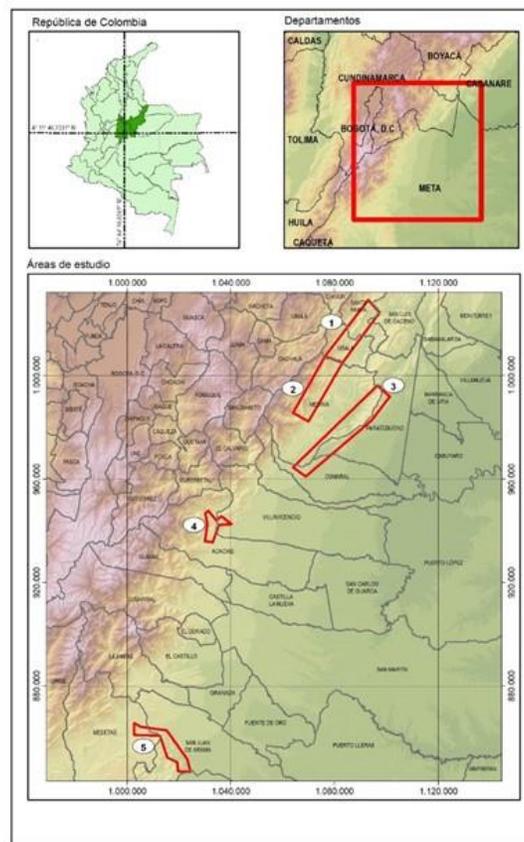


Figura 12. Área de trabajo, (1) Sector Lengupa – Jagua, (2) Sector Jagua – Humea, (3) Sector Cumaral - Paratebueno, (4) Sector Penal de Oriente, (5) Sector San Juan de Arama.

Se realizó la cartografía del área, (Figura 13), el muestreo de los carbones, los análisis físico-químicos de las muestras recolectadas y la evaluación de recursos carboníferos.

Se identificaron las Formaciones Une, y Chipaque y el Grupo Palmichal como las unidades portadoras de mantos de carbón. En la Formación Une se identificó un manto de carbón con espesores que oscilan entre 0.5 hasta 1.5 metros, en la Formación Chipaque se identificaron dos mantos de carbón con espesores que oscilan entre 0.45 hasta 1.20 metros y en el Grupo Palmichal se identificaron dos mantos con espesores que oscilan entre 0.50 a 0.90 metros. Se colectaron 25 muestras a las cuales se le realizaron análisis físico-químicos. Se identificaron (ASTM por rango) carbones bituminosos alto volátil A, B y C, con cenizas que oscilan entre 3% a 24%, carbono fijo SIMM entre 48% y 63%, poder calorífico entre 12.500 BTU/Lb y 15.400 BTU/Lb, y azufre total entre 0.7% y 8.6%.

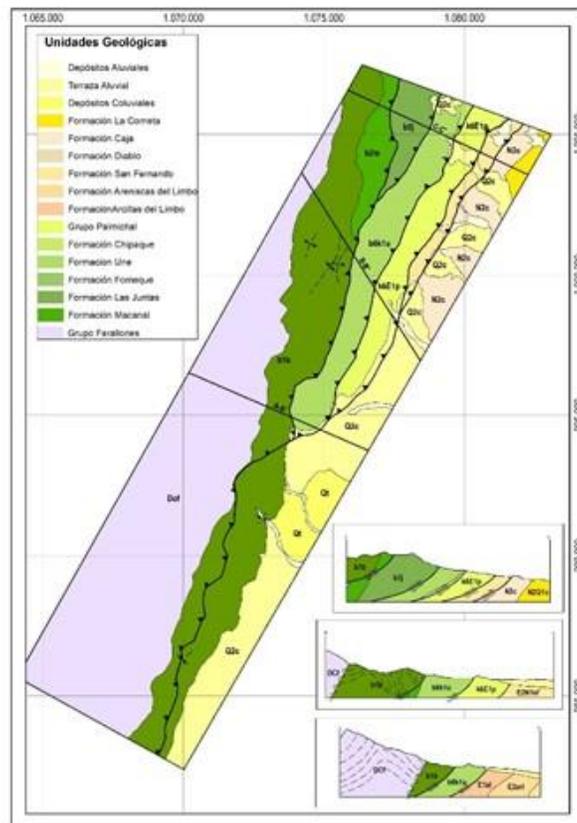


Figura 13. Mapa Geológico del Sector Jagua – Humea.

Los carbones presentaron índices de hinchamiento superior a 4 lo que indican que tienen propiedades aglomerantes. El total de recursos evaluados es del orden de 35 millones de

toneladas de carbón bituminoso alto volátil con características de carbones metalúrgicos y térmicos.

Se elaboraron documentos técnicos (informe técnico, mapas).

La información y los datos obtenidos en el proyecto se almacenaron en la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

Para el grupo encargado del manejo de la información del proyecto se adelantó taller de actualización en cargue, verificación y validación de información de la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

1.11. Proyecto de Gestión ID 1000596: Exploración de Uranio.

Gerente del Proyecto: Marco Rincón.

Objetivo del Proyecto: Realizar Investigación y Exploración de Uranio, Torio y Potasio.

Actividades 2018:

El proyecto de exploración de minerales energéticos a partir de mediciones gamaespectrométricas para uranio, potasio y torio, se desarrolló en las áreas de Ataco - Ortega (Departamento del Tolima) e Irra (Departamentos de Caldas y Risaralda).

Se adelantaron trabajos de búsqueda de información previa (informes de geología y anomalías geoquímicas para las áreas de estudio), socialización ante autoridades civiles y militares, reconocimiento de campo para realizar revisión y cartografía geológica, y ejecución de mediciones gamaespectrométricas con el propósito de delimitar anomalías de Uranio (eU ppm), Torio (eU ppm) y Potasio (K %), para identificar zonas de interés para la realización de exploración más detallada y evaluar potencial para éstos minerales.

El área Ataco – Ortega, se encuentra ubicada en el departamento del Tolima y se enmarca en los Municipios de Ataco, Chaparral, Coyaima y Ortega (planchas 282-II-A, 282-II-B, 282-II-C, 282-II-D, 282-IV-A y 282-IV-C del IGAC) en un área de 900 Km² (Figura 14).

El área está ubicada entre la subcuenca Girardot y la subcuenca Neiva en el denominado “Natagaima uplift” en la cuenca del Valle Superior del Magdalena y en ella afloran rocas del Triásico-Jurásico (Stock de San Cayetano y Formación Saldaña), del Cretácico (Formaciones

Yaví, Caballos, Hondita, Loma Gorda, Olini, La Tabla y Seca), del Paleógeno (Grupos Gualanday y Honda) y depósitos recientes (Abanico de Chaparral, (Figura 15).

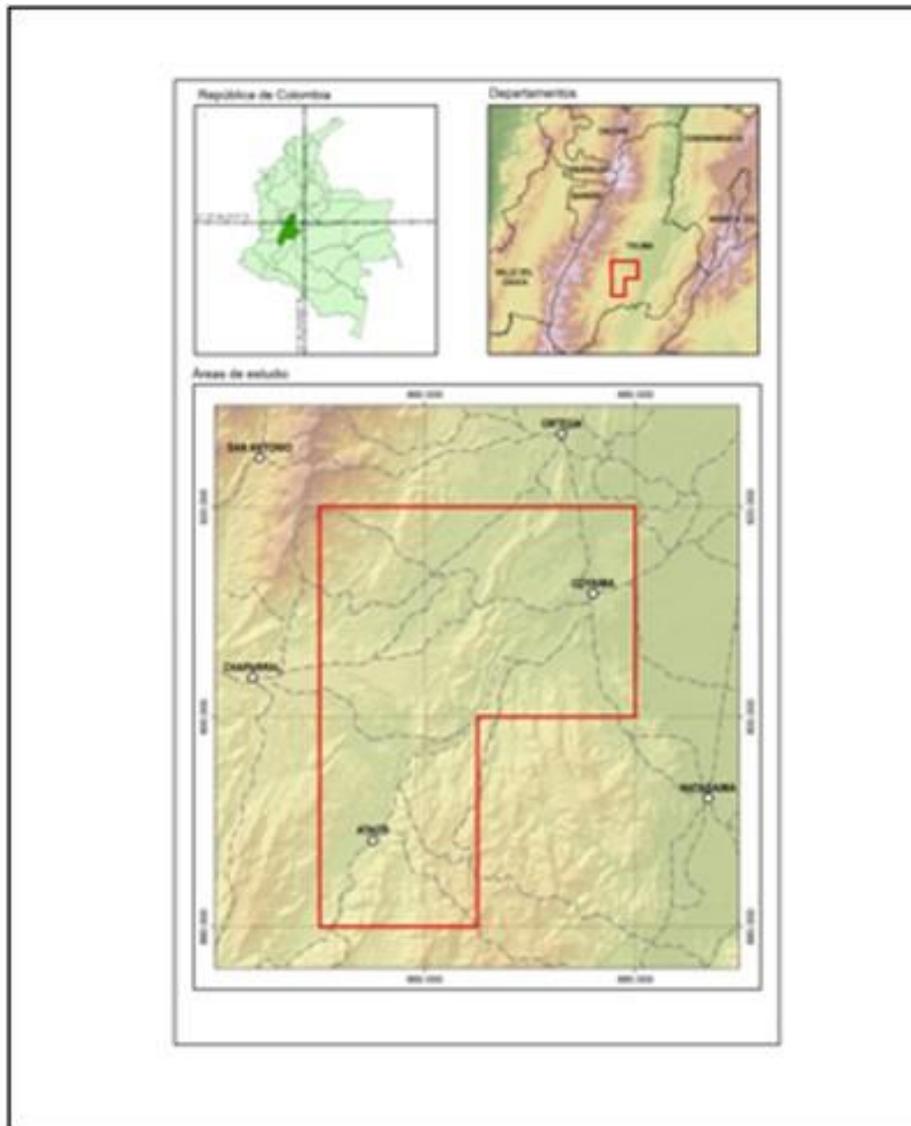


Figura 14. Área Ataco - Ortega

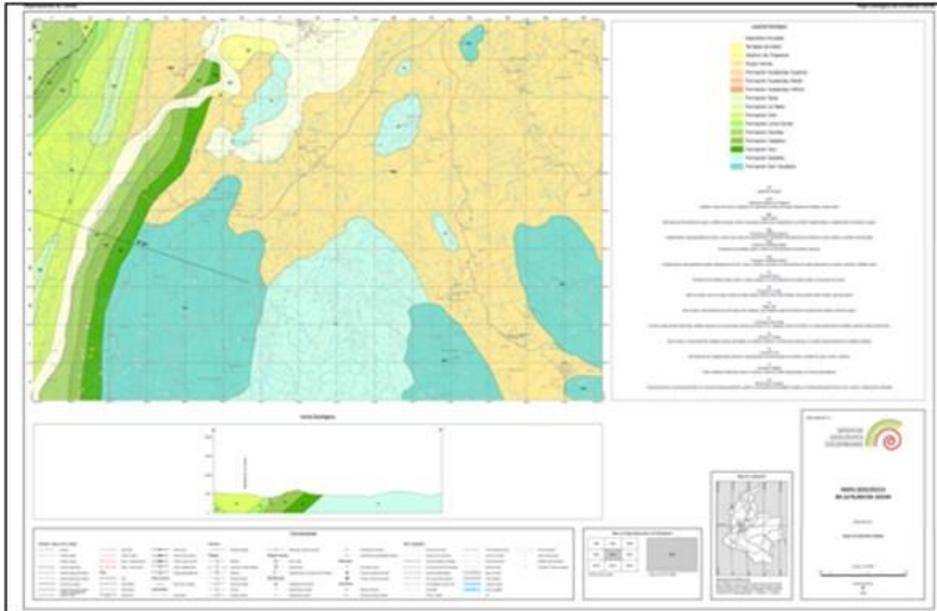


Figura 15 Mapa geológico plancha 282-II-D

En el área de Ataco - Ortega se realizaron 1441 mediciones gamaespectrométricas en campo, donde se obtuvieron los valores de hasta 8.3 % potasio; 505 ppm de uranio y de 77.5 ppm torio. Así como el informe final que incluye los mapas geológicos a escala 1:50.000 y los mapas geoestadísticos de anomalías de uranio, torio y potasio.

El área de Irra, se encuentra ubicada entre los municipios de Anserma, Filadelfia, Risaralda, Riosucio, Supia en el departamento de Caldas y en los municipios de Belén de Umbría y Quinchia en el departamento de Risaralda (Figura 16), con una superficie total de 900 Km² los cuales corresponden a las planchas: 186IVA - 186IVC - 205IB - 205ID - 205II - A205IIC (Escala 1:25.000).

En el área de Irrá se determinó que la mineralización de Uranio se encuentra controlada litológicamente y está asociada al Stock Granítico - Monzonítico de Irra, en el cual se presentan variaciones composicionales.

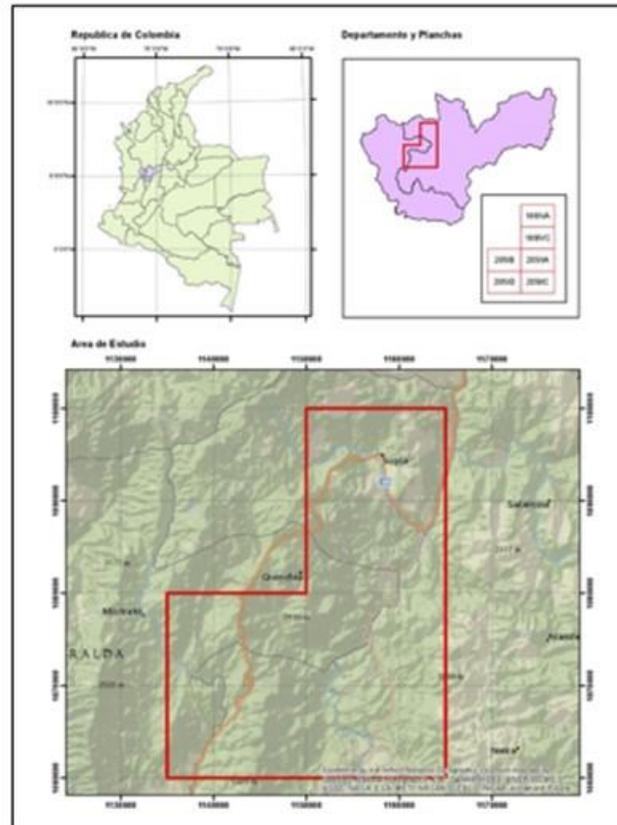


Figura 16. Área Irrá

En Irrá se realizaron en campo 2.191 mediciones gamaespectrométricas con valores de hasta 11.2 % Potasio, 199 ppm de Uranio y 212.6 ppm para Torio

Se elaboraron documentos técnicos que incluyen informe técnico, mapas geológicos a escala 1:50.000 y mapas geoestadísticos de anomalías de uranio, torio y potasio.

La información y los datos obtenidos en el proyecto se almacenaron en la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

Para el grupo encargado del manejo de la información del proyecto se adelantó taller de actualización en carga, verificación y validación de información de la Geodatabase EXPLORA de la DRM.

3. DIRECCIÓN DE HIDROCARBUROS

El objetivo de la dirección de hidrocarburos es realizar actividades que permitan avanzar en el conocimiento geológico del subsuelo de las cuencas sedimentarias del país, que permita al Ministerio de Minas y Energía o a quien delegue, incentivar la actividad exploratoria en la búsqueda de la incorporación de nuevas reservas de hidrocarburos.

Decreto No. 2703 del 22 de noviembre de 2013, se establece la estructura interna del Servicio Geológico Colombiano (SGC) y se determinan las funciones de sus dependencias. De acuerdo con El Artículo 8° la Dirección de Hidrocarburos cumplirá las siguientes funciones, delegadas por el Ministerio de Minas y Energía:

Proponer a la Dirección General, políticas, planes, programas y proyectos en materia de investigación de recursos hidrocarburíferos, en concordancia con las solicitudes de la Agencia Nacional de Hidrocarburos -ANH.

Dirigir y realizar el inventario, la identificación y la caracterización de las zonas potenciales para la acumulación de recursos hidrocarburíferos en el subsuelo colombiano.

Adelantar estudios en estratigrafía para identificar el potencial de recursos hidrocarburíferos.

Adelantar programas de prospección y exploración para generar coberturas de información relacionadas con el potencial de hidrocarburos en el subsuelo.

Efectuar la compilación, el levantamiento, el análisis y la integración de la información sobre recursos hidrocarburíferos obtenida por entidades públicas, contratistas o concesionarios del Estado, seleccionando las zonas de mayor potencial en el territorio nacional.

Diseñar modelos de recursos de hidrocarburos, estimando su potencial en el subsuelo colombiano.

Generar y presentar la información de recursos hidrocarburíferos de acuerdo con las políticas y estándares del Servicio Geológico Colombiano -SGC.

Generar estándares, guías y metodologías inherentes a las funciones de esta Dirección.

Comunicar y socializar la información técnica generada por esta Dirección, bajo las directrices del Director General.

Las demás que se le sean asignadas y que correspondan a la naturaleza de la dependencia.

La dirección de hidrocarburos con la visión de esas funciones llevó a cabo dos proyectos de investigación que fueron aprobados de modo consensuado con la ANH:

Trampas de hidrocarburos asociadas a diapiros de lodo en el Cinturón Plegado de Sinú San Jacinto.

✓ Aumento en el conocimiento en yacimientos no convencionales en el VMM.

Además, durante el 2018 la dirección propuso la creación de dos proyectos más. Esto por la necesidad de dar soporte a otras direcciones del SGC en temas de geofísica y otras experticias de la dirección de hidrocarburos. Por estas necesidades se creó el proyecto: Interpretación del Subsuelo. Además, por la interacción con expertos en materia de prospección de hidrocarburos, la dirección se interesó por el aumento de las sucesiones Paleozoicas que son de gran prospectividad en otras cuencas en Sudamérica y que en el país se considera como una frontera exploratoria. Se pensó que era el SGC la entidad llamada a aumentar el conocimiento para disminuir en riesgos exploratorios. Estos últimos dos proyectos creados en el 2018 serán descritos al final del informe.

En la actualidad, el avance de los tres proyectos se basa en la consolidación de la información, en el establecer metodologías de las investigaciones, en la justificación técnica de los mismos, en la sustentación y respectivo aval con nuestro par, la Agencia Nacional de Hidrocarburos. Así entonces serán los únicos proyectos que se enmarcarán dentro del Convenio Interadministrativo No. 379 de 2016.

GRUPO DE TRABAJO INVESTIGACIÓN HIDROCARBURÍFERA DE CUENCAS SEDIMENTARIAS

Luego en el inciso 5.1 del numeral 3° del artículo 2° de la Resolución 335 de 2017 estableció las funciones del el Grupo de trabajo: Investigación Hidrocarburífera de Cuencas Sedimentarias de la Dirección de Hidrocarburos, tiene dentro de sus funciones, entre otras:

“a) Ampliar el conocimiento de la geológico del subsuelo en las cuencas sedimentarias del territorio nacional. b) Efectuar la compilación, el levantamiento, el análisis y la integración de la información sobre los recursos Hidrocarburíferos. c) Generar, ampliar, profundizar en conocimiento e investigar el origen de los hidrocarburos y su relación con las unidades roca a través del espacio y tiempo, para la caracterización del contexto geológico de las cuencas sedimentarias. d) Desarrollar actividades de ciencia y tecnología relacionadas con hidrocarburos. e) Brindar asistencia técnica y científica en temas relacionados con hidrocarburos en la entidad y en los entes gubernamentales que lo requieran. f) Asegurar la actualidad y vigencia de estándares institucionales para el levantamiento de la información geocientífica generada, para garantizar alta calidad de los datos y el almacenamiento adecuado de esta información. g) Las demás funciones inherentes a la naturaleza del grupo de trabajo, las que le sean asignadas por autoridad competente y las normas legales vigentes. (...)”

1.1.1 Proyecto de Gestión ID 1000239: Trampas de hidrocarburos asociadas a diapiros de lodo en el Cinturón Plegado de Sinú San Jacinto

Gerente del Proyecto: Juan Manuel Herrera

Objetivo General:

Establecer qué unidades litoestratigráficas son las potenciales almacenadoras de hidrocarburos en los CPSSJ, así como la cronología de los eventos de deformación-sedimentación–generación de hidrocarburos.

Justificación del Proyecto:

El Proyecto Trampas de Hidrocarburos asociadas a diapiros se desarrolla en el la Cuenca Sinú - San Jacinto, en donde el potencial petrolífero del NW de Colombia, es de especial interés en la prospección de hidrocarburos ya que, hasta la fecha se tienen apenas manifestaciones de pe-

tróleo en algunos pozos y en superficie, pero ningún campo se desarrolla en éste, considerándose estas cuencas proclives a la generación de gas. Aun así, muchas manifestaciones de hidrocarburos líquidos con gravedades hasta de 42° API hacen atractiva a la región, en donde aún no existe consenso de un modelo geológico preciso y atrayente para la industria petrolera.

El área de San Jacinto – Sinú está en una de las 23 cuencas sedimentarias de Colombia, cuyos límites los establece la ANH (<http://www.anh.gov.co/Informacion-Geologica-y-Geofisica/Cuencas-sedimentarias/Paginas/default.aspx>), la cual tiene un área de 39.7748 Km², en la que se han reportado no menos de 516 emanaderos de hidrocarburos y en donde se han perforado 240 pozos, sin que se tengan campos en desarrollo, la relación de las emanaciones de hidrocarburo es incierta, ya que, muchos de los lugares muestreados para comprobar el origen de los hidrocarburos inducen a conclusiones poco promisorias, como que, en las zonas exhumadas, de donde se extraen las muestras para análisis, no se alcanzó la temperatura suficiente para generar hidrocarburos (Hernández, 2009), conclusión que contrasta con el gran número de rezumaderos o con los datos de pozo con hidrocarburos livianos como el caso de Perdices en el norte, o Floresanto en el sur del área (00).

Entender claramente la evolución de las cuencas, la sedimentación y la tectónica del área, permitirán definir y entender los potenciales sistemas petrolíferos y la posible distribución de rocas fuente y reservorio, los cuales han sido considerados los principales factores de riesgo para la prospección de hidrocarburos en este sector del país.

La distribución espacial de las unidades de roca que se acumularon en el norte de Colombia, pueden llegar a evolucionar a modelos de cuencas interesantes para la prospección hidrocarbúfera. El entendimiento de la evolución de las rocas y una visión más ajustada al modelo geológico hace que se eleven las expectativas de hallazgos por tener un potencial sub-explorado y permiten especular que no se trata de cuencas gas prone como se han venido promocionando.

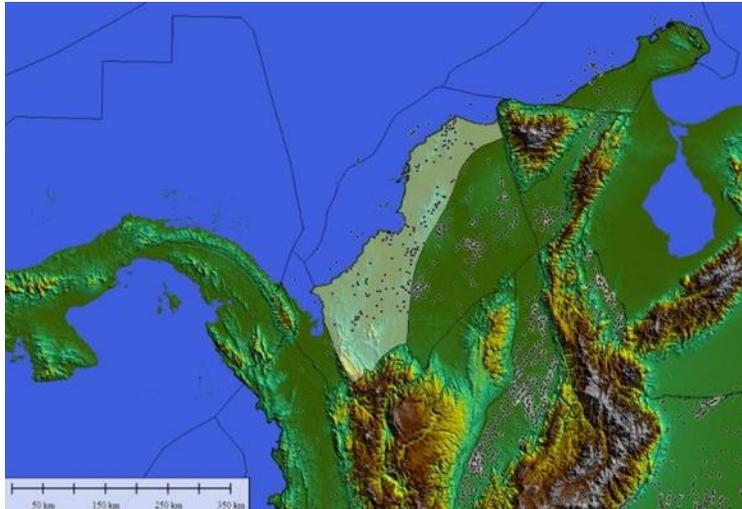


Figura 1. Parte norte de Colombia en donde, de color blanquecino se aprecia la Cuenca San Jacinto - Sinú, en donde los puntos negros corresponden a los 240 pozos perforados hasta el 2017, según datos de la ANH.

Beneficios del proyecto:

- Se aclara el por qué, aunque existen 516 rezumaderos de hidrocarburos en la zona de estudio, no se ha encontrado ningún campo económicamente explotable.
- Se proponen las posibles trampas de hidrocarburos con mayor posibilidad de ser encontrados en el CPSSJ
- Se elaboró un aporte técnico, novedoso y coherente para tectónica del SW del Caribe colombiano.

Productos entregables:

- Modelo y evolución del diapirismo de lodo en San Jacinto & Sinú.
- Bioestratigrafía de las rocas cretácicas y paleógenas de San Jacinto & Sinú.
- Caracterización de las unidades litoestratigráficas de San Jacinto & Sinú.
- Mapa geológico detallado de las zonas piloto, en donde se efectuaron labores de campo
- Modelos estructurales en cada región visitada (Mapas de Lorica, Cerro Cansona, Sector Puerto Escondido, Varsovia, Zapata-Gigantón).

Informe 2018

Luego de haber efectuado una visita de campo (4 geólogos durante 22 días de campo c/u), al área de estudio y efectuar los levantamientos detallados de superficie (cartografía y columnas estratigráficas), se procedió a efectuar el análisis de la información colectada en campo, así como la integración de la misma mediante la elaboración de informes, figuras y mapas. Integración que no solamente fue basada en las observaciones y en el análisis de la información existente, si no, también con el soporte de los datos que proveen los ensayos de laboratorio como es el caso de la geoquímica, la bioestratigrafía y la petrografía.

La información de superficie fue cotejada con los datos de diversas publicaciones, generando una base documental de 6125 documentos con temas relacionados tanto a la zona de trabajo, como a los múltiples estudios relacionados a ambientes tectónicos o sedimentarios relativos a un margen continental como el que hemos tenido desde hace unos 80 millones de años.

Fueron interpretadas cerca de 35 líneas sísmicas, en las que diversas posibilidades fueron plasmadas, pero se escogió un modelo de interpretación más relacionado a deformación dúctil que debido a fallas, ya que éste refleja una mejor aproximación a la realidad de una región en donde el diapirismo de lodo, manifestado en superficie muchas veces mediante volcanismo de lodo, se impone sobre cualquier otro tipo jerárquico de deformación.

En conclusión en buena parte del estudio, que, cuando los fondos de acumulación se van aproximando a la zona trófica, las rocas carbonatadas empiezan a suceder. Esta elevación de los fondos de acumulación, sucedida en diversos intervalos de tiempo, tiene su mayor expresión hace 40 millones de años, cuando altas tasas de sedimentación se producían, debido a la convergencia de las placas de Nazca y Suramérica, promoviendo la generación de cordilleras y per sé, sedimentación hacia los límites de los continentes.

En el mes de noviembre de 2018, durante la Primera Cumbre de petróleo y Gas, celebrada en Bogotá, se presentaron a la comunidad científica y a la industria petrolera tres

ponencias relacionadas a la calidad de uno de los principales reservorios de hidrocarburos y otros dos con la generación de estructuras almacenadoras y su deformación.

Durante la ejecución del proyecto, entre otros, se elaboraron productos no oficializables como:

Mapa de rasgos estructurales regionales de superficie, provincias tectono-sedimentarias y diapiros de lodo (00).

Mapa a ser entregado a escala 1:400000, el cual está en proceso de estandarización. En él se precisan las más importantes estructuras dómicas de la región, muchas de las cuales tienen volcán de lodo asociado y en la mayoría de las ocasiones no tienen relación con fallas

Los pliegues y las fallas se capturan, se compilan de mapas previos y se simplifican con la ayuda la correlación con la información sísmica proveniente del Banco de Información petrolera.

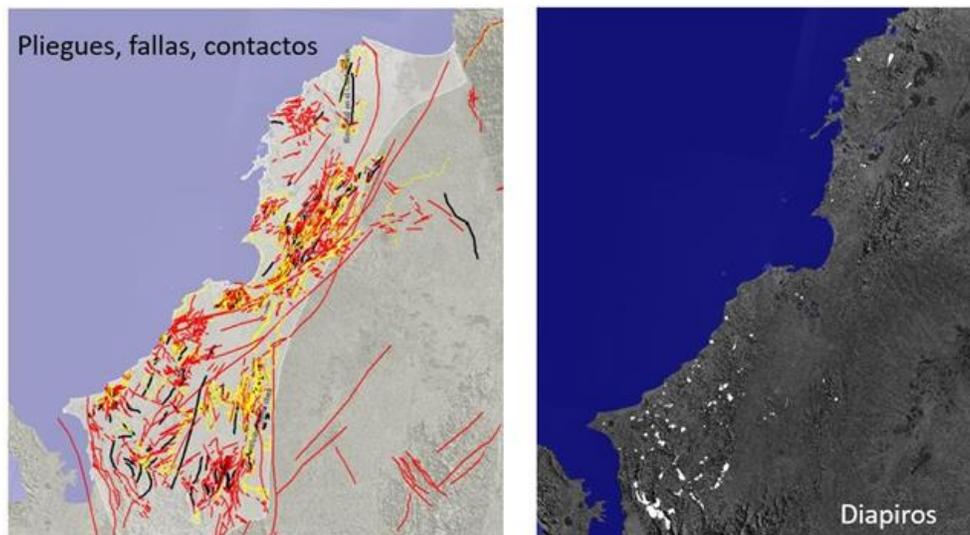


Figura 2. Aspectos sobresalientes en cuanto a geología estructural de la cuenca San Jacinto – Sinú. Si se correlacionan los dos mapas, es notorio como en las zonas más fracturadas (líneas rojas en la parte izquierda) es hacia donde menos diapirismo reciente hay en la región zonas blancas en la imagen de la derecha.

Modelo de evolución del diapirismo.

Se elabora un modelo de evolución de un diapiro de lodo, el cual relaciona múltiples variables, que deben confluir, como lo son: Alta tasa de sedimentación sobre superficies deformadas que daban cabida a lodos hemipelágicos. Interposiciones de lodos hemipelágicos y pelágicos en los depocentros estructurales, unos cargados de materia orgánica continental y otros como arcillas y material biogénico producido en medios marinos (depósitos pelágicos). Gran carga litostática que sobre presiona las sucesiones sobresaturadas (shale hemipelágico). Generación de grandes cantidades gas biogénico y migración de fluidos. Presión de poro y generación de agua al transformarse los minerales arcillosos. Desestabilización de las subcuencas mediante sismos o eventos distensivos que permitan la fluidización capa a capa (00).

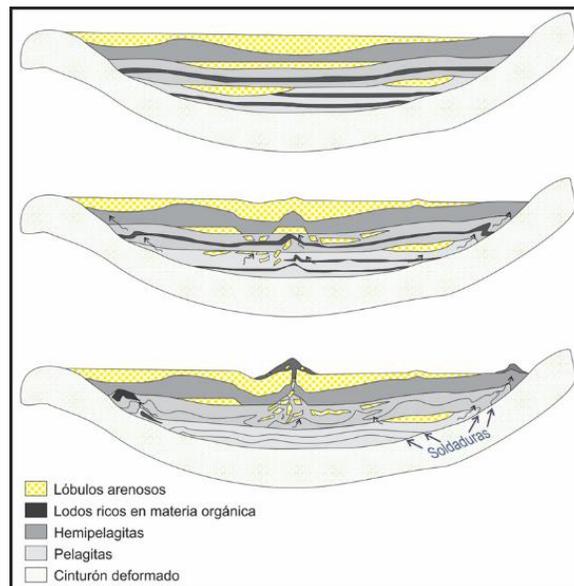


Figura 3. Generación de diapirismo en una cuenca confinada

Bioestratigrafía de las rocas cretácicas y paleógenas.

Al igual que en las demás actividades del proyecto, la bioestratigrafía conllevó una fuerte compilación bibliográfica y una reevaluación de datos que han sido cambiantes

a través del tiempo y se sintetizaron en tablas de distribución crono-estratigráfica de géneros y especies de foraminíferos. Estos datos aportan valiosa información acerca de ámbitos de acumulación y la temporalidad en la que las rocas fueron sedimentadas. De varias muestras se efectuaron análisis bioestratigráficos de los cuales se obtuvieron aportes relevantes, los cuales están en productos oficializables (00).

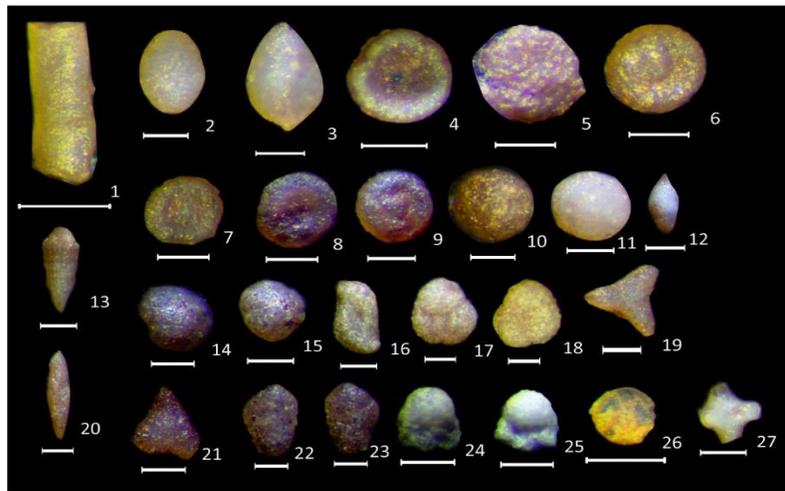


Figura 4 Ejemplo de los microfósiles estudiados en la Formación San Cayetano

- ✓ Mapas geológicos detallados de las zonas piloto.

Se presentan los mapas, listos para oficializar, de los Sectores de Lorica (00), Cerro Canzona (00), Varsovia (00), etc., con sus respectivos mapas de muestras y perfiles estructurales.

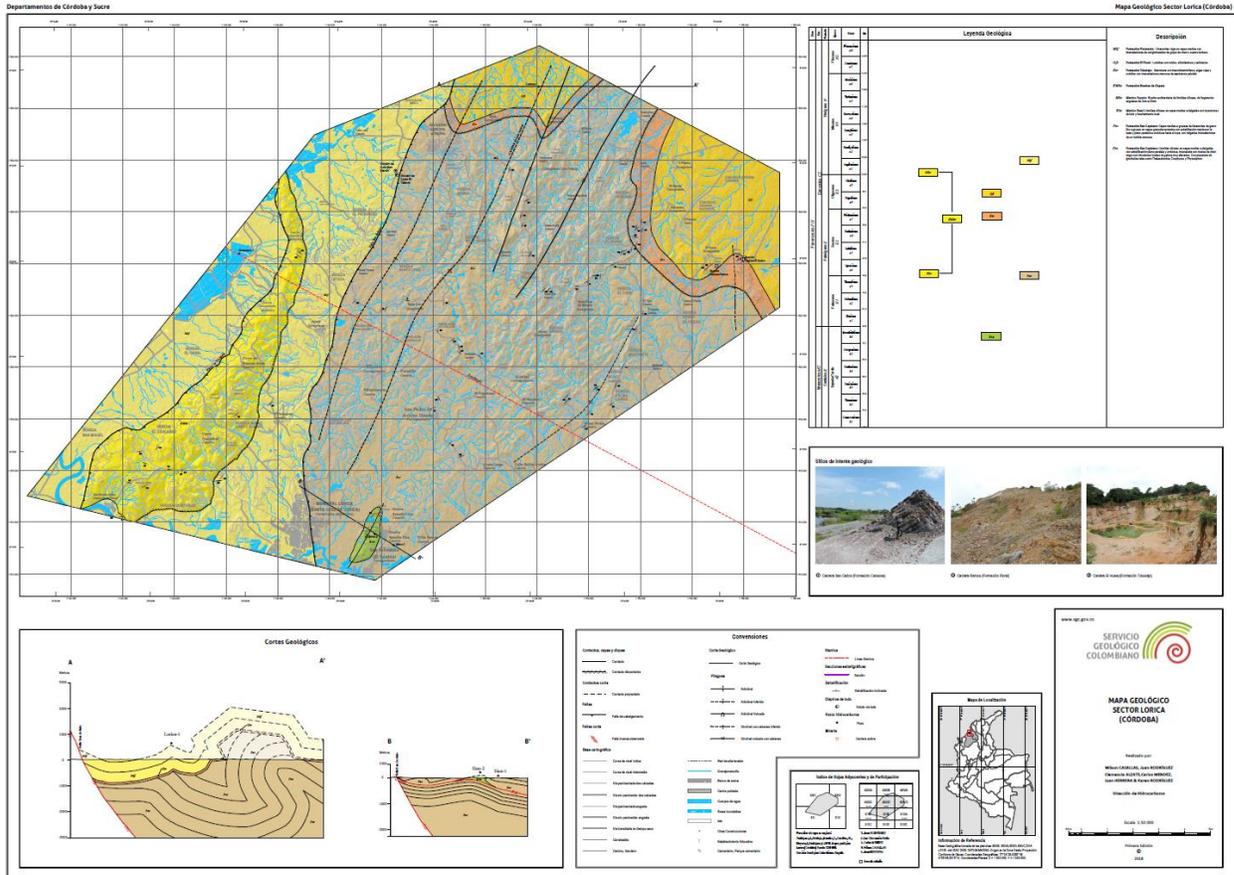


Figura 5 Mapa geológico del sector de Lorica

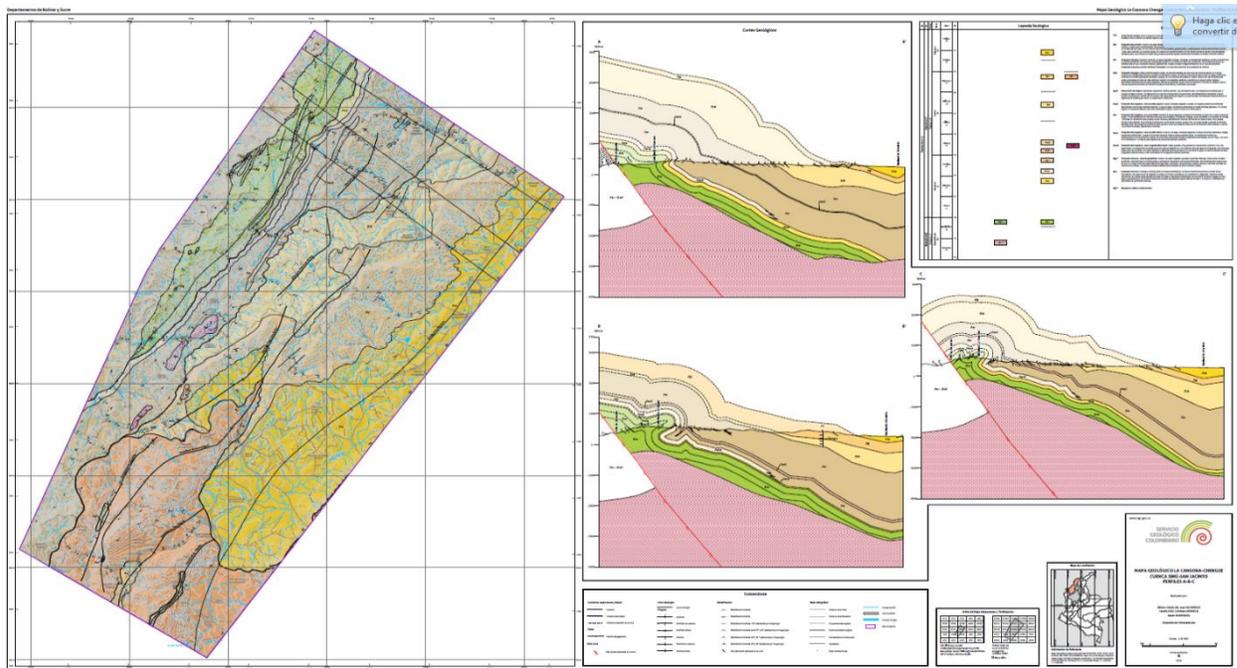


Figura 6 Mapa geológico del sector de Cansona

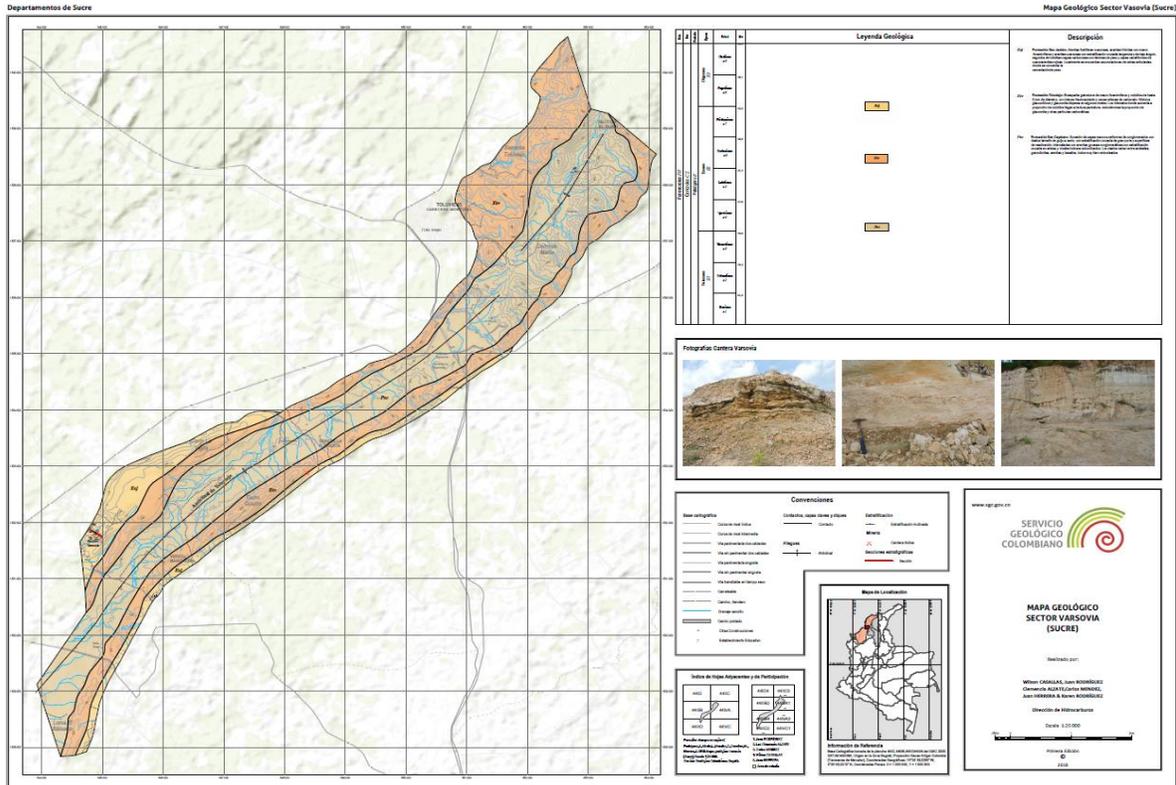


Figura 7 Mapa geológico del Sector de Varsovia

✓ Modelos estructurales.

Se modelaron varios escenarios, con apoyo en la interpretación sísmica y amarre de la cartografía, y con ellos se puede estimar la profundidad de diversos horizontes (00)

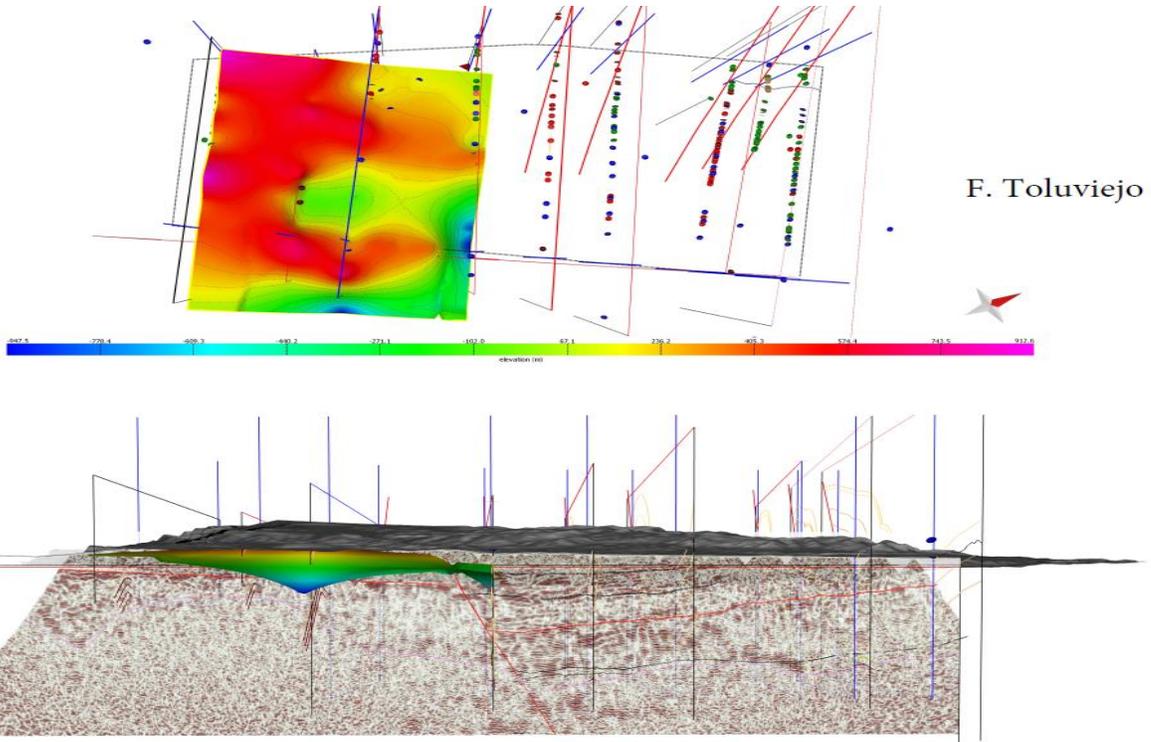


Figura 8 Modelado del tope de la Formación Toluvejo en el área del Cerro Cansona

Y se efectuaron los análisis estereográficos de las secciones estructurales (00)

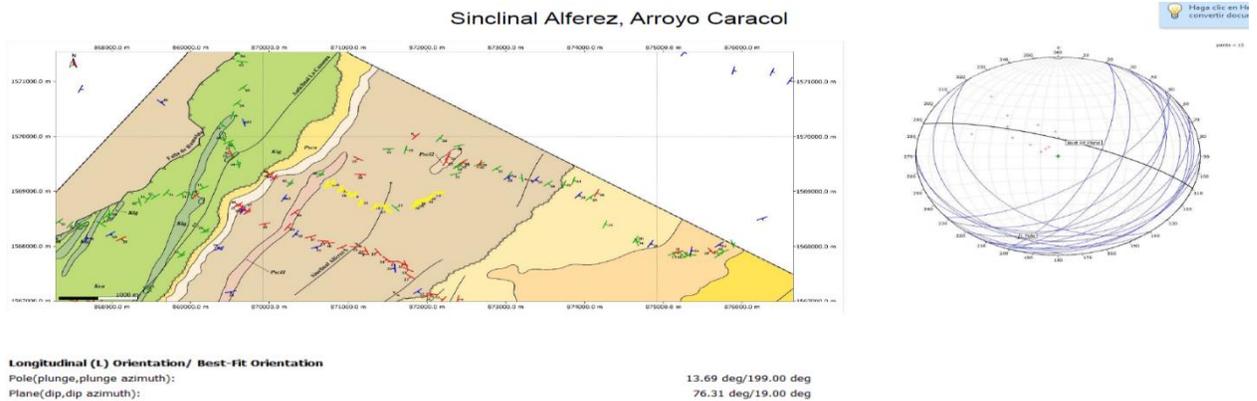


Figura 9 Modelamiento para la Formación Toluvejo en el área de Cansona

Diapirismo

Hoy, como una de las relevantes conclusiones de los estudios de geología de superficie y de su relación con el subsuelo, es que los volcanes de lodo/diapiros de lodo, tienen una extensión mucho más grande que lo cartografiado por el SGC, ejemplo de ello es el volcán de lodo de Pontezuela, el cual tiene una distribución espacial cercana a 18 Km², en cuyo extremo oriental emana la mayor cantidad de lodo-agua, mientras que hacia la costa sus grifos (oídos como se le conocen en la región), emanan grandes cantidades de hidrocarburos. Otro caso es el volcán de Lodo de Cañaveral, que, aunque su cráter aparece a 1.3 Km al NW de la cabecera municipal, la estructura dómica alcanza hasta el casco urbano (00), extendiéndose por cerca de 1.5 Km², y presentando temporales grifos hacia sus periferias.

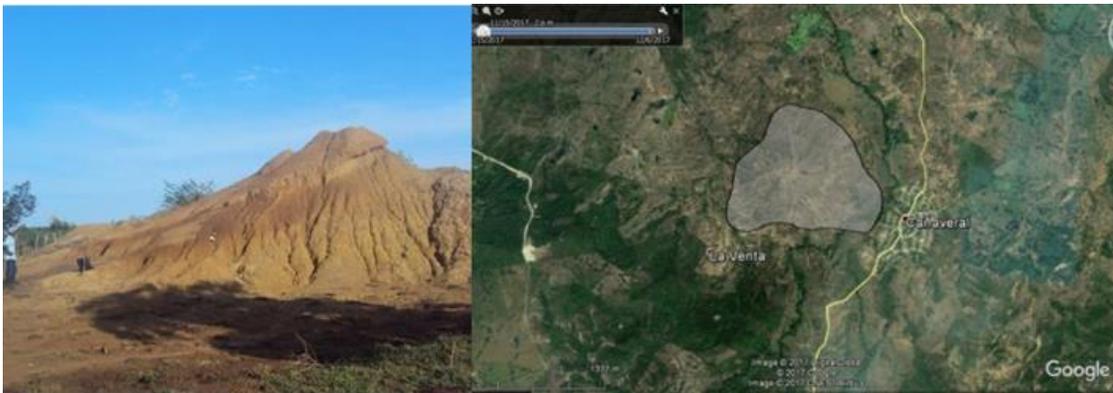


Figura 10 Volcán de Lodo de Cañaveral y su proximidad con el casco urbano.

Basados en las observaciones de campo, se reinterpretaron algunas líneas sísmicas, en donde es claro ejemplo el desacierto exploratorio basado en la perforación de estructuras anticlinales, las cuales más bien, pueden ser interpretadas como diapiros de lodo (00).

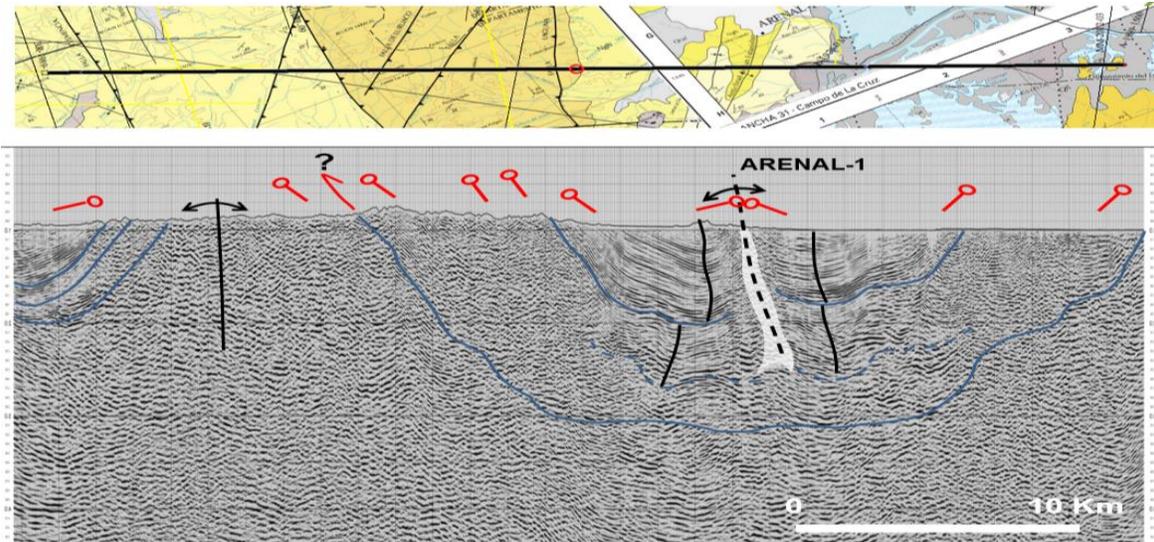


Figura 11 Interpretación de una línea sísmica, que sirve como ejemplo de una mala interpretación de una estructura anticlinal en donde se perforó el Pozo arenal – 1, la cual se relaciona más bien a una estructura diapírica

Deformación

Varias de las localidades visitadas por la Dirección de Hidrocarburos, buscaron establecer la relación entre rocas caja y lodolitas genéticamente relacionadas por paleo diapirismo de lodo; Así se llegó a las Canteras Aguas Vivas, San Nicolás de Barí, El Botadero, San Sebastián, El Esfuerzo y tal vez hasta las relacionadas a la Formación Canzona como lo son las Canteras de San Carlos y El Carmen. Sitios en los que se colectaron muestras con fines geocronológicos y termocronológicos; de gran parte de estas localidades se tomaron muestras para DRX con el objeto de caracterizar las arcillolitas y definir si obedecen a depósitos sedimentarios o a inyecciones de lodo.

Cantera Aguas Vivas

Algunas de las secciones visitadas se escogieron por dos razones fundamentales, en superficie presentan estructura dómica y en el subsuelo carecen de horizontes conspicuos para su interpretación como estructuras de deformación tipo pliegue anticlinal. Un claro ejemplo de éstas localidades visitadas fue la Cantera Aguas Vivas, localizada en la parte centro-oriental de la Plancha 60-Canalete, la que, en apariencia, está relacionada con un paleo diapiro, que envolvió rocas de la Formación Floresanto hasta llevarlas a superficie (00).



Figura 12 Cantera Aguas Vivas, localizada al W de Montería, en donde limolitas silíceas (Li) de la Formación Floresanto, replegadas, con pliegues inyecciones de lodo (Lo) forman una estructura dómica de grandes dimensiones.

Cantera El Carmen

En el Cerro Loma Grande, localizado 6 Km al SE de Montería, se encuentran varias canteras, una de ellas, El Carmen, en la que afloran diversas litologías, dentro de las que sobresalen litoarenitas y cherts.

Llevando a cabo la interpretación de una línea sísmica que intercepta el Cerro Loma Grande, se puede apreciar que para llevar a superficie rocas de la Formación Canzona es necesario un ascenso, a través de un conducto vertical (00), aspecto que es más lógico de explicar mediante diapirismo, fenómeno al que se le puede también atribuir al daño en la roca (intensa deformación, discontinuidad de los estratos y fracturamiento) de la roca que al final deja gran incertidumbre exploratoria en grandes tramos como el que se interpreta en la parte central de la línea sísmica CSJ-1990-1200 (00).

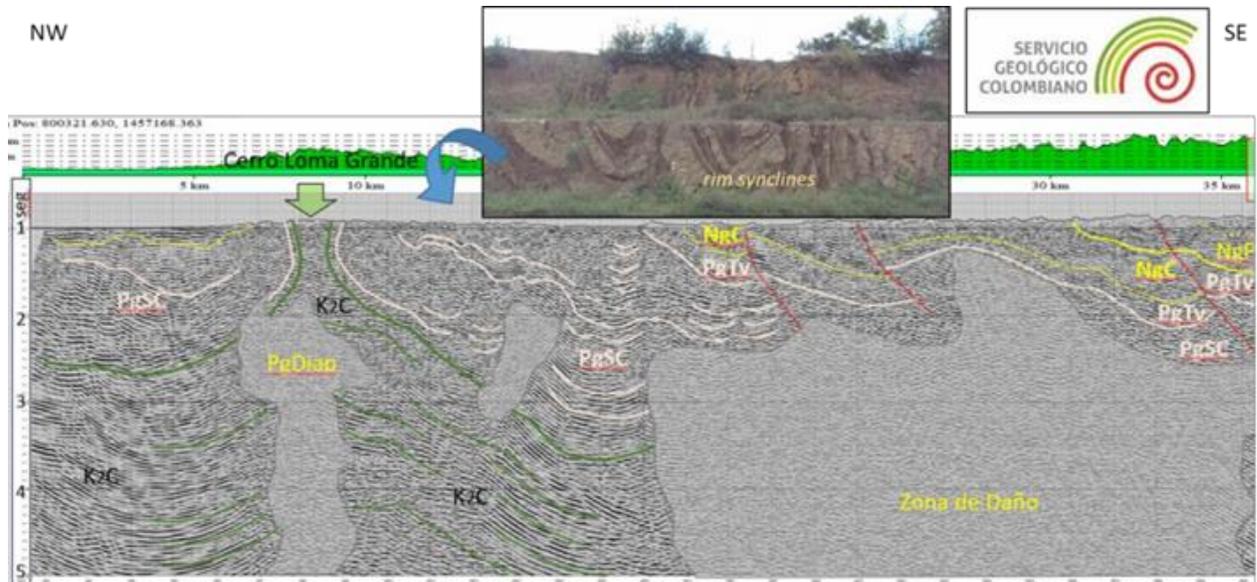


Figura 13 Interpretación de la línea sísmica CSJ-1990-1200. A) con amarre a la geología de superficie, y los afloramientos de la Cantera El Carmen, localizada en el Cerro Loma Grande, aquí se interpreta gracias al efecto de diapiro, al cual se asocian sinclinales en anillo (rim synclines). Buena parte del subsuelo está sin información debido a daño en la continuidad de la roca por diapirismo Paleógeno (PgDiap), el que, a su vez, pudo haber sido el responsable del ascenso de bloques de rocas del Cretáceo a superficie (K2C); PgSC: Fm. San Cayetano; PgTv: Fm. Toluviejo, NgC: Fm. El Carmen, NgP: Fm. Porquero. B) Interpretación efectuada para la ANH.

Cantera El Hueso

Uno de los objetivos en la prospección de hidrocarburos es caracterizar un potencial reservorio en las rocas carbonatadas del Eoceno tardío, las que cuentan con una buena continuidad lateral por gran parte del CPSSJ; para ello, 1 km al oriente de El Hueso, Córdoba, se tiene una excelente exposición de 150 metros de calizas, en capas medias, ricas en macro foraminíferos (00).

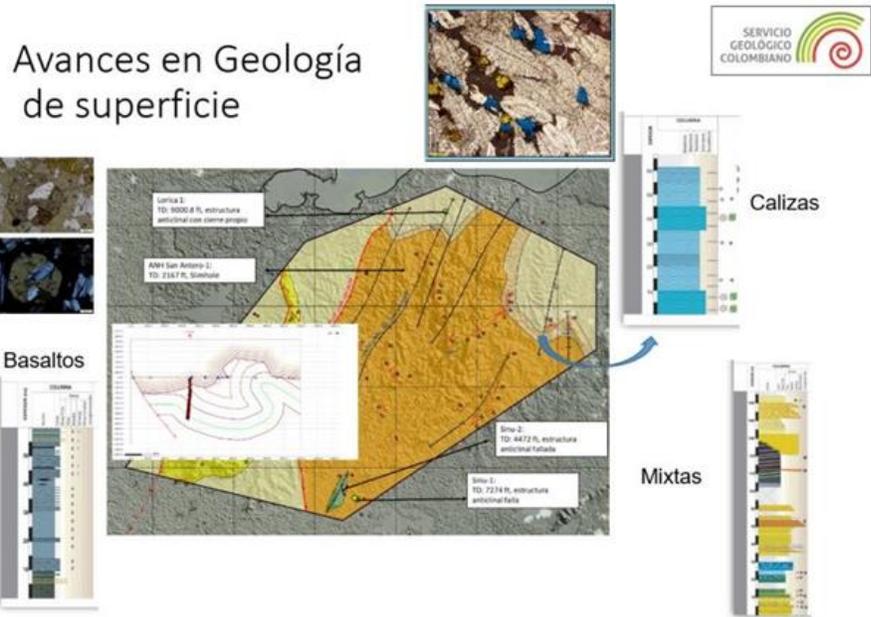


Figura 14 Varios de los productos a ser entregadas a escala detallada en las áreas muestra, consistentes en columnas estratigráficas, mapas geológicos y cortes estructurales.

Vulcanismo

Otro de los factores relevantes a la hora de considerar un reservorio, o de como una roca generadora se ve afectada por agentes endógenos es la actividad volcánica. En al menos tres localidades visitadas en el 2017 se verificaron importantes sucesiones volcanosedimentarias de las que es muy conveniente hacer estudios detallados de cartografía de superficie y de su prolongación hacia el subsuelo. Un ejemplo de las visitas a campo, en donde se evidencia este fenómeno es la Cantera Gigantón (00).

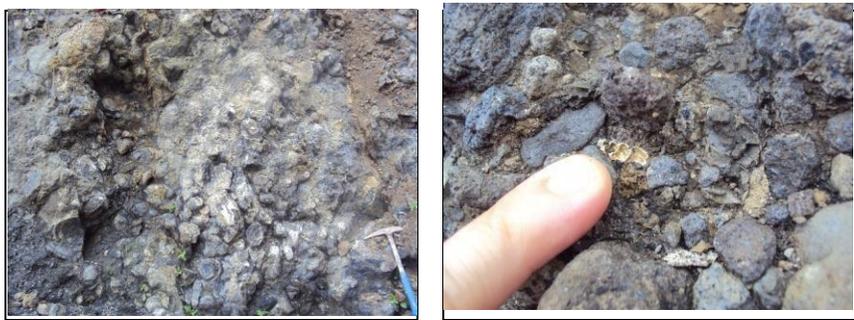


Figura 15 Algunos de talles de los afloramientos de la Cantera Gigantón. Izquierda, lavas almohadilladas; a la derecha, clastos de basaltos con moldes de gasterópodos en matriz de arena lodosa.

Trampas potenciales de Hidrocarburos (LEADS) Trampas estructurales

Debido a la alta complejidad estructural, en el Cinturón San Jacinto es posible tener cualquier tipo de entrapamiento de hidrocarburos asociado a fallas y pliegues; las rocas contenidas en buena parte del Cinturón San Jacinto son predominantemente marinas profundas, tienen gran continuidad lateral (00). De las observaciones de campo es posible apreciar que, hacia el sur del Cinturón San Jacinto, las areniscas presentan mejor porosidad y mayor madurez textural y composicional, por ejemplo, al sur de Tierralta, en el flanco occidental del Sinclinal de Palmira, la sucesión perteneciente a la Formación San Cayetano consta de conglomerados cuarzosos y areniscas friables.

En algunos sectores es frecuente encontrar lomos de presión que pueden alcanzar decenas de kilómetros cuadrados de distribución areal, los que, relacionados a rocas carbonatadas, mixtas o a las areniscas del Eoceno tardío y/o a las del Oligoceno temprano se constituyen como interesantes plays de hidrocarburos.



Figura 16 Capas tabulares, medias a gruesas, de litoareniscas de la Formación San Cayetano, en cercanías a Montería.

Trampas estratigráficas

Un buen ejemplo de este tipo de trampas se tiene en las rocas del Eoceno tardío, las cuales fueron acumuladas en ámbitos someros. En sectores como en el borde oriental de la Serranía Cansona, las rocas de este tiempo pasan de modo gradual, de ser una secuencia carbonatada con pobres características petrofísicas a una sucesión de areniscas y conglomerados cuarzosos con excelentes condiciones para el almacenamiento de hidrocarburos.

Trampas mixtas

En las zonas en donde el diapirismo de lodo ha actuado, es frecuente que se tengan estratos de crecimiento asociados; de la interpretación estratigráfica y estructural en las secciones sísmicas se aprecia como el diapirismo de lodo ha actuado desde el Paleógeno, afectando a sucesiones como la Formación San Cayetano. Es frecuente que los rezumaderos de hidrocarburos estén asociados al afloramiento de los diapiros (00).

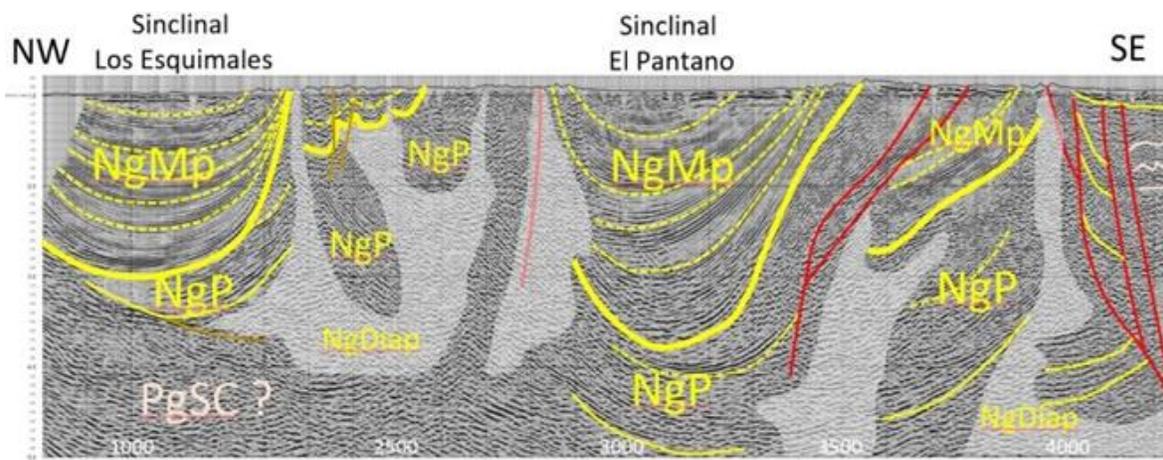


Figura 17 Ejemplo de estratos de crecimientos asociados a unidades del Neógeno Paujil (NgP) y Morrocoy – El Pantano (NgMp). En éste sector, el diapirismo (NgDiap) es disparado en rocas de la Formación San Cayetano (PgSC).

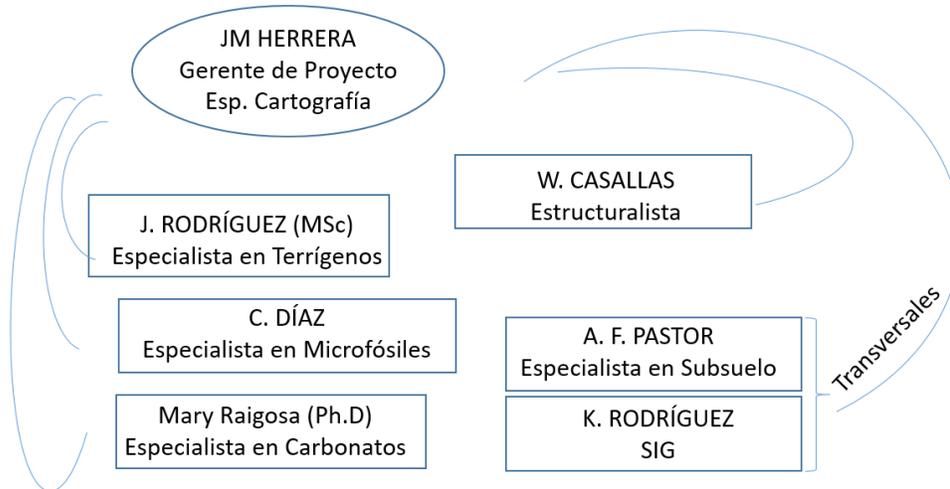
Estado de avance del proyecto 95%

El proyecto cuenta con la participación de 6 contratistas y un Gerente de Proyecto, y su duración es de 18 meses

Equipo de Trabajo



INICIO DE PROYECTO: 01/06/2017



FIN DE PROYECTO: 31/12/2018

Compilación regional y análisis de sensores remotos: Se elaboró un montaje de diferentes productos de sensores remotos y de cartografías varias para lograr una aproximación a la distribución de los cuerpos rocosos y su relación con el diapirismo y vulcanismo de lodo, así como de las estructuras de deformación como pliegues y fallas.

Superficie: Se encuentran en proceso de edición y estandarización los mapas geológicos de las áreas muestra, así como de las columnas estratigráficas de algunos de los intervalos con gran potencial almacenador de hidrocarburos.

Se efectuaron petrografías para la caracterización microscópica de los cuerpos rocosos

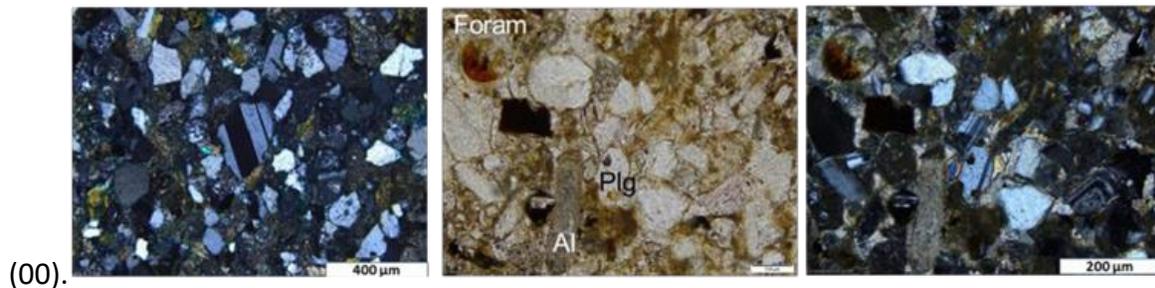


Figura 18 Detalle de algunas de las muestras analizadas como reservorios en la zona de estudio

Subsuelo: se interpretaron 7 transectas regionales usando información del BIP (sísmica y pozos, 00).

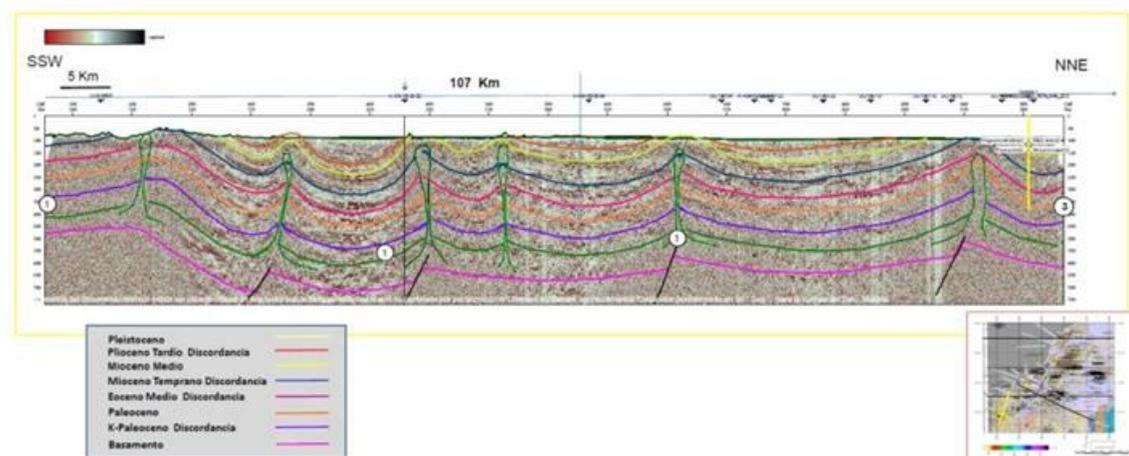


Figura 19 Interpretación de la línea sísmica ANH SS 2008-01 y su relación con los diapiros de lodo

Se efectuaron múltiples interpretaciones de líneas sísmicas para establecer la relación entre pliegues, fallas, diapiros y volcanes de lodo (00).

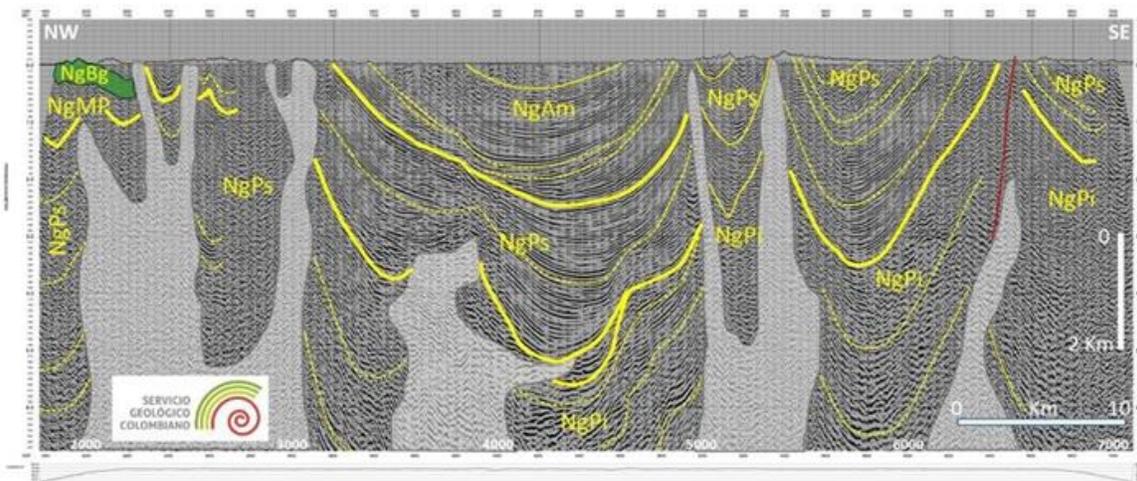


Figura 20 Interpretación de la Línea: ANH-SS-2008-06 en la que se detalla el diapirismo de lodo (sombras blancas) con las sucesiones de rocas del Neógeno

Informe: Se consigna en informes la descripción y análisis de los mapas y modelos evolutivos (00).

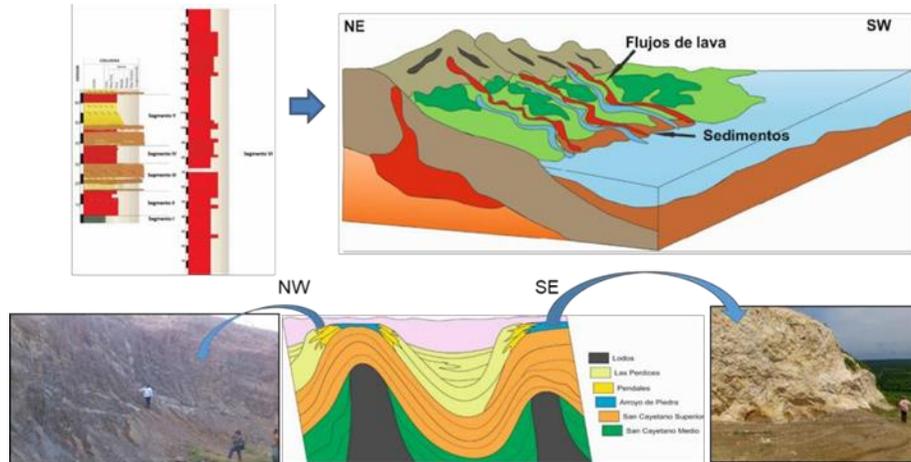


Figura 21 Ejemplo de los modelos propuestos para: arriba, deposición de las rocas volcánicas estudiadas en el NW colombiano, dentro de la zona de estudio; abajo, modelo de ámbito de acumulación de rocas carbonatadas en una estructura dómica.

Estado Actual:

El proyecto se encuentra en una fase final, faltando el 5 %, correspondiente la oficialización para lo cual se requiere de personal experto en SIG, donde se adelantan procedimientos para la edición y estandarización de informes, mapas y esquemas (00). Se han subido en Planview la totalidad de productos (entregables), algunos mapas como borradores.

Están en laboratorio de geocronología 4 muestras para análisis de circones y apatitos, de los cuales, se esperan resultados para finales de febrero y sean integrados al informe final de evolución de las rocas cristalinas del Cerro Cansona.



Figura 22 Ejemplo de las portadas de los informes subidos a la plataforma institucional

Gastos a 31 de diciembre de 2018: \$924.677.187= (00)

Suma de Apropiación Vigente								
Etiquetas de fila	COMPRA DE EQUIPO	Honorarios	Jornales	MANTENIMIENTO DE SOFTWARE	MATERIALES Y SUMINISTROS	Otros Servicios Personales Indirectos	VIÁTICOS Y GASTOS DE VIAJE	Total general
HIDROCARBUROS	\$ 829.192.782	\$ 1.282.961.403	\$ 52.690.000	\$ 102.485.804	\$ 54.030.000	\$ 579.565.902	\$ 292.181.734	\$ 3.193.107.625
1000239 TRAMPAS DE HIDROCARBUROS ASOCIADAS A LOS DIAPIROS	\$ 86.612.782	\$ 379.670.425	\$ 16.010.000		\$ 41.500.000	\$ 297.702.246	\$ 103.181.734	\$ 924.677.187
1000720 AUMENTO EN EL CONOCIMIENTO EN HIDROCARBUROS VMM	\$ 18.000.000	\$ 588.356.783	\$ 22.680.000	\$ 102.485.804	\$ 2.530.000	\$ 281.863.656	\$ 69.000.000	\$ 1.084.916.243
1001102 INTERPRETACIÓN DEL SUBSUELO PARA HIDROCARBUROS	\$ 724.580.000	\$ 212.897.000	\$ 7.000.000		\$ 5.000.000		\$ 60.000.000	\$ 1.009.477.000
1001104 Modelo de Subsuelo Hidrogeología								
1001105 Modelo del Subsuelo Plancha 60 Canales								
1001106 Evaluación de cuencas gondwanicas Uanos-Putumayo		\$ 102.037.196	\$ 7.000.000		\$ 5.000.000		\$ 60.000.000	\$ 174.037.196

Figura 23 Gastos a 31 diciembre 2018

1.1.2 Proyecto de Gestión ID 1000720: Aumento en el conocimiento en yacimientos no convencionales en la parte norte de la cuenca del Valle Medio del Magdalena.

Gerente del Proyecto: Oscar Romero Ballén

Objetivo General:

Aumentar el conocimiento de los sistemas petrolíferos no convencionales en la parte norte de la cuenca del Valle Medio del Magdalena a través del análisis de información de subsuelo y superficie.

Justificación del Proyecto:

Los no convencionales son muy importantes en la industria de los hidrocarburos. Cambiaron el mapa geopolítico y las economías de muchos países, modificando la balanza energética mundial y el precio de los hidrocarburos. Este tipo de yacimientos tiene mucho potencial en Colombia; específicamente, la ANH -en el Valle Medio del Magdalena- ha estimado 500 millones de barriles equivalentes en recursos no convencionales. De estos los más prospectivos son los yacimientos en roca generadora por la espesa sucesión de rocas depositadas durante el cretácico con comprobado potencial generador.

Es perentorio que el estado tenga más conocimiento de los factores geológicos que determinan la prospectividad de dichos recursos en las diferentes áreas, tanto para conocer mejor su potencial, como para aumentar el conocimiento disminuyendo el riesgo de compañías que potencialmente estén interesadas en invertir bloques exploratorios. Este proyecto pretende aumentar el conocimiento de los factores geológicos relevantes en la prospección de los no convencionales en roca generadora. Los factores geológicos que se investigaran en este proyecto son: 1) la geometría y continuidad de los yacimientos; 2) La cantidad y la calidad de la materia orgánica y su ubicación en el registro estratigráfico; 3) La fracturabilidad de los intervalos estratigráficos.

Para atacar esos factores se utilizan varias herramientas y se realizarán varios análisis de laboratorio. Para conocer la geometría y continuidad lateral se realizará interpretación de datos geofísicos del subsuelo que se analizarán en el contexto estratigráfico regional junto con el estudio de la procedencia de intervalos areníticos que ayudará a mejorar el entendimiento de la distribución de los sedimentos durante el Cretácico. Para saber la cantidad y calidad de la materia orgánica se realizarán análisis de TOC y pirólisis en muestras levantadas en secciones levantadas con amarre bioestratigráfico. Para estimar la fracturabilidad de los intervalos se harán estudios de estratigrafía de fracturas que junto con los análisis composicionales mineralógicos nos darán luz acerca de cuáles son los intervalos con condiciones fracturables y a que espesores corresponden. Para la madurez termal se realizarán mapas

de reflectancia de la vitrinita (R_o) con datos compilados del Banco de información petrolera (BIP), además se tomarán nuevos datos de R_o .

Beneficios del proyecto:

- Calienta áreas con la visión de interesar a terceros en la petición de bloques para la exploración de hidrocarburos.
- Aumento del conocimiento de la geología de los hidrocarburos es en general estratégico para la seguridad de suficiencia energética del país.

Productos entregables:

- Columna estratigráfica 1:200 de la Formación Rosablanca al noroeste de morales (sur de Bolívar).
- Columna estratigráfica 1:200 de la Formación La Luna al SE de Aguachica, con datos de TOC, DRX y pirolisis.
- Columna estratigráfica 1:200 de la Formación La Luna en el área de Hidrosogamoso con datos de TOC, DRX y pirolisis (a excepción de la base de la Formación Galembó).
- Columna estratigráfica de la Formación Simití 1:200 en el área de Hidrosogamoso.
- Columna estratigráfica compuesta de la Formación Tablazo en el área de Hidrosogamoso con datos de TOC, DRX y pirolisis.
- Dos (2) columnas estratigráficas con estratigrafía de fracturas de las formaciones Tablazo y La Luna respectivamente.
- Mapas isópacos de los miembros de la Formación La Luna, mapas estructurales al tope de las formaciones: La Luna, Tablazo y base secuencia cretácica.
- Informe final con:
 - Capítulo de Geología regional y marco estratigráfico.
 - Capítulo de interpretación de información del subsuelo, sísmica y registros de pozo.
 - Capítulo de información geoquímica y mapas de T_{max} , R_o , TOC. Geología de los hidrocarburos no convencionales en roca generadora.
 - Capítulo de análisis de estratigrafía de fracturas y fracturabilidad de las formaciones Tablazo y La Luna.
 - Capítulo de estratigrafía con análisis por unidad con énfasis en las formaciones La Luna y Tablazo; integración de análisis de datos de petrografía, geoquímica y procedencia de circones detríticos.
 - Capítulo de integración final y conclusiones.

Desarrollo de Actividades

Se realizó un cambio en la fecha de cierre del proyecto, este cambio se debe a la demora en la entrega de análisis que hizo imposible cumplir los tiempos previstos en los cronogramas realizados en 2017. Este cambio fue realizado también en la herramienta planview y tiene las debidas justificaciones documentadas en un “control de cambios”. Se aumentó el tiempo de entrega de productos que estaban ligados a datos que dependían de un convenio con la Universidad Industrial de Santander que se vio afectado en su ejecución por razones asociadas al paro estudiantil. Esta demora en las entregas de análisis de laboratorio como pruebas de difracción de rayos X y de geoquímica del petróleo (TOC, Pirólisis y Reflectancia de la Vitrinita) hizo que las interpretaciones se demoraran y se precisará de un tiempo mayor para integrar todos los datos y realizar un informe final de calidad que aporte al conocimiento hidrocarburífero de los no convencionales en roca generadora.

Desarrollo de las actividades

Tabla 1. Cronograma de actividades del Proyecto 1000720- Aumento del conocimiento en yacimientos no convencionales en la parte norte del Valle Medio del Magdalena.

ACTIVIDAD	1 semestre 2017				2do Semestre 2017				1er Semestre 2018				2do Semestre 2018				1er Semestres 2019			
Estado del arte	[Yellow bar]																			
Pre campo (fotogeología - materiales)	[Grey bar]																			
Campo 1 cartografía transversas	[Orange bar]																			
Oficina campo 1, definición de secciones a levantar	[Grey bar]																			
Campo 2 Levantamiento estratigráfico Cretácico	[Orange bar]																			
Preparación de muestras de Laboratorio	[Green bar]																			
Campo 3 levantamiento Estratigráfico	[Orange bar]																			
Petrografía	[Red bar]																			
Análisis de facies	[Pink bar]																			
Trabajo laboratorio geocronología U-Pb	[Green bar]																			
Análisis DRX	[Light Blue bar]																			
Análisis Geoquímica orgánica	[Grey bar]																			
interpretación lito de registros electricos	[Orange bar]																			
Patrones ambientes registros	[Blue bar]																			
interpretación sísmica	[Grey bar]																			
Mapas subsuelo	[Light Green bar]																			
Correlaciones regionales pozos	[Yellow bar]																			
Integración y analisis de datos	[Red bar]																			
Mapas, Cortes, Columnas	[Blue bar]																			
Redacción informes y articulos	[Yellow bar]																			
Apropiacion social del conocimiento	[Pink bar]																			

Fecha de inicio real: 02/01/2017

Fecha finalización planificada: 31/06/2019

Avances del 2018

El estado de avance del proyecto durante el 2018 será expuesto a continuación por áreas temáticas dentro del proyecto general. Estas áreas tienen en cuenta el área del conocimiento y las herramientas usadas para cada uno de las actividades del proyecto. Las áreas que dividimos este informe son: Estratigrafía, Interpretación del Subsuelo; y Geoquímica del petróleo y datos de laboratorio.

Estratigrafía

A partir de levantamientos realizados durante el 2017 se estudiaron las facies sedimentarias con análisis sedimentológicos, icnológicos, tafonómicos se realizaron tablas de facies y columnas con identificación de superficies estratigráficas (00¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). Se culminó con los conteos y análisis petrográficos de las secciones delgadas del proyecto, tanto de muestras de estaciones como de los muestreos sistemáticos tomados en las columnas estratigráficas levantadas. A partir de los conteos petrográficos y de las descripciones de campo se realizó un análisis de facies y microfacies carbonáticas. Estos análisis tienen reportes de petrografía por cada muestra realizada con el conteo respectivo, microfotografías iluminadas y todas las especificaciones técnicas del SGC. Además, se compilan y analizan los resultados en un informe de petrografía y microfacies (0¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). Con la ayuda de estas informaciones y la información levantada durante las salidas de campo se realizaron tablas de facies, con discriminación de los procesos sedimentarios y biogénicos y una interpretación de ambientes de depósito a partir de asociaciones de facies. Este trabajo está integrado en un informe de análisis de facies y se realizaron tablas de facies para cada formación y en el caso de la Formación La Luna para cada Miembro. También se realizó una oportuna salida de campo con el grupo de Estratigrafía del SGC. En esta salida de campo se integraron y discutieron aspectos de límites litoestratigráficos para que los datos estén en concordancia con las observaciones bioestratigráficas realizadas por el Doctor Fernando Etayo dentro del proyecto de estratigrafía de Hidrosogamoso con quien se realizaron provechosas discusiones sobre los procesos sedimentarios y estratigrafía regional. Esta salida asegura el rigor técnico de la correspondencia de los deferentes intervalos estratigráficos con mediciones de parámetros relevantes a la RQ o Calidad del Reservorio como yacimiento no convencional en roca generadora de los intervalos estudiados. A partir de los registros eléctricos y buscando integrar la información de los pozos con la información obtenida durante los levantamientos de campo, se integra la información en correlaciones estratigráficas usando información de núcleos, reportes bioestratigráficos y los análisis de facies eléctricas. Se organizó la entrega de las muestras las cuales se les asignó el IGM y se prepararon las muestras para envió en convenios de estudios bioestratigráficos (IES), composicionales y de geoquímica del petróleo (UIS).

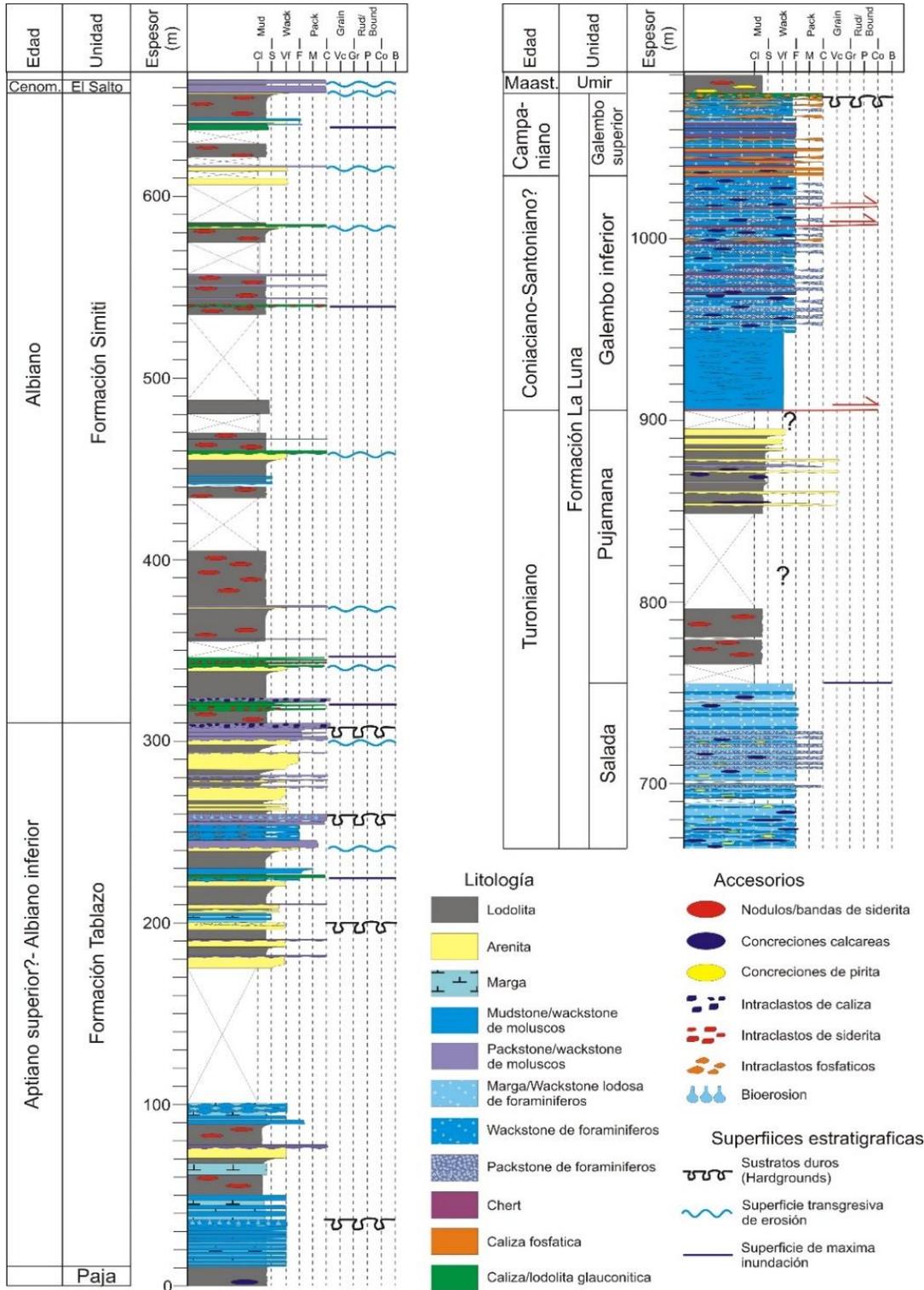


Figura 24 Sección estratigráfica compuesta, región de Hidrosogamoso, VMM.

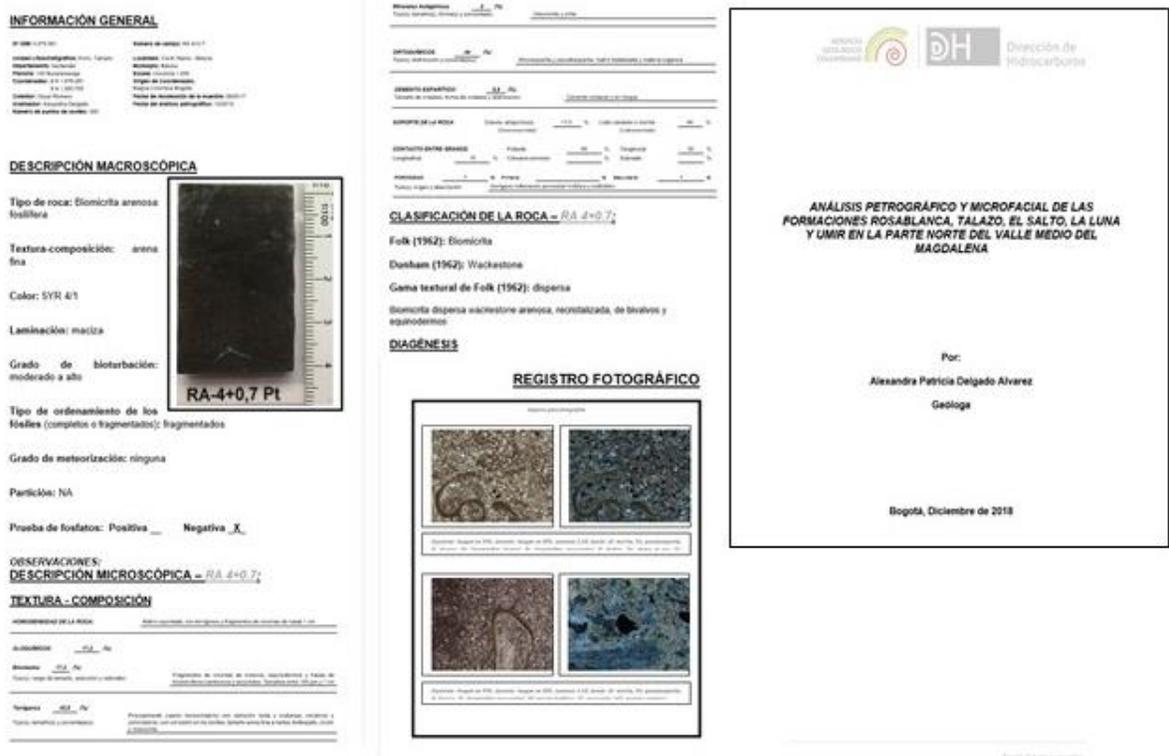


Figura 25 Formatos de descripciones petrográficas con fotografías, conteos y descripciones. A la derecha portada de informe integración de petrografía y microfacies.

Interpretación del Subsuelo

Se adelantó la interpretación que se había realizado durante el 2017. Se aumentó el número de pozos amarrados, si como el área interpretada, se estudiaron algunos bloques de sísmica 3D y se mejoraron y construyeron mapas estructurales (0>Error! No se encuentra el origen de la referencia.) e isópacos (0>Error! No se encuentra el origen de la referencia.). Esta interpretación se llevó a cabo integrando información 409 líneas sísmicas y 33 pozos disponibles, así como los mapas geológicos de superficie generados por el Servicio Geológico Colombiano. Como resultado de este trabajo se obtuvieron mapas estructurales en tiempo y profundidad, para seis (6) superficies correspondientes a límites de mega secuencias estratigráficas y topes de formación de interés así: Base de la secuencia cretácica, Tope de la Formación Simití, Tope de la Formación La Luna, Discordancia del Eoceno, Tope de la Formación Mugrosa y Tope de la Formación Colorado. De igual manera se describen 5 correlaciones regionales mostrando los patrones de depositación de las unidades del Cretácico.

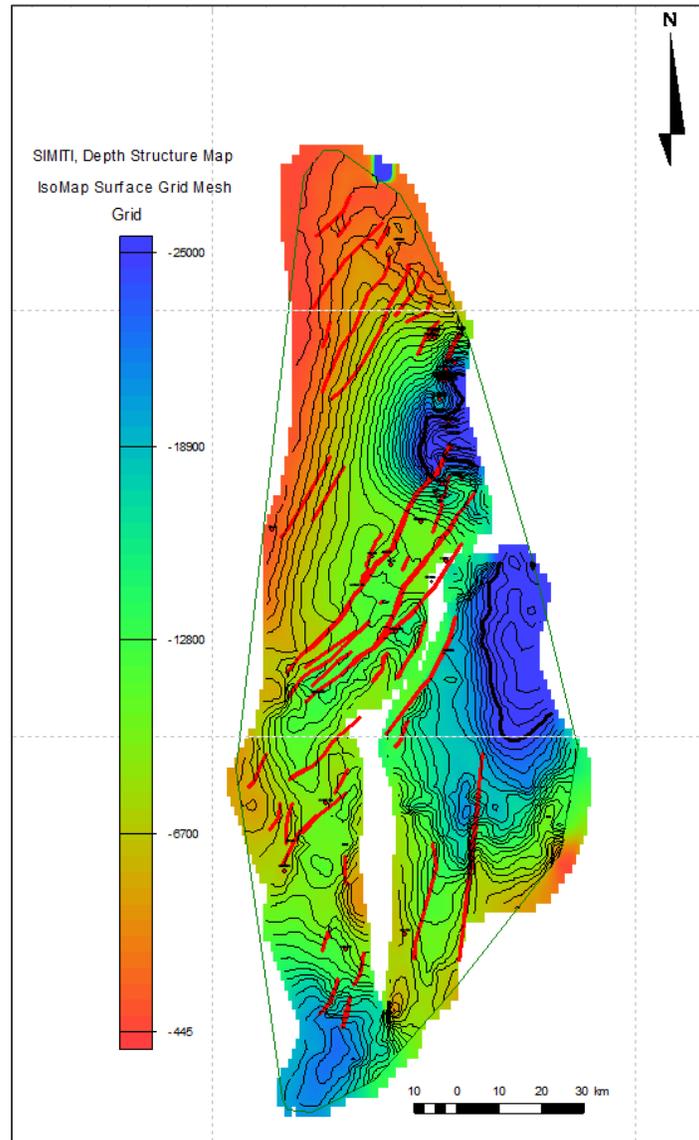


Figura 26 Mapa Estructural en profundidad pies a n.m., al tope de Formación Simití.

El análisis de la información sísmica y la cartografía geológica de superficie disponible, permitió definir tres dominios estructurales. 1) El Noroccidental caracterizado por mostrar un monoclinado que buza al oriente y fallas NNE-SSW. 2) Uno central con pliegues y fallas con rumbo NE-SW y vergencia contraria que involucran la secuencia cretácica. 3) El dominio de piedemonte, presenta grandes cabalgamientos con rumbo NE-SW y vergencia al occidente, haciendo aflorar las rocas pre-cretácicas en el flanco occidental de la Cordillera Oriental.

Se presentan variaciones en los espesores de las unidades cretácicas, principalmente se observa un adelgazamiento hacia la parte norte y noroccidental de la cuenca. Los mayores espesores se encuentran hacia el flanco oriental y en los ejes sinclinales muy profundos (> 25000 pies base de Miembro Salada).

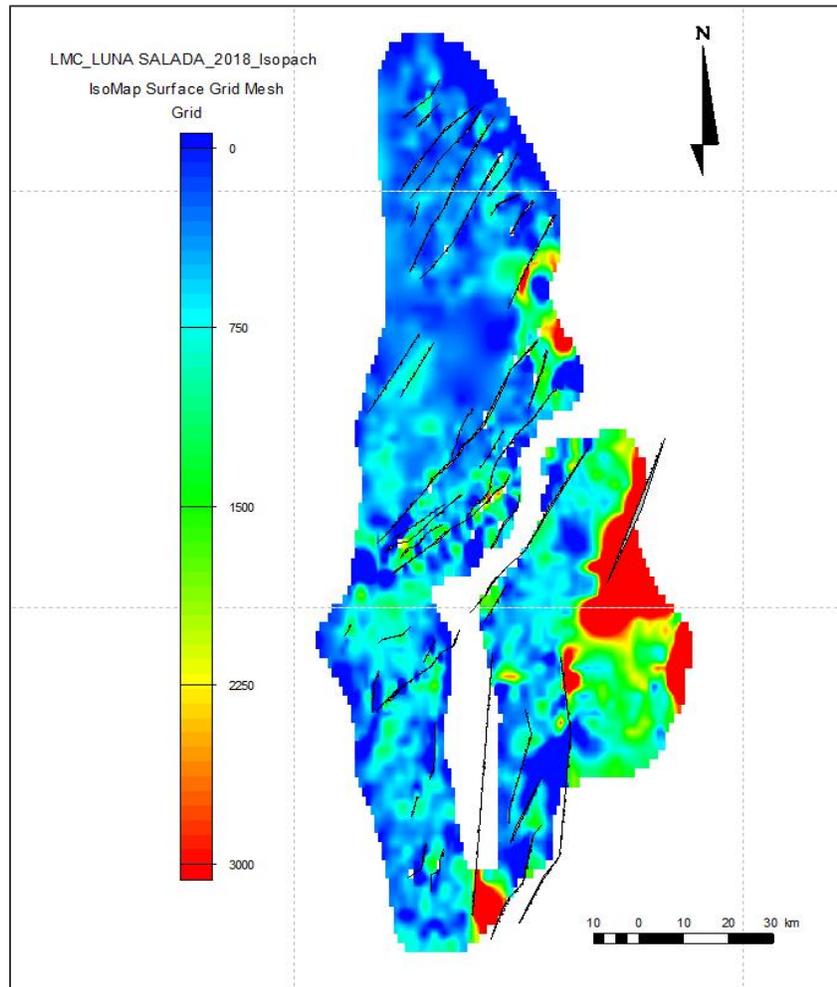


Figura 27 Mapa Isópaco en pies al tope del miembro Salada. (Formación La Luna).

Procedencia Sedimentaria y dataciones radiométricas U-Pb

Dentro del proyecto se adelantó un muestreo de rocas para dataciones radiométricas. Este muestreo básicamente se puede dividir en dos tipos de muestras. El primer tipo fue tomado en rocas del basamento económico de la cuenca. Así se tomaron muestras del macizo de Santander, de La Formación Noreán en la Serranía de San Lucas, de la Formación Girón en

cercanías a Hidrosogamoso y de cuerpos hipoabisales e intrusivos de la Formación Noreán. Estas muestras se tomaron con la visión de mejorar el conocimiento de los circones de las posibles fuentes de sedimentos de la cuenca del Valle Medio del Magdalena. El segundo tipo de muestras corresponde con muestras tomadas para entender la procedencia de los sedimentos en la cuenca. Estas fueron analizadas pensando en analizar los circones detríticos y discriminar de qué provincia geotectónica podría corresponder. En el caso de las muestras que corresponden con rocas sedimentarias el número de ablaciones que se trabajo es mayor a 100 ablaciones según su disponibilidad. Por otro lado, las muestras que correspondían con cuerpos ígneos metamórficos o tobas se les hicieron un promedio de unas 50 ablaciones. Se realizan ya las ablaciones de los circones en el laboratorio GIANT de la dirección de Asuntos Nucleares de la entidad y ya se ubicaron los puntos de las muestras en las imágenes del cátodo-luminiscencia. Las muestras son datadas por ablación laser con plasma inductivamente acoplado a espectrometría de masas, método de datación U/Pb LA-ICP-MS, basado en el decaimiento radiactivo del U238 a Pb206 para la determinación de edades absolutas. A la fecha se han recibido los resultados de 5 muestras; relacionadas en la Tabla 2. Se espera que en el primer semestre del 2019 se entregue la totalidad de resultados analizados con las gráficas correspondientes. En la **0jError! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran gráficas con resultados y las imágenes de los montajes de circones en la técnica de catoluminiscencia que permite diferenciar diferentes procesos de magmatismo, retrabajamiento o metamorfismo.

Tabla 2. Resultados parciales entregados de Geocronología.

Código	Tipo de roca	Nombre Montaje	No. de circones	No. de Ablaciones
16-HF-142	Toba vitro-cristalina	HC-10	80	50
16-HF-138	Ignimbrita	HC-10	> 100	52
16-HF-130	Ignimbrita	HC-10	40	45
16-HF-137	Conglomerado	HC-10	120	53
16-HF-133	Skarn	HC-10	80	50

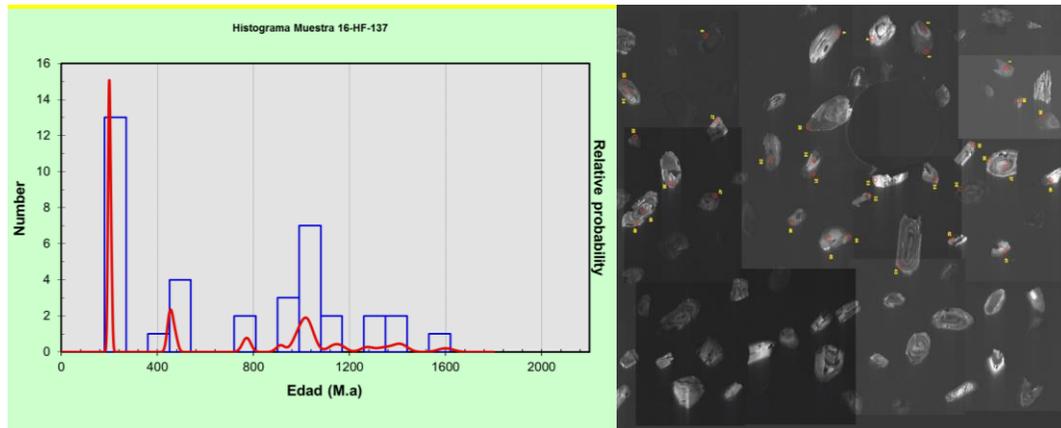


Figura 28 Ejemplo de Análisis de Geocronología por método de U-PB.

A la izquierda se observa un histograma de frecuencia con los datos de la muestras HF-137 en general hay 3 poblaciones; una muy marcada de edad Jurásica que se asocia con procesos magmáticos de la cordillera Central y la provincia Jurásica de la Serranía de San Lucas-Macizo de Santander (Formación Noreán), una población Paleozoica asociada a procesos magmáticos y metamórficos y una población de edad Proterozoica asociada a las provincias Geocronológicas cratónicas. A la derecha la imagen de catoluminiscencia de la misma muestra con la ubicación de las ablaciones sugeridas por la dirección de hidrocarburos al laboratorio.

Geoquímica del Petróleo

Con los datos de geoquímica del petróleo del Banco de Información Petrolera (BIP) se construyeron gráficas para ser analizadas según la geoquímica del petróleo. Así se construyeron gráficas por unidad con relaciones de datos que muestran diferentes parámetros de la geología del petróleo y discriminadamente la geología y geoquímica de los no convencionales en roca generadora. Entre las gráficas realizadas se encuentran: madurez termal y el tipo de Kerógeno (**0¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), Conversión de Kerógeno, Diagrama Van Krevelen, Potencial Generador, Potencial relativo de Hidrocarburo ect. Además se realizaron perfiles de parámetros geoquímicos con relación a intervalos estratigráficos, tanto en pozos como en levantamientos estratigráficos; aquí es de resaltar la relación del S1 con el TOC; la cual es muy usada en artículos exploratorios de no convencionales pues muestran una relación directa con intervalos con buen potencial (**0¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Se muestrearon muestras en los levantamientos estratigráficos realizados para realizar análisis de geoquímica del petróleo y DRX. Se adelantó un convenio interadministrativo con la UIS para realizar estos análisis y Los datos fueron entregados parcialmente al final del

2018 y aún no fueron integrados dentro de estos análisis, ni se han construido las columnas estratigráficas con los perfiles de los diferentes parámetros. Esta información sera compilada al final del proyecto y relacionada con la mineralogía del DRX, las facies sedimentarias interpretadas, los ambientes sedimentarios y la estratigrafía de fracturas.

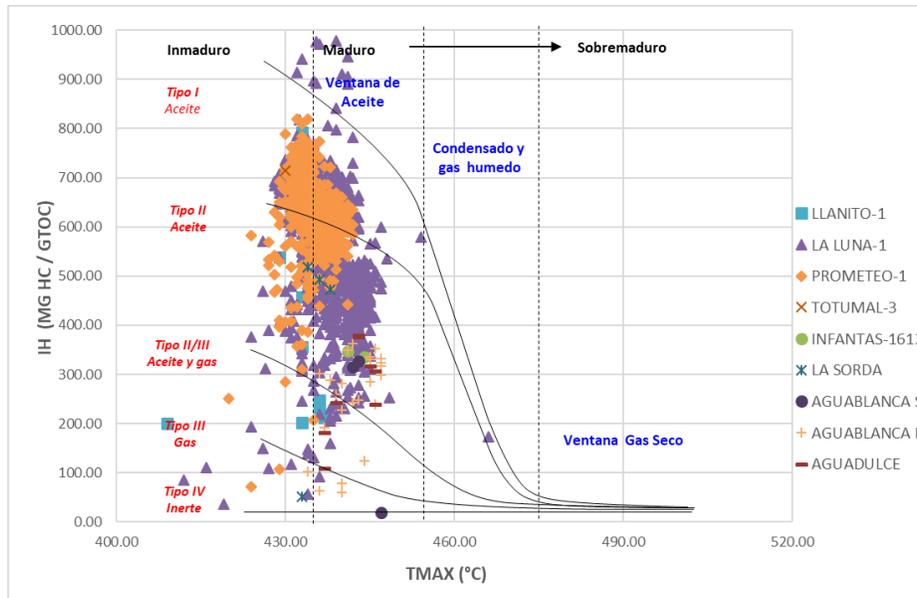


Figura 29 Diagrama de la relación entre el índice de hidrógeno y Tmax del Miembro Galembó. Fuente: Autores.

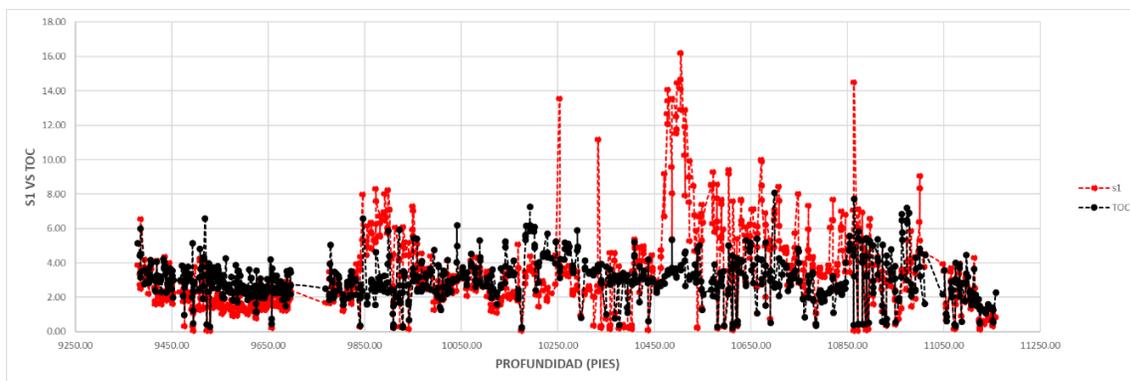


Figura 30 Relación S1 vs TOC en los pozos La Luna-1 (superior) y Prometeo-1 (inferior) del Miembro Galembó. Fuente: Autores.

Se revisó la información geoquímica de la cuenca y se contornean mapas de TOC, Tmax, Ro., para la parte norte de la cuenca. Estos mapas están debidamente georeferenciados y guardados con los estándares del SGC, permiten modificación con la llegada de nuevos datos y se encuentran en formato Argis.

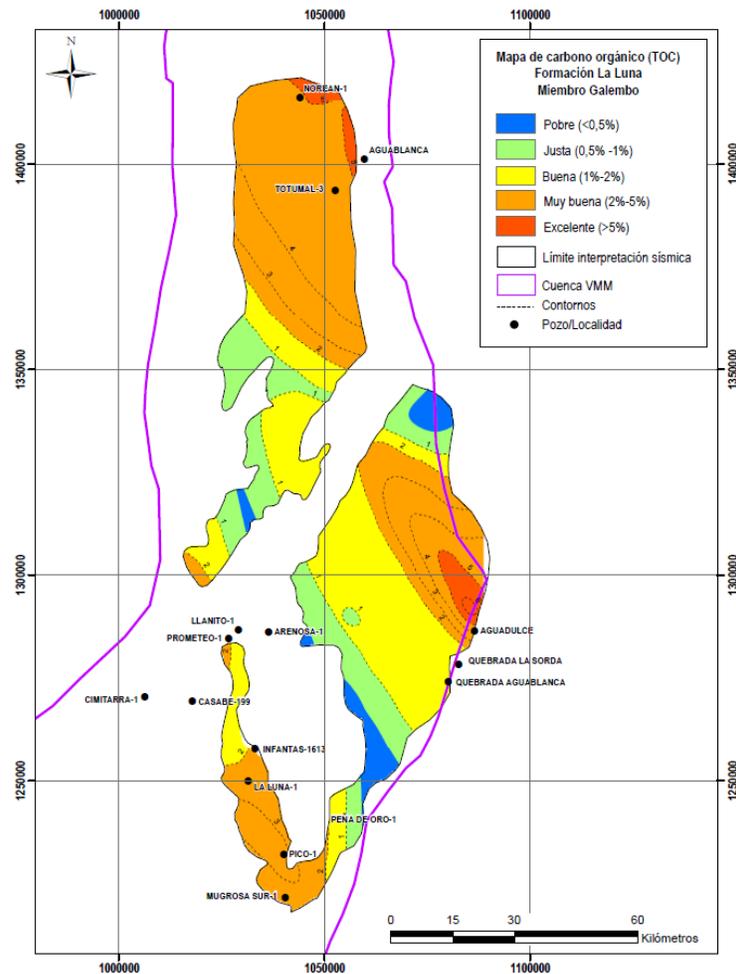


Figura 31 Ejemplo de un mapa de TOC generado para el Miembro Galembo de la Formación La Luna.

Estratigrafía de Fracturas

El trabajo de estratigrafía de fracturas se realiza con la visión de identificar niveles dentro de las formaciones prospectivas con diferentes patrones de fracturamiento según su reología y mineralogía. Así se estudiaron las fracturas en afloramientos e imágenes de pozo con la visión de caracterizar parámetros de fracturamiento como la intensidad y persistencia.

Dichos análisis están enfocados en la estimación de las relaciones entre los patrones de fracturamiento y características geológicas como el espesor de capa, la arquitectura estratigráfica, la composición mineralógica y la respuesta geomecánica. Para esto, utilizamos métodos asociados la estratigrafía de fracturas, la estratigrafía mecánica, y el muestreo de fracturas en pavimentos, donde medimos sistemáticamente las familias de fracturas en cuatro columnas estratigráficas, dos en la Formación La Luna y dos en la Formación Tablazo. Como resultados, obtuvimos un catálogo de 22 pavimentos a lo largo de la parte norte del

Valle Medio del Magdalena, cuatro columnas estratigráficas de fracturas, un análisis geomecánico de un registró XRMI de pozo y un análisis estadístico descriptivo. Con estos productos, estimamos un espesor porcentual de columna susceptible a estimulación hidráulica, y los mejores lugares en donde realizar dicho procedimiento.

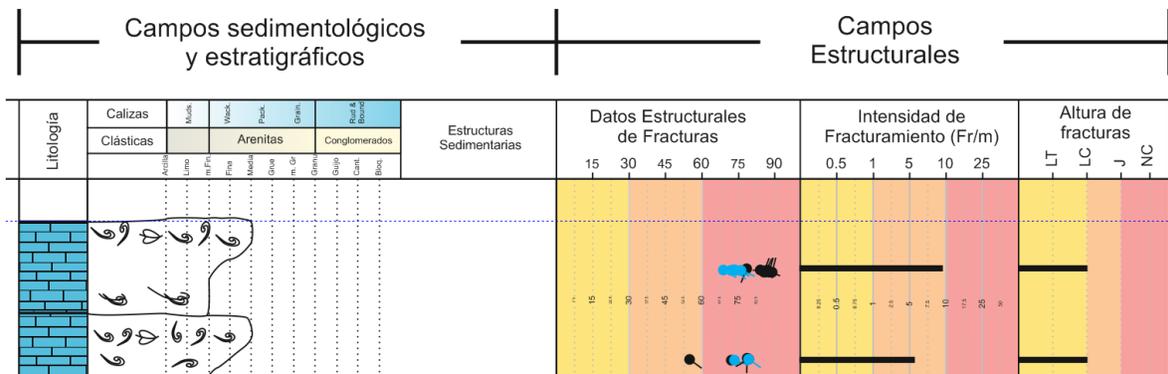


Figura 32 Formato de columna con estratigrafía de fracturas.

CONCLUSIONES

El resultado de esta interpretación del subsuelo deberá integrarse con los demás estudios de evaluación de roca madre que se han venido realizando por la Dirección de Hidrocarburos del Servicio Geológico Colombiano.

Se realizó un cambio en la fecha de cierre del proyecto, este cambio fue realizado también en la herramienta planview y tiene las debidas justificaciones documentadas. Se aumentó el tiempo de entrega de productos que estaban ligados a un convenio con la Universidad Industrial de Santander que se vio afectado en su ejecución por razones asociadas al paro estudiantil. Esta demora en las entregas de los análisis de laboratorio hizo que las interpretaciones se demoraran y se precisará de un tiempo mayor para integrar todos los datos y realizar un informe final de calidad que aporte al conocimiento hidrocarburífero de los no convencionales en roca generadora.

Para la finalización del proyecto queda la integración de resultados, la integración de los datos de laboratorio y la redacción y edición de los reportes finales. Los avances realizados durante el 2018 están fundamentados en la realización de informes asociados a cada una de las actividades realizadas durante el año en cuestión. Además del modelo del subsuelo en Geographix y los mapas y columnas con sus nativos de Argis y Corel respectivamente.

Campaniano - Machtrichtiano (83 - 65 Ma)

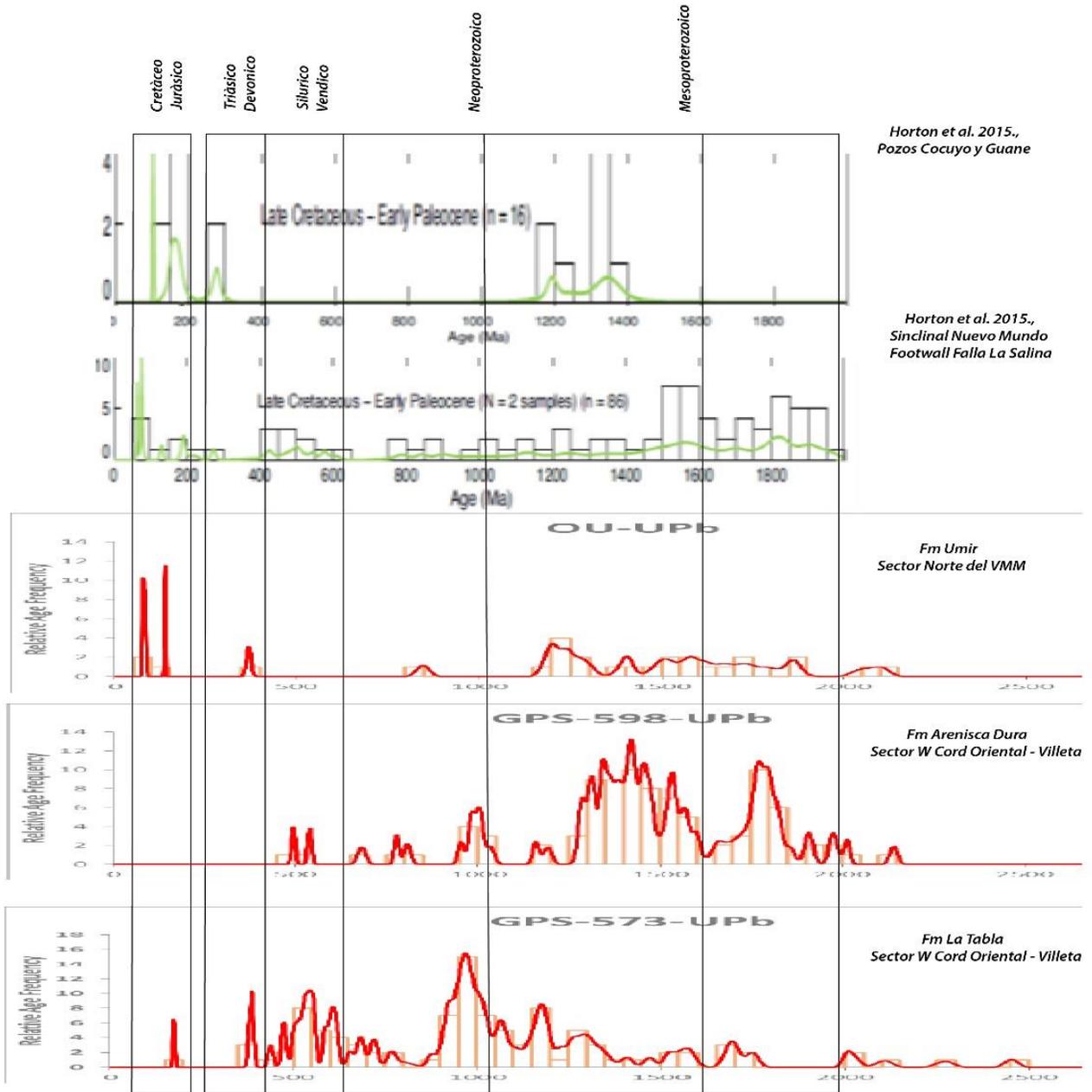


Figura 33 Integración de histogramas de edades U-Pb elaborados por la ANH (2015) y Horton et al. (2015) para la cuenca del VMM durante el Campaniano – Maachtrichtiano.

1.1.3 Proyecto de Gestión ID 1001106: Evaluación de Cuencas Gondwánicas Llanos-Putumayo

Gerente del Proyecto: Juan Carlos Montaña

Descripción del Proyecto:

Para el área de los Llanos Orientales se prevé la evaluación de la cuenca con el objeto definir un sistema petrolífero, basado en la recopilación de información geofísica, geoquímica, estratigráfica y de pozos, para integrar en el programa Petrel.

Objetivos del Proyecto:

Evaluar la prospectividad de hidrocarburos en la secuencia pre-cretácica en las cuencas sedimentarias de Llanos y Putumayo.

Justificación del Proyecto:

En comparación con varios sistemas petrolíferos de Suramérica, Colombia ha excluido el pre-Cretácico como áreas prospectivas para la exploración de hidrocarburos; mientras que, otros países como Argentina y Bolivia producen hidrocarburos de sistemas petrolíferos hospedados en el Paleozoico. Pocos trabajos se han enfocado en evaluar el Paleozoico sedimentario al oriente de los Andes como una posible área prospectiva, encontrando resultados preliminares prometedores. Sin embargo, la información al respecto es todavía escasa e insuficiente para dar una calificación objetiva sobre su potencial. Una de las áreas que ha sido caracterizado de manera superficial corresponde a la cuenca de Caguán-Putumayo, y los resultados incipientes obtenidos hasta el momento, la convierten en un punto de partida para proyectos en esta nueva línea de exploración dentro del territorio colombiano. Por lo tanto, la división de Hidrocarburos pretende generar la línea base del estado del arte, así como productos derivados de la evaluación geofísica, de pozo, geología de superficie y de laboratorio; que permitan avanzar en el conocimiento de este tipo de cuencas, su evolución y potencial hidrocarburífero.

Beneficios del Proyecto:

- Lograr una evaluación regional sobre la distribución de la sucesión pre-cretácica en las cuencas de Llanos y Putumayo.
- Generar modelos de subsuelo para las cuencas Gondwánicas en la parte oriental del país.
- Aprovechamiento de la información del Banco de Información Petrolera en los proyectos de los diferentes grupos del SGC, con el apoyo de la división de Hidrocarburos.
- Generar información base para los modelos tectónicos y estratigráficos de las cuencas del país.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

Dentro del marco del presente proyecto se pretende generar un informe de integración y evaluación de las cuencas pre-cretácicas (en el caso de la cuenca de los Llanos y putumayo Gondwánicas), con el fin de definir los depocentros y entender la distribución de las unidades presentes; que sirvan como punto de partida para futuras evaluaciones de elementos de sistemas petrolíferos y potencial hidrocarburiífero, abriendo fronteras exploratorias en el país.

Fecha de inicio real: 02/08/2018

Fecha finalización planificada: 31/12/2022

Informe segundo semestre 2018:

A finales del 2018 se había recibido la información de algunos proyectos de gravimetría y magnetometría. Debido a que el Grupo de Tectónica había solicitado el 25% de las líneas sísmicas de los Llanos con anterioridad, el proyecto de Evaluación de Cuencas Gondwánicas está trabajando con esta misma información, ya que el cargado de las líneas en el programa Petrel es igualmente útil para los dos proyectos.

Se avanza en una recopilación bibliográfica con el fin de conocer el estado del arte de la investigación de la cuenca. Existe una gran cantidad de publicaciones de diferentes tipos y especialidades, por esto, se decidió agrupar las publicaciones según dichas especialidades. Para que esta recopilación sea útil, no sólo se clasificó la información por áreas de estudio, sino, que se realizaron resúmenes de ellas para tener un rápido acceso a su contenido, como se aprecia en la figura a continuación.

TITULO	AUTOR	RESUMEN
LEVANTAMIENTO AEROGRAVIMETRICO Y AEROMAGNETICO CUENCA DE LOS LLANOS ORIENTALES INTERPRETACION	VICTOR GRATEROL Y ALVARO VARGAS 2007 CARSON HELICOPTERS INC ANH	Sector central y sur de los Llanos. Se analizaron los trabajos de procesamiento e interpretaron los datos finales gravimétricos y magnéticos. La interpretación incluyó el mallado de los datos con espaciamiento de los puntos de la grilla cada 2000 Metros y tuvo como principal objetivo elaborar los mapas estructurales del Basamento Precámbrico y del Tope del Paleozoico. Aunque se emplearon filtros matemáticos, la principal fase de filtrado se realizó con estricto CONTROL GEOLÓGICO aportado por la ANH (profundidades al tope de las interfases geológicas señaladas) a partir de pozos e interpretación sísmica 2D.
LEVANTAMIENTO AEROGRAVIMETRICO Y AEROMAGNETICO CUENCA DE LOS LLANOS ORIENTALES INTERPRETACION	VICTOR GRATEROL 2008 CARSON HELICOPTERS INC ANH	Sector norte y oriental de los Llanos. Se analizaron los trabajos de procesamiento e interpretaron los datos finales gravimétricos y magnéticos. La interpretación incluyó el mallado de los datos con espaciamiento de los puntos de la grilla cada 2000 Metros y tuvo como principal objetivo elaborar los mapas estructurales del Basamento Precámbrico y del Tope del Paleozoico. Aunque se emplearon filtros matemáticos, la principal fase de filtrado se realizó con estricto CONTROL GEOLÓGICO aportado por la ANH (profundidades al tope de las interfases geológicas señaladas) a partir de pozos e interpretación sísmica 2D.
GENERACIÓN DE UN MAPA DE BASAMENTO DE LA CUENCA BARINAS-APURE DE VENEZUELA A PARTIR DE DATOS GRAVIMÉTRICOS Y MAGNÉTICOS DE ORIGEN SATELITAL	ALBERTI M. HARNOLD 2012 TRABAJO DE GRADO UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA	El estudio del basamento de una cuenca productora de hidrocarburos como la de Barinas Apure es de interés a los fines de delimitar su potencial. A través del uso de los datos gravimétricos y magnéticos provenientes de las misiones satelitales realizadas en los últimos años, se generan los mapas de anomalías gravimétricas y magnéticas respectivos y utilizando diversos métodos numéricos, se aborda el objetivo de caracterizar el basamento de esta cuenca.
NEW BOUGUER GRAVITY MAPS OF VENEZUELA: REPRESENTATION AND ANALYSIS OF FREE-AIR AND BOUGUER ANOMALIES WITH EMPHASIS ON SPECTRAL ANALYSIS	JAVIER SANCHEZ ROJAS 2011 HINDAWI PUBLISHING CORPORATION VOL 2012 doi:10.1155/2012/731545	Se procesó y homogenizó una nueva compilación de datos gravimétricos para Venezuela. La gravedad se midió con referencia al International Gravity Standardization Net 1971, y la anomalía completa de Bouguer se calculó utilizando el Geodetic System of Reference 1980 y 2.67Mg / m3. Se calculó un mapa de gravedad regional mediante la eliminación de longitudes de onda superiores a 200 km de la anomalía de Bouguer.
ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS GRAVIMÉTRICOS Y MAGNÉTICOS EN EL PERFIL CALABOZO - DABAJURO	EVIS A. RAMIREZ 2014 CONFERENCE PAPER JIFI	El presente trabajo se desarrolla como parte del proyecto GIAME (Geociencia Integral de los Andes de Mérida) y tiene por objeto crear una red de datos geofísicos normalizada que mejore la comprensión sobre el origen, evolución y configuración de los Andes de Mérida. En este sentido se llevó a cabo la adquisición de datos gravimétricos y magnéticos sobre un perfil que se prolonga desde la ciudad de Calabozo en el estado Guárico hasta Dabajuro en el estado Falcón.
MAPA DE ANOMALÍA DE INTENSIDAD MAGNETICA TOTAL REDUCIDA AL POLO (IMTRP) DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA	VICTOR GRATEROL Y ALVARO VARGAS 2010 LITHOSPERA-ANH	Mapa de Intensidad Magnética elaborado por Lithospera incluyendo datos de Venezuela
INSURING THE QUALITY OF GRAVITY DATA	G. GRANDJEAN et al. 1998 EOS VOL 79 No 18	Al integrar información gravimétrica para el proyecto GeoFrance 3D, se homogeniza la información adquirida de diferentes proyectos con diversos equipos y procesada con algunas variaciones relacionadas con las fórmulas y densidades (de roca y datos).

Se comienzan los análisis de los datos gravimétricos de la cuenca. A la fecha, se han realizado muchos proyectos de adquisición gravimétrica en los Llanos Orientales. Era usual que sobre las líneas sísmicas se tomaran datos de gravimetría, pero con el paso del tiempo esta costumbre se fue perdiendo, por esto, la mayoría de la información de gravimetría es de proyectos terrestres antiguos que fueron recopilados por Ecopetrol. Los estudios más recientes fueron realizados por la ANH, que adquirió varios proyectos aerogravimétricos regionales que cubrieron prácticamente todos los Llanos, estos datos reposan en el BIP. Se muestra a continuación un ejemplo del tipo de información encontrada (0):

SURVEY	LINE	STATION	LATITUDE	LONGITUD	TOP_HEIGHT	G_OBSERVED	G_OBS_RECA	C_TERRENO	C_TERRENO1	C_TERREN_1	A_REGIONAL	L_FAA	L_SBA	L_CBA	L_TC
1955_LLANOS L1499.9		14788	5.06500000	-71.59030000	151.80	977986.70	977971.70	0.00	0.00	0.00		-53.54777578	-70.53415072	-70.53415072	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14789	5.05680000	-71.59760000	152.00	977986.50	977971.50	0.00	0.00	0.00		-53.55619108	-70.56494596	-70.56494596	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14790	5.14720000	-71.37480000	150.00	977987.70	977972.70	0.00	0.00	0.00		-54.41657534	-71.20153082	-71.20153082	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14791	5.13840000	-71.38290000	150.00	977987.80	977972.80	0.00	0.00	0.00		-54.17497675	-70.95993223	-70.95993223	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14792	5.12990000	-71.39110000	150.00	977987.80	977972.80	0.00	0.00	0.00		-54.03843299	-70.82338847	-70.82338847	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14793	5.12110000	-71.39890000	150.00	977987.90	977972.90	0.00	0.00	0.00		-53.79730569	-70.58226117	-70.58226117	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14794	5.11260000	-71.40720000	150.00	977988.10	977973.10	0.00	0.00	0.00		-53.46121719	-70.24617267	-70.24617267	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14795	5.10370000	-71.41530000	150.00	977988.40	977973.40	0.00	0.00	0.00		-53.01896425	-69.80391973	-69.80391973	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14796	5.09430000	-71.42430000	150.00	977988.60	977973.60	0.00	0.00	0.00		-52.66898588	-69.45394136	-69.45394136	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14797	5.08560000	-71.43230000	150.00	977988.80	977973.80	0.00	0.00	0.00		-52.33041992	-69.11537540	-69.11537540	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14798	5.07670000	-71.44010000	150.00	977989.30	977974.30	0.00	0.00	0.00		-51.68891107	-68.47386655	-68.47386655	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14799	5.06800000	-71.44850000	150.00	977989.60	977974.60	0.00	0.00	0.00		-51.25081928	-68.03577476	-68.03577476	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14800	5.05940000	-71.45630000	149.90	977990.00	977975.00	0.00	0.00	0.00		-50.74540514	-67.51917065	-67.51917065	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14801	5.05100000	-71.46440000	149.70	977990.30	977975.30	0.00	0.00	0.00		-50.37424130	-67.12562687	-67.12562687	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14802	5.04180000	-71.47220000	149.00	977990.80	977975.80	0.00	0.00	0.00		-49.94497262	-66.61802840	-66.61802840	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14803	5.03290000	-71.48000000	148.20	977991.10	977976.10	0.00	0.00	0.00		-49.75155110	-66.33508712	-66.33508712	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14804	5.02380000	-71.48830000	147.50	977991.30	977976.30	0.00	0.00	0.00		-49.62437044	-66.12957666	-66.12957666	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14805	5.01480000	-71.49630000	146.90	977991.50	977976.50	0.00	0.00	0.00		-49.46815572	-65.90622212	-65.90622212	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14806	5.00650000	-71.50450000	146.50	977991.70	977976.70	0.00	0.00	0.00		-49.26143924	-65.65474576	-65.65474576	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14807	5.17480000	-71.45280000	150.00	977985.20	977970.20	0.00	0.00	0.00		-57.36223486	-74.14719034	-74.14719034	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14808	5.16800000	-71.44510000	150.00	977985.40	977970.40	0.00	0.00	0.00		-57.05221580	-73.83717128	-73.83717128	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14809	5.15880000	-71.44580000	150.00	977985.80	977970.80	0.00	0.00	0.00		-56.50359428	-73.28854976	-73.28854976	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14810	5.15120000	-71.45190000	150.00	977985.90	977970.90	0.00	0.00	0.00		-56.28101758	-73.06597306	-73.06597306	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14811	5.14360000	-71.45790000	150.00	977986.10	977971.10	0.00	0.00	0.00		-55.95861967	-72.74357515	-72.74357515	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14812	5.12880000	-71.47000000	150.20	977987.40	977972.40	0.00	0.00	0.00		-54.35905897	-71.16639439	-71.16639439	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14813	5.12160000	-71.47600000	150.30	977987.20	977972.20	0.00	0.00	0.00		-54.41273787	-71.23126326	-71.23126326	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14814	5.11560000	-71.48400000	150.50	977987.80	977972.80	0.00	0.00	0.00		-53.65492288	-70.49582821	-70.49582821	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14815	5.11000000	-71.49220000	150.70	977987.70	977972.70	0.00	0.00	0.00		-53.60361479	-70.46690006	-70.46690006	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14816	5.10460000	-71.50160000	150.90	977987.90	977972.90	0.00	0.00	0.00		-53.25559823	-70.14126344	-70.14126344	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14817	5.09750000	-71.50590000	150.90	977988.10	977973.10	0.00	0.00	0.00		-52.94227163	-69.82793684	-69.82793684	0.00
1955_LLANOS L1499.9		14818	5.08950000	-71.51150000	150.60	977988.60	977973.60	0.00	0.00	0.00		-52.40734671	-69.25944202	-69.25944202	0.00

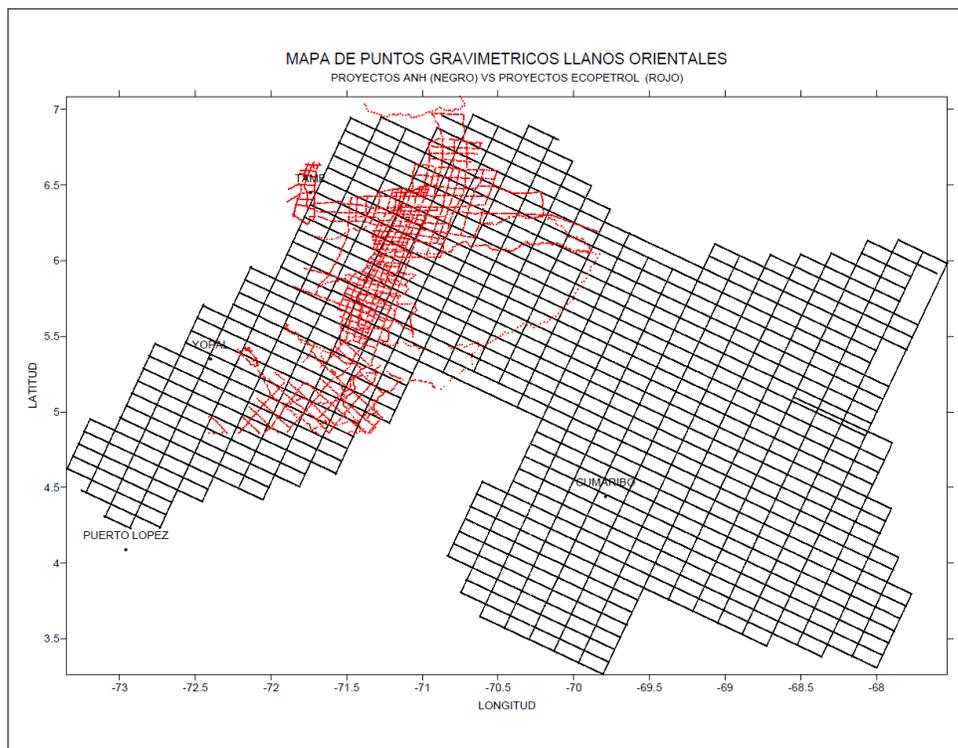


Figura 34 Con los datos se configuró un esquema inicial de adquisición

La mayoría de los datos se encontraban en la etapa de procesamiento de anomalía y con ellos se pudieron realizar los primeros mapas (0).

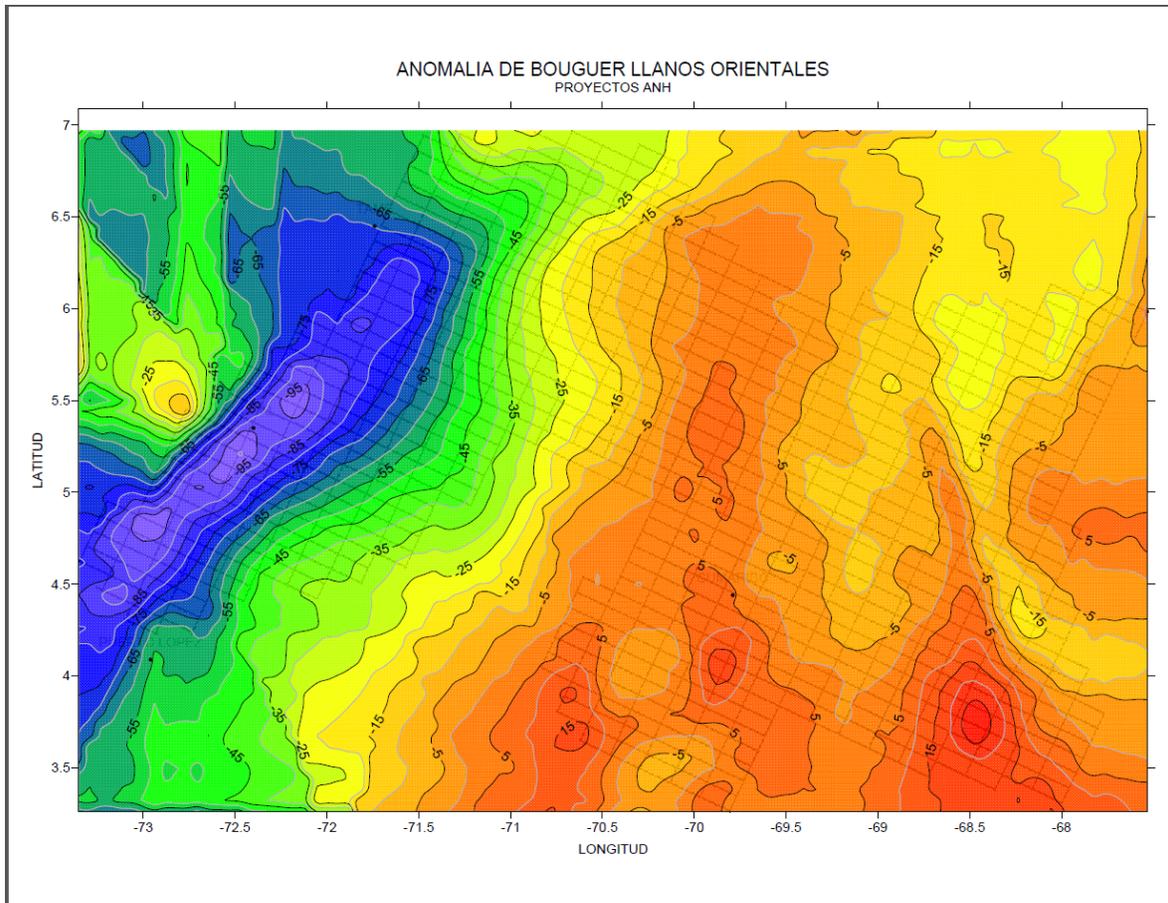


Figura 35 Ejemplo de mapa de campos potenciales que da una idea de la profundidad del basamento en los llanos orientales, las zonas azules profundas, las rojizas, basamento somero.

A finales de año se continúa colectando información de métodos potenciales con alguna dificultad, debido a que el Banco de Información Petrolera tiene inconvenientes en encontrar los datos.

1.1.4 Proyecto de Gestión ID 1001102: Interpretación del subsuelo para Hidrocarburos

Objetivo General:

Generar modelos geológicos del subsuelo en áreas estratégicas, como información complementaria en los diferentes proyectos que otras Direcciones del SGC lo requieran.

Fase 1:

Modelo del subsuelo para el monitoreo de inyección de agua. Fase 2: Generar un modelo geológico del subsuelo en el área del Bloque de Exploración VMM-37 para apoyar la construcción del modelo hidrogeológico conceptual. Fase 3: Generar un modelo geológico del subsuelo en el área de la plancha 60 Canalete.

Justificación del Proyecto:

La Dirección de Hidrocarburos cuenta con los profesionales y el software idóneo para entregar a las diferentes Direcciones del SGC modelos del subsuelo que les permita mejorar su interpretación final de resultados.

Científicamente se ha establecido que existen varias formas en las cuales las actividades humanas inducen sismicidad, o potencialmente la pueden inducir, estas actividades incluyen el represamiento de agua en embalses, la inyección o extracción de fluidos y la minería de superficie o subterránea, sin embargo, es quizás la inyección de fluidos asociada a operaciones de petróleo y gas, la que se ha evidenciado y correlacionado con mayor claridad, el mejor entendimiento solo se puede lograr incluyendo los modelos del subsuelo que permiten integrar la sísmica y los pozos que se encuentren en el área de interés.

Las labores de cartografía de superficie, generan un modelo geológico de acuerdo con la respectiva caracterización de unidades de roca, muestreo y realización de diferentes análisis especializados, sin embargo, a pesar de la completitud de datos de superficie la proyección y extrapolación hacia el subsuelo es muy incierta.

En el transcurso de los últimos años, el Grupo de Aguas Subterráneas de la Dirección de Geociencias básicas del SGC ha venido realizado los modelos hidrogeológicos conceptuales para diferentes áreas del territorio nacional, se está trabajando en la generación de la línea base hidrogeológica en las áreas susceptibles a exploración y explotación de yacimientos no convencionales, se pretende tener un modelo robusto integrando información hidrogeológica (Inventario de puntos de agua, pruebas de bombeo, SEV, Hidrogeoquímica etc) e información sísmica y de pozo, que minimicen las incertidumbres sobre geometría y configuración de las rocas y sus características en el subsuelo.

Beneficios del proyecto:

- Apoyo en el monitoreo de los posibles efectos negativos por inyección de agua y utilización de métodos de producción incremental.
- Generación de un modelo del subsuelo de áreas de interés que permita entender la disposición de las rocas y estructuras asociadas el cual puede utilizarse en diferentes estudios multidisciplinarios.
- Generación de un modelo hidrogeológico más robusto y preciso, que permite una correcta delimitación de acuíferos.
- Aprovechamiento de la información del Banco de Información Petrolera en los proyectos de los diferentes grupos del SGC, con el apoyo de la Dirección de Hidrocarburos. Calienta áreas con la visión de interesar a terceros en la petición de bloques para la exploración de hidrocarburos.
- Aumento del conocimiento de la geología de los hidrocarburos es en general estratégico para la seguridad de suficiencia energética del país.

Productos entregables:

- Dentro del marco del presente proyecto se pretende generar secciones seriadas en tiempo con las unidades de interés previamente definidas en superficie.
- Mapas de contornos estructurales e isocoras de unidades de interés y correlación de pozos a escala regional.
- Informes con la compilación de resultados que se entregará a las respectivas direcciones del SGC para su integración final.

Informe primer semestre 2019:

Dentro de las actividades a ejecutar en el proyecto se tienen 4 Fases, las cuales iniciaron actividades durante el segundo semestre de 2018 que fueron:

1. Interpretar el área del subsuelo en el campo Chichimene en los horizontes donde se está inyectando agua para el recobro mejorado de hidrocarburos, en coordinación con la Dirección de Geoamenazas para el monitoreo de la sismicidad asociada
2. Generar un modelo geológico del subsuelo en el área del Bloque de Exploración VMM-37 para apoyar la construcción del modelo hidrogeológico conceptual
3. Interpretar el subsuelo en el área de la plancha 60 Canaletes.
4. Interpretar el subsuelo en el área del Sinú San Jacinto.

Estado Actual:

INTERPRETACIÓN ESTRUCTURAL DEL CAMPO CHICHIMENE

- **Carga de datos sísmicos**

La información sísmica utilizada para la interpretación estructural del Campo se seleccionó de la base de datos del Banco de Información Petrolera (BIP) y se solicitó al recibiendo dos volúmenes sísmicos 3D de los años 2009 y 2014. En general esta información tiene buena calidad para realizar interpretaciones de tipo estructural en la que se observa un anticlinal fallado con cierre en tres direcciones muy evidente.

La carga e interpretación se realizó en el Software Geographix®, utilizando el sistema de coordenadas Magna-Sirgas Colombia Bogotá Zone, y un datum de 600 metros, que coincide con el datum de procesamiento de los programas utilizados. El proyecto se encuentra en el servidor del SGC \\srv-gex2\GEOAMENAZAS_LLANOS.

- **Amarre sísmica-pozo e interpretación sísmica**

Luego de cargar y corregir los amarres entre líneas, se evaluó la información disponible de los pozos, es claro que falta información de desviación de pozos y de registros de velocidad (0).

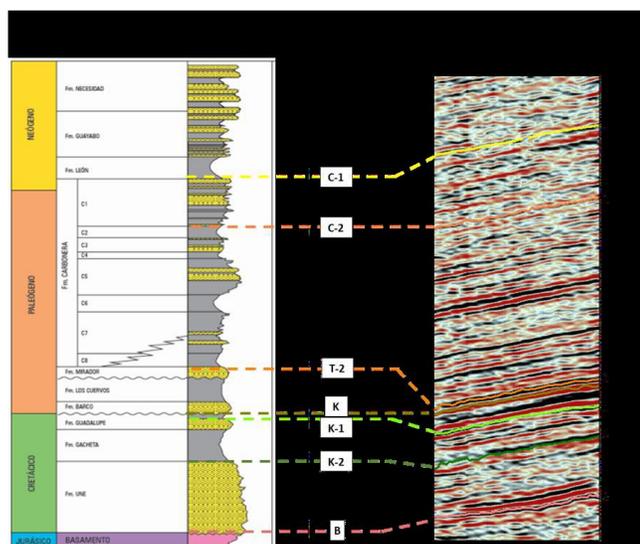


Figura 36 Estratigrafía, horizontes interpretados y respuesta sísmica en el volumen Chichimene 2004-3D.

Para la mayoría de los pozos cargados con los registros eléctricos y de desviación se utilizó la conversión de tiempo a profundidad del pozo Akacias-19 y se generó un amarre bastante confiable. Con los datos de velocidades y los datos de profundidad de las formaciones de los pozos se generan los topes sobre la línea sísmica a partir de los cuales se siguieron los horizontes de

la interpretación. Por el momento para los pozos en los que no se recuperó información de velocidad se utilizó como base la del pozo más cercano. Esta información que no tiene el BIP fue solicitada al Ministerio de Minas por intermedio de Viviana Dionicio en la Dirección de Geoamenazas.

En la Figura 2 se muestra el sismograma sintético generado a partir de la información del pozo Akacias-19 como ejemplo de amarre de pozo con la sísmica. Con esta calibración se identificaron seis (6) topes de formación como sigue:

- Formación Carbonera C1
- Formación Carbonera C2
- Formación (Mirador, Cuervos, Barco) T-2
- Formación K-1
- Formación K-2
- Basamento base cretácico

Los horizontes utilizados en la interpretación sísmica también se muestran en la 0.

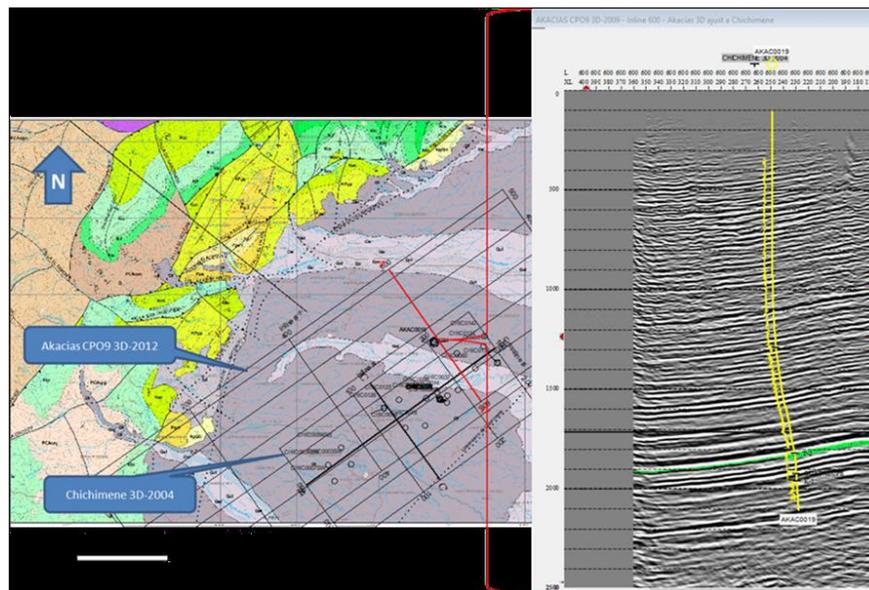


Figura 37 Amarre registro de pozo (GR amarillo) del pozo Akacias-19 y calibración sísmica con la Inline 600 de Akacias-3D.

En este momento se continúa con la interpretación sísmica del bloque.

INTERPRETACIÓN DEL SUBSUELO EN EL AREA DE LA PLANCHA 60 CANALETES

De acuerdo con la información de líneas existentes para el área de estudio, el sector de la Plancha 60 Canaletes, posee un total de 76 líneas sísmicas (0), Sin embargo, al hacer la solicitud al BIP, solo se encuentran solo 21 líneas sísmica, 18 son de buzamiento (dirección NW-SE) y 3

de rumbo (dirección NE-SW). La calidad de la sísmica en cuanto a imagen es regular a mala, y en algunos casos las líneas no tienen coordenadas, lo que dificulta su carga al tener que vincular ukooa de otros procesos.

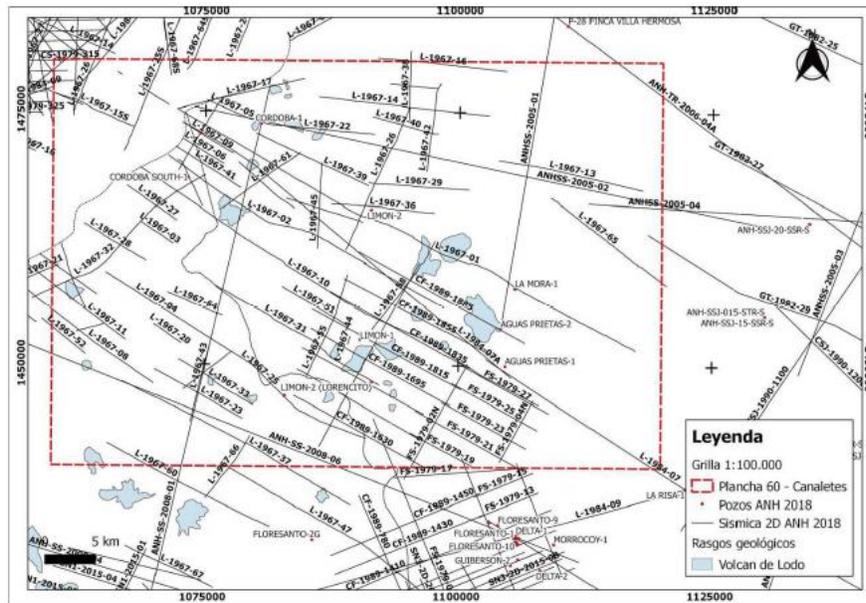


Figura 38 Líneas sísmicas existentes en el área de estudio, según ANH.

AVANCES DE LA INTERPRETACION SIMICA

Como punto de partida para la interpretación, se cargaron las líneas sísmicas en sistema de coordenadas Magna-Sirgas 3W, así como todas las ayudas culturales. El proyecto se amarro tomando como referencia la línea CF-1989-700 y dejando el proyecto al datum de 300 msnm.

El primer reflector Interpretado corresponde a la base de la unidad denominada en el mapa geológico N1pas, correspondiente a Paujil Superior. Se hace la anotación que dentro del mapa la anotación es N2pas y en la leyenda N1pas (requiere revisión). Este reflector, corresponde dentro de la línea sísmica, a la base de una secuencia en la que se presentan intercalaciones de reflectores de alta amplitud, relativamente continuos y alta frecuencia, con reflectores de baja amplitud, completamente discontinuos (zona sorda) En la figura 4 los reflectores indican la intercalación entre rocas duras y blandas.

Con el fin de tener un mejor control de la distribución de las unidades y tomando como referencia las sismofacies, se definieron otros horizontes guía que se describen en la Figura 5.

Al hacer la correlación del sismo-facies entre las presentes en el sinclinal de Popayán (a la derecha de la línea sísmica) y el sinclinal Carmelo (a la izquierda), se encuentra una correspondencia total, sugiriendo que poseen secuencias litológicas muy parecidas o que son las mismas

en las dos estructuras. Después de la discusión sostenida con el grupo de trabajo de campo, se deben tener en cuenta los siguientes datos fuertes:

Las unidades de roca aflorantes en los dos sinclinales no son de la misma edad (se espera la corroboración con dataciones con microfósiles)

Hay evidencias contundentes de falla en campo, en el sector que se encuentra entre los dos sinclinales.

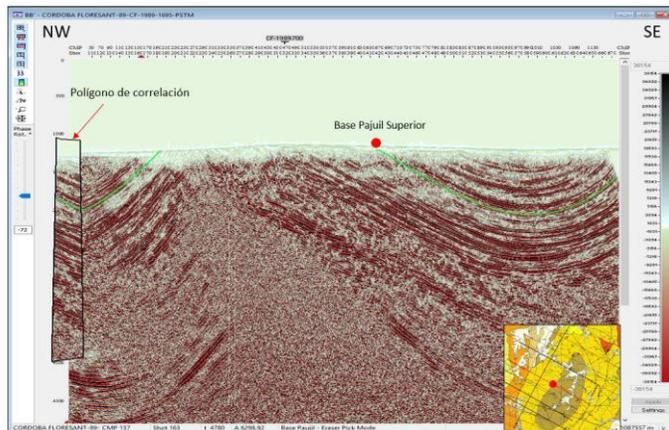


Figura 39 Línea Sísmica CF-1989-1695, en la que se muestran los sinclinales Popayán a la derecha y el Carmelo a la izquierda y la comparación de sismofacies.

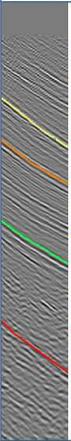
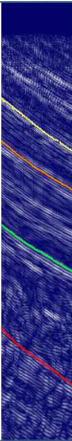
BTW	WTBL	Unidad	Características
		Pajuil Superior	Zona con reflexiones fuertes intercaladas con zonas sordas (Intercalación de Litologías Duras y Blandas).
			Zona Sorda (Litologías Blandas)
		Pajuil Inferior	Zona con reflexiones fuertes estratificación paralela (Litologías Duras)
			Zona con reflexiones poco continuas. Hacia el tope reflexiones continuas, paralelas alta frecuencia.

Figura 40 Horizontes interpretados y características.

Para esta fase, se ha utilizado como base la plancha Preliminar 60 Canaletes a escala 1:100.000 de 2017 entregada por el grupo de Geociencias Básicas; sin embargo, también se han revisado las planchas 60 Canaletes y 70 San Pedro de Urabá, en las que aparecen cartografiados algunos diapiros de lodo que son de interés para la interpretación sísmica.

De igual manera, se está utilizando como ayuda adicional la Imagen DEM 40m, con la que cuenta la Dirección de Hidrocarburos.

Se continúa con la Interpretación del área de interés.

DIRECCIÓN TÉCNICA DE ASUNTOS NUCLEARES – 2018

La Dirección de Asuntos Nucleares – DAN está conformada por cuatro grupos de trabajo: Grupo de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares y Geocronológicas – GIANG, Grupo de

reactor Nuclear – GRN, Grupo de Investigaciones y Aplicaciones Radiactivas – GIAR y Grupo de Licenciamiento y Control – GLyC. A continuación, se presentan las principales actividades realizadas durante el año 2018.

1. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE ASUNTOS NUCLEARES CON EL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA:

Proyecto Nacional COL0014 OIEA: "Mejora de las capacidades existentes para proporcionar servicios analíticos nucleares de alta calidad y reconocidos internacionalmente", se avanzó en los procesos de visita de expertos, entrenamientos, adquisición de equipos como transferencia tecnológica y de insumos y materiales. Se recibió visita de seguimiento del proyecto por el OIEA.

Se avanzó en cada uno de los proyectos regionales OIEA siguientes:

Proyecto OIEA: "Desarrollar un programa para fortalecer las capacidades para garantizar el funcionamiento sostenible de reactores de investigación nuclear mediante la capacitación de personal (ARCAL CLI)"

Proyecto OIEA: "Armonización de sistemas de gestión integrados y procedimientos de buenas prácticas de irradiación en instalaciones de irradiación (ARCAL CLX)"

Proyecto OIEA: "Creación de experiencia en el uso de tecnología de radiación para mejorar el rendimiento industrial, desarrollar nuevos materiales y productos y reducir el impacto ambiental de la industria (ARCAL CXLVI)"

2. AVANCES DE DIVULGACIONES COMO GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE ASUNTOS NUCLEARES

Las divulgaciones realizadas durante el año 2019 son las siguientes:

- ✓ Publicación del Capítulo "Colombian Neutron Activation Analysis Laboratory – CNAAL Applications and Development using the Nuclear Research Reactor IAN-R1" en el Libro "Modern Trends in Nuclear Activation Analysis".
- ✓ 3 Ponencias en el XI Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear, tituladas "estudio radiométrico y riesgo asociado a una anomalía uranífera ubicada en el municipio de Zapatoca (Santander, Colombia)", "Estudio preliminar de Materiales Radiactivos de Ocurrencia Natural y Tecnológica (NORM / TENORM) en la explotación de fosfatos en el departamento de Boyacá, Colombia", y "Evaluación de seguridad de la técnica de Análisis por Activación Neutrónica mediante la aplicación del método de matriz de riesgos".

- ✓ Publicación del artículo “Implementación del método del triple monitor para la caracterización del flujo neutrónico del reactor nuclear de investigación IAN-R1”, el cual fue publicado en el No. 2 de la Revista Investigaciones y Aplicaciones Nucleares.
- ✓ “Desarrollo de capacidades para la operación del Reactor Nuclear IAN-R1”. <https://doi.org/10.32685/2590-7468/invapnuclear.2.2018.52> Published diciembre 17, 2018, autores: Jaime Sandoval Lagos y Edgar Mauricio López. Núm. 2 (2018): Revista Investigaciones y Aplicaciones Nucleares. ISSN: 2590-7468.
- ✓ “Implementación del método del triple monitor para la caracterización del flujo neutrónico del Reactor Nuclear de Investigación IAN-R1”. <https://doi.org/10.32685/2590-7468/invapnuclear.2.2018.56> Published diciembre 17, 2018, autores: Oscar Alberto Sierra, Karel Giovanni Núñez, Fabio Nelson Acero, David Leonardo Alonso. Núm. 2 (2018): Revista Investigaciones y Aplicaciones Nucleares. ISSN: 2590-7468.
- ✓ “Cálculo de coeficientes de reactividad del Reactor Nuclear de Investigación TRIGA IAN-R1”. <https://doi.org/10.32685/2590-7468/invapnuclear.2.2018.55> Published diciembre 17, 2018, autores: José Antonio Sarta y Luis Álvaro Castiblanco. Núm. 2 (2018): Revista Investigaciones y Aplicaciones Nucleares. ISSN: 2590-7468.
- ✓ “Colombian Neutron Activation Analysis Laboratory (CNAAL): Applications and Development Using the Nuclear Research Reactor IAN-R1”. Autores: Guillermo Parrado, David Alonso, Julián Orozco, Mary Peña, Andrés Porras, Martha Guzmán, Nelson Acero and Mauricio López. Published: November 5th 2018. DOI: 10.5772/intechopen.74395. <https://www.intechopen.com/online-first/colombian-neutron-activation-analysis-laboratory-cnaal-applications-and-development-using-the-nuclear/> Chapter from book: “Advanced Technologies and Applications of Neutron Activation Analysis”. IntechOpen. 2018. November 5th 2018.

3. PROCESO DE ACREDITACIÓN DE ENSAYOS Y CALIBRACIONES

Durante el 2018 se recibió la auditoria externa por parte del ONAC con el propósito de evaluar la competencia técnica y del sistema de gestión del Servicio Geológico Colombiano frente a la norma ISO/IEC 17025:2005 para los laboratorios de ensayos (3) y para el Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica (LSCD). La auditoría fue realizada luego de superar las etapas previas de recepción documental por parte del ONAC, la cual se realizó en el mes de febrero para el LSCD y en marzo con actualización en septiembre para los laboratorios de ensayos. Una vez radicada la documentación se realizó el recibimiento, análisis y alistamiento de las actividades necesarias para recibir la evaluación in situ por parte del experto técnico y la experta en gestión de la entidad nacional de acreditación. Se hicieron actividades específicas para cada uno de los ensayos de los laboratorios objeto de la auditoría. Los informes de la etapa uno respecto a la evaluación documental fueron

recibidos para el LSCD el 12 de abril de 2018 y para los laboratorios de ensayo el 23 de octubre de 2018.

La notificación y el plan de auditoria para el LSCD fueron recibidos el 4 de octubre. Mientras que la auditoria se llevó a cabo los días 17 al 19 de octubre por los auditores Harol de Jesús Torres Noreña (auditor líder) y Cecilia Kessler del BIPM (auditora técnica). A continuación, se muestra los ítems que el ONAC evaluó durante las auditorias:

Tabla 1. LISTA DE MUESTRAS A ENSAYAR / ÍTEMS A CALIBRAR A ESTAR DISPONIBLES PARA LA TESTIFICACIÓN DE ENSAYOS / CALIBRACIONES

ENSAYO / CALIBRACIÓN	PRODUCTO O MATERIAL A ENSAYAR / INSTRUMENTO A CALIBRAR
Determinación de tasa de kerma y dosis equivalente ambiental usando la cámara patrón	Cámara patrón
Calibración de instrumento de radioprotección en términos de kerma en aire	Cámara de ionización
Calibración de instrumento de radioprotección en términos de dosis equivalente ambiental	Medidor de tasa de dosis equivalente ambiental.
Calibración de Dosímetros personales en términos de dosis equivalente personal	Dosímetros personales.

La notificación y el plan de auditoria para los laboratorios de ensayos fueron recibidos el 30 de octubre. Mientras que la auditoria se llevó a cabo los días 15 y 16 de noviembre por los auditores Nelcy Yamile Ortega Gómez (auditora Líder) y Sergio Amaro (auditor técnico). A continuación, se muestra los ítems que el ONAC evaluó durante las auditorias:

Tabla 2. LISTA DE MUESTRAS A ENSAYAR / ÍTEMS A CALIBRAR A ESTAR DISPONIBLES PARA LA TESTIFICACIÓN DE ENSAYOS / CALIBRACIONES

ENSAYO / CALIBRACIÓN	PRODUCTO O MATERIAL A ENSAYAR / INSTRUMENTO A CALIBRAR	OBSERVACIONES
Relación isotópica de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ($\delta^{13}\text{C}$) (EA-IRMS)	Carbones	Preparación de la muestra/verificación del equipo de medición (sintonización-calibración MS)/Preparación de curva de

		calibración /Análisis de la muestra duplicada/análisis de muestras control (patrones)) 2018-11-15
Relación isotópica de $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ($\delta^{15}\text{N}$) (EA-IRMS)	Suelo	Preparación de la muestra/verificación del equipo de medición (sintonización-calibración MS)/Preparación de curva de calibración /Análisis de la muestra duplicada/análisis de muestras control (patrones)) 2018-11-15
Relación isotópicas δD Espectroscopia Off Axis ICOS de alta resolución de absorción	Agua (muestra líquida)	Identificación, inspección y registro de muestras/ Acondicionamiento y preparación de muestras/Verificación de equipo/Análisis de muestras / Análisis de resultados/ Reporte de pruebas. 2018-11-16
Relación isotópicas $\delta^{18}\text{O}$ Espectroscopia Off Axis ICOS de alta resolución de absorción	Agua (muestra líquida)	Identificación, inspección y registro de muestras/ Acondicionamiento y preparación de muestras/Verificación de equipo/Análisis de muestras / Análisis de resultados/ Reporte de pruebas. 2018-11-16
Datación U/Pb LA-ICP-MS	Circones extraídos de rocas	Verificación y Sintonía del equipo 2018-11-16

Además, el mayor logro alcanzado durante el año fue la aprobación del PLAN DE CORRECCIONES Y ACCIONES CORRECTIVAS Y SEGUIMIENTO EN EVALUACIÓN COMPLEMENTARIA en el mes de diciembre por el ente acreditador ONAC, este corresponde al plan propuesto para el cierre de las no conformidades dentro del proceso de acreditación. Este logro fue obtenido por medio del trabajo conjunto del personal de la Dirección de Asuntos Nucleares y el trabajo del Grupo de Planeación. Este paso corresponde a las

actividades posteriores a la auditoria concernientes al desarrollo del plan de mejoramiento realizado por el equipo del SGC para ser entregado antes de los 10 días siguientes a la auditoría realizada por la ONAC y luego después de retroalimentación con el equipo auditor fue finalmente aprobado para la ejecución en 90 días para la posterior evaluación

A continuación, se presenta la gestión de cada uno de los Grupos y frentes temáticos de la Dirección de Asuntos Nucleares:

1. Grupo de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares y Geocronológicas (GIANG)

a. Participación en proyectos de investigación del SGC con técnicas de geocronología (Datación U-Pb) y Huellas de fisión:

En el año 2018 se estructuró un plan de ejecución de actividades en el marco de cada proyecto, dentro del cuales se completaron las siguientes actividades

- **Gas Metano asociado a carbón área de Caparrapi – Guaduas**
- Actividades: Ejecución análisis de petrografía bajo la asistencia del asesor Matthias Ber-net y adquisición de imágenes de catodoluminiscencia para interpretaciones de diagénesis. Revisión, modificación y edición del del informe a entregar durante todas las versiones de trabajo al interior del grupo.
- Productos: Entrega de resultados y producto de investigación.
- **Gas Metano asociado a carbón área Macheta – Jenesano**
 - Actividades: Recopilación de información para planeación de comisión de campo. Comisión de campo, para muestreo para termocronología de perfil vertical en la parte media del área y muestreo en el Flanco oriental del sinclinal de Úmbita para análisis petrográfico y diagénesis. Se apoyó muestreo en carbones de la Formación Guaduas con fines de análisis isotópicos y reflectancia de vitri-nita. Trabajo conjunto con el grupo de Gas metano para revisión de muestras de núcleos.
 - Productos preliminares: Se realizó el proceso de entrega de muestras para pre-paración en el laboratorio. Informe de campo.
- **Valle Medio del Magdalena – Dir. Hidrocarburos**

- Actividades: Organización y elaboración de presentaciones de avance para reuniones con el grupo de hidrocarburos, sobre culminación preparación de muestras, pertinencia de incluir muestras adicionales, definición de puntos de análisis y formas de colaboración
 - Comisión de campo con el objetivo de hacer un Reconocimiento geológico de unidades del Cretácico y del Jurásico que afloran en el costado occidental y oriental del VMM, a la altura de los municipios del El Playón y Noréan. Visita y reconocimiento de la sección tipo de la Formación Noréan. Muestreo de rocas que presenten intereses geo y/o termo cronológico.
 - Entrenamiento en selección de puntos para datación con el grupo de Hidrocarburos, adquisición de datos U-Pb y culminación fase de selección de puntos para análisis de todas las muestras a incluir en el producto de investigación.
 - Productos preliminares: Consolidación del informe final como capítulo de geocronología, el cual comprende revisión bibliográfica para antecedentes, Introducción, metodología trabajo de campo, resultados basados en imágenes de catodoluminiscencia y dataciones U-Pb.
- **Valle Superior del Magdalena**
 - Actividades: Preparación de muestras y culminación de montajes de las muestras para análisis de U-Pb.
 - Productos: Entrega formal del producto 2017 referente a geocronología y termocronología del complejo Aleluya.
- **Mocoa**
 - Actividades: Organización reunión de acercamiento con el objetivo de exponer la metodología de trabajo del grupo de huellas de fisión y lo que el grupo de movimientos en masa espera obtener de un muestreo realizado en Mocoa en el 2017. Seguimiento a preparación de muestras y se asigna información técnica recibida por parte del grupo para definición de muestras a preparar.
 - Productos preliminares: Entrega de un reporte de avance y propuesta de trabajo para estudio termocronológico enviado a la coordinadora del grupo de amenaza por movimientos en masa. Preparación de muestras para irradiación.
- **Ensayos de irradiación**

- **Actividades:** Reunión técnica con el grupo de Reactor Nuclear, para definir avances respecto a irradiaciones para huellas de fisión, de la cual se procedió a realizar ensayos con muestras de circones en gradilla y de forma paralela se seguirá evaluando el flujo en posiciones fuera del núcleo. Gestión ante el laboratorio de Activación Neutrónica para irradiación de materiales de huellas de fisión. Socialización de resultados de los ensayos llevados a cabo en abril, con el fin de optimizar tiempos de irradiación y programación de ensayos siguientes en huellas de fisión en circones y apatitos.
- **Productos:** Informe con resultados detallados. Adecuación de apatitos y circones para llevar a cabo nuevos ensayos con irradiaciones a 6 horas, 30 y 60 min, respectivamente.
- **Cordillera Central**
 - **Actividades:** Acuerdo de trabajo para el proyecto de Cordillera Central, se plantea estudio a 3 años se elabora acta definiendo alcances a 2018; posteriormente se envió respuesta técnica al grupo de Mapa Geológico, para establecer acuerdo de trabajo para el proyecto de Cordillera Central, se plantea estudio a 3 años, a partir de actividades 2018. Entrenamiento selección de puntos de análisis en muestras para datación con el geólogo del grupo de Mapa geológico.
- **Grupo exploración Uranio**
 - **Actividades:** Reunión técnica con el grupo de Exploración de Uranio con el fin realizar un ensayo de datación por el método de U-Pb en pirocloro sobre sección delgada. Ensayos de prueba con otras matrices y dataciones convencionales en circones de rocas de basamento.
- Convocatoria en expediciones del Pacífico
 - **Actividades:** Conformación de dos propuestas revisadas para desarrollar estudios de geocronología en áreas remotas de la geografía colombiana en el marco de la convocatoria en expediciones del Pacífico.

b. Laboratorio de Isotopos Estables en Muestras Sólidas:

Durante el 2018 se avanzó en la implementación de nuevas matrices para poder seguir generando trabajos de investigación. Para esto se realizó la compra del equipo GasBench II, el cual es un sistema de tratamiento de muestras tipo Head Space. Para la instalación y

manejo del mismo fue necesario realizar una serie de actividades para garantizar el óptimo funcionamiento del equipo. Dentro de estas actividades se encuentran:

- Instalación de las líneas de gases de hidrógeno en helio y dióxido de carbono en helio. Derivación de la línea de helio para la alimentación al GasBench II. Así mismo, se realizan las pruebas de estanqueidad necesarias para verificar que las líneas de gases hayan quedado sin fugas.
- Revisión bibliográfica de la técnica de Espectrometría de Masas de Relaciones Isotópicas para la implementación de las metodologías en carbonatos y silicatos usando el GasBench II para análisis de Líquidos y Gases en el Laboratorio de Isótopos Estables en Muestras Sólidas.
- Se realizó una lista de chequeo e inventario con el fin de verificar que lo comprado haya sido suministrado totalmente. Se deja actualizado el inventario de consumibles y equipos del laboratorio.
- Verificación de las condiciones ambientales y de los parámetros de verificación como el STD On/Off, linealidad y la tabla de diluciones
- Se crean los métodos de medición, purga y purga y medición los cuales se podrán utilizar para la determinación de carbonatos. Los gases utilizados para estos métodos son He, H₂/He y CO₂/He.
- Se realiza un acercamiento a las necesidades analíticas para la implementación de las técnicas "Determinación de la relación isotópica $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$ en Carbonatos" y "Determinación de la relación isotópica de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{18}\text{O}$ de Nitratos en aguas subterráneas", servicios de gran interés para el Servicio Geológico Colombiano que no se podían prestar por no contar con la instrumentación necesaria para dicho fin.

Adicionalmente, se realizó una adecuación del nuevo rango de trabajo para las técnicas de "Determinación de las relaciones isotópicas de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) en carbones por espectrometría de masas de relaciones isotópicas (IRMS)" y "Determinación de las relaciones isotópicas de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) en paleosuelos por espectrometría de masas de relaciones isotópicas (IRMS)".

Para tal fin el sistema de análisis elemental fue modificado. Dichas modificaciones corresponden a la eliminación del reactor de pirolisis logrando implementar dos reactores para el análisis por combustión, el cual incluye oxidación y reducción. Este cambio se realizó con el fin de garantizar una ampliación en la vida útil de los reactores y lo más importante lograr la eliminación de especies interferentes producidas por la mala combustión o reducción. Al realizar estas modificaciones estructurales del sistema se demostró que las mediciones presentan una mejor exactitud expresada por su precisión (repetibilidad) y sesgo (diferencia con el valor medido). La nueva configuración del equipo se muestra en la [figura 1](#).

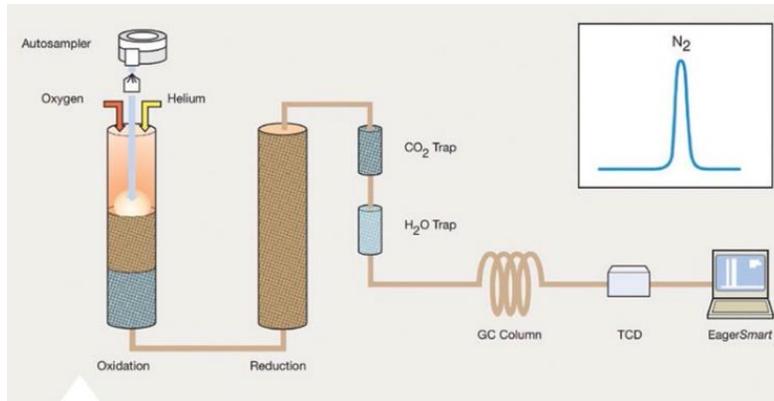


Figura 1. Configuración del Analizador Elemental Flash 2000 con dos reactores de combustión (Oxidación y reducción).

c. Laboratorio de Isotopos Estables en Muestras Liquidas:

En el Laboratorio de Isotopos Estables en Muestras liquidas se avanzó en el laboratorio en la inclusión a la base de datos de access “LIMS for lasers” cambiando la forma de ejecución del análisis, los cálculos y el aseguramiento de la calidad analítica de los datos.

Debido a ésta inclusión de forma de trabajo diferente, se cambió la totalidad de la documentación y se radicó al Organismo Nacional de Acreditación de Colombia – ONAC para el proceso de otorgamiento de acreditación.

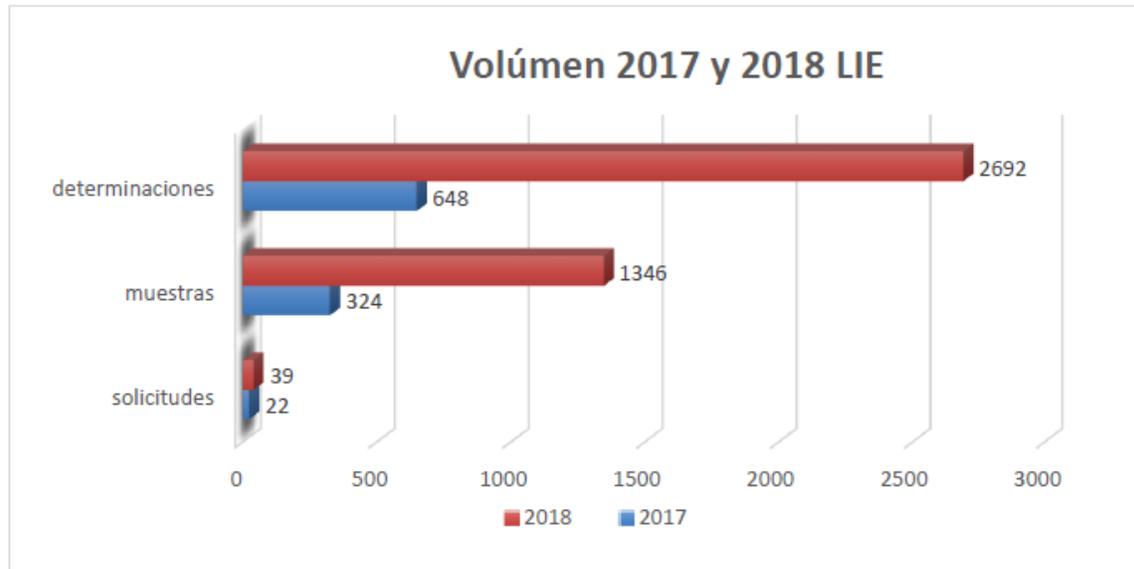
Cambio de volumen: A continuación, se muestra el cambio de volumen presentado entre el 2017 y 2018.

2018

Solicitudes atendidas: 39

Muestras analizadas: 1346

	2017	2018
Solicitudes	22	39
Muestras	324	1346
Determinaciones	648	2692



d. Laboratorio de Carbono -14:

Avance en la implementación de la técnica de datación por Carbono-14 en las instalaciones del Servicio Geológico Colombiano. Para esto se realizó el pre-tratamiento físico - químico de un total de 16 muestras de madera, carbón y suelo. Para ello se han empleado los dos métodos optimizados en el laboratorio, el método de lavado con ácido fluorhídrico y el tratamiento AAA (Ácido-Base-Ácido). Para el tratamiento de suelos se ha implementado el uso de centrifugado durante el proceso. Además, se ha realizado un total de 21 síntesis de benceno partiendo de muestras de estándar, madera, carbón y suelo. Dependiendo del tipo de matriz se ha optimizado el método de fusión directa o el método de pirolisis a vacío.

Para la implementación de la metodología, también fue necesaria la caracterización del nivel de ruido de fondo del equipo Quantulus 1220 mediante 55 mediciones. Para ello se prepararon mezclas de benceno muerto con diferentes proporciones de centelleador en viales de tres tamaños diferentes (1.5, 2 y 5 mL). Finalmente, con base en la experiencia adquirida y en los avances obtenidos, se han elaborado documentos correspondientes a la metodología para dejar todo documentado

Se logró realizar el desarme completo de la línea de síntesis antigua (INEA), la cual se encuentra

actualmente a la espera de entrega a inventario, no sin antes realizar un listado de los elementos aprovechables de esa línea, lo cual fue remitido a la Dirección.

e. Laboratorio de Activación Neutrónica:

Se realizó la actualización de la documentación reglamentaria existente y se elaboró la documentación faltante con el fin de dar cumplimiento con la Res. 90874 de 2014 del MinMinas, con miras a la obtención de la nueva autorización para el manejo de material radiactivo en la modalidad de registro. En total se elaboraron y actualizaron 33 documentos, entre manuales, instructivos y formatos, resaltando la elaboración de la primera versión de la Evaluación de Seguridad, el Plan de Emergencias radiológicas y la Memoria Descriptiva de la Instalación, así como la actualización del Manual de Protección Radiológica.

Después de este arduo proceso de 10 meses, finalmente la Autoridad Reguladora Nuclear (Ministerio de Minas y Energía), otorgó al LAAN la autorización para el manejo de material radiactivo, en la modalidad de notificación. Dicha autorización no tiene una vigencia definida, sin embargo está sujeta a inspecciones bianuales. Gracias a dicha autorización el LAAN podrá continuar con sus labores investigativas de manera ininterrumpida, dándole continuidad a los proyectos e investigaciones en curso.

Irradiación de muestras para el Análisis por Huellas de Fisión

Durante los meses de abril, octubre y noviembre de 2018, fueron irradiadas en la posición G3-G4 del Reactor Nuclear IAN-R1, un total de 22 muestras de circones y 7 de apatitos, con el fin de optimizar los tiempos de irradiación y el flujo neutrónico para la ejecución de dicho análisis por parte del personal del laboratorio de huellas de fisión. Dichas muestras fueron irradiadas exitosamente y se comprobó experimentalmente que la posición G3-G4 es adecuada para la datación de circones y apatitos, optimizándose un rango de tiempos para cada tipo de muestra, cuyos valores óptimos se concretarán en el primer trimestre del 2019.

Diagnóstico del estado actual de la técnica de conteo de neutrones retardados

Se inició el trabajo de levantamiento de información y diagnóstico operacional de la metodología para el conteo de neutrones retardados. Se realizaron reuniones de trabajo y actividades de laboratorio con miras a validar el método de análisis en el primer semestre de 2019.

Se elaboró un cronograma de actividades entre 2018 y 2019 para la implementación de la técnica en el cual incluye todas las actividades, personal y equipamiento anteriores a la prestación del servicio de Conteo de Neutrones Retardados a la comunidad. Durante el segundo semestre de 2018 se realizó el diagnóstico que se detalla a continuación:

- ✓ Electrónica de detección
- ✓ Sistema neumático y Cabina de extracción
- ✓ Materiales de referencia y patrones e insumos
- ✓ Equipamiento e insumos de PR
- ✓ Distribución de áreas

- ✓ Revisión de la documentación relacionada

Validación de metodologías analíticas

Dándole continuidad al trabajo iniciado en 2017, durante el primer semestre de 2018 se culminó el proceso de validación del método para el análisis de ^{238}U y ^{232}Th mediante espectrometría gamma de alta resolución, como producto se elaboró el correspondiente informe técnico.

Adicionalmente y aprovechando el nuevo sistema neumático de transferencia de muestras, se elaboró el diseño experimental para la validación de elementos de vida media corta mediante análisis por activación neutrónica. El desarrollo de dicho plan de validación se llevará a cabo en el primer semestre de 2019.

Se realizó la irradiación de **196** muestras en el Reactor Nuclear IAN-R1, las cuales representaron la adquisición de **392** espectros gamma (**2940** determinaciones), estas determinaciones se han realizado con el fin de ampliar el alcance de la validación realizada en el año 2015 con el fin de extender su cobertura a la determinación de 30 elementos en matrices de suelos, rocas, sedimentos, vegetales y cenizas de carbón, mediante el método relativo del Análisis por Activación Neutrónica Instrumental. Adicionalmente se atendieron 9 solicitudes de servicios analíticos a clientes internos, dentro de los cuales se resalta el análisis de 13 muestras de rocas de San José del Guaviare, solicitadas por el proyecto institucional de Recursos Minerales Energéticos, así como el análisis de monitores de flujo de Al-Au, Zr y Au recubierto con Cd, para la caracterización del flujo neutrónico del Reactor Nuclear IAN-R1.

Ejercicio de intercomparación metrológica del OIEA

Se realizaron las irradiaciones correspondientes para el análisis de una muestra de sedimento marino y una muestra de tejido animal, correspondientes al ejercicio de intercomparación metrológica del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), en total durante el mes de agosto de 2018 se irradiaron **38** muestras en el Reactor Nuclear IAN-R1, las cuales representaron la adquisición de **76** espectros gamma (**960** determinaciones). Los resultados preliminares emitidos el 15 de diciembre de 2018 por los organizadores del ejercicio, muestran que el LAAN obtuvo resultados calificados entre aceptables y satisfactorios para los elementos químicos reportados.

2. Grupo de trabajo Reactor Nuclear (GRN)

Este grupo de trabajo contó durante 2018 con dos coordinadores titulares y uno encargado, lo cual implicó la adopción de diferentes prácticas de organización del trabajo, asociadas a las particularidades y proyecciones que le imprimieron de cada una de las personas a cargo.

En este orden de ideas, cabe recordar que nuestra entidad (SGC) en su Plan Estratégico Decenal

del Conocimiento Geológico (2014 a 2023), establece como metas para el Reactor Nuclear de Investigación IAN-R1, las relacionadas con:

- la garantía de operación continua,
- el fomento en la implementación de aplicaciones nucleares tales como: el análisis por activación neutrónica (AAN), la datación de materiales geológicos mediante huellas de fisión, la caracterización de minerales con potencial energético mediante el análisis por neutrones retardados y,
- el estudio en la viabilidad de producción de radioisótopos para usos diversos (hidrología, explotación de hidrocarburos, estudio de fertilidad de suelos, estudios ambientales, entre otros).

Una vez obtenida la licencia de operación 2014-2019 (Licencia IANR1-011), en garantía de la continuidad de la operación segura de la instalación, se han logrado importantes avances en la adquisición de habilidades, destrezas y competencias técnicas por parte del equipo de trabajo asignado a esta dependencia. En cumplimiento de esta premisa se han fortalecido las capacidades de roles múltiples, donde se ha avanzado en la vigencia 2018 en la formación y la consecuente autorización de Supervisores, Oficiales de Protección Radiológica, Operadores y Responsables de Mantenimiento, todo ello con la finalidad de mantener una operatividad permanente de esta importante instalación científica y tecnológica singular en nuestro país, constituyéndose en el único reactor nuclear de investigación de la nación colombiana, disponible para todas las comunidades científicas relacionadas que en asocio con el SGC, aborden las actividades de generación de nuevo conocimiento en ciencias nucleares y en geociencias.



Figura 1. Apropiación social del conocimiento en el Reactor Nuclear IAN-R1 (archivo UNAL).

Desde los inicios de la operación de esta instalación en 1965 (Figura 2), en el extinto Instituto de Asuntos Nucleares-IAN, las comunidades científicas siempre han manifestado su interés en el desarrollo de capacidades que impliquen avances en la investigación básica y aplicada, en los campos académicos, industriales e institucionales, donde la tecnología nuclear ofrece evidentes ventajas comparativas respecto a las convencionales.



Figura 2. Presidente Guillermo Valencia (1962-1966) en la ceremonia de comisionamiento del Reactor Nuclear IAN-R1 (archivo EL TIEMPO).

Actualmente se garantiza la operación segura de la instalación mediante la ejecución rutinaria de los siguientes programas técnicos de trabajo:

- Capacitación, entrenamiento y reentrenamiento.
- Vigilancia radiológica ambiental.
- Mantenimiento preventivo.
- Calibración de instrumentos.
- Protección radiológica.
- Verificación de equipos y sistemas.

Cada uno de los precitados programas conlleva la ejecución de una serie de actividades (documentadas, registradas y evidenciadas), que se desarrollan bajo los principios básicos de Protección y Seguridad de la instalación, sus trabajadores ocupacionalmente expuestos (TOE's), el público en general y el medio ambiente. En cabal cumplimiento de estos programas durante 2018 se realizó una operación segura de la instalación, registrándose el favorable panorama de operación.

Para garantizar una permanente operación segura de la instalación se requiere adoptar, entre otras, las siguientes acciones de mejora:

- Asegurar un personal o equipo de personas responsables de la operación, que se encuentre vinculado en la planta de personal de la entidad.
- El desarrollo de competencias de roles múltiples, donde se den las provisiones necesarias (reemplazos) para garantizar la no-dependencia de personas en particular.
- El intercambio y / o formación continua (en el estado del arte) del personal de operación con sus pares a nivel regional e internacional, privilegiando los entrenamientos / certificaciones "in situ".
- La suscripción de convenios con las partes interesadas o afines a las temáticas en comento, como estrategia de divulgación / apropiación de las potencialidades en generación de conocimiento científico asociado a la instalación.
- Articulación de los usos y aplicaciones de la instalación en los demás programas o grupos de investigación institucionales y externos, responsables de generación de conocimiento geocientífico.
- El involucramiento del personal del reactor en otras actividades que se relacionen con el conocimiento geocientífico y nuclear, con el objetivo de fomentar las buenas prácticas de la interdisciplinariedad y la incorporación de otras visiones alternativas, disruptivas o divergentes que coadyuvan a la adopción de soluciones creativas a los problemas técnicos cotidianos planteados.

3. Grupo de Investigaciones y Aplicaciones radiactivas (GIAR)

a. Facilidad centralizada para gestión de desechos radiactivos

Dentro del programa para el manejo integral de los desechos radiactivos en Colombia, en el año 2018 se hicieron 14 recepciones en el almacén de desechos radiactivos del Instituto 92 unidades de desechos radiactivos de las cuales 1 corresponden a fuente radiactiva categoría 1 (extremadamente peligrosas) que adicionalmente fueron transportadas bajo el acompañamiento del personal de SGC y las fuerzas policiales y militares. La mayoría de ellas corresponden a fuentes radiactivas en desuso que anteriormente tenían fines industriales o médicos. Cabe resaltar que la decisión de recibir estos desechos tuvo como criterio el balance entre el pasivo ambiental y el riesgo de accidentes radiológicos graves que implican las fuentes huérfanas. En cada caso, se verificó que el usuario hubiese realizado las provisiones necesarias para la gestión en el exterior y que no quedase alternativa de disposición en el exterior, conforme lo prevé la política para gestión de desechos radiactivos dictada por el Ministerio de Minas y Energía.

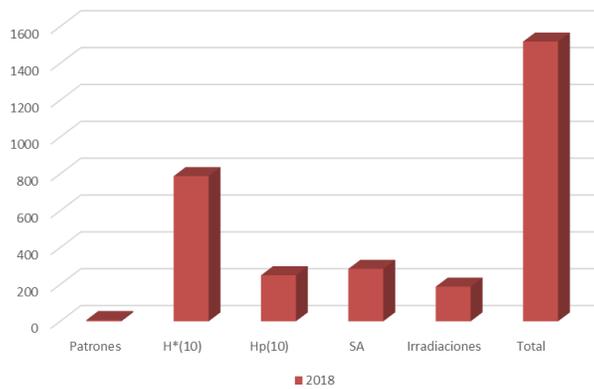
Continuó la operación plena en la instalación para la gestión y almacenamiento interino de desechos radiactivos (almacén 2), en el cual durante el año 2018 se realizó el procesamiento de desechos radiactivos tipo II (capsulas fijadas y aseguradas al blindaje por diseño), tipo III (Capsulas fijas y blindadas por diseño a los contenedores de grandes dimensiones), tipo IV (laminas radiactivas donde las fugas de radiactividad son usuales) y tipo V (desechos compactables y no compactables), tal como se muestra en la siguiente gráfica.

Cantidad de Unidades	No. Subunidades	Tipo de desecho	Radionúclido
1	24	II	Sr-90
1	26	II	Kr-85
1	1	III	Co-60 /U-emp
1	13	IV	Am-241
1	1	V no compactable	U-emp
1	14	V no compactable	Am-241
6	79		

b. Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica (LSCD)

En la siguiente grafica se puede observar los tipos y cantidad de calibraciones realizadas por el LSCD durante el año 2018.

Calibraciones realizadas

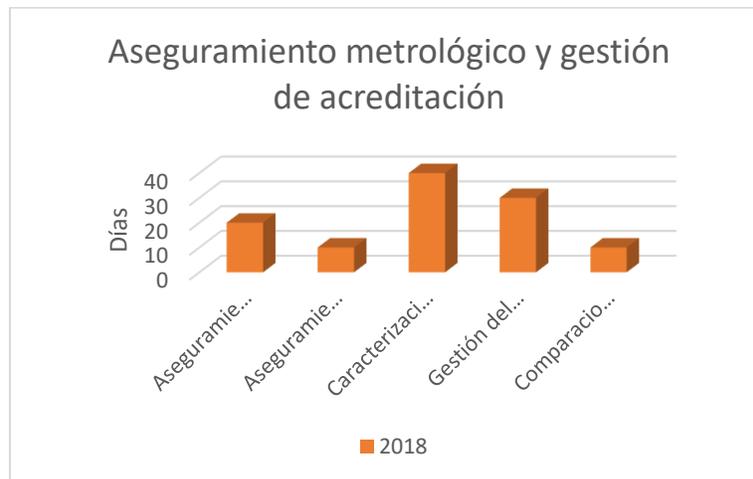


En la siguiente tabla se observa los datos puntuales utilizados para la realización de la anterior gráfica.

Patrones	7
H*(10)	788
Hp(10)	250
SA (Contaminación superficial)	285
Irradiaciones	188
Total	1518

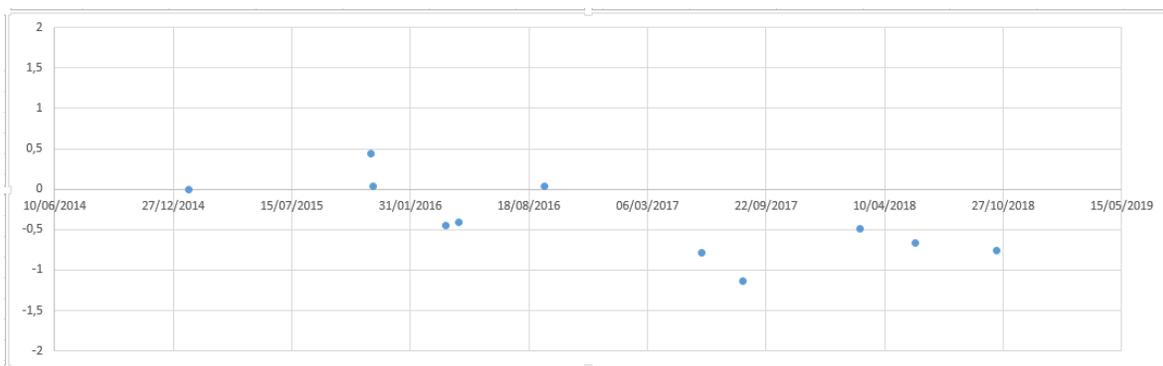
En conclusión, el LSCD atendió un total de 1518 instrumentos entre calibraciones medidores de tasa de dosis, contaminación superficial, dosímetros personales, e irradiación de dosímetros TLD.

Por otra parte, el LSCD para garantizar la trazabilidad metrológica a patrones internacionales a dedicado al aseguramiento metrológico de patrones: 20 días; al aseguramiento metrológico de instrumentos auxiliares: 10 días; a la caracterización de los haces de radiación: 40 días, a la gestión del proceso de acreditación ONAC: 30 días y a comparaciones interlaboratorio: 10 días, como se muestra en la siguiente figura.



Producto de las actividades de control de calidad realizadas en el LSCD durante el año 2018, se tiene:

- Patrones: Los seguimientos de estabilidad muestran que el patrón de referencia se ha mantenido dentro del límite del 2% acorde a la normativa técnica IAEA SRS 16.



- Instrumentos auxiliares: Las verificaciones periódicas han mostrado una estabilidad en la mayoría de los instrumentos de medición de condiciones ambientales, excepto en las termocuplas tipo punzón. Las 4 han mostrado desviaciones de alrededor de 0.5 K por mes, lo cual las hace inviables para seguir operando confiablemente. Estos instrumentos deben ser reemplazados por unos de mejor calidad para las mediciones realizadas con patrones o cámaras de ionización abiertas de usuarios.
- Calibraciones: El control de calidad se realiza mediante la repetición de un porcentaje de las calibraciones por un operador diferente. Hasta la fecha no han ocurrido desviaciones.

Otras actividades realizadas durante el año 2018 en el LSCD:

- Participación en trabajo técnico en el IV CONGRESO INTERNACIONAL DE METROLOGÍA - METROCOL 2018, en modo póster y trabajo escrito, titulado “Metrología de las radiaciones ionizantes en Colombia”. Con el trabajo presentado se obtuvo el reconocimiento como segundo mejor trabajo en el congreso.
- Proyecto “Servicios de Ensayos Acreditados Metrología 2017” actualizado mensualmente a través de la herramienta Planview. Estado de avance 80%.

-Radicación, revisión documental e iniciación del proceso de acreditación (Fase 1 del contrato - Previos ONAC).

- Designación del equipo auditor y plan de auditoría (Fase 2 del contrato - Etapa 1 ONAC).

-Finalizar la respectiva auditoría y evaluación in situ (Fase 3 del contrato - Etapa 2 ONAC). Se elaboró el plan de acción para las no conformidades derivadas de la auditoría el cual fue aprobado el 3 de diciembre

- Proceso de intervención estructural del Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica, para lo cual fue necesario realizar el desmantelamiento y desalojo del bloque D.
- En el marco del Proyecto de cooperación técnica COL0014 con el OIEA se desarrollaron las siguientes actividades:

- Radioterapia

o Gestión con el OIEA de recursos para compra de irradiador de Co-60.

o Adquisición de patrón de referencia y equipos auxiliares.

- Protección radiológica

o Comparación interlaboratorios satisfactoria con el OIEA.

c. Planta de irradiación gamma (PIG)

Durante las actividades desarrolladas en el año 2018, el Grupo Planta de Irradiación Gamma, realizó el proceso de licenciamiento de la instalación ante la entidad reguladora; Ministerio de Minas y Energía, quienes, a través de la Coordinación de Asuntos Nucleares, concedió la licencia de operación de instalación radiactiva a partir del 27 de febrero de 2018 al 27 de noviembre de 2020.

Al término de 2018, la planta de irradiación gamma – PIG cuenta con 41 clientes registrados, se irradiaron en el año 1867 ítems y se ejecutaron 101 órdenes de irradiación. La mayoría de materiales irradiados corresponde a diferentes materias primas, productos intermedios y productos terminados dentro de los cuales sobresalen los materiales farmacéuticos y cosméticos.

Durante el año 2018 mensualmente se realizó la inspección de todos los sistemas de seguridad de la instalación con su correspondiente anotación en los registros de seguimiento y control, siendo consolidados en la herramienta PlaGa como sigue:

- Cinco paradas de emergencia en la sala de irradiación
- Tres hongos parados de emergencia (dos en la sala de irradiación y uno en la losa intermedia de la sala de irradiación).
- Circuito cerrado de TV
- Luces de la sala de irradiación, sala de almacenaje, escalera, pasillos, mezanine y sala de control
- Detectores de zona, pasillo de sala de irradiación y sala de control
- Monitor portátil.
- Extintores.
- Puerta de entrada sala de irradiación
- Nivel de piscina de almacenamiento de la fuente de Co-60 y sala de almacenaje
- Conductividad del agua de las piscinas
- Detectores de humo de la sala de irradiación y consola de control de la planta.

Otras actividades realizadas por PIG

- Se llevó a cabo el ENSAYO DE APTITUD N-DO-02 PROYECTO REGIONAL DE COOPERACIÓN TÉCNICA IAEA – ARCAL RLA – 1013 para determinar el desempeño de la Planta de Irradiación Gamma relacionado con el proceso de irradiación, la competencia del personal, y el aseguramiento de la calidad analítica de los resultados propios del proceso dosimétrico de rutina empleado, con el fin de generar acciones correctivas o un plan de mejoramiento, estructurado y organizado por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), de la república Argentina.
- Se desarrolló, para el proceso de prestación del servicio, una herramienta informática para la liquidación, previa a la cotización, del servicio de irradiación, así mismo el procedimiento oficial para la prestación del servicio alineado al sistema integral de gestión de la entidad. Esta información se actualizó en la página web del Servicio Geológico Colombiano.
- Actualización de instructivos que competen con la modernización de equipos de la Planta de Irradiación Gamma, tales como sistema de ingreso a la sala de irradiación, equipos de detección en las zonas controladas de la Planta de Irradiación, cámaras del circuito cerrado de televisión.
- En el marco del proyecto de cooperación técnica regional IEA – ARCAL RLA 1015 se participó en el Regional Training Course on Development, Validation and Routine Control of Industrial Radiation Processes realizado en México del 21 al 25 de mayo de 2018, logrando identificar las necesidades inmediatas para la implementación de la norma ISO 11137 – 1, norma que estructura los lineamientos para Validación del Proceso de Irradiación. Calificación de la instalación, Calificación de Operación, Calificación de Desempeño, Verificación y aprobación de los elementos anteriores, Mantenimiento de la validación.

- Se ajustó la matriz de responsabilidades de las actividades que se desarrollan en la Planta Gamma, alineado a la operación por procesos de Dosimetría, Mantenimiento, Protección Radiológica, Operación y Prestación del Servicio de Irradiación, y reasignando las responsabilidades del personal a estos procesos, así mismo se identificaron las necesidades en la actualización del sistema de gestión documental a desarrollar para los próximos periodos.
- Se evaluó el nivel de implementación del sistema de gestión de la planta de Irradiación Gamma por medio de una lista de chequeo enviada dentro del marco del proyecto de cooperación técnica regional IEA – ARCAL RLA 1015. Haciendo énfasis en la norma ISO 9001: 2015, con los nuevos cambios relacionados con liderazgo, evaluación de riesgos y oportunidades, entre otros. Se identificó que nos encontramos entre un 80% y 90 % de implementación.

Durante el año 2018 en la PIG se actualizaron los siguientes documentos:

- IN-TNU-MRN-029 Operación, Mantenimiento Y Verificación Del Sistema Eléctrico.
- IN-TNU-PG-005 Ingreso a la Sala de Irradiación
- IN-TNU-PG-006 Chequeo de los Detectores de radiación
- IN-TNU-PG-009 Chequeo de los sistemas de detección de incendio
- IN-TNU-PG-011 Chequeo de los sistemas de control de acceso
- IN-TNU-PG-014 Prestación y cotización del servicio.
- IN-TNU-PG-023 Manejo del PLAGA.
- IN-TNU-PG-025 Entrenamiento de personal-DESARROLLO
- IN-TNU-PG-026 Dosimetría de Rutina PMMA Planta Gamma

d. Laboratorio de Radiometría Ambiental (LRA)

Durante el año 2018, el LRA recibió y cumplió satisfactoriamente las solicitudes de Servicio de Clientes y caracterizó el contenido de radionúclidos emisores gamma de 573 muestras de diversa naturaleza, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Matrices	
Tipo	Cantidad
Alimentos	14
Aguas	111
Minerales	3
Suelos	41
Resinas	8
Lodos	2
Frotis interno	147
Fortis externo	242

Otros	5
-------	---

Durante el año 2018 el LRA adquirió un nuevo sistema de espectrometría gamma, durante el montaje de dicho equipo se realizó entrenamiento en puesto de trabajo del personal de la DTAN, para lo cual asistieron software training course de 32 horas, dirigido por expertos de la compañía CANBERRA quienes estuvieron del 19 a 23 de noviembre del presente año en las instalaciones del LRA, instalando el nuevo equipo adquirido como parte el convenio con el IAEA.

- Se participa en la prueba de desempeño entre laboratorios de radiactividad ambiental IAEA-TEL-2018-03 para la determinación de radionúclidos antropogénicos y naturales en las matrices agua y suelo, logrando una calificación satisfactoria para las muestras en matriz agua, objetivo logrado y alineado a las actividades implementadas relacionadas con sistema de gestión bajo la norma 17025 en matriz agua.
- Se evalúan materiales de referencia certificados y de trabajo, en la geometría de análisis (GIII) con el fin de construir la información necesaria operativa para el aseguramiento de la calidad analítica del método de ensayo por espectrometría de rayos gamma, para identificación de radionúclidos y pruebas de estanqueidad.
- Dentro del proceso de caracterización y validación de los sistemas espectrométricos del laboratorio se está estandarizando materiales de referencia de uranio y de torio para NORM.
- Dentro del proceso de análisis de muestras a usuarios se realiza la preparación de las muestras y paralelamente se determina la estabilidad de los materiales de referencia certificados del laboratorio.
- Se realizaron las actividades definidas en el programa de mantenimiento y calibración desarrollado por el personal del LRA, en medio digital, alineado al proceso transversal institucional de administración de equipos operacionales (AEO) y alineado a los requerimientos propios de la norma ISO 17025, para todos los equipos controlados y no controlados dentro del sistema de gestión de la calidad.
- Elaboración de Hojas de cálculo y formatos de registros asociados a la operación del laboratorio, a la implementación del sistema de gestión bajo la norma ISO 17025 y al sistema de gestión integral institucional.
- Generación de 573 informes pruebas de estanqueidad e identificación de radionúclidos.
- Cotizaciones, generación de estudios previos y adquisición de equipos con sus respectivas evaluaciones técnicas para el LRA.
- Entrenamiento continuo entre el personal del LRA, entrenamiento, supervisión y acompañamiento a la pasante seleccionada Mónica María López
- Desarrollo del instructivo para el Entrenamiento de Personal nuevo.
- Elaboración de los siguientes documentos técnicos y procedimentales:

- Otras actividades realizadas por LRA durante el año 2018:
 - ME-TNU-RA-001 Determinación de radionúclidos por espectrometría gamma. V2
 - F-TNU-PES plan de validación espectrometría gamma
 - IN-TNU-RA-012 estimación de la incertidumbre
 - MO-TNU-RA-006 Manual de Operación equipos espectrometría gamma. V1
 - Informe técnico proficiency TEST 2018 V1
 - Metodología PRUEBAS de SIGNIFICANCIA. Intercomparación instrumental interna para sistemas espectrométricos de rayos gamma, entre otros instrumentos.

Servicios de irradiación de muestras:

La instalación participó de la irradiación de 273 muestras a solicitud del Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica-LAAN, durante la vigencia 2018 en el marco del apoyo de las actividades de investigación del Grupo de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares y geocronológica-GIANG (caracterización de rocas, suelos y minerales; muestras para datación por huellas de fisión y muestras para caracterización de flujo neutrónico del reactor nuclear IAN-R1).

Proyectos de cooperación con el OIEA:

“Developing a Capacity Building Programme to Ensure Sustainable Operation of Nuclear Research Reactors through Personnel Training (2016-2018)-RLA1012” – Proyecto Regional ARCAL (en culminación).

Objetivo: Desarrollar operación confiable y sostenible de los reactores nucleares de investigación de la región.

“Improving Existing Capabilities to Provide High Quality and Internationally Recognized Nuclear Analytical Services” (2016-2019)”COL0014 – Proyecto Nacional (vigente)

Objetivo: Desarrollar y mejorar las capacidades existentes para proveer servicios analíticos nucleares internacionalmente reconocidos y de alta calidad

GRUPO DE LICENCIAMIENTO Y CONTROL

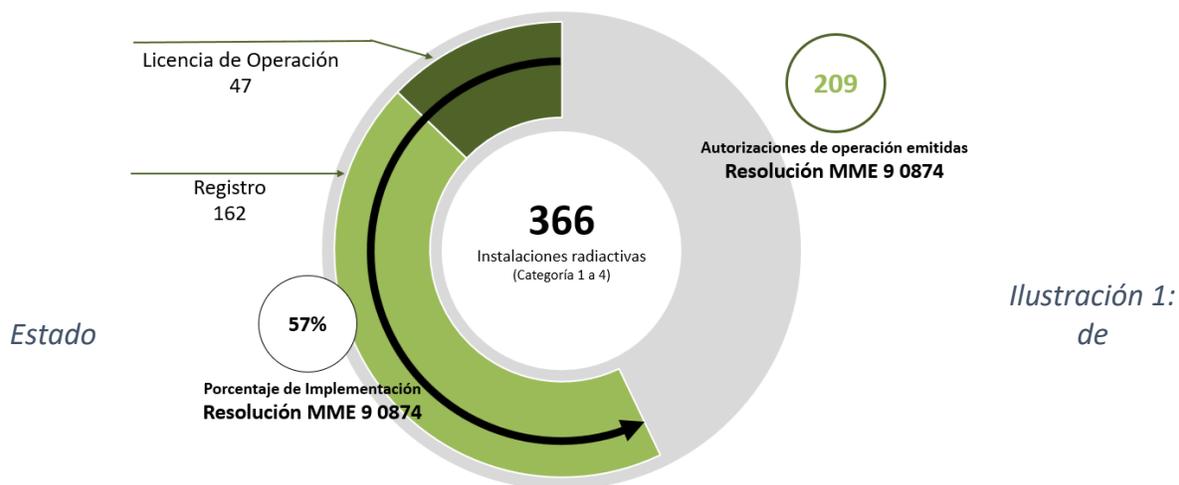
EL Grupo de licenciamiento y Control – GLyC cuyas actividades se encaminan a cumplir con las funciones delegadas por el Ministerio de Minas y Energía en lo que respecta al control regulatorio del uso del material radiactivo en el territorio nacional de acuerdo con la Resolución 9-0698 de 2014. Para ello, está a cargo del licenciamiento e inspección de todas

las instalaciones radiactivas en el país con excepción de las propias del SGC.

Se destacan los siguientes logros en 2018:

- Fortalecimiento de las estrategias para la implementación de la nueva norma de Autorizaciones para instalaciones radiactivas por parte del Grupo de Licenciamiento y Control con el fin de atender los retos derivados de la entrada en vigor de dicha norma; así como la evolución en los resultados del Grupo a partir de la entrada en vigor de la Resolución 9 0874 de 2014, es decir, desde el 12 de febrero de 2015. Tal mejoría en los indicadores obedece al constante esfuerzo institucional para la adopción de estrategias dirigidas hacia la implementación integral de la Resolución 9 0874 de 2014, de suerte que además de resolver los trámites dentro del término establecido se busca que estos sean resueltos mediante la emisión de la autorización correspondiente; efecto para el cual se adelanta un proceso de acompañamiento y retroalimentación permanente con los solicitantes a fin de que logren el cumplimiento total de los requisitos exigidos en la regulación vigente sobre protección y seguridad radiológica.
- Respecto a la ejecución del Plan Operativo de Licenciamiento y Control 2018, desde el 1 de enero hasta al 31 de diciembre de 2018 se emitieron ciento nueve (109) decisiones y cuarenta y dos (42) oficios de requerimientos y se realizaron sesenta y cuatro (64) inspecciones, lo cual indica un **avance del ciento nueve por ciento (109%)** respecto la meta establecida para el año 2018 (115 decisiones o su equivalente 298 evaluaciones técnicas y 60 inspecciones a 31 de diciembre de 2018).

Desde el 12 de febrero de 2015 con la entrada en vigencia de la Resolución 9 0874, al 31 de diciembre de 2018, el Grupo de Licenciamiento y Control ha emitido doscientas nueve (209) autorizaciones para la operación de instalaciones radiactivas categorías 1 a 4, lo cual implica un avance del cincuenta y siete por ciento (57%) en la implementación de la normativa en mención.



licenciamiento para instalaciones radiactivas con corte a 31 de diciembre de 2018

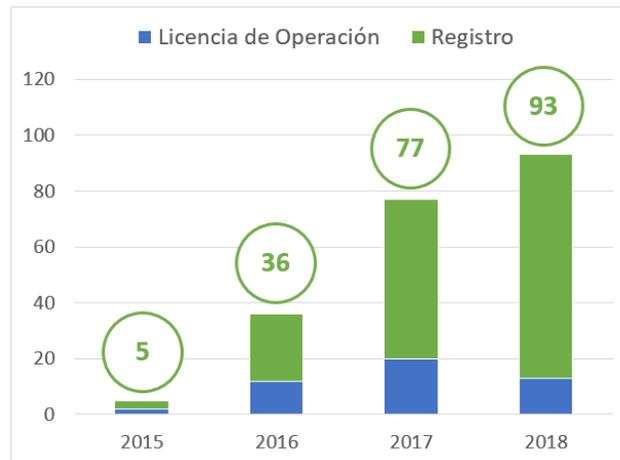


Ilustración 2: Histórico de autorización de operación emitidas desde la entrada en vigor de la Resolución 90874, con fecha de corte a 31 de diciembre de 2018.

Como se observa en la Gráfica, durante la vigencia 2018 se emitieron noventa y tres (93) autorizaciones, distribuidas así:

- Trece (13) Licencias de Operación para instalaciones radiactivas categorías 1 o 2 (con fuentes radiactivas asociadas altamente peligrosas y extremadamente peligrosas) y
- Ochenta (80) Registros de Operación para instalaciones radiactivas categorías 3 o 4 (con fuentes radiactivas asociadas peligrosas o improbablemente peligrosas).

Respecto a la vigencia 2017 se observa un incremento en el número de autorizaciones emitidas del veintiún por ciento (21%).

Los resultados sobre la implementación de la Resolución 9 0874 obtenidos para el año 2018, son consecuencia, entre otras medidas puestas en marcha, del fortalecimiento de los canales de interacción y comunicación con el usuario por medio de reuniones, llamadas telefónicas y por videoconferencia, las cuales fueron implementadas desde diciembre de 2016; así como la madurez adquirida por el grupo evaluador inspector del Grupo y la unificación de criterios.

El SGC para el año 2018, llevó a cabo ciento cuarenta y siete (147) reuniones personalizadas con usuarios de material radiactivo, en las cuales se revisó su estado de licenciamiento, se aclararon dudas respecto a los trámites en curso, y se identificaron las medidas a ser implementadas para acercar a las instalaciones hacia el cumplimiento de los requisitos exigidos en la normativa vigente. De igual manera se realizaron cuatro (4) conferencias de divulgación de los trámites ante la Ventanilla Única de Comercio Exterior - VUCE en compañía de la Federación Colombiana de Agentes Logísticos en Comercio Internacional

FITAC.

Dentro de las reuniones llevadas a cabo con los usuarios de material radiactivo, entre el 05 de enero al 31 de diciembre de 2018, se aplicaron ciento cuarenta y tres (143) encuestas, a fin de evaluar el nivel de satisfacción del usuario respecto a la solución de dudas dentro de la reunión, así como la atención recibida de parte del servidor público. En el uno por ciento (1%) de los casos los usuarios manifestaron que la sesión realizada fue de mediana calidad, el treinta y nueve por ciento (39%) de los casos los usuarios manifestaron que la sesión realizada fue de alta calidad y en el setenta y un por ciento (71%) de los casos los usuarios manifestaron que la sesión realizada fue de calidad superior.

El SGC, en su calidad de autoridad reguladora delegada para el licenciamiento y control de las instalaciones que manejan material radiactivo en el país, durante 2018 participó como ponente en tres (3) eventos nacionales, en el marco de los cuales se presentó el avance de la implementación de la Resolución 9-0874 de 2014, así como la solución de dudas respecto al proceso de autorización en cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha Resolución:

- I. Primer Curso Regional en Protección Radiológica – ACMN.
- II. Segundo Curso Regional en Protección Radiológica – ACMN.
- III. IV Jornada Nacional de Física Médica y Protección Radiológica.

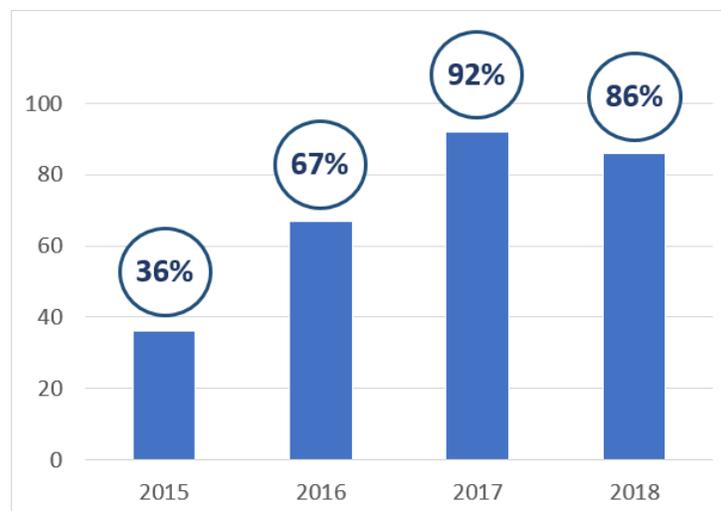


Ilustración 3: Porcentaje de autorizaciones respecto a trámites decididos por año.

Conforme a los esfuerzos realizados por el SGC para la implementación integral de la Resolución 9-0874 de 2014, durante la vigencia 2018 se observó la estabilidad en el porcentaje de éxito de los trámites de licencia de operación, registro y licencia de diseño; de acuerdo con lo alcanzado en el año 2017.

Como se muestra en la Gráfica, en 2018 el ochenta y seis por ciento (86%) de los trámites de decididos terminaron en autorización, este valor no es lejano al noventa y dos por ciento

(92%) alcanzado en el año 2017.

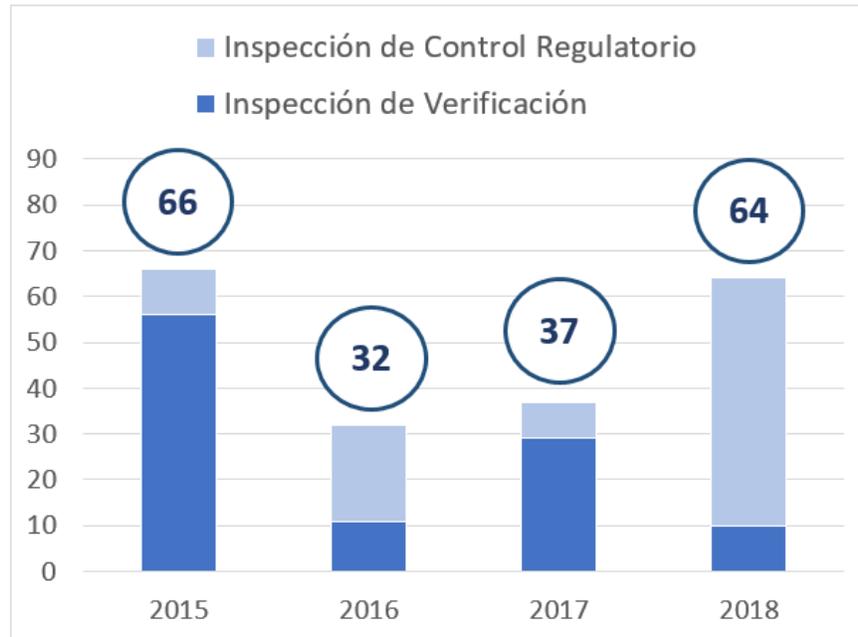


Ilustración 4: Número de inspecciones realizadas por año a partir de la entrada en vigor de la Resolución 9 0874.

Respecto a las actividades de licenciamiento y control regulatorio en el lugar de ejecución de práctica autorizada, el SGC durante 2018 llevó a cabo sesenta y cuatro (64) inspecciones distribuidas así:

- Diez (10) visitas de inspección en el marco de procesos de autorización de Licencia de Operación y Licencia de Diseño.
- Cincuenta y cuatro (54) visitas de control regulatorio.

De acuerdo con lo presentado en la Gráfica, en 2018 el número de inspecciones realizadas aumento en setenta y tres (73%) respecto al año 2017, llegando a niveles similares respecto al año 2015.

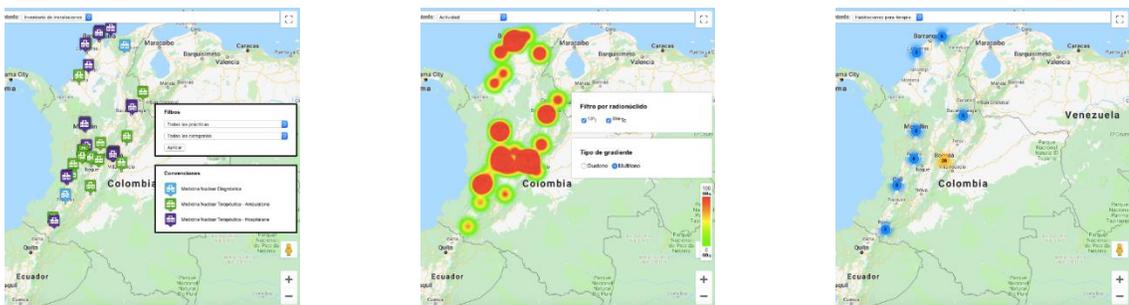
Así mismo, durante 2018 se resolvieron mil cuatrocientas cuarenta y seis (1446) solicitudes relacionados con los trámites de: Licencia de clausura, licencia de cese temporal, licencia de importación de material radiactivo, Licencia de reexportación de material radiactivo, modificación de autorización, cumplimiento de plazos, notificaciones, derechos de petición, consultas, petición de documentos e información, entre otros.

Tipo de solicitud	# de solicitudes resueltas
Notificaciones	521
Modificación de Autorización	169
Petición de Documentos y/o	219

Información	
Licencia de Importación	122
Licencia de Reexportación	69
Derecho de Petición	25
Cumplimiento de Plazos	49
Informe de Distribución	135
Corrección de pronunciamiento	54
Consulta	6
Notificación Fuentes Categoría 5	39
Licencia de Clausura	10
Licencia de Cese Temporal	4
Informe Anual de Gestión de Desechos	24
TOTAL	1446

Tabla 1: Notificaciones y otras solicitudes resueltas en el marco del Plan Operativo de Licenciamiento y Control 2018 con corte al 31 de diciembre.

- a. Procesamiento de la información relacionada con el uso de I-131 para terapias de altas dosis en Colombia con fecha de corte a 10 de mayo de 2018.



Gráfica 1. Distribución geográfica de: (izquierda) instalaciones de medicina nuclear por práctica, (centro) actividad autorizada de Tc-99m y I-131 para medicina nuclear, (derecha) habitaciones autorizadas para la realización de terapias de altas dosis con I-131 en medicina nuclear.

- b. Estudio técnico de las cargas de trabajo y formulación de la propuesta de actualización de tarifas para los trámites de Licencia de Diseño, Licencia de Operación y Registro a cargo del GLyC.
- c. Avance en Desarrollo del Sistema de Información de la Autoridad Reguladora Nuclear – Xué v1.1.0:

- Diseño y desarrollo de la interfaz de usuario para la versión 1.1.0, donde se incluye: Manejo de pestañas, actualización de datos de usuario, acceso a consulta con un click, tooltips, barra de búsqueda, filtro y ordenación.

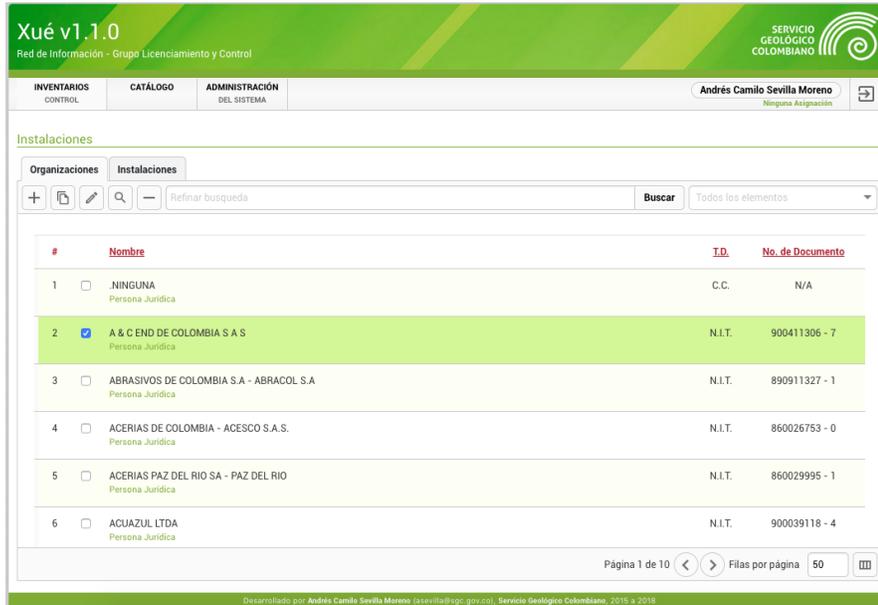


Figura 1. Interfaz de usuario para la versión 1.1.0. del sistema de información Xué.

- Desarrollo e implementación del componente de administración del sistema, desde el cual se gestiona la información de usuarios, perfiles y permisos, elementos de menú, pestañas y acciones, entre otros.

Xué v1.1.0
Red de Información - Grupo Licenciamiento y Control

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO

INVENTARIOS CONTROL CATÁLOGO ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA

Andrés Camilo Sevilla Moreno
Ninguna Asignación

OFICINAS USUARIOS PERFILES MENÚ PESTAÑAS Ventanas EMERGENTES OTROS MANTENIMIENTO

Perfiles

Perfiles Permisos de Submenú Permisos de Pestañas Permisos de Ventanas Emergentes

+ Refinar búsqueda Buscar Todos los elementos

#	Nombre	Label 1	Visibilidad
1	<input type="checkbox"/> SUDO	SUDO	Visible
2	<input type="checkbox"/> ADMINISTRATOR	Administrador	Visible
3	<input type="checkbox"/> BASIS	Base	Visible
4	<input type="checkbox"/> DRIVER	Controlador	Visible
5	<input type="checkbox"/> EVALUATOR	Evaluador	Visible
6	<input type="checkbox"/> DOCUMENTER	Documentador	Visible

Página 1 de 1 Filas por página 50

Desarrollado por Andrés Camilo Sevilla Moreno (asevilla@gg.gov.co), Servicio Geológico Colombiano, 2015 a 2018

Figura 2. Pestaña de gestión de perfiles de usuario, componente de administración Xué v1.1.0

- Desarrollo e implementación del componente de catálogo, desde el cual se gestiona toda la información secundaria de sistema de información: Prácticas, categorías, modalidades de autorización, radionúclidos, sistema de unidades, fabricantes, tipos de equipo, modelos de equipo, modelos de fuente, tipos de personal, tipos de movimiento, estados, ubicaciones, tablas de retención documental, entre otros.

Xué v1.1.0
Red de Información - Grupo Licenciamiento y Control

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO

INVENTARIOS CONTROL CATÁLOGO ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA

Andrés Camilo Sevilla Moreno
Ninguna Asignación

PRÁCTICAS CATEGORÍAS MODALIDADES DE AUTORIZACIÓN RADIONÚCLIDOS SISTEMA DE UNIDADES FABRICANTES TIPOS DE EQUIPO MODELOS DE EQUIPO

Radionúclidos

Fuentes Selladas

+ Refinar búsqueda Buscar Todos los elementos

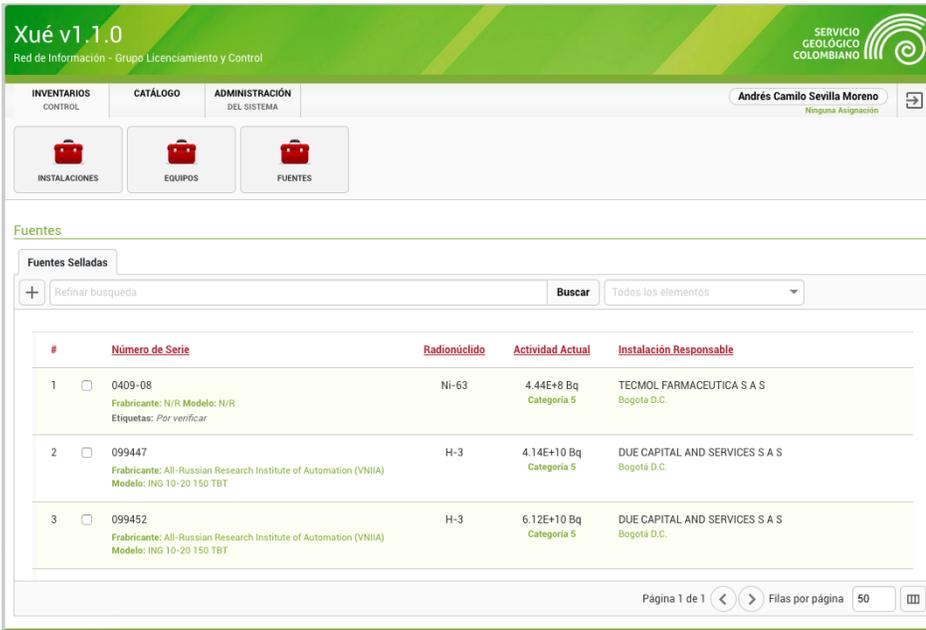
#	Nombre	A	Z	Tiempo de semivida	D
1	<input type="checkbox"/> Americio-241	241	95	432.7 y	0.06 TBq
2	<input type="checkbox"/> Americio-241:Berilio	241	95	432.7 y	0.06 TBq
3	<input type="checkbox"/> Oro-198	198	79	2.7 d	0.2 TBq
4	<input type="checkbox"/> Cadmio-109	109	48	462.6 d	20 TBq
5	<input type="checkbox"/> Californio-252	252	98	2.65 y	0.02 TBq
6	<input type="checkbox"/> Curio-244	244	96	18.1 m	0.05 TBq

Página 1 de 1 Filas por página 50

Desarrollado por Andrés Camilo Sevilla Moreno (asevilla@gg.gov.co), Servicio Geológico Colombiano, 2015 a 2018

Figura 3. Pestaña de gestión de información física y relacionada con protección radiológica para los radionúclidos en fuentes selladas, componente de catálogo Xué v1.1.0

- Desarrollo en implementación del componente de inventarios, desde el cual se gestiona la información asociada a las entidades, instalaciones radiactivas, fuentes radiactivas y equipos asociados, incluyendo sus movimientos o cambios de estado para garantizar una trazabilidad completa desde el momento de su importación, transferencias, expediciones hasta su reexportación.



Xué v1.1.0
Red de Información - Grupo Licenciamiento y Control

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO

INVENTARIOS CONTROL | CATÁLOGO | ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA

Andrés Camilo Sevilla Moreno
Ninguna Asignación

INSTALACIONES | EQUIPOS | FUENTES

Fuentes

Fuentes Selladas

+ Refinar búsqueda | Buscar | Todos los elementos

#	Número de Serie	Radionúclido	Actividad Actual	Instalación Responsable
1	0409-08 Fabricante: N/R Modelo: N/R Etiquetas: Por verificar	Ni-63	4.44E+8 Bq Categoría 5	TECMOL FARMACEUTICA S A S Bogotá D.C.
2	099447 Fabricante: All-Russian Research Institute of Automation (VNIIA) Modelo: ING 10-20 150 TBT	H-3	4.14E+10 Bq Categoría 5	DUE CAPITAL AND SERVICES S A S Bogotá D.C.
3	099452 Fabricante: All-Russian Research Institute of Automation (VNIIA) Modelo: ING 10-20 150 TBT	H-3	6.12E+10 Bq Categoría 5	DUE CAPITAL AND SERVICES S A S Bogotá D.C.

Página 1 de 1 | Filas por página 50

Desarrollado por: Andrés Camilo Sevilla Moreno (assevilla@sgc.gov.co) | Servicio Geológico Colombiano, 2015 a 2018

Figura 4. Pestaña de gestión de fuentes selladas, componente de inventarios Xué v1.1.0

Consultar Fuente Sellada

Servicio Geológico Colombiano Dirección de Asuntos Nucleares

Fuente Sellada
66855G

<p>Radionúclido</p> <p>Ir-192</p> <p>Actividad de Referencia: 4.00E+12 Bq (2018-06-27) Categoría 2</p> <p>Actividad Actual: 7.88E+11 Bq (2018-12-17) Categoría 3</p>	<p>Instalación Responsable</p> <p>CALIDAD Y ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS SAS - CEND SAS</p> <p>Base Bogotá</p> <p>Equipo Asociado</p> <p>D6245</p> <p>Estado de la Fuente</p> <p>En Uso (2018-07-30)</p>	<p>Código de Seguimiento</p>  <p>Generar Etiqueta QR</p>
--	--	---

Historial Pruebas de Fugas Documentos Anexos

Refinar búsqueda Todos los elementos

#	Fecha	Tipo de Movimiento
1	2018-07-10 00:00:00	<p>Importación</p> <p>AMCOL INGENIERIA LTDA, notifica la importación de la fuente sellada de Ir-192 número de serie 66855G y con actividad inicial de 4.1TBq.</p> <p><i>Laura Mercedes López Córdoba</i> 2018-12-17 07:45:30</p>
2	2018-07-30 00:00:00	<p>Transferencia</p> <p>CALIDAD Y ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS SAS - CEND SAS, notifica la transferencia con AMCOL INGENIERIA LTDA de la fuente sellada de Ir-192 número de serie 66855G y con actividad inicial de 4.1TBq, la cual fue relacionada al equipo proyector Delta 880 serie D6245</p> <p><i>Laura Mercedes López Córdoba</i> 2018-12-17 07:52:13</p>

Figura 5. Pestaña del historial de movimientos de fuentes selladas, componente de inventarios de la versión 1.1.0. del sistema de información Xué.

Consultar Movimiento de Fuente Sellada

Descripción del Movimiento Estado de la Fuente

Fecha del Movimiento
2018-07-10

Tipo de Movimiento*
Importación

Notificaciones Relacionadas
103909 x

Autorizaciones Relacionadas
LI-0205 x

Descripción del Movimiento*
AMCOL INGENIERIA LTDA, notifica la importación de la fuente sellada de Ir-192 número de serie 66855G y con actividad inicial de 4.1TBq.

Figura 6. Pestaña del historial de movimientos de fuentes selladas, componente de inventarios de la versión 1.1.0. del sistema de información Xué.

DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN

1. OBJETIVO

Gestionar el flujo de información que soporta la generación de conocimiento geocientífico resultante de las actividades de exploración, investigación, evaluación y análisis en el territorio nacional, que mediante estrategias de innovación tecnológica sincronizada con la gestión del conocimiento, permiten la divulgación, acceso y uso de los productos geocientíficos generados por los diferentes proyectos del Servicio Geológico Colombiano (SGC) los cuales han surtido el procedimiento de Oficialización, garantizando las validaciones, de completitud, almacenamiento y presentación de información establecidos por la Entidad para ofrecer a los clientes servicios y productos confiables y de óptima calidad.

2. FUNCIONES DE LA DIRECCIÓN

El artículo 10 del Decreto 2703 de 2013 precisó que son funciones de la Dirección de Gestión de Información entre otras: “(...) 1. Gestionar y administrar la Litoteca, Cintoteca, Mapoteca, y demás fondos documentales. 2. Dirigir y controlar el desarrollo y la administración del Sistema Nacional de Información Geocientífica, integrándolo con otros sistemas de información del territorio. 3. Proveer y divulgar los productos de información geocientífica. 4. Dirigir la organización y almacenamiento de los datos geocientíficos en el Sistema de Información Georreferenciada Institucional. 5. Inventariar, custodiar y administrar la información geocientífica institucional. 6. Garantizar la aplicación de buenas prácticas y principios para el manejo de la información geocientífica institucional. 7. Dirigir el desarrollo y administración de la plataforma tecnológica de los sistemas de información misionales de la institución. 8. Gestionar y administrar programas de estudio y catalogación de las colecciones científicas. 9. Custodiar la información geocientífica institucional y establecer los mecanismos de seguridad requeridos para su protección. 10. Las demás que se le sean asignadas y que correspondan a la naturaleza de la dependencia (...)”

3. ESTRUCTURA DE LA DIRECCIÓN



4. GRUPOS DE TRABAJO Y PROYECTOS DE GESTIÓN ASOCIADOS VIGENCIA 2018

Sponsor / Ordenador del Gasto: Margarita Bravo – Directora Técnica de Gestión de la Información.

4.1. Despacho:

Coordinador: Margarita Bravo

- 4.1.1. Proyecto de Gestión ID 1000674: Acompañamiento técnico especializado en AE.
- 4.1.2. Proyecto de Gestión ID 1000870: Actividades Transversales a la DGI.
- 4.1.3. Proyecto de Gestión ID 1000664: Oficina de Gestión de Proyectos – Planview.

4.2. Grupo de Trabajo - Sistemas de Información Geocientífica:

Coordinador: Julián Castellanos

- 4.2.1. Proyecto de Gestión ID 1000682: Estándares Cartográficos de Información Geocientífica.
- 4.2.2. Proyecto de Gestión ID 1000866: Administración y Gestión de IDE.
- 4.2.3. Proyecto de Gestión ID 1000948: Gestión de Sistemas de Información Geocientífica.

4.3. Grupo de Trabajo - Servicios y divulgación de información Geocientífica:

Coordinador: Jaime Alberto Garzón

- 4.3.1. Proyecto de Gestión ID 1000838: Gestión Publicaciones Geocientíficas.
- 4.3.2. Proyecto de Gestión ID 1000863: Oficialización Información Geocientífica.

- 4.3.3. Proyecto de Gestión ID 1000868: Suministro de Información Geocientífica Digital.
- 4.3.4. Proyecto de Gestión ID 1000627: Mejora Calidad Metadatos y Datos Estudios Geocientífica.
- 4.3.5. Proyecto de Gestión ID 1000862: Gestión de la Litoteca.
- 4.3.6. Proyecto de Gestión ID 1000585: Definición y Catalogación de modelos Ontológicos.

4.4. Grupo de Trabajo – Biblioteca

Coordinador: Johnny Samper Murcia

- 4.4.1. Proyecto de Gestión ID 1000861: Gestión de la biblioteca

4.5. Gestión de la Plataforma de Tecnologías de Información

Coordinador: Heriberto Albutria

- 4.5.1. Proyecto de Gestión ID 1000852: Gestión TICs.

4. INFORME DE GESTIÓN Y AVANCE 2018

4.1. Despacho

- 4.1.1. **Proyecto de Gestión ID 1000674: Acompañamiento técnico especializado en AE.**

Gerente del Proyecto: Gustavo Soto Gaitán.

Descripción del Proyecto: Acompañamiento técnico en la implementación de la Arquitectura del Sistema de Gestión de Información Geocientífica.

Objetivo: La Universidad de los Andes se compromete con el SGC a realizar el acompañamiento técnico Especializado en el desarrollo del plan de proyectos de implementación de la Arquitectura Empresarial del SGC 2017-2018.

Justificación del Proyecto: Que en la actualidad el SGC cuenta con el acompañamiento técnico especializado que brinda la Universidad de los Andes, en el desarrollo de actividades de los mencionados proyectos de Arquitectura Empresarial. Que, en orden a continuar con el proceso de implementación de la Arquitectura Empresarial, para la vigencia 2018, el SGC solicitó a la Universidad de los Andes la estructuración y presentación de una propuesta de acompañamiento técnico especializado, con el fin de ejecutar los proyectos requeridos por la entidad.

Avances 2018: A continuación, se presentan los logros y avances en los diferentes temas de acompañamiento.

Para los temas descritos en la siguiente tabla, Las actividades fueron culminadas al 100% a 31/diciembre/2018 y los respectivos entregables e informes se recibieron a satisfacción y se encuentran en el repositorio institucional destinado para tal fin

TEMA	LOGROS
Acompañamiento en la integración del BIP a la Arquitectura Empresarial actual del SGC y en la fase inicial de operación del EPIS.	<p>El SGC opera hoy con éxito el Banco de Información Petrolera, y uno de los activos más importantes para la industria de hidrocarburos del país: la información petrotécnica proveniente de los compromisos contractuales de los operadores con la ANH. Respaldo de lo anterior son los indicadores de operación y satisfacción de los usuarios del BIP (Ecopetrol, ANH, Operadoras, etc.).</p> <p>Adicionalmente, con la estabilización de la operación del BIP, en el SGC surgieron nuevos retos estratégicos que permiten transformar al BIP en un activo estratégico no solo para la industria de hidrocarburos sino con extensión al sector de minas y energía.</p> <p>Es así como, surgieron nuevos proyectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de un proyecto que permitió conocer el estado de calidad - en sus diferentes criterios - de la información del BIP recibida de la ANH • Generar un nuevo modelo de operación orientado a un portafolio de productos y servicios para el sector minas y energía que se ejecutó con éxito en el año 2018 en compañía de la firma de expertos en la industria y operación de bancos petroleros en el mundo Schlumberger. • La ejecución de un proyecto que permitió obtener una metodología para mejorar la calidad de datos y la aplicación de la misma para un conjunto de tipos de datos del BIP, proyecto realizado en compañía del proveedor IKM culminado con éxito en el 2018.
Acompañamiento técnico en la definición de un modelo de madurez de datos	<p>La aplicación de una metodología híbrida con mejores prácticas internacionales para determinar el grado de madurez de los diferentes conjuntos de datos del SGC en diferentes ámbitos: capacidad institucional, procesos asociados, entrenamiento de los funcionarios, tecnología subyacente, controles implementados, cultura orientada hacia la gestión de datos, mecanismos de gobierno.</p> <p>Resultado de dicha medición y de la discusión con los diferentes grupos técnicos y misionales del SGC, la institución cuenta hoy con una metodología de medición y unos resultados que permiten entender los logros alcanzados a la fecha y trazar proyectos que vayan en la vía de conseguir mejorar el nivel de madurez, siempre teniendo presente el dato y la información como la materia prima de la investigación geocientífica que el país requiere.</p>
Acompañamiento técnico en la verificación	<p>La integración de la información petrotécnica al acervo institucional, consolida al SGC como el custodio de todos los fondos documentales y de información del suelo y subsuelo colombiano. La integración de dicha información tiene un propósito misional: la divulgación para el aprovechamiento y uso de los diferentes grupos de interés del SGC. En este sentido, el logro fundamental</p>

<p>de metadatos y poblamiento de recursos de información BIP-MIIG</p>	<p>de este tema consistió en disponer la información de los pozos petrolíferos del país a través del Motor de Integración de Información Geocientífica – MIIG- para todos esos grupos de interés siempre conservando la seguridad, privacidad y confidencialidad de dicha información.</p>
<p>Acompañamiento en la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad de la Información</p>	<p>El SGC adelantó un proyecto con la firma IT Security con el objeto de cubrir las dos primeras fases metodológicas del sistema de gestión de seguridad de la información: diagnóstico y planeación. A este respecto y también como resultado del esfuerzo institucional en la implementación de la Arquitectura Empresarial, el SGC contaba con una línea base muy importante de avance en temas tales como gobierno de datos, gobierno de tecnología, políticas y procedimientos de seguridad de la información y un amplio espectro de infraestructura tecnológica que apoya este tema. Partiendo de dicha realidad, este proyecto da como resultado para el SGC una calificación relacionada con un instrumento que permite determinar la madurez en temas de seguridad y privacidad de la información y que mide diferentes criterios tenidos en cuenta en las instituciones públicas del estado colombiano.</p> <p>Así y con un alcance institucional (21 macroprocesos) y la construcción conjunta con todas las direcciones técnicas, el SGC cuenta hoy con dicha medición y la obtención de un plan de seguridad y privacidad de la información, un plan de tratamiento de riesgos y unas políticas en este sentido para ser divulgadas, apropiadas y oficializadas a través de los distintos procesos institucionales.</p> <p>Además, se resalta como logro fundamental del proyecto la identificación individual de los riesgos de seguridad y privacidad de la información para todos los activos de información de la entidad y su respectivo plan de tratamiento.</p> <p>Así mismo, un plan de proyectos y una hoja de ruta que agrupa una serie de proyectos transversales para la implementación del MSPI en los siguientes años.</p>
<p>Actualización de la Arquitectura Empresarial del Servicio Geológico Colombiano</p>	<p>Este nuevo ciclo de la arquitectura tiene como objetivo principal la consolidación de la gestión integral del conocimiento geocientífico mediante la innovación tecnológica con bodegas de datos, procesos de inteligencia de negocios, modelos de madurez de datos, técnicas, modelos y proyectos de analítica de datos con el fin de potencializar la utilización de la información geocientífica, como una base del ordenamiento territorial y desarrollo económico del país</p>

La siguiente gráfica ilustra el diseño conceptual del segundo ciclo de la arquitectura empresarial aquí mencionada:

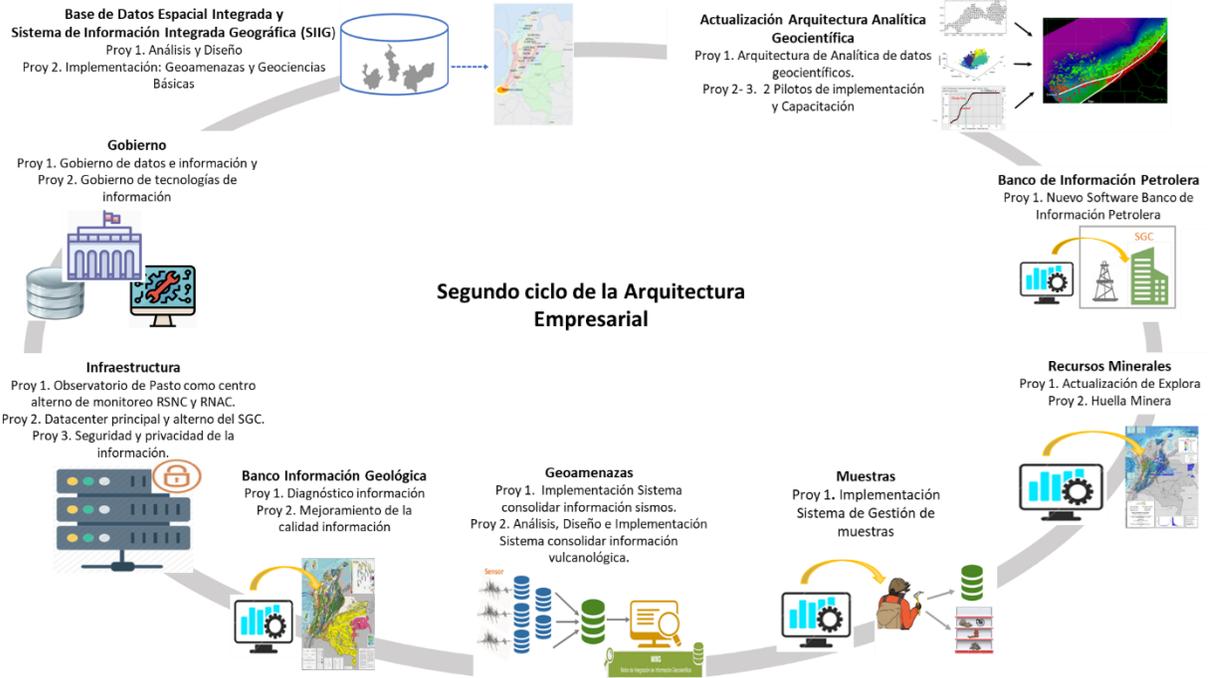


Ilustración 1 Diseño conceptual segundo ciclo arquitectura empresarial

Para los temas relacionados a continuación, se describen las actividades realizadas durante el 2018:

TEMA	LOGROS
Acompañamiento técnico en inteligencia de negocios (BI): planeación definición, diseño y creación de una bodega de datos.	<p>En este tema un logro para el SGC consiste en los términos técnicos con la especificación de una bodega de datos que integre diferente información con el ánimo de ser la fuente y repositorio para la implementación de herramientas de inteligencia de negocio que permita fortalecer el análisis y la toma de decisiones informadas a nivel institucional.</p> <p>Además, la construcción de un prototipo, cuyo propósito es comprender el impacto de la investigación y generación de conocimiento técnico y geocientífico en la comunidad científica. Lo anterior, fundamentado en que, al ser una institución de ciencia y tecnología, la institución debe conocer cómo la producción y generación de dichos informes y ciencia impacta al ecosistema de ciencia y tecnología no solo en el ámbito nacional sino internacional.</p> <p>Este prototipo construido en forma conjunta con algunas personas de grupos de investigación reconocidos por Colciencias del instituto, los asesores del Observatorio de Ciencia y Tecnología y la Universidad de los Andes busca adicionalmente, transmitir al SGC la potencialidad en el uso de herramientas y tecnologías de inteligencia de negocio que permitan tomar decisiones de inversión en un proyecto institucional de mayor envergadura en este sentido.</p>

<p>Elaboración de especificaciones técnicas de requerimientos de la herramienta de software que soporte la operación del Banco de Información Petrolera BIP, así como acompañamiento técnico en la evaluación de alternativas y en su implementación</p>	<p>En su proceso de transformación, el BIP basado en diferentes estudios de diagnóstico de su información y herramientas de gestión de la misma (Universidad Industrial de Santander, Universidad de los Andes, Schlumberger) ha identificado la necesidad de contar con una herramienta de software de talla mundial para la gestión y operación de su información petrotécnica. Adicionalmente, dicha herramienta servirá como la base para la implementación del nuevo portafolio de productos y servicios del BIP subyacente en el proyecto hecho con Schlumberger. De este modo, el SGC cuenta hoy con dichas especificaciones técnicas robustas base para los procesos de contratación de una herramienta de talla mundial con dicho propósito.</p>
<p>Diseño y construcción del sistema para consolidar la información relacionada con sismos de Grupo de evaluación y monitoreo de la actividad sísmica, los OVS y Geored, y su integración con el MIIG</p>	<p>Una de las áreas misionales del SGC consolida, analiza, interpreta, gestiona y divulga la información relacionada con la actividad sísmica en el país. Para ello, el SGC tiene diferentes grupos de trabajo a saber: los Observatorios Vulcanológicos y Sismológicos establecidos en Popayán, Pasto y Manizales, el grupo de trabajo de GeoRed y el grupo de Evaluación y monitoreo de dicha actividad sísmica.</p> <p>Todos estos grupos gestionan dicha información y son los responsables de divulgar la información interpretada de la actividad sísmica en el territorio nacional.</p> <p>El volumen de información no solo cruda, sino interpretada, las múltiples tecnologías que permiten dicha adquisición, procesamiento, análisis y custodia, así como la misma dificultad operativa en la gestión de las estaciones en terreno hacen de esta gestión un reto institucional.</p> <p>El logro de este proyecto consistió en el diseño conceptual –inicialmente- y lógico y físico –posteriormente- de un prototipo que le permita al SGC contar con un sistema que consolide e integre toda esta información –de los grupos arriba mencionados-; para su gestión institucional.</p> <p>Con ello, los beneficios principales serán inicialmente para el SGC en el sentido de tener un modelo y sistema de información único que catalogue dicha información y permita un análisis más preciso de los sismos en el territorio nacional y también en la plataforma marítima del país. Pero por supuesto que la integración de dicha información y su disposición final a través del Motor de Integración de Información Geocientífica permitirá al país en su totalidad contar con una información técnica y muy especializada de altísima calidad y disponibilidad para la toma de decisiones a nivel de gestión de riesgo en los diferentes entes territoriales, locales y nacionales.</p> <p>Resultado entonces de este proyecto, el SGC cuenta con las especificaciones técnicas robustas base para los procesos de contratación de una herramienta con dicho propósito</p>
<p>Elaboración de especificaciones técnicas de requerimientos de la solución tecnológica para la gestión de las muestras que recoge el SGC en todas sus áreas de investigación, así</p>	<p>El SGC es una institución centenaria que produce informes técnicos y científicos asociados con el suelo y subsuelo colombiano.</p> <p>La materia prima de dichos estudios consiste en las diversas muestras geológicas de superficie y de subsuelo que reposan en el SGC para los estudios, investigación, análisis de laboratorio y demás acciones que de ellas se derivan.</p> <p>Así las cosas, el SGC busca con este proyecto hacer un manejo integral de dicha materia prima – las muestras- en forma tal que se tenga un proceso extremo a extremo que gestione en todo el ciclo de vida las mismas.</p>

como acompañamiento técnico en la evaluación de alternativas y en su implementación e integración con el MIIG

Para ello, este proyecto generó para el SGC especificaciones técnicas de requerimientos de una solución tecnológica con este propósito. El mismo, se hizo en colaboración de las diferentes áreas técnicas que son las directas responsables de las muestras en sus diferentes etapas y los responsables de las litotecas. Además, recoge la experiencia en el uso de las herramientas institucionales que se utilizan actualmente para dicho proceso (WMS, Libro guía de muestras, geodatabase recursos minerales) y obtiene de ella las mejores prácticas institucionales para combinarlas con otros requerimientos funcionales, técnicos y de negocio que se plasman en los términos técnicos de dicha solución.

Resultado entonces de este proyecto, el SGC cuenta con las especificaciones técnicas robustas base para los procesos de contratación de una herramienta con dicho propósito

4.1.2. Proyecto de Gestión ID 1000870: Actividades Transversales a la DGI.

Gerente del Proyecto: Margarita Bravo Guerrero.

Descripción del Proyecto: Operación de apoyo transversal a la DGI.

Justificación del Proyecto: En cumplimiento de sus funciones, el Servicio Geológico Colombiano a través de la Dirección de Gestión de Información en sus quehaceres diarios mediante esta operación, tiene como finalidad ejecutar las actividades transversales relacionadas con sus funciones propias, contando con el personal competente y presupuesto necesario para dar cumplimiento a los objetivos de la operación.

De acuerdo con lo anterior, esta operación se enfocará en temas transversales tales como labores administrativas, gestión de presupuesto, apoyo legal entre otras, que son tareas fundamentales para el buen desarrollo de las demás operaciones y proyectos llevados a cabo por parte de la Dirección de Gestión de Información, los cuales tienen como fin contribuir a la gestión integral del conocimiento geocientífico.

Durante el 2018 se pueden destacar las siguientes actividades:

- ✓ Reporte a Ministerio de Minas, del avance de las actividades de Gobierno en Línea, realizados por el SGC durante la vigencia 2017.
- ✓ Elaboración del diagnóstico solicitado para la política de Gobierno Digital, según lo planteado en el modelo integrado de planeación y gestión – MIPG
- ✓ Elaboración de matriz para la actualización y construcción del PETI (2018 – 2021)
- ✓ Seguimiento de procesos contractuales de la DGI.

- ✓ Apoyar los procesos de contratación de la DGI.
- ✓ Seguimiento a la ejecución presupuestal de la DGI.
- ✓ Apoyo en la gestión de solicitudes de información geocientífica a usuarios internos y externos, mediante el aplicativo de Gestión Documental ORFEO.
- ✓ Apoyo y acompañamiento en la revisión de los proyectos y operaciones de la Dirección de Gestión cargados en la herramienta de gestión de proyectos PlanView.
- ✓ Apoyo a los gerentes de los diferentes proyectos y operaciones de la dirección de gestión de información en la actualización y cargue de información en la herramienta de gestión de proyectos PlanView.

4.1.3. Proyecto de Gestión ID 1000664: Oficina de Gestión de Proyectos – Planview.

Gerente del Proyecto: Mónica de la Cruz

Objetivo: Servicio de gestión de proyectos en el Servicio Geológico Colombiano.

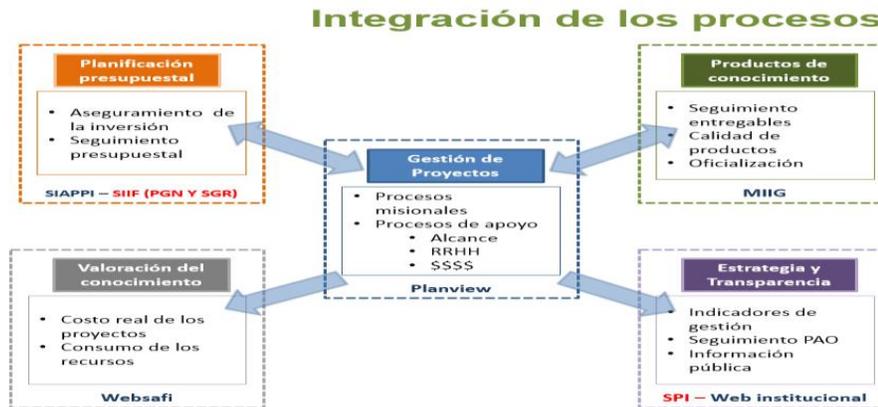
Descripción del Proyecto: El Servicio Geológico Colombiano cuenta con la oficina PMO – Oficina de Proyectos y una herramienta de Gestión de proyectos PlanView, que permite realizar un completo seguimiento y control a la ejecución de cada uno de los proyectos realizados dentro de la entidad.

Avances 2018:

Dentro de las actividades desarrolladas en el 2018 se destacan:

- ✓ Ajuste a las políticas y procedimientos generales de Gestión de Proyectos y de la PMO del SGC.
- ✓ Definición e implementación del indicador de avance de producto: Por Hito o por avance de Proyecto.
- ✓ Desarrollo e implementación de interfaces entre PlanView, con herramientas de gestión presupuestal y misionales.
- ✓ Entrenamiento sobre Gestión de proyectos y refuerzos de la herramienta PlanView.
- ✓ Desarrollo y puesta en producción desde la herramienta de Gestión de proyectos del POA – Plan Operativo Anual.
- ✓ Definición y desarrollo del proceso de producto Oficializable a través de la herramienta PlanView
- ✓ Ajustes al flujo de control de cambios de los proyectos por alcance y por tiempo.

- ✓ Cambio de versión de la herramienta Planview – de la 11.7 a la 15.7, la cual presenta las siguientes mejoras: mejoras en las consultas de los proyectos, suscripción de reportes, facilidad para realizar proyectos con metodologías ágiles – scrum, facilidad de crear reportes dinámicos, extraer diagramas de tiempo de un portafolio o cronograma a Power Point, mejoras en baseline.
- ✓ Se tiene el reporte de proyectos a efectuar el cierre del 2018 – (53) que se realizará durante los siguientes meses, donde se debe garantizar la entrega de los productos.



4.2. Grupo de Trabajo - Sistemas de Información Geocientífica - GTSIG:

Las acciones del grupo han estado dirigidas a apoyar la administración de las bases de datos y sistemas de información misionales y de apoyo, y la divulgación de la información en los diferentes portales del SGC, tales como el Portal de datos abiertos, la página web institucional del Servicio Geológico Colombiano, así como dirigir y coordinar actividades relacionadas con el desarrollo de la Arquitectura Empresarial; teniendo en cuenta el fortalecimiento de la infraestructura institucional integrada por el hardware y software requeridos y que cumplan con los lineamientos de la arquitectura.

Para llevar a cabo las tareas anteriores se han aplicado los estándares y lineamientos dictados por el Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y las directrices del Ministerio de Minas y Energía; y la aplicación de buenas prácticas en materia de administración, seguridad, confidencialidad y divulgación de información.

4.2.1. Proyecto de Gestión ID 1000682: Estándares Cartográficos Información Geocientífica.

Gerente del Proyecto: Lucía Mahecha

Objetivo: Acompañar y asesorar la generación de los estándares de Información Geocientífica para las diferentes líneas temáticas del SGC, facilitando el almacenamiento de datos, la generación de salidas gráficas e interoperabilidad cartográfica, de tal forma que se obtengan productos estandarizados y de calidad

Avances 2018: las principales actividades desarrolladas se pueden resumir en:

- ✓ Apoyo técnico a usuarios del Mapa: Geología del Geoparque del Ruiz 1:100 000.
- ✓ Documentos de estándares de geología, de geología de volcanes, geotermia, geomorfología y anomalías geofísicas.
- ✓ Establecer los lineamientos relacionados con los estándares cartográficos de presentación
- ✓ Realizar el Catálogo de objetos y símbolos – modelo de datos: geología de volcanes, geotermia, geomorfología, muestras y análisis.
- ✓ Geodatabase: Geología de volcanes, geotermia,  Mapa Metalogénico, Mapa Geofísico, proyecto Garzón, Huella Minera, Geología de Rescate y mapa de lugares de interés geológico del Departamento de Boyaca.

4.2.2. Proyecto de Gestión ID 1000866: Administración y Gestión de IDE.

Gerente del Proyecto: Julián Castellanos.

Objetivo: Definir lineamientos y realizar acompañamiento y soporte a las diferentes temáticas que desarrolla el SGC para lograr la publicación de productos en los que los sistemas SIG – Sistemas de Información Geográficos, cumplen un papel importante en la divulgación del conocimiento a través de geovisores, mapas, datos abiertos y servicios web que facilitan a los usuarios la interacción y comprensión de dichos productos.

Avances 2018: En el desarrollo y operación de este proyecto se realizaron actividades de diferente naturaleza como lo son:

- ✓ Conformación de la IDE geocientífica

- ✓ Soporte a Herramientas ESRI
- ✓ Atención a incidencias en productos SIG
- ✓ Diseño, e implementación del portal de datos abiertos e integración con el portal de datos abiertos del estado colombiano
- ✓ Desarrollo de sistemas de información y funcionalidades
- ✓ Actualización a los sistemas de información misionales.
- ✓ Desarrollo e implementación del portal de datos abiertos, distribuido por categorías, cada categoría pertenece a una de las direcciones técnicas del SGC. A la fecha se han publicado un total de 20 conjuntos de datos relacionados con las diferentes temáticas de las direcciones técnicas del SGC. <http://datos.sgc.gov.co/>

4.2.3. Proyecto de Gestión ID 1000948: Gestión de Sistemas de Información Geocientífica.

Gerente del Proyecto: Julián Castellanos.

Objetivo: Diseñar, desarrollar e implementar, los productos oficiales desarrollados por los funcionarios de las diferentes direcciones técnicas del SGC; haciendo uso de las diferentes herramientas SIG instituciones y aplicando las buenas prácticas dictadas por el Mintic y Minminas en cuanto a calidad, confidencialidad y publicación de datos espaciales se refiere.

A través del equipo de profesionales especialistas en Sistemas de Información, arquitectura de soluciones, administradores y desarrolladores SharePoint y Punto Net, se trabaja para mantener operacional la plataforma y los diferentes sistemas Web desarrollados en esta tecnología, y realizar acompañamiento, soporte, mantenimiento y desarrollo de nuevas funcionalidades, flujos de trabajo, formularios, que se plantean en la operación de estos sistemas para lograr la publicación de productos que cumplen un papel importante en la divulgación del conocimiento a través tecnologías Web SharePoint y componentes asociados, que facilitan a los usuarios la interacción y comprensión de sus contenidos.

Avances 2018: Para llevar a cabo esta labor se desarrollaron las actividades que se listan a continuación:

- ✓ Administración de Sitios y Subsitios de la página web del SGC.
- ✓ Soporte a fallas y a usuarios en el uso de sitios y aplicaciones Web
- ✓ Seguimiento y control de la SAE.
- ✓ Administración del MIIG y sus componentes.
- ✓ Creación de formularios web y flujos de trabajo, para trámites de patrimonio geológico y Paleontológico.

- ✓ Mejora a funcionalidades de sistemas de información en producción.

4.3. Grupo de Trabajo - Servicios y divulgación de información Geocientífica

4.3.1. Proyecto de Gestión ID 1000838: Gestión Publicaciones Geocientíficas.

Gerente del Proyecto: Julián Escallón.

Descripción del Proyecto: Proyecto para permitir la ejecución de las actividades relacionadas con la gestión y publicación de contenidos técnicos del Servicio Geológico Colombiano.

Objetivo del Proyecto: Ejecutar las actividades relacionadas con la gestión y publicación de contenidos técnicos del Servicio Geológico Colombiano.

Justificación del Proyecto: El Comité Editorial del Servicio Geológico Colombiano surgió en virtud de la implementación de las políticas de Gestión de Información del Acuerdo 008 de 2014, en especial en lo referente al Sistema de Publicaciones. Esta implementación se materializó con la Resolución 325 de 2015 del 10 de julio de 2015, en la que se estableció el Sistema de Publicaciones del Servicio Geológico Colombiano y con la Resolución 326 de 2015, de la misma fecha en la que se estableció el Comité Editorial.

En el ejercicio del Sistema de Publicaciones se ha observado la necesidad de contar con unos recursos adecuados que permitan ejecutar de manera apropiada un plan de publicaciones, el cual demanda un funcionamiento permanente del Comité Editorial, así como unos recursos mínimos para las fases de revisión, diseño, diagramación y publicación en formatos impresos o digitales.

Avances 2018: Se realizaron mejoras en la implementación de gestión de publicaciones así:

- ✓ **Implementación del Sistema OJS (Open Journal System) para las revistas Boletín Geológico e Investigaciones y Aplicaciones Nucleares**

Durante el año 2018 se implementaron dos micro-sitios en el portal Web para cada una de

las revistas seriadas del SGC. Los sitios hacen uso de la tecnología de Open Journal System (OJS) que consiste en una solución de código abierto para la gestión y publicación de revistas académicas en línea.

Este sistema ofrece gran flexibilidad para la gestión y publicación de revistas académicas y reduce el tiempo para las tareas administrativas y de supervisión propias de la edición de revistas académicas. De la misma manera, los contenidos pueden ser fácilmente ubicados por los usuarios y ser accedidos de manera más expedita.

✓ **Implementación de DOI (Digital Object Identifier) para las publicaciones del SGC**

Durante 2018 se asignaron direcciones DOI¹ a contenidos específicos del SGC. En total se asignaron estos identificadores a 1000 contenidos que incluyen publicaciones seriadas y especiales, mapas y productos de información ya disponibles en el MIIG².

El Comité Editorial se reunió un total de 11 veces previa convocatoria del Secretario de dicho Comité.

4.3.2. Proyecto de Gestión ID 1000863: Oficialización Información Geocientífica.

Gerente del Proyecto: María Eugenia Chamorro.

Descripción del Proyecto: Proyecto para garantizar que los productos de información geocientífica oficializados han surtido un procedimiento que garantiza su calidad y completitud basado en estándares.

Objetivo del Proyecto: Coordinar acciones requeridas que garanticen que la información geocientífica generada se presenta bajo estándares de presentación, documentación y estructura de almacenamiento, apropiados desde la captura, manejo y procesamiento de datos hasta la obtención del producto final, e igualmente que cada una de las actividades que

¹ DOI – IDENTIFICADOR DE OBJETO DIGITAL (DIGITAL OBJECT IDENTIFIER): identificador único y permanente para las publicaciones electrónicas. Proporciona información sobre la descripción de los objetos digitales (revistas, artículos y otros) y su localización en internet, a través de metadatos (autor, título, datos de publicación, entre otros.)

² MIIG es el motor de Integración de Información Geocientífica.

generaron nuevo conocimiento cune con los soportes respectivos, además que permita su integración, intercambio, procesamiento, administración y uso de manera eficiente.

Justificación del Proyecto: En consideración a que la gestión de información está encaminada a lograr que la información del SGC tenga garantías que le permitan a un usuario tener confianza en que el proceso de su recolección y manejo, así como las características de la misma, la oficialización permite al usuario acceder a productos de calidad, presentación estandarizada de acuerdo a la temática y tipo de entregable y en medios informáticos amigables acordes a las tecnologías del momento.

Avances 2018: Durante el año 2018 se recibieron para ser oficializados 89 productos de información Geocientífica, oficializados mediante 21 actas (Acta 86 a 106 de 2018), 47 productos corresponden a la Dirección Técnica de Geoamenazas, 34 a la Dirección Técnica de Geociencias Básicas y 8 a la Dirección Técnica de Recursos Minerales.

Se llevó a cabo una campaña de socialización del procedimiento de oficialización, además de los estándares cartográficos y del MIIG, en la sede Bogotá y en todas las regionales, en las que se realizaron talleres.

4.3.3. Proyecto de Gestión ID 1000868: Suministro de Información Geocientífica Digital.

Gerente del Proyecto: Tatiana Marcela Mora

Descripción del Proyecto: Gestión del Servicio de Suministro de Información Geocientífica Digital.

Objetivo del Proyecto: Realizar la gestión a los requerimientos en el suministro de información Geocientífica digital y de referencia a usuarios externos e internos. Así como la vectorización, gestión de solicitudes de impresión, edición ploteo, escaneo y gestión de estándares de información Geocientífica.

Justificación del Proyecto: De acuerdo a las funciones de la Dirección de Gestión de Información del SGC, el grupo de trabajo de Servicios de Suministro de Información Geocientífica Digital requiere realizar operaciones y servicios encaminados a la consulta, divulgación y

suministro de información a los usuarios, facilitando el acceso en formato digital a los productos misionales en la Web, así como el apoyo a las áreas temáticas en la definición e implementación de estándares de presentación de informes y cartografía.

El proyecto de Suministro de Información Geocientífica, permite gestionar los requerimientos en el suministro de información Geocientífica y de referencia realizado por parte de las áreas técnicas del SGC, contratistas y terceros para la generación de nueva información, entendiendo su atención a usuarios internos y externos.

Avances 2018: Se atendieron el 100% de solicitudes y requerimientos de información relacionados con impresión de fotografías aéreas, impresiones de cartografía a medio y gran formato; información necesaria para ser llevada a campo por cada uno de los temáticos de las diferentes áreas geocientíficas. Se realizó suministro de información base requerida para la iniciación y ejecución de nuevos proyectos misionales. De igual forma, el proyecto apoyó la estandarización de informes técnicos e impresión de los mismos, vectorización e impresión de información cartográfica, productos resultantes para la oficialización y divulgación en el Motor de Integración de Información Geocientífica – MIIG. Asimismo, se realizó la atención de peticiones, quejas, reclamos y solicitudes de suministro de información geocientífica a usuarios internos y externos caracterizados en sectores académicos, entidades públicas y privadas y usuarios en general.

4.3.4. Proyecto de Gestión ID 1000627: Mejora Calidad Metadatos y Datos Estudios Geocientífica.

Gerente del Proyecto: Omar Santafé.

Objetivo: Realizar la mejora de la calidad y completitud de metadatos y de los elementos de los Estudios Geocientíficos del Servicio Geológico Colombiano.

Descripción del Proyecto: Realizar el inventario, catalogación, organización y la mejora de la calidad y completitud de metadatos y de los elementos de los Estudios Geocientíficos del Servicio Geológico Colombiano.

Justificación del Proyecto: Realizar actividades de mejora en la forma, contenido, completitud y calidad de valores de metadatos, recatalogación (descripciones de los recursos de

información), y de revisión y recopilación en diferentes fuentes de almacenamiento (digital o física), de elementos faltantes de información que puedan ser ubicados y complementados a los recursos de información existentes en el inventario actual.

Avances 2018: En el año 2018 (enero - diciembre) se realizó la mejora puntual de calidad de metadatos y completitud de recursos de información para 6653 registros de elementos de estudios geocientíficos. La mejora puntual corresponde a 37 atributos de metadatos (30% del esquema de metadatos institucional) por cada elemento de producto, documental y cartográfico respecto al esquema de metadatos de 137 atributos.

La distribución de actividades del proyecto se realizó en 8 Fases distribuidas trimestralmente entre 2017 (Fases 1,2,3,4) y 2018 (Fases 5,6,7,8). El proyecto (2017-2018) fue ejecutado en un 100% para las 8 Fases.

4.3.5. Proyecto de Gestión ID 1000862: Gestión de la Litoteca.

Gerente del Proyecto: Angélica Parrado D.

Descripción del Proyecto: Gestión - Administración, servicio y consulta de información geocientífica de la Litoteca.

Objetivo del Proyecto: Recuperar, preservar, georeferenciar y disponer para préstamo el material Geológico del SGC.

Justificación del Proyecto: Contemplar desde la organización, conservación y preservación de muestras provenientes de diferentes proyectos desarrollados por la institución hasta el ingreso de los datos al geoportal institucional para su consulta.

Avances 2018:

- ✓ Servicios de préstamo: se realizaron 8 préstamos o servicios de consulta.
- ✓ Recepción de muestras: en el transcurso del año se han recibido 19 proyectos o contratos, 604 cajas de núcleos y 889 cajas grises con aproximadamente 11852 muestras.
- ✓ Preservación de muestras de núcleos: se preservaron 484 cajas con muestras de núcleos.
- ✓ Inventario de muestras para búsqueda y completitud de datos: Se han realizado los inventarios y listados de las muestras de Medellín. Hasta el momento se tienen 1970 muestras.

- ✓ Organización de muestras para traslado: Por solicitud del Ministerio de Minas y Energía, fue necesario trasladar 5000 cajas con 34.794 muestras geológicas a la Litoteca Nacional del Servicio Geológico Colombiano en Piedecuesta, Santander.
- ✓ Cargue de muestras para Geoportal: Se han cargado un total de 2803 muestras que pueden ser consultadas http://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Inventario_Muestras_Litoteca/

4.3.6. Proyecto de Gestión ID 1000585: Definición y Catalogación de modelos Ontológicos.

Gerente del Proyecto: Ana María Cardona.

Descripción del Proyecto: Definición de modelos Ontológicos del SGC.

Objetivo del Proyecto: Generar los Modelos Ontológicos a ser implementados en la funcionalidad de Búsqueda Avanzada del MIIG, de las diferentes disciplinas que se desarrollan en las áreas temáticas del SGC.

Justificación del Proyecto: Desarrollar los diferentes modelos ontológicos de la información producida por el SGC con el fin de poblar esta funcionalidad, para hacer búsquedas y consultas, la cual será una herramienta de consulta principalmente para usuarios especializados de las ciencias de la Tierra.

Avance 2018:

- ✓ El Objeto de Interés Hidrogeológico se encuentra al 100%, está disponible en la búsqueda avanzada para todos los usuarios del MIIG y cuenta con 578 recursos de información catalogados por ontologías (con un total de 2369 instancias).
- ✓ De Geología de Volcanes se catalogan 14 recursos (con un total de 355 instancias), presenta un avance del 90%, cumpliendo con lo planeado para el 2018 y se encuentra en el ambiente de pre-producción.
- ✓ se inició el modelamiento de la temática Geomorfología, se encuentra al 25% y en el ambiente de pre-producción.

4.4 Grupo de Trabajo - Biblioteca

4.4.1. Proyecto de Gestión ID 1000861: Gestión de la Biblioteca

Gerente del Proyecto: Lise Alejandra Laiton

Objetivo del Proyecto: Organizar el funcionamiento del Sistema Nacional de Bibliotecas del SGC, su administración y reglamentación, así como planificar su difusión nacional e internacional, estableciendo políticas de procesamiento de información, manejo y acceso tanto físico como digital. Biblioteca.

Descripción del Proyecto: Organización, estandarización, catalogación, clasificación, difusión y mantenimiento para facilitar el acceso y recuperación de la información Geocientífica producida y generada por el SGC en formato físico y digital.

Justificación del Proyecto: El Sistema Nacional de Bibliotecas del SGC cuenta con una colección bibliográfica aproximadamente de 95.000 ejemplares, dicha información requiere de gestión con el fin de facilitar el acceso y recuperación a la misma.

Avance 2018: se realizaron las siguientes actividades:

- ✓ Entrenamiento de manejo del Software Bibliográfico KOHA
- ✓ Formación de usuarios en las Bases de datos Mendeley, Scopus, Proquest, ScienceDirect y Geofacets
- ✓ Homenaje por el Cincuentenario del fallecimiento de **Enrique Hubach Eggers** en el cual Las bibliotecas del Servicio Geológico Colombiano, por aprobación de la Junta Directiva en acto solemne del 30 de julio fue designada con el nombre de Biblioteca "Enrique Hubach Eggers."
- ✓ Los grupos de biblioteca y suministro de información organizaron la información física producto de las investigaciones del Dr. Hubach con el fin de asegurar su consulta y fácil recuperación en el software de la biblioteca KOHA y en el MIIG.

4.4. Gestión de la Plataforma de Tecnologías de Información

Coordinador: Heriberto Albutria

4.4.1. Proyecto de Gestión ID 1000852: Gestión TICs.

Gerente del Proyecto: Heriberto Albutria

Objetivo del Proyecto: Adquisición e implementación, entrega de servicios, soporte y monitoreo del desempeño de tecnologías de información para asegurar que soportan el quehacer institucional.

Justificación del Proyecto: Actualmente el Servicio Geológico Colombiano - SGC dispone de una plataforma tecnológica compuesta por un centro de datos (Data Center) que resguarda los servidores, bases de datos, solución de almacenamiento y respaldo de la información (misional y apoyo), equipos de cómputo para los servicios corporativos de la Entidad.

Avances 2018:

- ✓ Con base en el diagnóstico y la evaluación del sistema de protección de datos realizada hacia el primer semestre de 2018, se adquirió un equipo DELL EMC DD6800 con el cual se amplió las capacidades de backup de la Solución de Protección de Datos y se realizó la actualización del software orquestador Networker que ejerce gobierno sobre la solución.
- ✓ Luego de la Assestment (evaluación técnica) realizada al sistema de almacenamiento para información como archivos y en bloque (NAS y SAN), se incorpora al sistema de almacenamiento del repositorio Institucional el Almacenamiento DELL EMC ISILON, ampliando sus capacidades y mitigando el riesgo de obsolescencia de la plataforma VNX.
- ✓ Se realiza la evaluación técnica de la solución de seguridad en su componente firewall, determinando la necesidad de cambio por un dispositivo de mayor capacidad de procesamiento y más funcionalidades como QoS (Calidad de servicio), antispypware, antibot, anti-malware, IPS (detección de intrusos), filtrado por UR. Se adquirió e implementó la solución de CheckPoint que satisface las necesidades del Servicio Geológico a nivel de seguridad perimetral.
- ✓ Se renovó y amplió la solución firewall interno Imperva en sus módulos de FAM (monitoreo de la actividad del almacenamiento a nivel de archivos), DAM (Monitoreo de la Base de Datos) y WAF (monitore de las aplicaciones WEB)
- ✓ Se finalizó el proyecto de Transferencia Tecnológica del BIP (Banco de Información Petrolera) de la ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos) al Servicio Geológico Colombiano y se suscribieron los documentos handover soporte de este proyecto.
- ✓ Teniendo en cuenta que la mayor parte de Sistemas Operativos a nivel de servidor (Windows Server) y Estaciones de trabajo (Windows y suite de ofimática), Lenguajes de programación (.net), Solución de Administrador de Contenido SharePoint, Bases de datos SQL Server son del fabricante Microsoft y con el ánimo de brindar mayor disponibilidad y obtener capacidades de resolución de problemas de medio y alto nivel se adquirió el producto de Soporte premier de Microsoft.
- ✓ Se renovó y extendió la garantía de los balanceadores de carga, componente vital en la infraestructura que soporta los portales y aplicaciones misionales.

- ✓ Se adquirió y renovó el componente switches de la solución de conectividad en los centros de cableado de los Observatorios de Pasto, Popayán y Manizales en los centros, logrando aumentar la capacidad de conectividad.
- ✓ Se renovó el software y soporte con el cual se realiza la virtualización de servidores VMWare, para mantener el monitoreo, gestión y administración del ambiente virtualizado

DIRECCIÓN LABORATORIOS

OBJETIVO Y FUNCIONES

La Dirección Laboratorios está constituida por diversas disciplinas temáticas donde se realiza investigación científica y caracterización de materiales de origen geológico en los componentes químico, físico, petrográfico, metalúrgico, mineralógico y geotécnico que contribuye a la generación del conocimiento geológico.

Desarrolla actividades de caracterización de materiales geológicos dentro de la cadena de valor de los proyectos institucionales, junto con actividades científicas propias de la Dirección para la generación de conocimiento, fundamentalmente, para el aprovechamiento geometalúrgico sostenible de minerales.

Con base en el principio de cooperación entre Entidades Estatales, se presta apoyo y asesoría a la Agencia Nacional de Minería en la Fiscalización en proyectos de Gran Minería y Fiscalía General de la Nación, y en proyectos de Promoción Minera.

1. GRUPOS DE TRABAJO Y PROYECTOS DE GESTIÓN ASOCIADOS VIGENCIA 2018

Sponsor / Ordenador del Gasto: Héctor Manuel Enciso Prieto – Director Técnico de Laboratorios

1.1. Grupo de Trabajo - Gestión de la Calidad:

1.1.1. Proyecto de Gestión ID 1000495: Sistema de Gestión de Calidad de la Dirección.

1.1.2. Proyecto de Gestión ID 1000769: Caracterización de materiales geológicos.

1.2. Grupo de Trabajo – Geoquímica Analítica y Geotecnia.

1.2.1. Proyecto de Gestión ID 1000640: Nuevas Metodologías para Minerales Arcillosos

1.2.2. Proyecto de Gestión ID 1001039: Estudios de movilidad y distribución de especies químicas

1.2.3. Proyecto de Gestión ID 1001027: Caracterización geotécnica de arcillas. Fase 1.

1.3. Grupo de Trabajo – Caracterización y Procesamiento de Carbones y Minerales.

1.3.1. Proyecto de Gestión ID 1000277: Proyecto Newton-Caldas.

1.3.2. Proyecto de Gestión ID 1000678: Ocurrencia del mercurio en una zona carbonífera.

1.3.3. Proyecto de Gestión ID 1001028: Correlación interparámetrica carbones colombianos

1.4. Grupo de Trabajo – Regional Cali.

1.4.1. Proyecto de Gestión ID 1000541: Acreditación del Laboratorio del GTR-Cali.

1.4.2. Proyecto de Gestión ID 1000660: Físicoquímica del Interior de la Tierra - $E=mc^2$.

1.4.3. Proyecto de Gestión ID 1000965: Guías Metodológicas para la sustitución del mercurio.

1.4.4. Proyecto de Gestión ID 1001072: Guías Metodológicas para la sustitución del mercurio.
Fase

1.1. Grupo de Trabajo - Gestión de la Calidad:

1.1.1. Proyecto de Gestión ID 1000495: Sistema de Gestión de Calidad de la Dirección.

Descripción del Proyecto: Implementar los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo según la Norma NTC ISO/IEC 17025, en los laboratorios de la Dirección de Laboratorios.

Objetivo del Proyecto: Implementar el sistema de gestión de la calidad de los laboratorios de la Dirección, acorde con la norma internacional NTC-ISO/IEC 17025, para asegurar la calidad de los resultados asociados a ensayos, actividades e investigaciones realizadas por la Dirección.

Justificación del Proyecto: La confiabilidad y oportunidad de los resultados de ensayos que realiza la Dirección de Laboratorios, es fundamental para los proyectos que desarrolla el Servicio Geológico Colombiano y para el cumplimiento de la responsabilidad como laboratorio de referencia en Geociencias y minería dentro del Subsistema Nacional de la Calidad.

Beneficios del Proyecto: Operar acorde al sistema de Gestión de la Calidad de la NTC-ISO/IEC 17025 en los laboratorios del SGC, optimiza el proceso productivo e investigativo de la Dirección de laboratorios y contribuye positivamente en la interacción con los otros procesos misionales de la entidad y con las partes interesadas en los productos institucionales.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

Los productos y entregables son los estipulados por los requisitos de gestión y técnicos de la Norma NTC ISO/IEC 17025.

Avance 2018:

- ✓ Oficialización en ISOLUCIÓN de los documentos: **GU-LAB-PES-009-Aseguramiento de la Calidad Analítica-V2** el 2018-03-14, **PR-LAB-PES-001 Caracterización de Materiales Geológicos-V8** el 2018-11-30 y el **IN-LAB-PES-004 Recepción, Identificación, Manejo y Disposición de Muestras –V3** el 2018-12-27, como resultado de la realización de mesas de trabajo de personal de las diferentes áreas de la Dirección de Laboratorios, liderado por el Grupo de Gestión de la Calidad.
- ✓ Seguimiento al cumplimiento de los cronogramas establecidos para verificaciones/validaciones de Grupo de Caracterización de Carbones y Minerales y la elaboración del cronograma de verificaciones de Manizales.
- ✓ Avance en los planes e informes de verificación de los Métodos de Ensayo del Grupo de Laboratorios de Caracterización y Procesamiento de Minerales y Carbones y en los planes de verificación de algunos métodos empleados por el personal de la Dirección de Laboratorios del OVS Manizales.
- ✓ Divulgación del Código de Integridad a través de correo electrónico, a todo el personal de la Dirección.
- ✓ Diseño y elaboración de 2 Boletines de Divulgación del Sistema de Gestión de la Calidad Laboratorios y envío a todo el personal, desde correo de calidadlab@sgc.gov.co.
- ✓ Elaboración de las guías: **Guía para la Preparación y Evaluación de Materiales de Referencia Internos** y **Guía de Verificaciones Intermedias**.
- ✓ Elaboración de informe consolidado de información de necesidades de instalaciones y condiciones ambientales para los diferentes grupos de la Dirección de Laboratorios, obtenidos a través de una encuesta desarrollada y aplicada por google enviada a Responsables de Ensayo/área y coordinadores.
- ✓ Realización de inducción en el Sistema de Gestión de la Calidad de la Dirección de Laboratorios; Manual de la Calidad 17025, Mapa de Procesos, Caracterización de proceso

ICMG-Introducción a ISOLUCIÓN, y entrenamiento en las técnicas específicas, a personal de planta ingresadas este año, personal que cambió de actividades y contratistas.

- ✓ Apoyo en análisis de causas y generación de planes de acción de las No Conformidades de auditorías internas realizadas por BVQ y por la Oficina de Control Interno y gestión de cierre de las mismas.
- ✓ Elaboración de informe del estado de las Acciones de Mejoramiento, de los procesos ICMG y AEO.
- ✓ Divulgación de Procedimiento Control de Producto No conforme en las sedes de Manizales, Medellín y Cali.
- ✓ Asesoría en el registro del Producto No conforme en el formato F-PSG-PNC-002 Identificación y Tratamiento de Producto o Servicio No conforme, en los laboratorios de las sedes Manizales, Medellín y Cali.
- ✓ Realización de modificaciones a encuesta de satisfacción de usuarios y envío a responsable de participación ciudadana para su aplicación por google, la cual se realizó en diciembre de 2018.

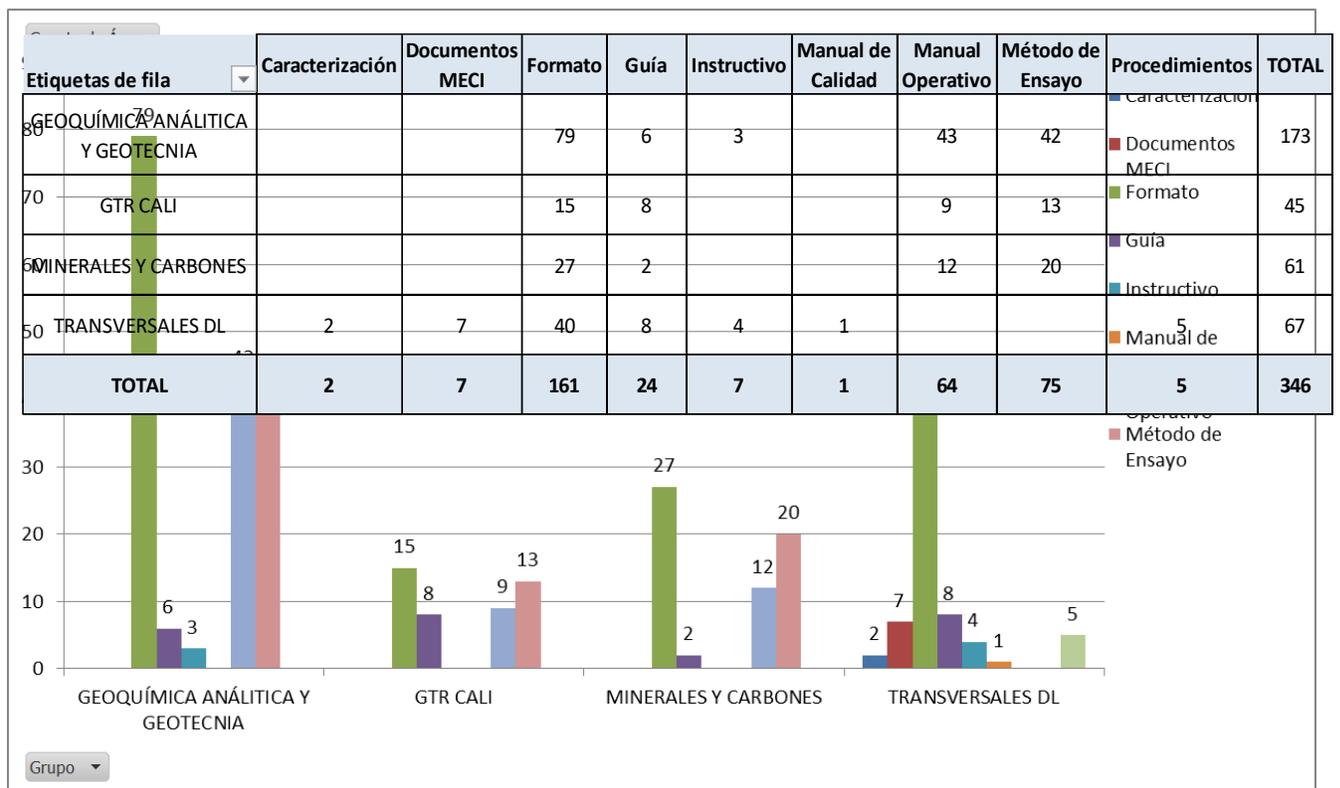
Gestión de control de Documentos:

- ✓ Elaboración de planes de actualización documental.
- ✓ Permanente modificación y creación de documentos de la Dirección, por parte de las áreas y grupos del Laboratorio.
- ✓ Actualización del Listado Maestro de Documentos.
- ✓ Entrega de 40 copias controladas a laboratorios de Geoquímica: OVS Manizales, Pasto, Popayán, campo aguas, Ferroso, Cali, ICP y Carbones.
- ✓ Elaboración de cuadro de documentos oficializados desde enero a diciembre de 2018 y envío desde correo electrónico del grupo de calidad(calidadlab@sgc.gov.co) a todo el personal de la Dirección: Vigentes a la fecha **346** documentos, modificados y creados en el año: **61**.
- ✓ Asesorías a personal de Medellín, Manizales y Bogotá en el módulo de documentación de ISOLUCIÓN: solicitudes de documentos, creaciones y modificaciones.
- ✓ Realización de informes de estado y seguimiento a la actualización documental y envío a Director Técnico, coordinadores y responsables de ORMs y sedes de laboratorios.

Dificultades: Disminución de personal del Grupo de Gestión de la Calidad de Laboratorios, de tres (3) personas a una, por ello no es posible realizar todas las actividades necesarias para la implementación.

El personal técnico ha concentrado los esfuerzos y tiempo para las actividades de carácter técnico, dejando de lado las actividades de gestión de calidad.

TABLA Y GRÁFICA. NÚMERO DE DOCUMENTOS VIGENTES DE LA DIRECCIÓN DE LABORATORIOS A ENERO DE 2019, POR ÁREA Y TIPO DE DOCUMENTO



1.1.2. Proyecto de Gestión ID 1000769: Caracterización de materiales geológicos.

Descripción del Proyecto: Establece las condiciones y requerimientos para la realización de los ensayos de laboratorio asociados a los proyectos institucionales, previa concertación con las demás direcciones del SGC. Incluye la definición de nuevos ensayos o modificación de los existentes

para atender las necesidades técnicas de los proyectos institucionales. Implica un trabajo participativo donde se evidencie nuestro actuar dentro de la cadena de valor para la generación de información geocientífica de la Entidad.

Objetivo del Proyecto: Desarrollar las actividades para la caracterización de materiales geológicos con propósitos geocientíficos para los proyectos del SGC que requieran la participación de la Dirección de Laboratorios para la realización de ensayos.

Justificación del Proyecto: Dentro de la cadena de valor para la generación de productos de información del SGC, la Dirección de Laboratorios realiza ensayos mediante la infraestructura física y tecnológica que posee, lo que permite la caracterización de los materiales geológicos que son un insumo fundamental para la realización de mapas, modelos, informes, entre otros que le aportan al país en los diversos sectores de la economía, que requieren información sobre el conocimiento y la cartografía geológica, las amenazas geológicas y el potencial de los recursos del subsuelo colombiano.

Beneficios del Proyecto: El proyecto le permite al SGC la ejecución de los análisis de laboratorio que son requeridos para la generación de la mayoría de los productos institucionales y el mantenimiento óptimo de toda la infraestructura tecnológica.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

Informes técnicos de caracterización de materiales geológicos.

Avances 2018:

En este proyecto de gestión participan todos grupos de trabajo de la Dirección y sus avances y logros más importantes son: en cuanto a la adquisición de bienes y servicios se han adjudicado procesos de contratación de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos más significativos, pues al contar con estos equipos en óptimas condiciones se garantiza la calidad de los datos reportados; se contrató la adquisición de reactivos químicos y materiales de referencia certificados, y suscripción a programas interlaboratorios que permiten a la Entidad comparar su desempeño analítico a nivel mundial y se está avanzando en el proceso de contratación para la adquisición de gases especiales, insumo necesario para el correcto funcionamiento y desempeño de los equipos analíticos de los laboratorios.

Se prepararon 11.212 muestras y se realizaron 218.365 ensayos que corresponden a análisis multielemental en rocas, suelos, sedimentos, carbones, minerales, aguas y gases dentro de la cadena

de valor de los proyectos institucionales para la generación de conocimiento geocientífico, empleando técnicas analíticas y para los proyectos de investigación propios de la Dirección de Laboratorios.



Se adquirieron los siguientes equipos de laboratorio:

- ✓ Un Espectrofotómetro Infrarrojo FTIR 6800 marca JASCO y sus accesorios.
- ✓ Un equipo para perforación mecánica por rotación y percusión HG a 40 m
- ✓ Adquisición, instalación y puesta en funcionamiento de un sistema integrado para la producción de agua tipo I y II

- ✓ Equipos para el Laboratorio de Geoquímica Analítica del Servicio Geológico Colombiano (Analizador directo de mercurio - Automuestreador con Inyector automático para ICP-MS NexION 300D PerkinElmer - Espectrofotómetro portátil –S emi-microbalanza Analítica)
- ✓ Una Nevera para la Refrigeración de Muestras del laboratorio de la Sede Manizales del Servicio Geológico Colombiano.
- ✓ Lámparas de cátodo hueco para el Espectrofotómetro de Absorción Atómica (Thermo Fischer Scientific AAS4) del laboratorio del Servicio Geológico Colombiano Sede Manizales
- ✓ Adquisición de equipos de cómputo e impresoras
- ✓ Adquisición de superficies de trabajo para Bogotá y Cali
- ✓ Adquisición de aires acondicionados para el Grupo de Trabajo Cali

Se realizó mantenimiento a los siguientes equipos de medición y de apoyo:

- ✓ Mantenimiento y suministro e instalación de repuestos del centro del agua de los equipos marca MALLIPORE tipo ELIX y SIMPLICITY.
- ✓ Mantenimiento equipo horno microondas CEM MARS 5.
- ✓ Mantenimiento preventivo, correctivo y el suministro de los repuestos e insumos de los equipos LECO.
- ✓ Mantenimiento y suministro de repuestos para el Titulador T90
- ✓ Mantenimiento y suministro de repuestos equipos de FRX portátil marca NITON.
- ✓ Mantenimiento y suministro de elementos y/o partes consumibles para el equipo Cromatógrafo Iónico Metrohm 850 del Servicio Geológico Colombiano.
- ✓ Mantenimiento y suministro de repuestos de los equipos marca PANALYTICAL Y CLAISSE.
- ✓ Mantenimiento preventivo y suministro de insumos y repuestos para (1) molino de discos, (2) trituradoras de mandíbulas, (1) tamizadora y (1) prensa paletizadora marca RETSCH
- ✓ Mantenimiento preventivo, correctivo y suministro de insumos y repuestos para el equipo de Absorción Atómica Modelo Contraa 300 marca ANALYTIK JENA.
- ✓ Mantenimiento y suministro de repuestos para el Cromatógrafo Iónico ICS-1100 marca Dionex
- ✓ Mantenimiento y suministro de insumos para los equipos Fritsch
- ✓ Mantenimiento y calibración de balanzas, equipos termométricos y otros equipos relacionados.
- ✓ Mantenimiento y suministro de repuestos del espectrómetro de fluorescencia de rayos X ARL PERFORM'X THERMO SCIENTIFIC y equipo complementario

Mantenimiento preventivo y correctivo con el suministro e instalación de repuestos e insumos para el equipo Espectrofotómetro de Absorción Atómica, modelo Ice 3000 AA, marca Thermo Scientific del Laboratorio Grupo de Trabajo Cali

- ✓ Mantenimiento preventivo, correctivo y el suministro e instalación de repuestos para los equipos del Laboratorio de Mineralogía Grupo de Trabajo Cali.

Se realizó la adquisición de los siguientes materiales e insumos para laboratorio:

- ✓ Reactivos químicos
- ✓ Materiales y suministros para la planta piloto Grupo de Trabajo Cali
- ✓ Materiales y suministros para los laboratorios de química y metalurgia Grupo de Trabajo Cali del Servicio Geológico Colombiano.
- ✓ Insumos de mineralogía del Grupo de Trabajo Cali del Servicio Geológico Colombiano.

Otros procesos de adquisición servicios de Ciencia, Tecnología e Innovación:

- ✓ Suscripción Programa Interlaboratorios “CANSPEX™ COAL PROGRAM and ASH PROGRAM”, con Quality Associates International Ltd. de Canadá.
- ✓ Suscripción Programa Interlaboratorios Laboratory Quality Services International (LQSi) con SGS North America Inc.
- ✓ Suscripción a ensayos de aptitud con MOL LABS Quimiométricas para ensayos de aguas

Otras actividades asociadas a la caracterización de materiales geológicos.

- ✓ Apoyo a la Agencia Nacional de Minería en la certificación de embarques de contratos de Gran Minería del carbón.
- ✓ Apoyo a entes judiciales y de policía para la identificación de materiales geológicos provenientes de actividades ilícitas

1.2. Grupo de Trabajo – Geoquímica Analítica y Geotecnia.

1.2.1. Proyecto de Gestión ID 1000640: Nuevas Metodologías para Minerales Arcillosos.

Descripción del Proyecto: Desarrollo e implementación de nuevas metodologías analíticas para la investigación y caracterización de Minerales Arcillosos.

Objetivo del Proyecto: Adquirir, desarrollar e implementar nuevas herramientas analíticas que permitan realizar estudios de investigación sobre las características y propiedades de los Minerales Arcillosos del territorio nacional, generando conocimiento sobre los recursos del subsuelo y sus potenciales aplicaciones, al país.

Justificación del Proyecto: Dentro del avance en el conocimiento y prospección de los recursos minerales del país los minerales arcillosos representan un grupo de alta importancia por su papel como materia prima de los materiales de construcción, cerámicas, industria papelera, industria farmacéutica, nanotecnología e incluso en la industria turística y cosmética. Estos materiales son generadores de desarrollo regional pues su explotación permite la industrialización, genera fuentes de empleo y facilita la creación de infraestructura y vivienda, aportando mejoras en la calidad de vida de la comunidad. Adicionalmente, la información proveniente de la investigación de los minerales arcillosos es fundamental para conocer los ambientes geológicos, su formación y evolución, permitiendo avanzar en el conocimiento geocientífico del país.

Beneficios del Proyecto: El contar con nuevas metodologías analíticas que permitan identificar las especies de minerales arcillosos del territorio nacional y conocer sus características físico-químicas, va a permitir generar mapas con la ubicación de estos recursos tan necesarios en el momento actual para el desarrollo de infraestructura e industria en nuestro país, sobre todo considerando que el actual volumen de explotación de minerales arcillosos es insuficiente para cubrir la demanda interna y se requiere con urgencia la identificación de nuevas fuentes. Adicionalmente, el estudio de éstos materiales apoyará la identificación de amenazas potenciales para el ordenamiento territorial, por la importancia de las arcillas en los fenómenos de remoción en masa y estabilidad de construcciones, así como por su importancia para el avance del conocimiento geológico nacional.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

Se desarrollarán, documentarán e implementarán cinco (5) nuevas metodologías analíticas:

- Identificación y cuantificación de minerales arcillosos por Difracción de rayos X en polvo desorientado.
- Identificación de minerales arcillosos por Difracción de rayos X en muestras orientadas.
- Cuantificación de amorfos en muestras geológicas.
- Distribución de tamaño y forma de partícula en minerales arcillosos.
- Análisis termogravimétrico (TGA) y de calorimetría de barrido diferencial (DSC) para minerales arcillosos.

Avances 2018:

Entrenamiento en los equipos Adquiridos.

Se recibió 96 horas de entrenamientos en los equipos distribuidas así: 40 horas en el equipo de forma de partícula, 40 horas en tema de tamaño de partícula y 16 horas en los temas de termogravimetría y calorimetría diferencial de barrido (DSC).

Hoja de vida de los equipos.

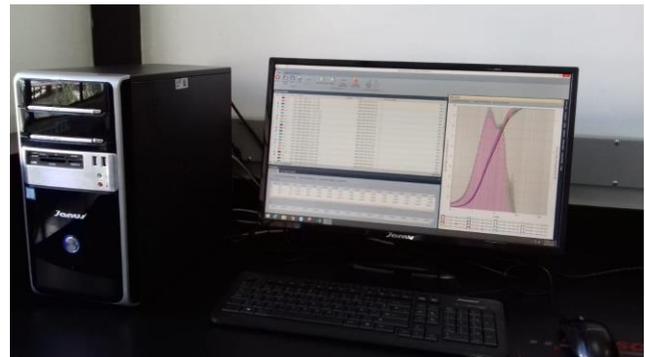
Se elaboró la hoja de vida de los equipos y se registraron en ISOLUCIÓN de forma y tamaño de partícula, TGA-DSC (LINSEIS STA PT 1600H) y el micromolino del laboratorio de arcilla.

Métodos de ensayos y Validación.

Tamaño de partícula

Se desarrolló y se documentó el método de ensayo para tamaño de partícula para minerales arcillosos y se realizó la validación (el método se encuentra en ISOLUCIÓN)

Ver figuras siguientes:



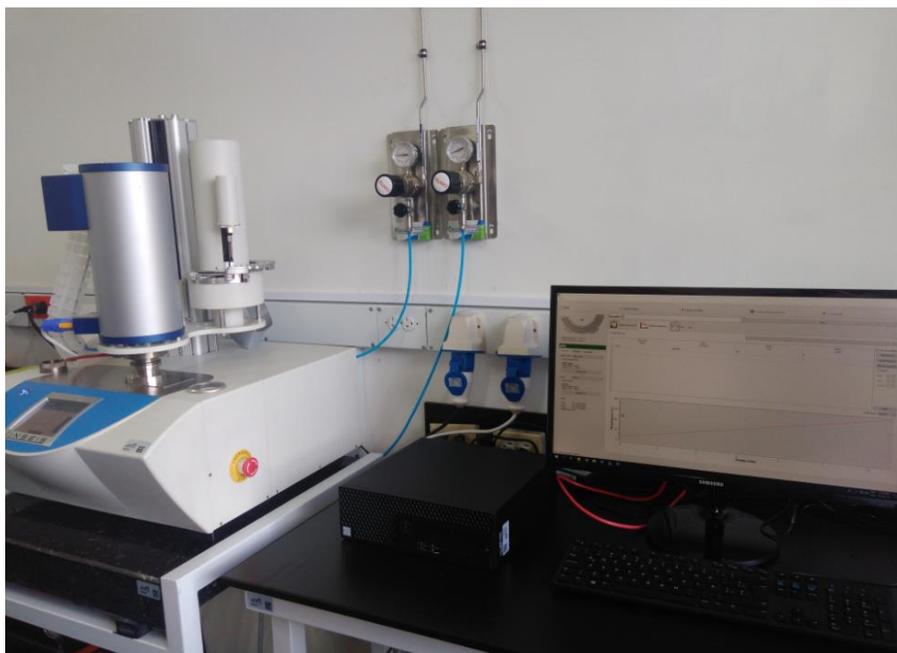
Forma de partícula.

Se desarrolló y se documentó el método de ensayo para forma de partícula en minerales arcillosos y se realizó la validación (el método se encuentra en ISOLUCIÓN)



Método (TGA-DSC) Análisis térmico gravimétrico y calorimetría diferencial de barrido.

Se desarrolló y se documentó el método de ensayo (TGA-DSC) Análisis térmico gravimétrico y calorimetría diferencial de barrido en minerales arcillosos y se realizó la validación (el método se encuentra en ISOLUCIÓN)



Protocolo para el muestreo de arcilla:

Se elaboró conjuntamente con el Grupo de Minerales No Metálicos un protocolo para el muestreo de arcillas, documento que queda actualizado en la carpeta compartida y que fue oficializado en el MIIG.

Ejercicio Interlaboratorios:

Se diseñó, gestionó y ejecutó una prueba interlaboratorios con varios servicios geológicos (SGC, INGEMMET, INIGEMM, IGME y SGM), la UIS y la UN, en la cual se seleccionaron y prepararon las muestras, que fueron enviadas desde la sede del SGC en Bogotá, a los diversos laboratorios participantes.

Colombia - Universidad Industrial de Santander (UIS), José Antonio Henao Martínez, [jahe-
nao@uis.edu.co](mailto:jahe-
nao@uis.edu.co), frx@uis.edu.co

Colombia - Universidad Nacional de Colombia (UNAL), David Arsenio Landínez Téllez, [da-
landinezt@unal.edu.co](mailto:da-
landinezt@unal.edu.co), labdrx_fcbog@unal.edu.co

Colombia - SGC, Madelén Pérez Cano, mperezcano@sgc.gov.co

Ecuador - INIGEMM, Natalia Carpintero Salvador, [natalia.carpintero@geoinvestiga-
cion.gob.ec](mailto:natalia.carpintero@geoinvestiga-
cion.gob.ec).

España - IGME, Begoña del Moral González, b.delmoral@igme.es

México - SGM, Jorge Gómez González, jorgegomez@sgm.gob.mx

Perú - INGEMMET, Italo Leonardo Barrientos Vargas, ibarrientos@ingemmet.gob.ec

1.2.2. Proyecto de Gestión ID 1001039: Estudios de movilidad y distribución de especies químicas.

Descripción del Proyecto: La presencia de metales pesados en un ambiente determinado puede ser de origen geogénico o antropogénico. Los elementos de origen geogénico proceden de la roca madre, de actividad volcánica, o de la lixiviación de mineralizaciones. Los metales pesados antropogénicos derivan de residuos procedentes de actividades industriales, minería e industria agrícola, y residuos sólidos urbanos. Los metales almacenados en los suelos y en los sedimentos bajo unas condiciones determinadas, en caso de alteración de las condiciones físicas o química del ambiente pueden liberarse produciendo un impacto ambiental en función de la cantidad y el

tipo de metales liberados. Por todo esto y para poder evaluar la persistencia y la biodisponibilidad de los metales, es importante conocer la movilidad de los metales presentes en los sedimentos.

Objetivo del Proyecto: Realizar estudios de movilidad y distribución de especies químicas de metales pesados, con énfasis en mercurio, en zonas de actividad minera de interés nacional.

Objetivos específicos: Apropiar el conocimiento de la geoquímica, movilidad, disponibilidad y fijación de metales pesados, por parte del personal involucrado. Proponer una metodología para realizar estudios de movilidad y distribución de especies químicas de metales pesados, con énfasis en mercurio. Definir una zona geológica, con presencia de mercurio proveniente de actividad minera, para realizar un estudio piloto con la metodología propuesta.

Justificación del Proyecto: La presencia de metales pesados en el ambiente puede ser de origen geogénico o antropogénico. Los elementos de origen geogénico proceden de la roca madre, de actividad volcánica, o de la lixiviación de mineralizaciones. Los metales pesados antropogénicos derivan de residuos procedentes de actividades industriales, minería, industria agrícola y residuos sólidos urbanos. Los metales pesados de origen antropogénico se distribuyen en el suelo entre los componentes de la fase sólida. Dicha distribución se caracteriza por una rápida retención inicial y posteriores reacciones, que están determinadas por la movilidad, toxicidad y biodisponibilidad de los metales y sus especies, así como también de las propiedades del suelo, nivel de introducción y tiempo. (Solano Antonia., 2005, p. 142). Los estudios de metales pesados en el ambiente son de gran importancia debido a su toxicidad sobre la biota y la amenaza indirecta sobre la salud humana, que depende de su concentración, movilidad y reactividad con otros componentes del ecosistema, así como también de su potencial para lixiviarse de los perfiles del suelo hacia el agua subterránea y difiere de si su origen es natural o antrópico y, dentro de este último, al tipo de fuente (Abollino et al., 2002). De acuerdo con los objetivos del Plan Único Nacional de Mercurio, se hace necesario para el Ministerio de Minas y Energía, así como también para el sector salud, determinar la dimensión de la problemática a nivel nacional por el uso del mercurio en la actividad minera, por esta razón abordar estudios de movilidad y distribución de especies químicas de metales pesados, se requiere para establecer la afectación sobre la población, por su biodisponibilidad en aguas, suelos y sedimentos.

Beneficios del Proyecto: Entrenar personal para que adquiera la experiencia en técnicas analíticas y tratamiento de la información para estudios de movilidad y distribución de especies químicas de metales pesados, con énfasis en mercurio, en zonas de actividad minera de interés nacional.

Proponer una metodología para realizar estudios de movilidad y distribución de especies químicas de metales pesados, que pueda replicarse en diferentes zonas con posibles afectaciones y ser usada por la comunidad científica y los sectores que la requieran.

Realizar estudios de movilidad y distribución de especies químicas de metales pesados, con el fin de determinar la afectación de zonas con actividad minera.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

Informe sobre el avance de apropiación del conocimiento de la geoquímica, movilidad, disponibilidad y fijación de metales pesados. Propuesta metodológica.

Avances 2018:

ACTIVIDAD 1. APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO

TAREAS:

- Revisión de antecedentes
- Socializaciones grupales
- Talleres con expertos en la temática

Entregable Informe: Avance de apropiación del conocimiento de la geoquímica, movilidad, disponibilidad y fijación de metales pesados, por parte del personal involucrado.

LOGROS ACTIVIDAD 1

- Durante el desarrollo del proyecto se ha realizado la revisión bibliográfica y las socializaciones de diferentes temas como lo son: antecedentes de la problemática, la geoquímica de los metales pesados en especial del mercurio, movilidad y biodisponibilidad de metales pesados, índices de contaminación, métodos de muestreo, métodos de digestión y análisis en sedimentos suelos y aguas, etc., con el fin de apropiar los conocimientos en los integrantes del grupo del proyecto.
- Se realizaron las comunicaciones pertinentes con la experta internacional, quien acepto realizar las actividades de entrenamiento en la temática asociada al proyecto, en el mes de diciembre de 2018.
- Se realizó la logística correspondiente para la visita de la experta Doctora Dina Lopéz del 06 al 12 de diciembre de 2018, junto con el operador logístico Tequendama y

con los funcionarios correspondientes del SGC para cumplir con los objetivos establecidos en los talleres con expertos.

- Se realizó el taller entrenamiento en "Metales pesados y arsénico en las fases ambientales", dictado por la Dra. Dina López Profesora del Departamento de Geociencias de la Universidad de Ohio del 06 al 12 de diciembre de 2018 en la ciudad de Bogotá y Cali.
- Se realizó socialización junto con las profesoras expertas Dina López y Elianna Castillo y el grupo de trabajo de la Sede Cali del SGC, la cual consistió en identificar, analizar los antecedentes e información tanto geológica mineralógica y química, así como también plantear un posible esquema de muestreo en la zona piloto para realizar los estudios de movilidad y distribución de especies de metales pesados con énfasis en mercurio durante la fase 2 del proyecto.

PRODUCTOS ACTIVIDAD 1

- Se realizó el Taller entrenamiento en "Metales pesados y arsénico en las fases ambientales", dictado por la Dra. Dina López Profesora del Departamento de Geociencias de la Universidad de Ohio realizado del 06 al 12 de diciembre de 2018 en la ciudad de Bogotá y Cali.
- El informe correspondiente a la actividad 1, avance de la apropiación social del conocimiento de la geoquímica, movilidad, disponibilidad y fijación de metales pesados, se entregara el 28 de febrero de 2019.

DIFICULTADES ACTIVIDAD 1

- En esta fase del proyecto fue muy limitado el apoyo de un profesional en el área de geología para el desarrollo del mismo. Se debe contar con dicho profesional de tiempo completo para la asesoría y realización en la siguiente fase.

ACTIVIDAD 2. DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS PILOTO PARA EL ESTUDIO.

TAREAS:

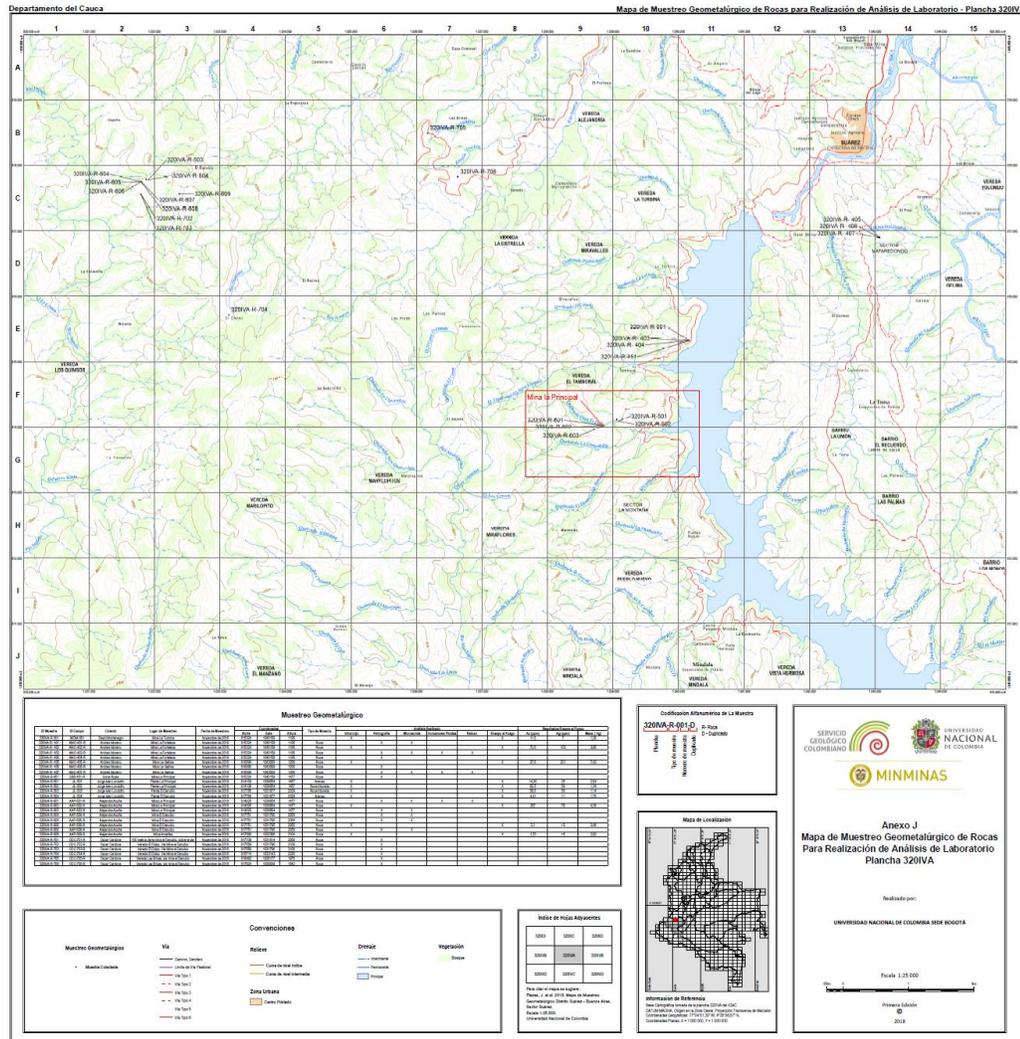
- Identificación de posibles zonas de estudio.
- Elección de la zona de interés para el estudio.

- Visitas de campo para reconocimiento de la zona piloto, con el fin de determinar las metodologías de muestreo.
- Taller en campo con expertos.

Entregable: Informe área de interés para estudios de movilidad y distribución de especies químicas de metales pesados.

LOGROS ACTIVIDAD 2

- Se identificaron las posibles zonas con actividad minera de oro en el territorio colombiano según informe UPME para establecer la zona piloto donde se realizarán los estudios contemplados en la propuesta metodológica.
- Se realizó comisión a la Sede Cali, para definir la zona de estudio para el proyecto, bajo las recomendaciones del experto Geólogo Jaime Mojica y el grupo de trabajo de Cali.
- Se realizó la visita de campo para el reconocimiento de la zona piloto donde se llevaran a cabo los estudios de movilidad y distribución de especies de metales pesados con énfasis en mercurio en la fase 2 , en la mina La Principal Vereda Marveles, Municipio de Suarez – Cauca. Diciembre 10 de 2018.
- Se realizó el taller de muestreo y recolección de muestras puntuales de la zona, para realizar estudios de movilidad y distribución de especies de metales pesados con énfasis en mercurio, en la mina La Principal Vereda Marveles, Municipio de Suarez – Cauca.
- **LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA SELECCIONADA.**
La zona minera se localiza al norte del departamento del Cauca en el flanco oriental de la Cordillera Occidental en jurisdicción de los municipios de Suárez (plancha topográfica IGAC 320-IV-D), a escala 1:25000. Ver (Figura 1). El municipio de Suárez, pertenece al departamento del Cauca y se ubica en el valle superior del río Cauca, sobre el piedemonte oriental de la Cordillera Occidental. El área de estudio limita al norte con los municipios de Jamundí y López De Micay, al occidente con Timbiquí, al sur con Argelia y Patía y al oriente con Morales, Cajibío y Santander de Quilichao.



Mapa de localización de la zona de estudio Vereda Maraveles en el Municipio de Suárez - Cauca

- VISITA DE CAMPO Y TALLER DE MUESTREO REALIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO.

El taller de muestreo se llevó a cabo en la zona minera localizada en la Vereda Maraveles, municipio de Suárez – Cauca. Esta zona se caracteriza por tener gran actividad para el aprovechamiento del recurso aurífero, y, por lo tanto, es una de las principales actividades económicas de la región. El taller de muestreo se realizó con el acompañamiento de

la Doctora Dina López Profesora del Departamento de Geociencias de la Universidad de Ohio y la Doctora Elianna Castillo Profesora del Departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia, quienes están asesorando la realización del muestreo, los diferentes análisis y evaluación de resultados de los estudios propuestos.

La actividad minera se realiza alrededor de la Represa “La Salvajina” y existen quebradas cercanas a las plantas de beneficio que desembocan en la represa.



Vista de la Represa La Salvajina, durante el taller de muestreo, diciembre 10 de 2018.

Debido a que el área es extensa y con numerosas minas y plantas de beneficio, se eligió realizar una visita a la planta de beneficio de la mina “La Principal” debido a su fácil acceso, y, a que en esta planta se empleó años atrás, mercurio en el proceso de aprovechamiento, y, aún cuenta con los relaves generados de esta actividad. También, se realizó una visita a la planta de beneficio de “Don Héctor” en donde se realiza actualmente el proceso de amalgamación con mercurio.



Planta de beneficio “La Principal” diciembre 10 de 2018

- MUESTREO REALIZADO DURANTE LA VISITA DE CAMPO.

Una vez seleccionadas las plantas de beneficio, se recolectaron 8 muestras, entre ellas dos muestras de relaves, dos muestras de suelo, dos muestras de sedimento activo y dos muestras de agua superficial (Tabla 1), con el fin de determinar los diferentes parámetros fisicoquímicos y metales pesados, que nos permita obtener información del estado actual de estas minas y así establecer preliminarmente la afectación de la misma a causa del tratamiento de extracción de oro utilizando mercurio.

N°	Muestra	ID Muestra			
			Norte	Este	Altura
1	Relave planta “La Principal”	MLP - Relave 1	814114	1039083	1451 m
2	Suelo Blanco planta “La Principal”	MLP - Suelo 1	814146	1039062	1461 m
3	Sedimento Activo en Quebrada Dios te dé (aguas arriba)	MLP - Sedimento 1	814017	1038837	1482 m
4	Agua superficial Quebrada Dios Le Dé (Aguas Arriba)	QDTD - 1	814017	1038837	1482 m
5	Suelo Planta “Don Héctor”	MLP - Suelo 2	814081	1038965	1458 m
6	Relave Planta “Don Héctor”	MLP - Relave 2	814053	1038954	1472 m
7	Agua Superficial “Quebrada Dios le dé” (Aguas abajo)	QDTD - 2	813930	1039361	1197 m
8	Sedimento Activo Quebrada “Dios le dé” (aguas Abajo)	MLP - Sedimento 2	813931	1039362	1199 m



Localización de puntos de muestreo.



Punto de muestreo Relave planta “La Principal” diciembre 10 de 2018



Punto de muestreo Suelo Blanco planta “La Principal” diciembre 10 de 2018



Punto de muestreo Sedimento Activo y Agua superficial en Quebrada Dios te dé (aguas arriba). diciembre 10 de 2018



Mediciones en campo realizadas.



Extracción de gas del suelo para determinación de mercurio in situ



Análisis de mercurio con equipo de campo.

- **PARAMETROS FISICOQUIMICOS DETERMINADOS EN CAMPO.**

Se determinaron *In situ* los parámetros de conductividad, pH y alcalinidad para las muestras recolectadas de agua superficial.

Muestra	ID Muestra	Parámetros fisicoquímicos		
		pH	σ	mg CaCO ₃ /L
Agua superficial Quebrada "Dios Le Dé" (Aguas Arriba)	QDTD - 1	7,37	64,77	22,8
Agua Superficial Quebrada "Dios le dé" (Aguas abajo)	QDTD- 2	8,06	152,5	36,0

PRODUCTOS ACTIVIDAD 2

- Se entregó el 02 de enero de 2019, el informe Elección de la zona piloto de estudio para el proyecto: Estudios de movilidad y distribución de especies químicas de metales pesados, con énfasis en mercurio, en zonas de actividad minera de interés nacional.
- Análisis de caracterización de las muestras recolectadas en el taller de muestreo.

ACTIVIDAD 3. PROPUESTA METODOLÓGICA

TAREAS:

- ✓ Establecer parámetros metodológicos para evaluar movilidad y distribución de especies químicas de metales pesados con énfasis en mercurio en zonas de actividad minera.
- ✓ Definición de las metodologías de muestreo.
- ✓ Definición de las metodologías analíticas.
- Definición del tratamiento de la información.

Entregable Informe: Propuesta metodológica para estudios de movilidad y distribución de especies químicas de metales pesados, con énfasis en mercurio, en zonas de actividad minera de interés nacional.

LOGROS ACTIVIDAD 3

- Durante el taller con la Dra Dina Lopéz, se discutieron los parámetros metodológicos para la realización de la propuesta metodológica.
- Se discutieron y se definieron en el taller con la Dra. Dina Lopez, algunos de los métodos analíticos para determinar la movilidad y especiación del mercurio, arsénico y demás metales pesados de interés del proyecto.
- Con la visita de campo realizada a la zona de estudio, se realizó el taller de muestreo y recolección de muestras de sedimento, agua, suelos y relaves de la mina, para determinar la metodología de muestreo de los estudios de movilidad y distribución de especies de metales pesados con énfasis en mercurio. (Mina La Principal Vereda Marveles, Municipio de Suarez – Cauca.)
- Se realizó un taller para el conocimiento de la herramienta PHREEQCI de modelación de especiación y mezclado, reacciones de disolución, precipitación, equilibrio químico y reacciones de ad/absorción, como parte del tratamiento de datos que se realizara a los datos obtenidos de los análisis-físico químicos de las muestras recolectadas.

PRODUCTOS ACTIVIDAD 3

- El informe correspondiente a la actividad 3, Propuesta metodológica para estudios de movilidad y distribución de especies químicas de metales pesados, con énfasis en

mercurio, en zonas de actividad minera de interés nacional, tiene como fecha de entrega el 29 de marzo de 2019.

DIFICULTADES ACTIVIDAD 3

- Se debe contar con un profesional en el área de geología para el desarrollo de esta actividad, en el diseño de la metodología de muestreo en la zona seleccionada.

1.2.3 Proyecto de Gestión ID 1001027: Caracterización geotécnica de arcillas. Fase 1

Descripción del Proyecto. Los fenómenos de hundimientos, agrietamientos, cambios de volumen drásticos en suelos arcillosos se vienen estudiando sistemáticamente desde hace algunos años en Colombia, necesidad que ha sido producto de múltiples daños en viviendas, vías, infraestructura que no siempre están asociados a inestabilidad o actividad sísmica; sin embargo, a raíz del crecimiento acelerado de desarrollos urbanos en los años 90, en áreas con topografía accidentada, en algunos casos, y áreas con topografías planas o muy suaves, en otros, se han presentado problemas en urbanizaciones ya construidas, daños en taludes viales, vías de primero y segundo orden, entre otros., hechos éstos que han puesto en peligro edificios, casas de habitación, obras de infraestructura, entre otros. Esta investigación en forma sistemática en diferentes sectores del territorio colombiano, permitirá establecer una zonificación básica general de suelos y depósitos a nivel de su comportamiento respecto de las relaciones esfuerzo-deformación de los materiales, que aporte en la planificación a escala media y regional generando las alertas necesarias a los encargados de la toma de decisiones respecto del desarrollo de proyectos de inversión que pueden resultar en sobrecostos importantes y disminuyendo los factores de riesgo a nivel del desarrollo de proyectos de inversión y planificación del territorio

Objetivo del Proyecto: Establecer la respuesta en resistencia y deformación ante la aplicación de diferentes sollicitaciones o esfuerzos de materiales arcillosos de diferente origen geológico, en tres zonas piloto en Colombia, previamente identificadas, como un primer paso para conocer los aspectos determinantes de su comportamiento físico – mecánico en obras de ingeniería civil.

Justificación del Proyecto: Los materiales finos arcillosos están frecuentemente ligados a comportamientos anómalos que afectan viviendas, vías, infraestructura, etc., ya sea localizada en zonas de montaña o zonas planas. Estos materiales presentan comportamientos muy diferentes ante sollicitaciones en carga muy semejantes, de lo cual tenemos ejemplos muy importantes en Suramérica y Colombia. Puede verse este hecho reflejado en comportamientos especiales y de-

teriores de grandes áreas urbanas en áreas ocupadas por materiales arcillosos de origen geológico diferente, por ejemplo en Barranquilla (Atlántico), Cartagena (Bolívar), donde se tienen materiales que exhiben comportamientos especiales asociados a expansividad, colapso, dispersividad y sensibilidad (Suárez, 2006); igualmente en la Sabana de Bogotá, capital de Colombia, en el sector nor occidental se presentan agrietamientos, hundimientos y daños en vías (Vesga et al 2003, Ávila 2003), en el departamento del Quindío se pueden observar cortes en arcilla a fuertes pendientes con una alta estabilidad y prácticamente nula deformación (Calderón et al., 2005).

Analizando la génesis de estos materiales se puede observar que los materiales arcillosos a los que se hace referencia tienen un origen geológico diferente; por ejemplo en alguno de los casos se tiene arcillas de origen marino, otros casos se asocian a depósitos lacustres, depósitos volcánicos, etc.; los materiales arcillosos se pueden caracterizar como arcillas desde su clasificación y caracterización puramente físico - mecánica, pero respecto de su fábrica y composición (la cual se relaciona con la génesis de los mismos) es distinta, entendiendo que la génesis se relaciona con su origen y evolución. Este mismo tipo de comportamiento es fácilmente observable cuando se tienen estructuras en mampostería, concreto u otros materiales poco flexibles localizadas o asociadas a ellos. En casos especialmente importantes se tiene un comportamiento de materiales arcillosos como fluidos, tal como ocurre con el fenómeno asociado a los volcanes de lodo o diapirismo que se presenta en varios sectores de la costa Caribe, como Cartagena, en cercanía de la Vía Mamonal. Es por lo tanto importante iniciar un proceso de investigación respecto de la respuesta esfuerzo – deformación de materiales definidos como arcillas a nivel del trabajo en ingeniería geotécnica con génesis diferente, respecto de su caracterización física y química como un primer paso para identificar los aspectos determinantes de su comportamiento físico – mecánico que permita establecer un avance para el desarrollo de posteriores investigaciones con el fin de profundizar en posibles relaciones de causalidad entre el ambiente de formación y posterior degradación químico - mecánica y los procesos de deformación de los suelos, con el fin de incorporar dicho conocimiento aplicado a la reducción de los factores de riesgo del territorio

Beneficios del Proyecto: Al encontrar la posible relación de causalidad entre el origen geológico, el ambiente de formación y posterior degradación químico – mecánica de los materiales de suelos arcillosos y su comportamiento esfuerzo – deformación, se podrá incorporar dicho conocimiento aplicándolo a la reducción de los factores de riesgo del territorio asociados a fenómenos de hundimientos, agrietamientos y cambios de volumen drásticos en suelos arcillosos, con

afectaciones en urbanizaciones ya construidas, daños en taludes viales, vías de primero y segundo orden, hechos éstos que han puesto en peligro edificios, casas de habitación, obras de infraestructura, entre otras.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

Base de datos

Informes técnicos de caracterización geotécnica

Avances 2018:

Metodología

La investigación contempló una recopilación de información geológica, geomorfológica, geotécnica, básica en los sectores previamente definidos, para establecer las zonas en las que se puede identificar la existencia de suelos arcillosos con diferente génesis, esto con el fin de consolidar una base de datos preliminar que contenga información básica respecto de la génesis de los materiales, así como un repositorio de los resultados de ensayos geotécnicos realizados sobre estos materiales como punto de partida para la caracterización preliminar de los materiales.

El análisis de esta información permitirá en la Fase II de la Investigación complementar la información secundaria analizada en las áreas de estudio seleccionadas mediante una exploración geotécnica básica para posterior toma de muestras en profundidades mínimas de 6.0 metros y que pueden alcanzar hasta 30 metros, con el fin de desarrollar ensayos físico-químicos de caracterización básica.

Los resultados del trabajo de campo, exploración geotécnica, ensayos de laboratorio, así como de la información secundaria existente evaluada y depurada será información básica para el desarrollo de la Fase II del proyecto.

Actividades

Las actividades básicas desarrolladas en la Fase I fueron las siguientes:

Alistamiento de la infraestructura física, humana del Laboratorio de Geotecnia

- ✓ Desarrollar un diagnóstico del estado de la infraestructura en equipos de laboratorio y de exploración geotécnica del Laboratorio de Geotecnia.

- ✓ Desarrollar gestiones para calibración, mantenimiento y compra de equipos de laboratorio y de exploración geotécnica directa con trabajo mancomunado con la Dirección de Laboratorio
- ✓ Calibración del equipo del Piezocono mediante toma de muestras en sede CAN
- ✓ Apoyar las gestiones para compra de equipo de perforación mecánica
- ✓ Capacitación permanente al personal de laboratorio en procesos de investigación, métodos de cálculo de ensayos y conocimiento de equipos para el desarrollo de trabajos geotécnicos

Definición de zonas de estudio y análisis de información secundaria

- ✓ Definir los sectores de análisis con base en información existente
- ✓ Recopilar y depurar la información geológica, geomorfológica, geotécnica, en los sectores de evaluación, para efectuar una delimitación espacial preliminar de áreas de estudio, delimitación que se depurará en el transcurso de la investigación y como producto de los trabajos de recopilación de información primaria.
- ✓ Desarrollar una base de datos de información geotécnica preliminar de información primaria y secundaria.
- ✓ Definir el control de campo para determinar los puntos para el desarrollo de exploración directa en una de las áreas de evaluación.
- ✓ Desarrollar la exploración geotécnica directa y toma de muestras para desarrollo de ensayos de laboratorio físico, químico y mecánico a las muestras recuperadas en la zona seleccionada.

Equipo de perforación mecánica adquirido

✓ Desarrollo de ensayos
muestras de arcilla

de laboratorio a las
recuperadas.



ACTIVIDAD	PRODUCTOS	DIFICULTADES
2. Definición de zonas de estudio y análisis de información secundaria		
<ul style="list-style-type: none"> Definir los sectores de análisis con base en información existente 	Con base en la información se definieron tres zonas en el Departamento de Quindío, inicialmente se localizó la zona de estudio.	No se tiene información geológica local en el sector de Cartagena y Turbaco
<ul style="list-style-type: none"> Recopilar y depurar la información geológica, geomorfológica, geotécnica, en los sectores de evaluación, para efectuar una delimitación espacial preliminar de áreas de estudio, delimitación que se depurará en el transcurso de la investigación y como producto de los trabajos de recopilación de información primaria. 	Se efectuó un análisis preliminar para definir las posibles superficies; la información secundaria geológica, en tres sectores de evaluación,	
<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar una base de datos de información geotécnica preliminar de información primaria y secundaria Definir el control de campo para determinar los puntos para el desarrollo de exploración directa en una de las áreas de evaluación. 	Desarrollo de una base de datos con el uso de Access Se definió como prioridad el municipio de Cartagena y Turbaco en respuesta al Derecho de Acceso a la Información Pública de VEIUCA y el municipio de Turbaco.	No se cuenta con apoyo de un profesional experto en bases de datos que apoye en forma continua el proyecto
<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar la exploración geotécnica directa y toma de muestras para desarrollo de ensayos de laboratorio físico, químico y mecánico a las muestras recuperadas en la zona seleccionada 	Desarrollo de exploración geotécnica directa en 10 puntos en los municipios de Cartagena y Turbaco con toma de muestras cada metro	Se presentaron dificultades en la consecución de permisos y acceso a los predios particulares
<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de ensayos de laboratorio a las muestras de arcilla recuperadas. 	Se encuentran en proceso de desarrollo 120 ensayos físicos y mecánicos en las muestras obtenidas	Se requirió ampliar el tiempo de finalización de la Fase I dado que los equipos de resistencia y deformación se encuentran en proceso de verificación. Igualmente los ensayos químicos no se han podido desarrollar en su totalidad debido a procesos internos en el laboratorio
<ul style="list-style-type: none"> Consolidación de los resultados de los ensayos de laboratorio (información secundaria y primaria). 	Se encuentra en proceso de consolidación los resultados de los ensayos y desarrollo de informe final	Se requirió ampliar el tiempo de finalización de la Fase I dado que los equipos de resistencia y deformación se encuentran en proceso de verificación; igualmente no se pueden desarrollar ensayos químicos en esta Fase debido a los tiempos requeridos para el desarrollo de estos ensayos por parte del laboratorio.

Consolidación e los resultados de los ensayos de laboratorio (información secundaria y primaria.



Perforación mecánica piezocono Cartagena – turbano (noviembre – diciembre de 2018)

1.3 Grupo de Trabajo – Caracterización y Procesamiento de Carbones y Minerales.

1.3.1 Proyecto de Gestión ID 1000277: Proyecto Newton-Caldas.

Descripción del Proyecto: Reducir el porcentaje de inquemados generados durante la combustión de carbón en las calderas, con el fin de disminuir la cantidad de material particulado arrojado al ambiente (impacto ambiental) y mejorar la eficiencia del proceso de combustión (impacto económico). El estudio se realizará en el Ingenio Mayagüez, donde se emplean para la combustión carbones de la región de Cundinamarca.

Objetivo del Proyecto: Reducir el porcentaje de inquemados generados durante la combustión de carbón en las calderas, con el fin de disminuir la cantidad de material particulado arrojado al

ambiente (impacto ambiental) y mejorar la eficiencia del proceso de combustión (impacto económico).

Generar una base de datos georreferenciada de calidades de carbón de algunas zonas carboníferas, con el fin de contribuir con la cadena de producción del carbón.

Justificación del Proyecto: La caracterización de carbones en términos de su reactividad puede ser un parámetro que se utiliza para mejorar la eficiencia energética, la relación aire / carbón en quemadores de carbón y el tiempo de residencia de las partículas. La caracterización elemental de las cenizas proporciona información valiosa para determinar los usos potenciales en la industria. En términos de producción más limpia, los resultados del proyecto contribuirán a mejorar en el proceso de combustión del carbón.

En los aspectos ambientales y sociales, la mejora de la eficiencia energética está alineada con tendencias y políticas a nivel mundial y nacional y tiene un impacto positivo en las comunidades que rodean el sitio de ejecución buscando una reducción en la generación de gases de efecto invernadero, generación de cenizas e inquemados y el exceso de acumulación de los mismos.

Beneficios del Proyecto: Con los resultados del proyecto se beneficiara la industria del sector azucarero que emplea el recurso carbonífero para la generación de energía, en consumos propios de sus procesos y la comercialización de la misma en la red nacional eléctrica. Adicionalmente, los costos relacionados de operación se verán disminuidos ya que se favorece el mejoramiento en la eficiencia energética térmica de las calderas.

Los involucrados en la cadena de producción del carbón (mineros, proveedores, industria, comunidad, academia y entidades estatales) se beneficiaran al contar con un sistema de información georreferenciada cuyo componente principal es la calidad de los carbones.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

- Informes técnicos de análisis de muestras de carbón, de carbonizados y de tres residuos producidos durante su combustión en la caldera (cenizas volantes, fondo de escorias y hollín) para un total de 360 muestras.
- Análisis petrográfico del carbón, granulometría, índice de hinchamiento, análisis próximo y último, análisis de mercurio, y composición química de cenizas.
- Datos de los últimos 5 años de la caracterización de las minas en región de Cundinamarca/Boyacá.

Informe 2018:

Con la participación de los Ingenios Mayagüez, La Cabaña, Cenicaña, el Servicio Geológico Colombiano, la Universidad de Nottingham y la Universidad del Valle, se realizó el proyecto de investigación titulado “Improving energy efficiency of coal power stations located at the Colombian Pacific Region”, financiado por el fondo Newton-Caldas, Inglaterra-Colombia.

El proyecto desarrolló actividades relacionadas con la caracterización fisicoquímica y petrográfica de carbones, cenizas volantes, cenizas de fondo y carbonizados de parrilla, como insumo para el desarrollo de una herramienta computacional que proporcionó información para evaluar y mejorar la eficiencia energética en calderas de combustión de carbón.

Asimismo, con el proyecto se desarrolló una base de datos georreferenciada de calidad de carbones para algunas áreas de Colombia, que incluye información sobre las propiedades fisicoquímicas del carbón, lo cual aporta conocimiento geocientífico a las actividades de la cadena de suministro de los carbones colombianos.

Para la presentación del informe se relacionan a continuación las actividades del proyecto y dentro de estas, se incluyen los logros, productos y dificultades presentadas dentro del desarrollo del mismo.

Guía de muestreo

Dentro de las actividades establecidas en el proyecto, se estableció elaborar una guía de muestreo, la cual se enfocó principalmente en el “Muestreo para sistemas de combustión de mezclas carbón biomasa”.

Caracterización de muestras

Se analizaron en la Dirección de Laboratorios del SGC 90 muestras (carbones e inquemados) provenientes de los muestreos realizados en los ingenios de Mayagüez, La Cabaña y Cenicaña y muestras obtenidas en el Laboratorio de la Escuela de Ingeniería de la Universidad del Valle (periodo 2017-2018). Como parte de la caracterización fisicoquímica y petrográfica de las muestras se realizaron las siguientes determinaciones incluida preparación: humedad residual, cenizas, materia volátil, carbono fijo, contenido de carbono, nitrógeno e hidrógeno, azufre, mercurio y oxígeno, asimismo, para 30 de las muestras de carbones y carbonizados se determinó la reflectancia media de la vitrinita y análisis de fluorescencia de rayos X. Actualmente, se elabora el informe final de caracterización por parte del SGC. Los informes de los análisis se encuentran en el servidor de carbones.

Desarrollo e implementación Sistema de Información Geográfica para el Mapa de Calidad de Carbones de Colombia

Esta actividad fue realizada por integrantes de la Escuela de Multimedia y Visión por Computador de la Universidad del Valle, por el Grupo Sistemas de Información Geocientífica de la Dirección de Gestión de Información y el Grupo de Trabajo de Carbones de la Dirección de Laboratorios del Servicio Geológico Colombiano.

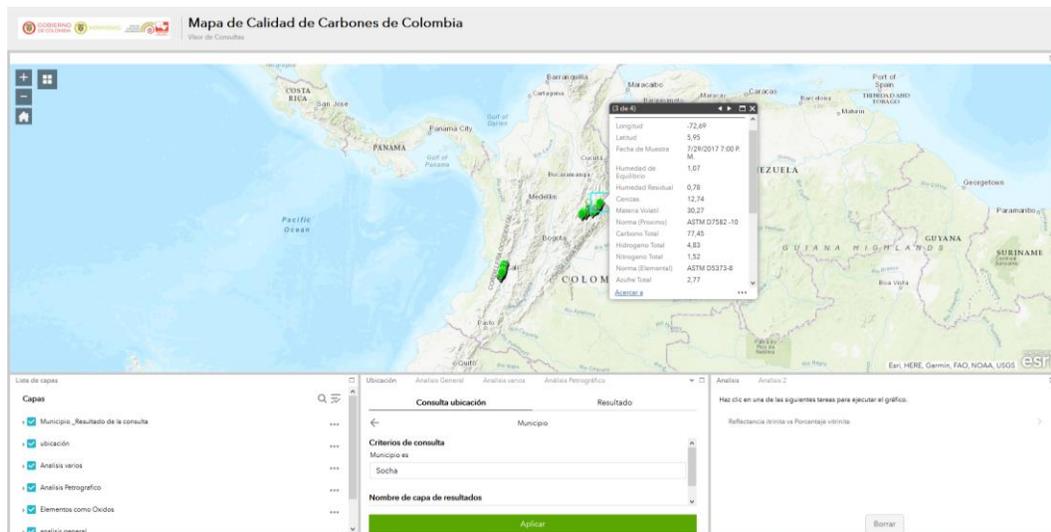
Las principales actividades y logros fueron:

Estructuración del SIG:

- Desarrollo e implementación del módulo de análisis de muestras de carbón y desarrollo e implementación del visor geográfico en ArcGIS.
- Actualización de código fuente que incluyó los requerimientos solicitados por el grupo temático de carbones, basados en información de muestras georreferenciadas y caracterizadas de acuerdo con las normas técnicas empleadas en el Laboratorio de Carbones.
- Cargue de datos reales en base de datos de prueba, se ingresaron a la plataforma 90 muestras georreferenciadas del Valle y de Boyacá.

Generación de productos SIG:

- Elaboración de los documentos soportes: Código Fuente, Documento de Análisis y Manual del Usuario. La información está en el servidor de carbones.
- Presentación MCCC (Mapa de calidad de carbones colombianos) para los mineros y representantes de los ingenios La Cabaña y Mayagüez en Cali, Universidad del Valle y representantes de la Universidad de Nottingham.



Mapa de calidad de carbones colombianos

Implementación de software de análisis morfológico

Esta actividad fue desarrollada principalmente por los integrantes del proyecto por parte de las Universidades de Nottingham y del Valle; como uno de insumos para este modelo, fue la información generada de los carbonizados realizados en la Dirección de Laboratorios del SGC.

Uno de logros obtenidos en esta actividad es la elaboración y aceptación de un artículo científico generado por el grupo de trabajo del proyecto, en la revista *Intelligent Automation And Soft Computing*. Actualmente está pendiente realizar el pago para su publicación.

Intelligent Automation And Soft Computing, 201X
Copyright © 201X, TSI® Press
Vol. XX, no. X, 1-9



Automated Inspection of Char Morphologies in Colombian Coals using Image Analysis

Deisy Chaves^{a,e}, Maria Trujillo^a, Edward Garcia^b, Juan Barraza^b, Edward Lester^c, Maribel Barajas^d, Billy Rodriguez^d, Manuel Romero^d & Laura Fernández-Robles^e

^aMultimedia and Computer Vision Group, Universidad del Valle, Cali, Colombia; ^bChemical Engineering School, Universidad del Valle, Cali, Colombia; ^cDepartment of Chemical and Environmental Engineering, University of Nottingham, Nottingham, United Kingdom; ^dColombian Geological Service, Bogota, Colombia; ^eArtificial Vision and Pattern Recognition Group, Universidad de León, León, Spain

Apropiación social del conocimiento

Reuniones de trabajo sobre avances del proyecto con en la sede del SGC de Cali con los participantes de la Universidad del Valle, la Universidad de Nottingham e Ingenios.

Socialización de los resultados generados durante el proyecto por parte de cada uno de los grupos de investigación a: ingenios, mineros y comunidad académica. Los principales temas fueron: Mapa de Calidad y Socialización de resultados y recomendaciones.

Resumen del Proyecto

Con el apoyo de los Ingenios Mayagüez, La Cabada, Cenicada, el Servicio Geológico Colombiano, la Universidad de Nottingham y La Universidad del Valle se realizó el proyecto de investigación titulado "Improving energy efficiency of coal power stations located at the Colombian Pacific Region", financiado por el fondo Newton-Caldas, Inglaterra-Colombia.

El proyecto desarrolló actividades relacionadas con la caracterización fisicoquímica y petrográfica de carbones, cenizas volantes, cenizas de fondo y carbonizados de parrilla como insumo para el desarrollo de una herramienta computacional que proporcionó información para evaluar y mejorar la eficiencia energética en calderas.

También con el proyecto se desarrolló una base de datos georreferenciada de calidad de carbones para algunas áreas de Colombia, que incluye información sobre las propiedades fisicoquímicas del carbón, contribuyendo a las actividades de la cadena de suministro de los carbones colombianos

¿Cómo llegar?



AGENDA

9:00 Presentación del Proyecto

Juan Barraza, Universidad del Valle
Ed Lester, University of Nottingham UK

9:15 Presentación Servicio Geológico Colombiano

Maribel Barajas SGC
Mannel Romero SGC

9:30 Mapa de Calidad de Carbones

Lucila Gómez SGC
Augusto Gómez Universidad del Valle

9:50 Socialización de Resultados

Juan Barraza, Universidad del Valle
Ed Lester, University of Nottingham UK

11:00 Receso

11:15 Recomendaciones

12:00 Discusión y Proyectos futuros

Socialización de Resultados

"Improving Energy Efficiency of Coal Power Stations Located at the Colombian Pacific Region"

Fecha: *Miércoles 19 de Sep 2018*

Hora: *9:00 AM*

Lugar: *Auditorio Servicio Geológico Colombiano Sede Cali*
Carrera 98 # 16-00 / Univalle Meléndez



Contacto **JUAN MANUEL BARRAZA**

Universidad del Valle

Cel: 317 654 61 53

e-mail:

juan.barraza@correounivalle.edu.co

Equipo de Investigación

Juan Manuel Barraza Ing. Qco Ph. D
Universidad del Valle

Edward Lester Qco. Ph D Nottingham
University, U.K.

Maria Patricia Trujillo Ph. D. Univalle

Bylli Rodriguez Ing. Qco. Servicio
Geológico Colombiano (SGC)

Maribel Barajas Qca. SGC

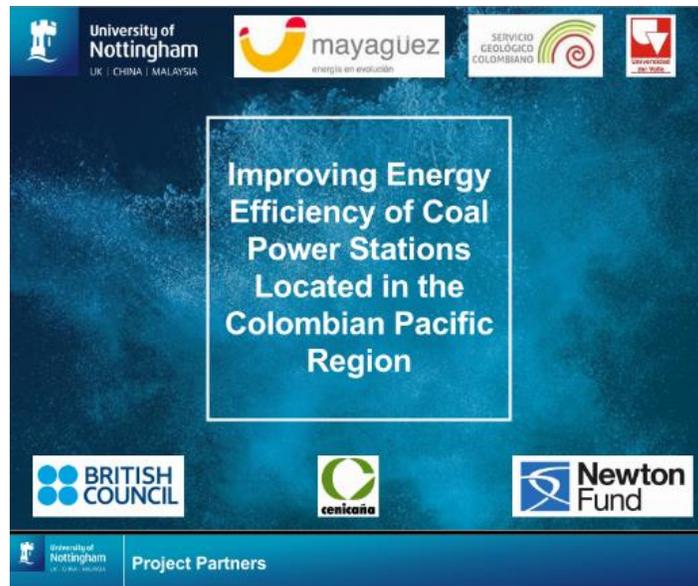
Manuel Romero Ing. Qco. SGC

Deisy Chaves Ing. Sistemas, M. Sc.
Estudiante de Doctorado

Edward García Ing. Qco., M. Sc.
Estudiante de Doctorado

Juan Sebastián Guerrero Ing Qco Ph D
Universidad del Valle

Augusto Gómez Ing Sistemas,
Estudiante Maestría, Univalle.



Socialización de resultados del proyecto Newton-Calda Sede Cali- Servicio Geológico Colombiano
Septiembre 19 de 2018

Artículos en revistas especializadas y presentaciones en eventos académicos y de investigación tanto a nivel nacional como internacional, a cargo de la Universidad del Valle.

Clean Coal Technologies Conference 2017. Cagliari, Italia. 8-12 mayo 2017. "Char Morphology from coal and biomass blends produced in a stoker furnace". Author: *Edward Garcia, Deisy Chaves, Juan Barraza, María Trujillo, Maribel Barajas, Billy Rodriguez, Manuel Romero, Ed Lester.*

Char Morphology from coal and biomass blends produced in a stoker furnace

Edward Garcia^a, Deisy Chaves^b, Juan Barraza^a, Maria Trujillo^b, Maribel Barajas^c, Billy Rodriguez^c, Manuel Romero^c, Ed Lester^d
 *edward.garcia@correounivalle.edu.co

^aChemical Engineering School, Universidad del Valle, Cali, Colombia

^bMultimedia and Computer Vision Group, Universidad del Valle, Cali, Colombia

^cColombian Geological Service, Bogota, Colombia

^dAdvanced Materials Research Group, University of Nottingham, Nottingham, United Kingdom

Abstract. This paper describes the initial work in a two-year collaborative project between the University of Valle, the Colombian Geological Service, the Mayaguez Sugar Company in Colombia, and the University of Nottingham, UK. The project aims to improve energy efficiency for preventing excessive carbon-in-ash.

1. Introduction

A stoker furnace with a power of 37 MW in the Valle del Cauca region-Colombia is run by the Mayaguez Sugar company. The residence time is around 3 hours, the operation temperature is between 800-1000°C with air blowers above and below. The plant operates with bagasse-coal blend. The feed rate is 180 tons/hour with a particle sizes range of 6-20mm. The project look for to improve the boiler efficiency through decreasing of unburned carbon in fly and bottom ash.

2. Experimental

Samples of bagasse, coal, bottom ash, fly ash and char (from the chain) were collected (as it is seen Figure 1) to evaluate their characteristics and morphology. In addition, char was obtained at laboratory scale in an entrainment tubular reactor using temperature (between 800 -1100 C), residence times (200 ms) and inert atmosphere with nitrogen.

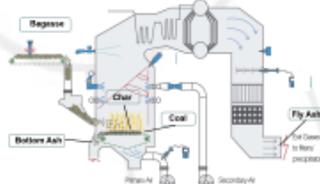


Figure 1. Boiler diagram and sampling zone

3. Results

3.1. Proximate and Ultimate Analysis

Table 1. Proximate analysis of samples (as received basis)

Parameter	Coal	Bagasse	Bottom ash	Fly ash
Volatile matter, %	35,93	64,89	3,93	5,69
Fixed carbon ^a %	49,30	6,45	9,48	6,88
Ash, %	12,21	22,99	86,14	86,95
Moisture, %	2,56	5,68	0,45	0,48
HRV (BTU/lb)	12670	5623	1946	1958

a. Calculated by difference

Table 2. Ultimate analysis of the samples (dry basis)

Parameter (%)	Coal	Bagasse	Bottom ash	Fly ash
Carbon	71,62	31,18	7,44	4,39
Hydrogen	5,17	5,28	0,81	0,82
Nitrogen	1,69	0,53	0,28	0,24
Sulphur	1,45	0,03	0,45	0,08
Oxygen ^a	7,86	40,00	4,88	7,52

a. Calculated by difference

3.2. Char Morphology

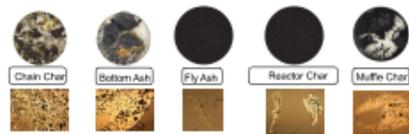


Figure 2. Char blocks used for morphology analysis

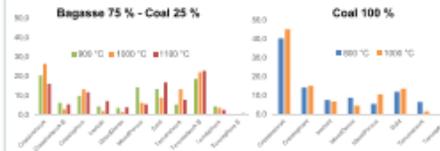


Figure 3. Char morphologies frequencies

3.3. Ash Composition

Table 2. Ash chemical composition of samples

Components (%)	Coal	Bagasse	Bottom ash	Fly ash
SiO ₂	63,69	63,28	63,68	65,63
Al ₂ O ₃	23,45	15,18	24,38	16,11
Fe ₂ O ₃	8,61	7,08	6,52	6,43
CaO	0,42	3,62	0,86	3,48
MgO	0,45	3,74	0,78	2,88
Na ₂ O	0,18	1,90	0,47	1,77
K ₂ O	1,18	2,96	1,78	1,85
TiO ₂	1,25	0,70	0,99	0,78
P ₂ O ₅	0,29	0,44	0,34	0,46
SrO	0,04	0,03	0,02	0,03
SO ₃	0,32	0,59	0,19	0,39

Table 3. Slagging, fouling index and ash softening temperature of coal and bagasse

Parameter	Reference	Coal	Bagasse
Basic to acid compounds ratio	Degereji et al. 2012	0,12	0,24
Slagging index (potential)	Degereji et al. 2012	0,18 (low)	0,01 (low)
Fouling index (potential)	Murir et al. 2010	0,17 (low)	1,18 (medium)
Ash softening temperatura (°C)	Degereji et al. 2012	1403,34	1260,57

4. Final Remarks

- ✓ Biomass chars were only observed in fly ash
- ✓ The high percentages of loss on ignition at bottom and fly ash are related to char morphologies of solids and inertsoids.
- ✓ The high content of Ca, Mg, and K in the bagasse produces a less softening temperature compared to coal

Acknowledgement

The scientific work was supported by the British Council Newton Fund, Institutional Links 216427039 "Improving Energy Efficiency of Coal Power Stations Located in the Colombian Pacific Region". Thanks also to Mayaguez sugar refinery for supply samples.

Journal: Fuel Processing Technology. Author: Juan Barraza and Co-Authors: *Edward Garcia S., Lyna Sabogal, Francisco Velasco, Ed Lester, Manuel Romero, Maribel Barajas, María Trujillo.*

ICCS&T Beijing 北京 2017

Effects of residence time and carbonisation temperature on vitrinite reflectance of chars from coal

By
Edward Garcia
Universidad del Valle
Colombia



ICCS&T Beijing 北京 2017

Project Participants

Improving Energy Efficiency of Coal Power Stations Located at the
Colombian Pacific Region



Ed Garcia Univalle

4

2017 International Conference on Coal Science & Technology and 2017
Australia-China Symposium on Energy
September 25-29, 2017, Beijing International Convention Center, China

**Effect of residence time and carbonisation temperature on vitrinite reflectance
of chars from coal**

**Edward García¹, Lyna Sabogal¹, Juan Barraza^{1*}, Francisco Velasco¹, Edward Lester²,
Manuel Romero³, Maribel Barajas³, María Trujillo⁴**

¹ Coal Science and Technology Group, Universidad del Valle, Cali-Colombia

² Advanced Materials Research Group, University of Nottingham, Nottingham-England

³ Servicio Geológico Colombiano, Bogotá-Colombia

⁴ Multimedia and Computer Vision Group, Universidad del Valle, Cali-Colombia

* Corresponding author: juan.barraza@correounivalle.edu.co

I CONGRESO NACIONAL DE BIOENERGÍA CALI, COLOMBIA. 2017. Análisis de la co-combustión de mezclas carbón-bagazo mediante morfología de carbonizados en calderas de parrilla”. Autores: Edward Garcia, Deisy Chaves, Juan Barraza, María Trujillo, Maribel Barajas, Billy Rodriguez, Manuel Romero, Ed Lester.

Análisis de la co-combustión de mezclas carbón-bagazo mediante morfología de carbonizados en calderas de parrilla

Edward García^a, Deisy Chaves^b, Juan Barraza^c, María Trujillo^d, Maribel Barajas^e, Billy Rodríguez^f, Manuel Romero^g, Edward Lester^h
^aedward.garcia@corronavallo.edu.co

^aEscuela de Ingeniería Química, Universidad del Valle, Cali, Colombia
^bEscuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad del Valle, Cali, Colombia
^cServicio Geológico Colombiano, Bogotá, Colombia
^dAdvanced Materials Research Group, University of Nottingham, Nottingham, United Kingdom

1. INTRODUCCIÓN

Problema: Comportamiento inestable de co-combustión de mezclas carbón-bagazo en calderas de parrilla.
Una posible solución: Caracterización morfológica de carbonizados para evaluar la reactividad de los combustibles.

La co-combustión de carbón-bagazo consta de 3 etapas principales:

Liberación y oxidación de materia volátil

Formación del Carbonizado

Oxidación del Carbonizado

2. EXPERIMENTAL

Equipo usado: caldera de 37 MW de potencia
Tipo de alimentación: Mezcla carbón-bagazo
Muestras analizadas: Combustible alimentado, cenizas de fondo y volantes, y carbonizado de la parrilla (Figura 1)
Pruebas en laboratorio: análisis de desvolatilización, diferentes tamaños de partícula en reactores de arrastre y por lotes.
Técnicas usadas: análisis próximo, último, petrográfico, morfológico, elementos metálicos y no metálicos en cenizas.

Figura 1. Esquema del muestreo en caldera

Caracterización morfológica

Figura 2. Probetas y microfotografías de carbonizados

Frecuencia de morfologías

Composición de Cenizas

Tabla 2. Composición química de cenizas

Componentes (%)	Carbón	Bagazo	Cenizas de Fondo	Cenizas Volantes
SiO ₂	63,69	63,18	63,68	65,65
Al ₂ O ₃	23,45	15,18	24,39	16,11
Fe ₂ O ₃	8,81	7,08	6,52	8,43
CaO	0,42	3,82	0,86	1,48
MgO	0,45	3,24	0,78	2,88
Na ₂ O	0,18	1,90	0,47	1,77
K ₂ O	1,18	2,96	1,78	1,85
TiO ₂	1,25	0,70	0,99	0,78
P ₂ O ₅	0,29	0,44	0,34	0,46
SrO	0,04	0,09	0,02	0,03
SO ₃	0,32	0,59	0,19	0,39

Tabla 3. Parámetros operacionales de cenizas

Parámetro	Referencia	Carbón	Bagazo
Relación de componentes básicos/ácidos	Dagenej et al. 2012	0,12	0,24
Índice de incrustaciones (potencia)	Dagenej et al. 2012	0,18 (baja)	0,01 (baja)
Índice de ensuciamiento (potencia)	Munir et al. 2010	0,17 (baja)	1,18 (medio)
Ablandamiento de cenizas (°C)	Dagenej et al. 2012	1403,34	1260,57

3. RESULTADOS

Tabla 1. Análisis próximo y último (al como se recibe)

Muestra	Carbón	Bagazo	Ceniza fondo	Ceniza Volante
Análisis próximo (a/p.%, base humedad)				
Moistura W _{adm}	33,93	64,89	3,93	5,66
Carbono Fijo ^a	49,30	6,45	9,48	8,88
Cenizas	12,21	22,99	86,14	86,95
Humedad	2,56	5,68	0,45	0,48
Poder Calorífico (BTU/lb)	12670	5623	1946	1958
Análisis último (a/l.p.%, base de cenizas)				
Carbono	71,62	31,18	7,44	4,39
Hidrógeno	5,17	5,26	0,85	0,92
Nitrógeno	1,09	0,53	0,28	0,24
Azufre	3,45	0,03	0,43	0,08
Oxígeno ^a	7,86	40,00	4,88	7,52

^a Calculado por diferencia

4. CONCLUSIONES

- El carbonizado de biomasa solo se observó en las cenizas volantes
- Los altos porcentajes de carbono inquemado en cenizas de fondo y cenizas de fondo, se relacionan con la presencia de morfologías sólidas e inertes.
- El alto contenido de Ca, Mg y K en el bagazo produce una menor temperatura de ablandamientos comparado con el carbón

I CONGRESO NACIONAL DE BIOENERGÍA CALI COLOMBIA 2017

Revista Intelligent Automation And Soft Computing, 201X. Copyright © 201X, TSI® Press Vol. XX, no. X, 1–9. Automated Inspection of Char Morphologies in Colombian Coals using Image Analysis. Author: Juan Barraza and Co-Authors: Deisy Chavesa, María Trujillo, Edward Garcia, Juan

Barraza, Edward Lester, Maribel Barajas, Billy Rodriguez, Manuel Romero & Laura Fernández-Robles.

Dificultades

Una de las principales dificultades que se presentaron durante las actividades de muestreo y caracterización se debió al retraso en la autorización de los ingenios para realizar estas actividades. Asimismo, se presentaron retrasos en la obtención de información técnica para el proyecto por parte de los ingenios.

En la generación de productos SIG - Mapa de Calidad de Carbones Colombianos, se presentaron algunas dificultades durante el desarrollo de esta actividad, relacionados con la validación de usuario en los servidores institucionales al inicio del proyecto y pruebas de instalación en la plataforma institucional de SGC.

1.3.2 Proyecto de Gestión ID 1000678: Ocurrencia del mercurio en una zona carbonífera.

Descripción del Proyecto: Ocurrencia del mercurio en la zona carbonífera Tunja - Paipa – Duitama.

Objetivo del Proyecto: -Determinar el contenido de mercurio en el carbón de la zona Paipa utilizado en combustión

-Analizar el mercurio en el ciclo completo de combustión del carbón, desde la mina hasta las emisiones

-Relacionar el mercurio con otros elementos presentes en el carbón

-Estudiar el impacto del mercurio en la influencia directa de la termoeléctrica para proponer alternativas de desarrollo sostenible en el proceso de combustión.

Justificación del Proyecto: En el carbón, el petróleo y las rocas se encuentran trazas de mercurio en su forma natural. Aproximadamente el 70% de las emisiones de mercurio a la atmósfera causadas por el hombre proviene de la combustión estacionaria de combustibles fósiles, en especial del carbón, y de la incineración de materiales de desecho.

Según el documento realizado por la OCDE llamado *POLITICAS PRIORITARIAS PARA UN DESARROLLO INCLUSIVO, en el numeral 2.4. ALINEAR LAS POLITICAS PARA UNA ECONOMIA VERDE*, define: “En cualquier caso, la mala calidad del aire y del agua se traduce en unos costos anuales para la salud que equivalen al 2% del PIB, y esto no tiene en cuenta los efectos de la exposición de mercurio, particularmente toxico.” y en el texto de principales recomendaciones: “Mejorar la gestión

del sector de la minería, que tiene un impacto nocivo en la calidad del aire, los recursos acuíferos y la biodiversidad”.

El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) ha recopilado en los últimos 25 años información de análisis de mercurio en 7000 muestras de carbón, mostrando una media de 170 $\mu\text{g}/\text{kg}$. El 80% de esta población contiene niveles menores a 250 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

Investigaciones indican que gran parte del mercurio en el carbón se asocia con minerales. El mercurio presente en la atmósfera procede de fuentes naturales, tales como la actividad volcánica o la liberación de gases de materiales geológicos. Sin embargo, las emisiones más importantes son de origen antropogénico, siendo las fuentes principales la industria siderúrgica y las instalaciones de combustión de carbón de potencia superior a 50 MW³.

Beneficios del Proyecto: Definir una metodología para determinar la ocurrencia del mercurio para una área carbonífera de interés como aporte al Plan Único de Mercurio

- Evaluación del impacto del mercurio en la combustión del carbón.
- Propuesta de un modelo sostenible para mitigar los impactos generados en el proceso de combustión.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

- Producto: Evaluación de la ocurrencia de mercurio en el carbón utilizado en la termoeléctrica de Paipa
- Entregable: Informe

Informe 2018:

Muestreo

Para la toma de las muestras de carbón se ingresó a las minas subterráneas activas, se tomaron muestras frescas directamente de la parte intermedia del manto, previo cuarteo (7 a 8 Kg por muestra) y georreferenciación con GPS de la bocamina y recolección de datos relevantes del sitio.

En este contexto, y con el fin de establecer una línea base del contenido de mercurio en los carbones del área Sogamoso – Paipa y su efecto en procesos de combustión, el Grupo de Caracterización y Procesamiento de Minerales y Carbones del SGC realiza muestreos en frentes de mina en 16 municipios del área, (cuatro planchas) caracterizando las muestras en todos los parámetros fisicoquímicos y petrográficos, obteniendo un insumo importante en aspectos de: clasificación, investigación en combustión, ciclo completo del mercurio en



Muestreo en mina carbón Zona Paipa

la combustión, evaluación ambiental, social y económica.

Se incluye un análisis del mercurio y sus relaciones con los otros parámetros medidos, dada su importancia en la producción de energía con carbón y el impacto ambiental asociado.

Muestreo de carbones, roca piso y techo para elaborar las columnas estratigráficas

Se determinó la concentración de mercurio en las muestras de carbón utilizando un analizador directo de mercurio Millestone DMA-80 tricell.

Muestreo y caracterización del carbón recolectado en pila y bandas, cenizas de fondo y volantes y muestreo de mercurio en los gases emitidos por las chimeneas en la Termoeléctrica I, II, III, así mismo, medición de mercurio en calidad de aire, en los alrededores de la Central Termoeléctrica de Paipa **GENSA**.



Muestreo de mercurio en chimenea

Caracterización fisicoquímica

El valor medio del contenido de mercurio en base seca en las muestras analizadas es de 127 $\mu\text{g}/\text{kg}$, siendo este contenido inferior al promedio mundial. El 87% de los carbones presentan valores inferiores a 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$, de igual manera se realizaron otros análisis complementarios como humedad de equilibrio, análisis próximo, análisis elemental, formas de azufre, poder calorífico, gravedad específica verdadera, índice de molienda Hardgrove, reflectancia de la vitrinita, análisis de elementos mayores por reflectancia y menores por IPC, obteniendo un total de 30 datos analíticos por cada muestra realizando la evaluación y relaciones del contenido de mercurio con los parámetros medidos.

De acuerdo con los resultados se identificó una correlación directa aceptablemente significativa entre el contenido de mercurio con: cenizas, azufre, azufre pirítico, y no correlación lineal con el contenido de cloro con el cual reacciona en la combustión.

Entre enero - marzo 2018 se adquirieron los siguientes equipos: Azufre total, analizador de mercurio portátil y el Sistema muestreo manual de mercurio en fuentes fijas.

Para diciembre se han realizado el 95% de los análisis para la caracterización de las muestras de carbón de frente de mina.

-Se realizó el primer muestreo en la termoeléctrica, estando prendidas las unidades II y III, de carbón en las bandas, en patio de consumo, de cenizas de fondo y volantes y de mercurio en las chimeneas, en sitios en la planta y en cinco puntos de influencia indirecta

-Se entrenaron tres profesionales en trabajo en alturas para las mediciones de mercurio en chimenea

Se han elaborado tres informes de avance del proyecto incluyendo el primer muestreo en la termoeléctrica para GENSA, los cuales se han entregado en reunión realizada con personal de GENSA

Se han realizado el 95% de los análisis de las muestras tomadas en la termoeléctrica

Esta información y la obtenida en los muestreos de carbón, cenizas de fondo y volantes, así como las mediciones de mercurio en las chimeneas y en calidad de aire de la zona de influencia de la Termoeléctrica, es utilizado para:

- Estudiar el mercurio en el ciclo de combustión del carbón, desde la mina hasta las emisiones. La mayor parte del mercurio se emite por las chimeneas de combustión una vez que se quema en las calderas ya que estas funcionan a temperaturas superiores a los 1100°C y el mercurio contenido en el carbón se evapora y se libera como gas. Parte del gas de mercurio liberado puede enfriarse y condensarse al pasar por la caldera y por el dispositivo de control de la contaminación del aire, reaccionando con el azufre y los halógenos presentes. La fracción de mercurio que no se emite a la atmósfera durante la combustión queda atrapado en desechos como las cenizas pesadas y las cenizas volantes recuperables, dependiendo de los contenidos de azufre y halógenos en el carbón quemado.
- Estudiar el impacto del mercurio en la influencia directa de la termoeléctrica.
- Elaboración de un (1) mapa sobre el contenido de mercurio de origen geológico en cuencas carboníferas del País.
- Clasificación de los carbones por las Normas ASTM e ISO

Se realizó la primera medición de mercurio en calidad de aire en cinco zonas aledañas (ocho puntos) a la Plantas Termoeléctricas de Paipa.

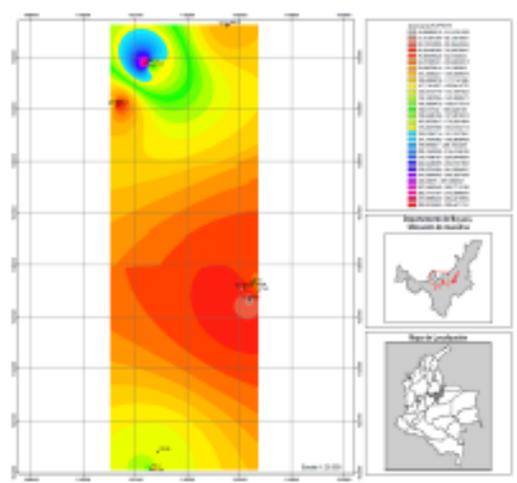
Para determinar los niveles permisibles en la calidad del aire, la legislación ambiental colombiana los define en la Resolución 2254 de 2017.

Se tienen resultados de cloro y fluor por el método implementado y validado en un porcentaje del 100%. Se prepararon las muestras (49) de la orden 123 para realizar la medición de reflectancia, la cual se realizó obteniéndose como resultado la clasificación de los carbones. Se prepararon las cenizas de las 84 muestras, para análisis de elementos menores de los cuales ya están los resultados.

Se envió resumen a los eventos, de orden mundial, International MEC Conference (Multi-Pollutant emissions from Coal) y al 2018 IERE-RWETI Munich Workshop, donde fue aceptado para la presentación oral, pero no se pudo asistir.

Se organizó un entrenamiento sobre Emisiones de mercurio de la combustión del carbón con dos expertos internacionales doctorados en el tema del 3 al 5 de diciembre de 2018.

Se elaboraron mapas de concentraciones de mercurio, azufre, azufre pirítico, de acuerdo a los puntos muestreados para las cuatro planchas que cubren la zona



Localización de la zona de muestreo y mapa contenido de mercurio

DIFICULTADES

Los muestreos (carbón, cenizas y gases) en la térmoelectrica no se realizaron de acuerdo con el cronograma inicial, ya que se requiere que la térmica esté prendida y en operación. Por causa del clima, solo la prendieron en abril, por pocos días, y a finales de noviembre,

por lo que se realizó un muestreo preliminar en abril y uno en noviembre, quedando pendiente un muestreo para mediados de febrero.

La realización del muestreo para elaborar las columnas estratigráficas se logró realizar entre octubre y noviembre de 2018, seis meses después de lo programado, por lo que se están realizando y completando los análisis para abril aproximadamente.



ENTRENAMIENTO - EMISIONES DE MERCURIO POR LA COMBUSTIÓN DEL CARBÓN.

Con el fin de conocer con mayor profundidad la emisión del mercurio por la combustión del carbón y su aplicación en el estudio de Ocurrencia del mercurio siguiendo la ruta estratégica que establece lineamientos del “Plan Único Nacional de Mercurio” y con el fin de evaluar el impacto del mercurio por procesos de combustión

el Grupo de Caracterización y Procesamiento de Minerales y Carbones del Servicio Geológico Colombiano realizó el entrenamiento en este tema involucrando las partes interesadas por Colombia, GENSA, SGC y UN y los expertos Dr Lesley Sloss, Clean Coal Centre, CCC, perteneciente a International Energy Agency, IEA, y el Dr Wojciech Jozewicz, Arcadis.

El entrenamiento se realizó en Bogotá los días 4 al 5 de diciembre con una visita y presentación a la Termoeléctrica de Paipa I, II y III ubicada en Paipa, Departamento de Boyacá, el 3 de diciembre (Fig.1 y 2).



Figura 1 Presentaciones en Bogotá



Figura 2 Visita a Termopaipa



Se realizaron conferencias sobre:

- Comportamiento del mercurio en el carbón y en los sistemas de combustión de carbón, incluidos los modelos.
- Control de mercurio en APCD - efectos co-beneficio
- Tecnologías de control específicas de mercurio y nuevos desarrollos en control de emisiones.
- Monitoreo de emisiones de mercurio
- Emisiones de mercurio en residuos sólidos y líquidos.
- Legislación internacional y cumplimiento.
- Uso de la iPOG para predecir las emisiones y opciones de control.

Se concluyó con un conversatorio entre participantes y expositores



1.5. Grupo de Trabajo – Regional Cali.

1.3.3 Proyecto de Gestión ID 1001028: Correlación interparamétrica de carbones colombianos.

Descripción del Proyecto: Se trabajará en la correlación interparamétrica reflectancia media de la vitrinita - Materia volátil - en carbones colombianos de diferentes rango con propósitos industriales y como guía de clasificación basada en estos parámetros.

Objetivo del Proyecto: -Estudiar la correlación paramétrica entre la reflectancia media de la vitrinita y el contenido de materia volátil para carbones de bajo, medio y alto volátil colombianos con fines industriales. -Realizar el análisis próximo y petrográfico (reflectancia media de la vitrinita) para carbones seleccionados de diferente rango. -Analizar y determinar la relación existente

entre la materia volátil y la reflectancia de la vitrinita para los carbones analizados. -Establecer la clasificación por rango de los carbones seleccionados a partir del modelo de relación propuesto.

Justificación del Proyecto: El conocimiento geocientífico de los recursos minero energéticos es indispensable para el adecuado aprovechamiento del mismo de acuerdo con los procesos tecnológicos en los cuales se emplea, en este sentido y, tenido en cuenta que de acuerdo con la Unidad de Planeación Minero Energética - UPME "...las reservas geológicas de carbón medidas en el país son aproximadamente de 6648 millones de toneladas (MT), mientras que las reservas indicadas son del orden de 2322 MT, y se encuentran distribuidas en las tres grandes cordilleras (Oriental, Central y Occidental), localizadas en el interior del país y en la Costa Atlántica..." se plantea la necesidad de contar con modelos, términos y definiciones, especificaciones y, métodos de ensayo de acuerdo con la naturaleza de dicho recurso y el uso de los mismos por parte de los distintos actores que intervienen en la cadena productiva del carbón. Para que un carbón tenga un valor agregado para su comercialización y utilización, precisa de un análisis fisicoquímico integral; situación que fue evidenciada en el Comité 42 de carbones y coques del ICONTEC, a partir de una solicitud de algunos laboratorios que realizan pruebas para los carbones provenientes de la región de Boyacá, en donde se expresa la necesidad de evaluar y contrastar la clasificación por rango de los carbones colombianos. Se cuenta con Información secundaria de las zonas carboníferas de Colombia, la cual será utilizada como base para realizar las correlaciones paramétricas. Se propone desarrollar un ejercicio de ensayos de INTERLABORATORIOS como herramienta para validar la relación entre la reflectancia media de la vitrinita con el contenido de materia volátil y de ser necesario replantear la clasificación por rango de los carbones colombianos y suministrar un referente para los mismos que permita adaptarlos a la norma internacional ASTM D388 Y la norma técnica Colombia NTC 4196, con la participación de laboratorios de análisis de carbón del Estado, la academia y la industria. La realización de este tipo de estudios es fundamental para establecer o consolidar un sistema de aseguramiento de la calidad analítica, aumentar la confiabilidad de los resultados y en consecuencia, contribuye a facilitar la interpretación correcta de los indicadores de la calidad de los carbones en Colombia impactando el uso y comercialización del mismo.

Beneficios del Proyecto: Apropiar la norma técnica ASTM D388 a las condiciones de los carbones colombianos y anexar a la norma técnica colombiana NTC 4196 los resultados de la investigación. Aumentar el conocimiento geocientífico de los carbones colombianos. Realizar la apropiación social del conocimiento de la información generada para el sector minero e industrial del carbón.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

Informes de caracterización de carbones

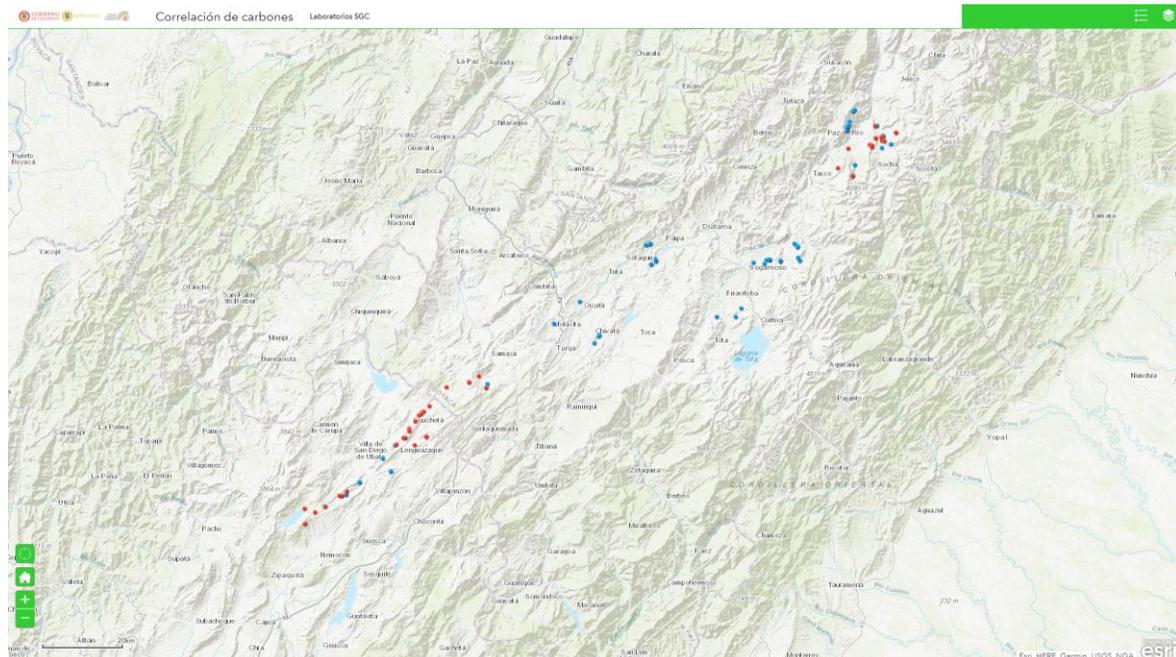
Propuesta de correlación interparámetro: materia volátil vs Reflectancia media de la vitrinita

Informe 2018:

Revisión bibliográfica

Se recopiló y evaluó información secundaria, generando una base de datos de ciento cincuenta y ocho (158) muestras de carbones georreferenciadas, que incluyeron análisis próximo y reflectancia media de la vitrinita de carbones para diferentes regiones del país. De acuerdo con la norma “ASTM D388-12 Standard Classification of Coals by Rank” se clasificaron estos carbones, Algunos carbones de una misma área se ajustan a la norma, pero otros presentan diferencias entre la relación de materia volátil y reflectancia de la vitrinita, lo cual no permite clasificarlas en un rango definido según la norma ASTM D388-12.

Se elaboró un informe de avance el cual se encuentra en el servidor institucional.



Ubicación geográfica de algunas de las muestras que cumplen (azul) y que no cumplen (rojo) con la clasificación según norma ASTM D388.

Dificultades: algunas de las entidades entregaron información incompleta. Debido a que el proyecto no se encontraba montado en algunas plataformas digitales institucionales se demoró la ejecución de presupuesto para realizar comisiones de trabajo.

Muestreo y preparación de muestras

Se realizaron reuniones con las entidades participantes, definiendo los puntos de muestreo.

A la Dirección de Laboratorios del Servicio Geológico Colombiano llegaron ocho (8) muestras de carbón de aproximadamente 40 kilos cada una, provenientes de diferentes regiones del país, enviadas por: Voturantim (Paz del río), Incolab, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. La relación de las muestras se muestra en la Tabla 1.

En el laboratorio de carbones del SGC se prepararon y enviaron las muestras a los diferentes laboratorios para realizar un ejercicio interlaboratorio, para asegurar la uniformidad de las muestras se realizaron pruebas de homogeneidad y estabilidad.

Se elaboró un informe de homogeneidad y estabilidad de las muestras utilizadas en el ejercicio interlaboratorio, esta información reposa en el servidor de carbones

Relación de muestras seleccionadas para la realización del ejercicio interlaboratorio.

NUMERO DE MUESTRA	ZONA	CÓDIGO
1	SOGAMOSO-JÉRICO	804
2	SOGAMOSO-JÉRICO	804
3	SOGAMOSO-JÉRICO	804
4	LA LOMA	201
5	LA LOMA	201
6	LA LOMA	201
7	AMAGA-ANGELOPOLIS	402
8	ZULIA-CHINACOTA	1007



Preparación de muestras en los laboratorios del SGC.

Caracterización de muestras de carbón.

Se avanzó en la caracterización de análisis próximo y de la reflectancia de la vitrinita en los laboratorios del Servicio Geológico Colombiano y en los laboratorios de las entidades participantes.

Se remitió al laboratorio información parcial obtenida de los análisis próximos y de la reflectancia de la vitrinita por parte de algunos laboratorios participantes.

Elaboración informe del análisis estadístico de resultados de los análisis (en proceso).

Dificultades: De los siete (7) laboratorios participantes en el ejercicio interlaboratorio solo cuatro (4) cuentan con el análisis de reflectancia de la vitrinita, algunas entidades entregaron la información referente a los análisis, después del tiempo previsto para el envío de los resultados al SGC.

Apropiación Social del conocimiento

Se realizaron reuniones técnicas con los participantes de la UPTC sede Tunja para definir y organizar el seminario “implicaciones de la clasificación de los carbones para su comercialización”.

Se llevó a cabo el “SEMINARIO IMPLICACIONES DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS CARBONES PARA SU COMERCIALIZACIÓN” el 29 de noviembre de 2018; se presentaron conferencias sobre: clasificación del carbón por rango, evolución del carbón, normas, caracterización de carbones, descripción técnica del análisis de la reflectancia de la vitrinita, interpretación de resultados y correlación de la reflectancia de la vitrina para clasificación de carbones colombianos.

Se concluyó con un conversatorio entre participantes y expositores el cual generó espacios abiertos para el análisis técnico de la clasificación de los carbones, técnicas y normatividad que permitan dar un valor agregado al carbón. Se contó con la presencia de: investigadores, docentes, productores, comercializadores, empresarios afines a la industria del carbón, estudiantes y analistas de laboratorio.



SEMINARIO
IMPLICACIONES DE LA
CLASIFICACIÓN DE LOS CARBONES
PARA SU COMERCIALIZACIÓN

NOVIEMBRE
29
2018
TUNJA-BOYACÁ
8 A.M. - 5 P.M.

EDIFICIO
ENTERPRICE
TOWER
Calle 41 No. 10 - 48
Frente a Unicentro Tunja

INSCRIPCIÓN:
SIN COSTO
PREINSCRIPCIÓN PREVIA VIA WEB
INFORMES:
seminariocarbonesuptc2018@gmail.com
Tel: 321 409 2276

PARTICIPANTES

 **Uptc**
Universidad Pedagógica y
Tecnológica de Colombia

ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
DE ALTA CALIDAD
MULTICAMPUS
Reconocimiento 2010 del 2015 hasta / 4 años

SERVICIO
GEOLÓGICO
COLOMBIANO

UPTC
65
1960-2018

www.uptc.edu.co

Poster invitación seminario.



Mesa principal seminario.

Dificultades: debido a la anormalidad académica que se presentó en la UPTC se dificultó la asistencia a reuniones y el avance en la elaboración de informes.

1.4.1 Proyecto de Gestión ID 1000541: Acreditación del Laboratorio del GTR-Cali.

Descripción del Proyecto:

En este proyecto, se definen, orientan y ejecutan tareas encaminadas a la acreditación de tres ensayos escogidos por el laboratorio: Determinación de oro (Au) por Ensayo al Fuego en Minerales Auríferos, Determinación de oro (Au) en soluciones cianuradas por Espectrofotometría de Absorción Atómica - Llama y Determinación de plata (Ag) Total en Minerales Auroargentíferos

por Espectrofotometría de Absorción Atómica - Llama. El proyecto contribuye al posicionamiento del Laboratorio del GT-Cali como referente para los Laboratorios Mineros Nacionales, garantizando su competencia y la confiabilidad de sus resultados.

Objetivo del Proyecto: Acreditar tres métodos de ensayo, que se fundamentan en la caracterización, procesamiento y beneficio de materiales geológicos, para establecer al Laboratorio del GT-Cali como referencia para los Laboratorios Mineros Nacionales.

Justificación del Proyecto: El Laboratorio del GT-Cali hace parte de la Dirección de Laboratorios del Servicio Geológico Colombiano quien a su vez es la autoridad nacional designada por la RCM para asumir la coordinación de la Subred de Minería, está comprometido con la implementación del sistema de gestión de la calidad bajo la NTC - ISO/IEC 17025 y con la acreditación de métodos de ensayo como metas del plan operativo anual 2016-2017 y el plan estratégico institucional 2014-2023.

Beneficios del Proyecto: 1. Asegurar la confiabilidad de los resultados; tanto a nivel nacional como internacional garantizando la competencia y sostenibilidad del laboratorio.

2. Dirigir, realizar y sostener acciones encaminadas al aseguramiento de la calidad de los resultados de los ensayos generados en los laboratorios, de acuerdo con los lineamientos del Subsistema Nacional de la Calidad.

3. Cumplir con la meta de la Estrategia Minera del Servicio Geológico colombiano en la aplicación de ensayos de laboratorio que permitan la caracterización de materiales geológicos y verificación de su calidad.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

1. Método de Ensayo e Informe de Validación para la Determinación de oro (Au) por Ensayo al Fuego en Minerales Auríferos
2. Método de Ensayo e Informe de Validación para la Determinación de oro (Au) en soluciones cianuradas por Espectrofotometría de Absorción Atómica - Llama
3. Método de Ensayo e Informe de Validación para la Determinación de plata (Ag) Total en Minerales Auroargentíferos por Espectrofotometría de Absorción Atómica - Llama
4. Plan de trabajo para el acreditación cumplido.

Informe 2018:

Gestión de control de documentos:

- Entrega de plan de actualización del GTR Cali del año 2018 en junio
 - Actualización Listado Maestro de Documentos, de acuerdo a planes enviados por áreas.
 - Generación de 2 copias controladas para bodega de reactivos de GTR Cali.
 - Elaboración de cuadro de documentos oficializados desde enero a diciembre de 2018 y envío desde correo electrónico del grupo de calidad(calidadlab@sgc.gov.co) a todo el personal de la Dirección.
-
- ✓ Asesorías a personal de Cali en módulo de documentación de ISOLUCIÓN.
 - ✓ Elaboración de informe del estado de las ACPM de los procesos ICMG y AEO.
 - ✓ Realización de inducción en el Sistema de Gestión de la Calidad de la Dirección de Laboratorios; Manual de la Calidad 17025, Mapa de Procesos, Caracterización de proceso ICMG-Introducción a ISOLUCIÓN, y entrenamiento en las técnicas específicas, a personal de planta ingresadas este año, personal que cambió de actividades y contratistas.
 - ✓ Divulgación de Procedimiento Control de Producto No conforme.
 - ✓ Asesoría en el registro del Producto No conforme en el formato F-PSG-PNC-002-Identificación y Tratamiento de Producto o Servicio No conforme, en el laboratorio de Cali.
 - ✓ Asesoría y apoyo en análisis de causas y generación de planes de acción para AC generada por producto no conforme, en la sede Cali.
 - ✓ Oficialización en ISOLUCIÓN del Procedimiento PR-LAB-PES-001-Characterización de Materiales Geológicos V-8 el 30 de noviembre.
 - ✓ Acompañamiento a personal de la sede en el diagnóstico frente a requisitos de la 17025:2017, realizado por asesor de la ONAC el 12 y 13 de diciembre.
 - ✓ Participación en el Programa Interlaboratorios Internacional con SGS de los Estados Unidos



PARAMETER REPORT: Gold, Fire Assay mg/kg

Page 3 of 5

AUH912, ALH, High Level Gold Analysis - 200 Mesh (75um) Customer No: 10170
 Reported Method: Fire Assay Servicio Geologico Colombiano Issued Date: 27 Jul. 2017 06:07PM
 Reported Instrument: Balanza micrometrica Mettler Toledo Modelo XP6SGC - Cali Laboratory CO Version 1
 Reported Ref. Material: Other

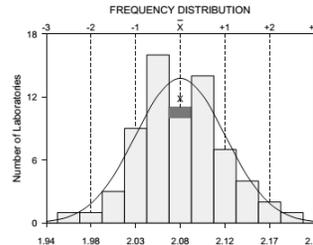
STATISTICS

Lab Value		Group Value		
Mean	SD	Mean	SD	n
2.07	0.000	2.08	0.047	69

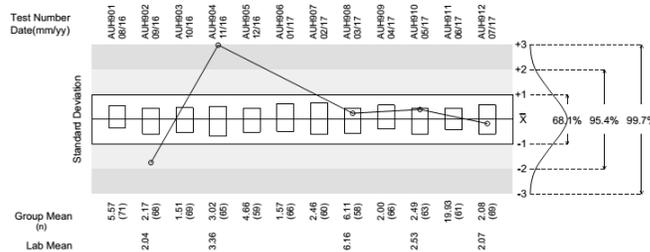
Precision Estimates		Precision Factors	
Laboratory	Ref. Standard	Group	
Mean Difference	within +/- 0.09	Repeatability (r)	0.098
Z-Score	within +/- 2.00	Reproducibility (R)	0.149
Relative Difference(%)	within +/- 4.33	Confidence Interval	0.011

Precision Ratio	0.00	< 2.8
-----------------	------	-------

Trend	Bias	Consistency	Rule 1	Rule 2	Rule 3	Rule 4
A	A	M	0	0	0	0



HISTORICAL PERFORMANCE



Laboratory Quality Services International (www.lqsi.com)

This document is issued by the company subject to its General Conditions of Service (www.lqsi.com/generalconditions). Attention is drawn to the limitations of liability, indemnification, and jurisdiction issues established within.

Dificultades:

El personal del GTR Cali está realizando varios proyectos y no tiene disponibilidad de tiempo para la realización de todas las actividades propuestas en temas de gestión de calidad, como son las validaciones.

1.4.2 Proyecto de Gestión ID 1000660: Físicoquímica del Interior de la Tierra.

Descripción del Proyecto: Metrología y modelamiento de fluidos terrestres profundos aportantes de calor y masa y probables precursores termales y climáticos: Minería, Hidrocarburos, Diapirismo.

Objetivo del Proyecto: OBJETIVO GENERAL:

Modelamiento de la transferencia de calor y de masa desde el interior de la Tierra, con implicaciones en la temperatura y el clima terrestre. $E=mc^2$

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Cuantificación de:

- Fluidos profundos en zonas de explotación subterránea;
- Fluidos profundos en zonas de explotación hidrocarburífera;
- Fluidos en zonas de diapirismo;
- Fluidos en cuevas profundas.

Justificación del Proyecto:

Los efectos del cambio climático amenazan la seguridad en nuestro planeta. Los resultados de las investigaciones del proyecto E=mc² servirán para implementar acciones de sostenibilidad y adaptabilidad. Se espera que se llegue a la implementación de un Centro Regional de Investigaciones Aplicadas del Cambio Climático.

Beneficios del Proyecto: La experiencia del Grupo de Investigación FISQUIM Físicoquímica de Fluidos Terrestres código COLCIENCIAS 0021908, trabajando con otros grupos de investigación científica, de desarrollo tecnológico e innovación, tanto de Colombia, como de países de varios continentes, facilita la interacción para continuar desarrollando tecnologías y metodologías para la investigación planteada. Esta situación también facilita la consecución de presupuestos de diversas fuentes, tanto nacionales como internacionales.

De esta manera,

- Se continuará trabajando en forma multidisciplinaria;
- Se formará talento humano de alto nivel internacional;
- Se continuará trabajando en la actualización permanente de software y hardware;
- Se emplearán los máximos estándares internacionales de ejecución de proyectos de investigación en Ciencia, Tecnología e Innovación.

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

- Informe semestral de avance.
- Informe anual
- Dos productos en eventos
- Construcción de una base de datos

Informe 2018:

ZONAS DE ESTUDIO

Las investigaciones adelantadas se ejecutaron en tres diversos ambientes: 1) cavernas; 2) volcanes de lodo; y, 3) volcanes magmáticos/hidrotermales.

Cavernas.

Se exploraron e investigaron los siguientes ambientes subterráneos: 1) Cuevas del departamento de Santander, en El Peñón, Villanueva y Curití; 2) Cuevas del departamento del Huila, en Yaguará, San Agustín y Acevedo; y, 3) Cuevas del departamento del Putumayo en Villagarzón y Mocoa.

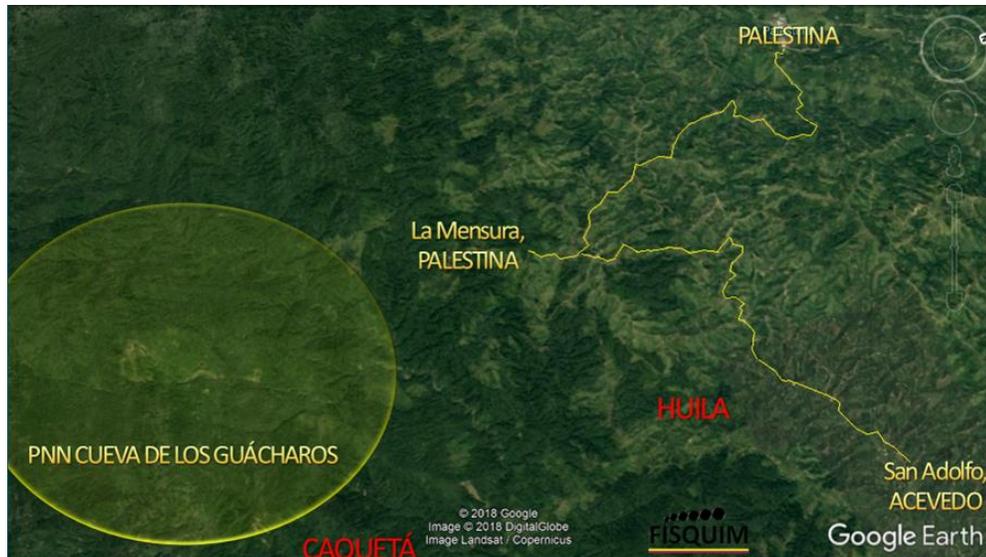
De todas las zonas de estudio visitadas en los años 2017 y 2018, la que exigió protocolos especiales, incluyendo reuniones interinstitucionales a la luz de acuerdos previamente firmados; y actividades de apropiación social del conocimiento, fue el Parque Nacional Natural Los Guácharos, declarado en 1979 como Reserva de la Biosfera (<http://www.unesco.org/>). La declaratoria de Reserva de la Biosfera denominada *Cinturón Andino* integra los PNN: *Cueva de los Guácharos*, *Puracé* y el *Nevado del Huila* (Borsdorf, Mergili, Ortega, 2013).

La comisión del SGC compuesta por el conductor de la camioneta institucional *Andrés Felipe Castrillón Cruz*, la investigadora del grupo FISQUIM *Luisa Fernanda Meza Maldonado* y el líder del grupo FISQUIM y gerente del proyecto institucional 1000660 E=mc² *Gustavo Garzón Valencia*, accedieron a la zona de estudio procedentes de Cali y Popayán atravesando la cordillera central por la vía Popayán - Coconuco - Paletará – San José de Isnos – Pitalito – Palestina.

En el municipio de Palestina (Huila) se realizó una reunión en la sede de PNN donde se compartieron experiencias y conocimientos sobre las cuevas, localizadas en la zona de estudio. En esta reunión participaron los funcionarios:

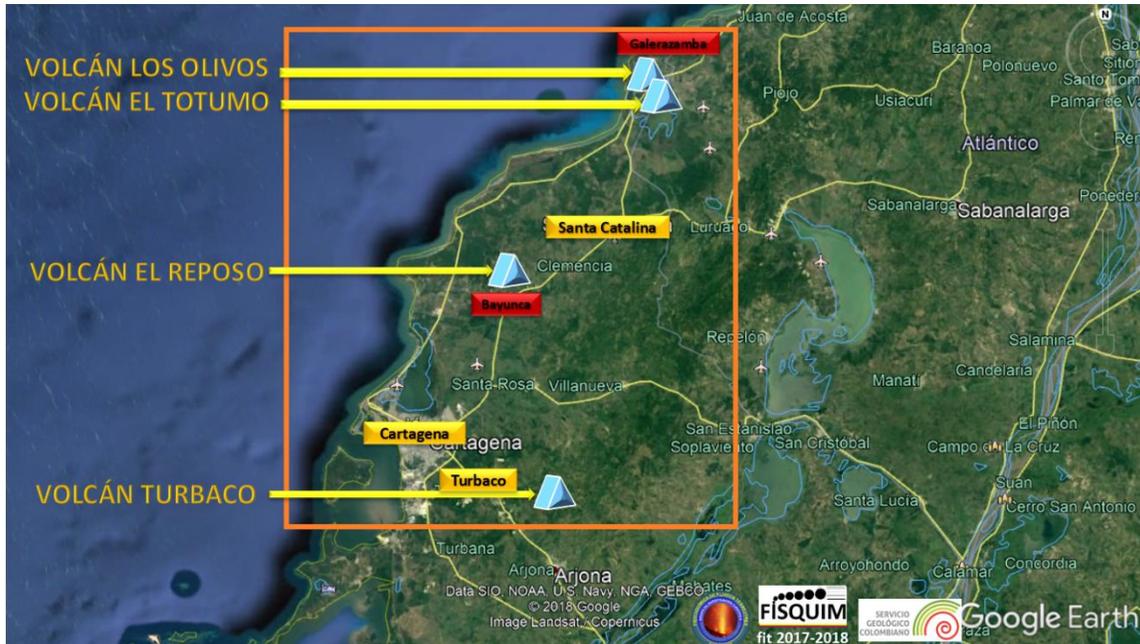
- Ing. *Héctor Velásquez* - Jefe del PNN Cueva de los Guácharos;
- Biólogo *Gustavo Herrera* – Profesional PNN Cueva de los Guácharos;
- Biólogo *Manuel Fernando López* – Técnico Administrativo PNN Cueva de los Guácharos;
- Química, M.Sc. *Luisa Fernanda Meza* - Profesional SGC Popayán);
- Fisicoquímico, M.Sc. *Gustavo Garzón* – Profesional Especializado SGC Cali.

En el municipio de Palestina, Huila, se incorporó a la comisión de campo el biólogo *Manuel Fernando López*, quien viajó en la camioneta institucional del SGC hasta la vereda *La Mensura*. Allí la comisión continuó hasta el sector de *los Cedros* del PNN Cueva de los Guácharos.



Volcanes:

Los volcanes de lodo visitados durante la fase I del proyecto, se localizan en el triángulo que forman los municipios de Santa Catalina – Turbaco – Cartagena en el departamento de Bolívar. En la Figura 15 se puede observar la ubicación de los cuatro volcanes de lodo estudiados.



Volcanes de lodo en el triángulo Santa Catalina-Turbaco-Cartagena.

Los volcanes de montaña o volcanes con características magmáticas y/o hidrotermales, donde se adelantaron los ejercicios de intercomparación de respuesta instrumental Azufral, Galeras, Puracé y Nevado del Ruiz se encuentran ubicados cerca de los municipios de Túquerres (Nariño), San Juan de Pasto (Nariño), Puracé (Cauca) y Villamaría (Caldas).

METODOLOGÍA

Siempre antes de ejecutar una comisión de campo, se realizan revisiones bibliográficas de trabajos ejecutados previamente en zona de estudio. Para el ingreso a las cavernas o volcanes se disponen de elementos de seguridad tales como: cuerdas dinámicas de 30 m., guantes, arnés, ochos, jumares, máscaras antihongos, cascos, botas (pantaneras o de alta montaña), lámparas frontales y lámparas de alta potencia de 150 leds y 1000 lumens, máscaras antigases, tanque de oxígeno. Así mismo, se dispone de suficientes baterías de reemplazos, tipo AA, AAA y 9V.

La instrumentación científica utilizada en las comisiones de campo 2017 y 2018, estuvo compuesta por:

1. *Un sistema movilDOAS – Espectroscopía de Absorción Óptica Diferencial* (Platt y Stutz, 2008), (Figura 16) el cual se utiliza en una mediciones de gases desde un vehículo en

movimiento. Este sistema es utilizado por algunos selectos grupos de investigación desde satélites, avionetas, helicópteros, barcos, carros y caminando, para cuantificar gases presentes en la atmosfera, utilizando como fuente de luz al Sol en horario diurno o la Luna en horario nocturno (Garzón et al., 2013). El sistema móvilDOAS se compone de un GPS, un pequeño telescopio con filtro UV, una fibra óptica, un mini-espectrómetro, un PC, un software específico y un experto científico que traduzca la información generada;

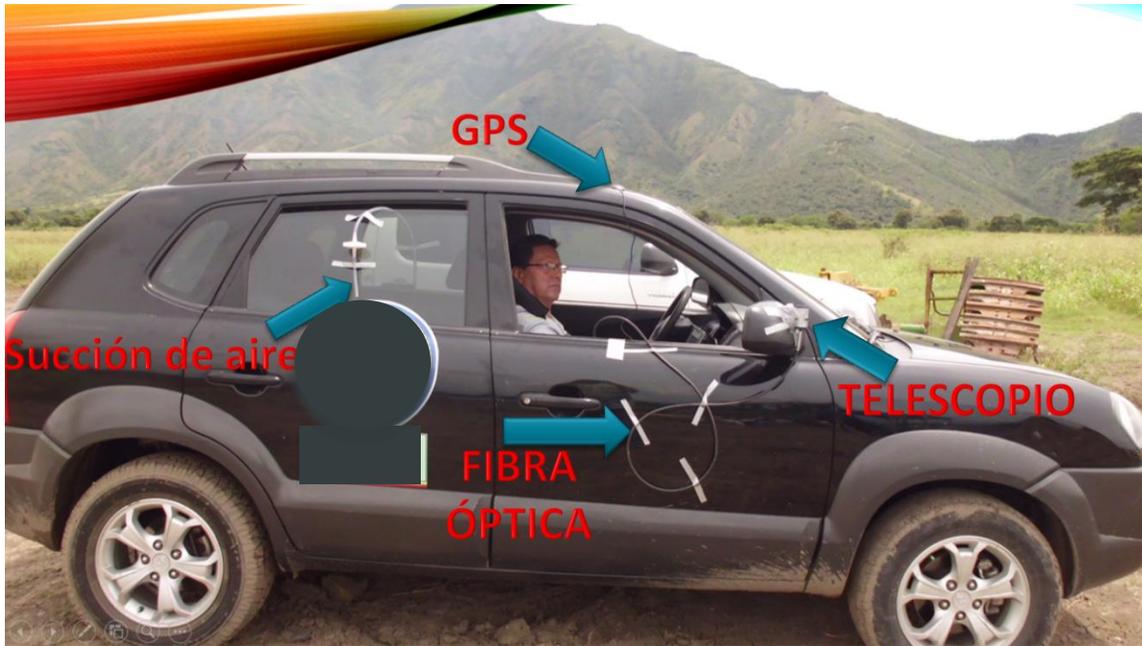
2. *Un termopar* (Figura 17) para la medición de temperaturas del aire interno de las cuevas. Este sistema aprovecha la relación directa entre la temperatura y la fuerza electromotriz que se crea cuando se ponen en contacto dos conductores de electrones (metales). Se utilizó un termopar tipo k, donde por variación de la temperatura, la unión de dos metales generan fuerzas electromotrices medidas como diferencia de potencial, variación que se cuantifica en términos de grados Celsius;

3. *Sistema de cámaras de ionización*, (Figura 18) con las cuales se cuantifican partículas *alfa* que se producen cuando el gas radón Rn^{222} se desintegra naturalmente;

4. *Cámara Infrarroja de barrido frontal* para captar radiación calórica en los rangos de frecuencias entre la luz visible y las ondas de radio, exactamente entre los 750 nm y 1 mm (Figura 19);

5. *Cámara 4k ultra HD* en la región visible (Figura 20); y,

6. *Distanciómetro láser 80 m.* (Figura 21) con el cual se precisó la altura y ancho de algunas galerías, a través del corredor principal.



Sistema móvilDOAS de la red NOVAC.



Termopar tipo k.



Sistema de cámaras ionizantes.



Cámara Infrarroja de barrido frontal.



Cámara 4k HD.



Distanciómetro láser.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- ✓ Se logró avanzar en el conocimiento de la dinámica interna en las *Cuevas del Indio*, resultando de mayor interés la galería de las *Columnas*, como sector donde se observó relativo mayor acumulamiento de gases profundos.
- ✓ Se logró la toma de imágenes térmicas al interior de la *Cueva de los Guácharos*, mostrando el potencial uso de esta herramienta en el futuro estudio de transferencia de calor desde el interior de la Tierra.
- ✓ Se explicó a la comunidad de la zona de influencia (*Andakíes* y *Cerca Viva*) los objetivos del proyecto institucional *Fisicoquímica del Interior de la Tierra*. La comunidad manifestó interés en mantener vínculos para recibir información específica que les sirva en sus emprendimientos turísticos rurales comunitarios.
- ✓ Se investigaron varias cavernas de cuatro departamentos y se exploraron cuatro volcanes de lodo.
- ✓ Se modeló la transferencia de calor al interior de una cueva relativamente superficial
- ✓ Se requiere mayor apoyo administrativo para la compra de instrumentación científica.
- ✓ Se recibió apoyo del operador logístico Tequendama para la ejecución del exitoso Taller de Fisicoquímica de Fluidos Terrestres en el SGC, Cali.

1.4.3 Proyecto de Gestión ID 1000965: Guías Metodológicas para la sustitución del mercurio.

1.4.4 Proyecto de Gestión ID 1001072: Guías Metodológicas para la sustitución del mercurio. Fase II.

Descripción del Proyecto: El proyecto 1000965 se formuló mediante el Convenio Interadministrativo **311 de 2017** suscrito en el Ministerio de Minas y Energía, y el Servicio Geológico Colombiano y su objeto es: *“Aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para la caracterización mineralógica y metalúrgica en distritos mineros de Colombia, con el fin de realizar guías metodológicas que permitan mejorar la recuperación del oro sin el uso de mercurio, a través de alternativas tecnológicas que permiten un mejor aprovechamiento del mineral y una mayor eficiencia en las operaciones de beneficio, en el marco del*

Proyecto “Implementación del Plan Estratégico Sectorial para la Eliminación del Uso del Mercurio de la Actividad Minera en el Territorio Nacional”

Descripción del Proyecto: El proyecto 1001072 se formuló mediante el Convenio Interadministrativo **319 DE 2018** suscrito en el Ministerio de Minas y Energía, y el Servicio Geológico Colombiano y su objeto es: *“Aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para identificar y analizar las características de los yacimientos y los procesos de beneficio asociados a esos yacimientos en cinco (5) distritos mineros correspondientes a los departamentos de Cauca, Bolívar, Córdoba y Antioquia, con el objetivo de realizar documentos técnicos que permitan orientar a la población minera frente a las operaciones de recuperación del mineral áureo sin el uso de mercurio, en el marco de la Ley 1658 de 2013”.*

Objetivos del Proyecto:

1. Ejecutar un reconocimiento de campo haciendo énfasis en zonas mineralizadas y de extracción activa, mediante toma de información de estructuras mineralizadas, alteración hidrotermal, tipos de rocas, y toma de muestras de roca.
2. Efectuar una descripción mineralógica en las zonas de estudio, que permita ser la base para el planteamiento de metodologías metalúrgicas e impacto ambiental.
3. Efectuar el análisis de laboratorio de las muestras de roca colectadas, mediante la implementación de técnicas de investigación detalladas que incluyen petrografía, metalografía, caracterización química de minerales de mena y ganga (especialmente oro y minerales asociados) a escala microscópica en microsonda electrónica, espectrometría de infrarrojo cercano, Raman, fluorescencia de rayos X, ensayo al fuego, espectrometría de absorción atómica, difracción de rayos X, índice Hard Grove.
4. Realizar una aproximación a las características físico-químicas de los fluidos hidrotermales relacionados con la presencia de oro y elementos metálicos asociados en las zonas de estudio.
5. Realizar pruebas metalúrgicas con las muestras tomadas con el objetivo de definir su complejidad metalúrgica, ambiental y la efectividad de los procesos de beneficio.
6. Establecer guías metodológicas en los componentes metalúrgico y ambiental para una apropiada preparación del material y una efectiva extracción del oro, para las zonas de estudio sin la intervención del mercurio. [CEAH1] [GLG2]
7. Realizar un análisis económico (costo-beneficio), el cual busca constituir la base para ejecutar el proceso de planeación financiera donde deben disminuirse o erradicarse,

de ser posible, las debilidades o deficiencias que desde el punto de vista financiero presenta la minería aurífera y generar al minero una perspectiva de cambio, evidenciando beneficios legales, ambientales y de rentabilidad en la extracción de su mineral valioso, sin el uso del insumo químico de mercurio.

Justificación del Proyecto:

A nivel internacional, Colombia suscribió el 23 de Octubre de 2009 en Bangkok un tratado jurídicamente vinculante con las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-PNUMA denominado Convenio de Minamata junto con 91 países firmantes, consolidando con ello su compromiso de reducción y/o eliminación de mercurio mediante el cumplimiento de obligaciones relacionadas con el ciclo de vida del mercurio desde su generación, comercialización, productos y procesos dónde se utiliza, hasta su destino final como residuo. Dicho tratado será adoptado y ratificado en Colombia y se presentará ante el Congreso en el transcurso de este año 2017. En este caso, es imperativo que las autoridades colombianas encuentren la manera de proporcionar asistencia técnica a los mineros de oro artesanal a fin de organizar y mejorar su extracción y técnicas de procesamiento para reemplazar completamente la operación con otros procesos más limpios.

Que los artículos 3, 4, 6, 7, 11 y 14 de la Ley 1658 del 15 de julio de 2013 *“Por medio de la cual se establecen disposiciones para la comercialización y el uso de mercurio en las diferentes actividades industriales del país, se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación y se dictan otras disposiciones”*, tiene como objetivo la eliminación total del mercurio en el proceso de beneficio del oro, estableciendo un plazo máximo de cinco (5) años, es decir, hasta el año 2018 para lograr este objetivo, a través de la implementación de tecnologías limpias en la recuperación del oro que no requieran la utilización de mercurio y que a su vez sean más eficientes, tanto en minería subterránea como en minería aluvial.

Que con el liderazgo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible por su carácter transversal, en diciembre de 2014 se lanzó el *“Plan Único Nacional de Mercurio”*, que busca eliminar gradual y definitivamente el uso de mercurio en el sector minero e industrial de Colombia. Dicho Plan fue acordado entre ocho ministerios (Ambiente y Desarrollo Sostenible; Minas y Energía; Salud y Protección Social; Trabajo; Comercio, Industria y Turismo; Relaciones Exteriores; Agricultura y Desarrollo Rural; y Transporte) y dos instituciones mineras (Agencia Nacional Minera y la Unidad de Planeación Minero Energética).

Que el Ministerio de Minas y Energía y sus entidades adscritas y delegadas (UPME, ANM y SGC), trabajaron de manera coordinada en el diseño y concertación del *“Plan Estratégico*

Sectorial para la Eliminación del Uso del Mercurio de la Actividad Minera”, el cual se desarrolla en objetivos específicos que contribuyen claramente al cumplimiento de las metas establecidas en los cuatro grandes Programas del Plan Único Nacional a saber: Programa de Fortalecimiento Institucional, Programa de Gestión Ambiental, de Salud Pública, de Seguridad y Salud en el trabajo, Sectorial - Tecnológica y Social, Programa de Educación y Comunicación y, Programa de Gestión del Conocimiento – investigación aplicada.

Que dado lo anterior, permite aportar el entendimiento geo-metalúrgico, la optimización de los procesos de beneficio del oro sin la utilización de mercurio y la mitigación del impacto ambiental asociado en los distritos auríferos de interés en los andes colombianos.

Que con el fin de coadyuvar a las acciones contempladas en el marco del “Plan Estratégico Sectorial para la Eliminación del Uso del Mercurio de la Actividad Minera”, la Dirección de Formalización Minera formuló el Proyecto de Inversión “IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO SECTORIAL PARA LA ELIMINACIÓN DEL USO DEL MERCURIO DE LA ACTIVIDAD MINERA EN EL TERRITORIO NACIONAL”, el cual se encuentra en fase de implementación y cuyo objetivo es implementar las actividades interinstitucionales del sector, que conduzcan a una efectiva eliminación del uso de mercurio en el beneficio y/o recuperación del oro, el cual comprende entre otras, las siguientes actividades:

1. Construir guías a partir de estudios técnicos que permitan estandarizar procesos de beneficio de oro sin uso del mercurio en yacimientos regionales
2. Realizar un estudio de alternativas para beneficio de oro sin la utilización de mercurio que genere igual o mayor recuperación a las implementadas actualmente.

Beneficios del Proyecto:

La escasez de conocimiento científico, particularmente acerca de las características mineralógicas y metalogenéticas propias de cada uno de los distritos auríferos en el país, incluyendo su mineralogía, disposición y reactividad de los diferentes minerales presentes al proceso de beneficio, impide contar con información relevante para los procesos de beneficio del oro, lo cual se podría constituir en un valor agregado a un activo estratégico para el país.

El poco conocimiento de las condiciones geoquímicas naturales (línea base) relacionadas con la existencia de los distritos auríferos, como por ejemplo la presencia de elementos potencialmente tóxicos como arsénico, cadmio, antimonio, mercurio, etc., impide el planteamiento acertado de estrategias de mitigación a condiciones potencialmente riesgosas para la salud de las comunidades asentadas en sus áreas de influencia.

La información generada por el proyecto propuesto, aportará nueva información valiosa y necesaria para la elaboración e implementación de procesos verdes de uso industrial que reduzcan o sustituyan el uso de productos químicos como el mercurio en el proceso de beneficio de oro y la existencia de condiciones potencialmente riesgosas para la salud humana en el territorio nacional.

Por consiguiente, los laboratorios del SGC cuentan actualmente con personal altamente calificado y ha realizado una reconversión tecnológica pasando de la química clásica a la química instrumental con equipos especializados y de alta gama, los cuales, están a la altura de los que se utilizan en el mundo desarrollado para realizar la investigación y caracterización de materiales geológicos en las mejores condiciones de confiabilidad

Nombre y Descripción de Productos y Entregables:

Por medio de los presentes proyectos, se caracterizarán mineralógica y metalúrgicamente diez (10) zonas auríferas del país, lo cual permitirá la elaboración de las respectivas guías para el beneficio de oro en cada una de ellas.

Cada guía metodológica, propone procesos de producción más limpia (sin uso de mercurio) a través de alternativas tecnológicas que permiten un mejor aprovechamiento del mineral y una mayor eficiencia en las operaciones de beneficio.

Lo anterior, fundamentado en la investigación y profundización del conocimiento geológico, mineralógico, metalogénesis y físico- químico, de los depósitos que abastecen las unidades de beneficio de las zonas priorizadas así:

Zona 1: Íquira (Huila)

Zona 2: Andes (Antioquia)

Zona 3: Marmato, Supia y Riosucio (Caldas), Quinchía (Risaralda).

Zona 4: El Tambo, Buenos Aires, Morales, Santander de Quilichao y Suárez (Cauca).

Zona 5: La Llanada (Nariño).

Zona 6: Mercaderes (Cauca)

Zona 7: Santa Rosa del Sur (Bolívar)

Zona 8: Puerto Libertador (Córdoba)

Zona 9: Remedios – Segovia (Antioquia)

Zona 10: Zaragoza (Antioquia)

No obstante, se tendrá en cuenta los procesos y operaciones unitarias utilizadas actualmente por los mineros de la región.

En consecuencia, se documentarán y publicarán las guías que contienen los procesos propuestos para el beneficio de oro sin uso de mercurio; así mismo, se documentarán las metodologías utilizadas para el desarrollo de actividades y las respectivas evidencias, relacionadas con el desarrollo de actividades propuestas en el presente convenio.

Informe 2018:

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO GGC No. 311 DE 2017, SUSCRITO ENTRE EL SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO Y EL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

ACTIVIDADES

La ejecución del convenio finalizó el mes de mayo de 2018, fecha en la cual, se alcanzó un porcentaje de avance de 100% en el desarrollo de las actividades técnicas del proyecto.

El plan de trabajo de este convenio comprendió diversas fases que incluían: trabajo de oficina (recopilación de información secundaria, preparación de mapas de las zonas a visitar), trabajo de campo (reconocimiento geológico, metalúrgico y ambiental, a través de muestreo); trabajo de laboratorio (análisis, ensayos y pruebas) y elaboración de informes técnicos consolidados y guías metodológicas; en cada una de las cinco zonas de estudio.

LOGROS

- A partir del trabajo de campo, se llevó a cabo el reconocimiento geológico de las cinco zonas mineras objeto del estudio, haciendo énfasis en zonas y estructuras mineralizadas y de extracción activa, recopilando información de dichas estructuras y efectuando medición de datos estructurales y toma de muestra de roca.
- Se efectuó la caracterización desde el punto de vista químico y mineralógico de la mena de cada zona de estudio, se identificó su composición, asociaciones minerales, texturas, tamaños de grano, metalogénesis y la ocurrencia de oro en veta, y se utilizaron estos resultados para la definición del adecuado beneficio del mineral aurífero.
- Con el material colectado en campo, se adelantaron pruebas metalúrgicas que permitieron definir la efectividad de los procesos actuales de beneficio en cada una de las zonas, y se propusieron rutas metalúrgicas alternativas que permiten un mejoramiento de los procesos productivos sin el uso del mercurio.

- Se realizaron ensayos ambientales que permitieron identificar los riesgos asociados a la toxicidad de relaves y se plantearon metodologías que permiten el control y la prevención de impactos negativos al medio ambiente.
- Se definió la viabilidad financiera y económica de la implementación de la propuesta de uso de tecnologías limpias para sustituir el mercurio en el proceso de beneficio de oro, en cada una de las zonas de estudio.
- Se elaboraron cinco guías metodológicas para el mejoramiento productivo, económico y ambiental del beneficio del oro sin recurrir al uso del mercurio, en las siguientes zonas: Zona 1. Íquira (Huila), Zona 2. Andes (Antioquia), Zona 3. El Tambo – Buenos Aires (Cauca), Zona 4. Riosucio, Marmato, Caramanta y Quinchia (Caldas). Zona 5. La Llanada y Los Andes – Sotomayor (Nariño).

PRODUCTOS

En la siguiente tabla se relacionan los productos del convenio que fueron entregados oportunamente al MME:

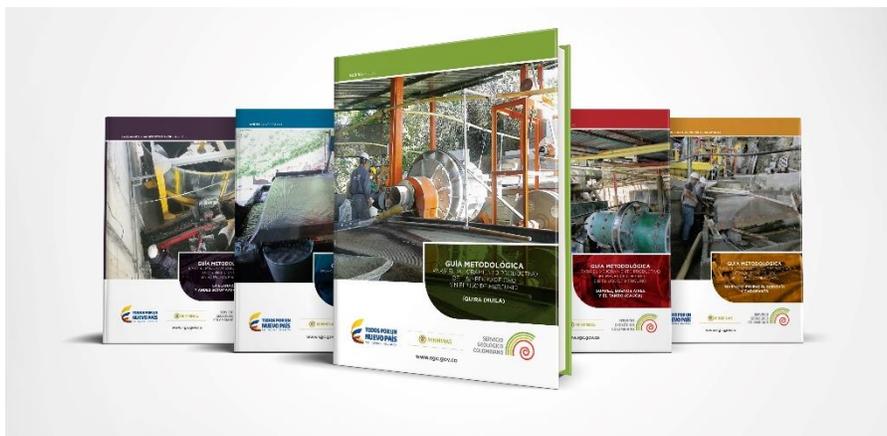
Tabla 1. Productos y entregables - convenio 311 de 2017

ZONAS DE ESTUDIO	PRODUCTOS	% AVANCE	ENTREGADO MME
Zona 1. Íquira (Huila), Zona 2. Andes (Antioquia),	Documento que contenga la Información primaria (de campo y de laboratorio) y secundaria recolectada debidamente referenciada (fuentes bibliográficas).	100%	x
Zona 3. El Tambo – Buenos Aires (Cauca), Zona 4. Riosucio, Marmato, Caramanta y Quinchia (Caldas).	Registro, evidencias y documentación de los muestreos y análisis de laboratorio realizados (Mineralógicos-petrográficos, caracterización geoquímica- caracterización fisicoquímica- caracterización metalúrgica) en cada una de las zonas propuestas.	100%	x

Zona 5. La Llanada y Los Andes – Sotomayor (Nariño).	Informe técnico soporte a la guía metodológica de cada zona de estudio	100%	x
	Guía que contenga los procesos de beneficio de oro sin el uso de mercurio, en las cinco zonas mineras caracterizadas.	100%	x
Total:		100%	

Fuente: propia

En la siguiente figura se muestran las guías metodológicas de las cinco zonas de estudio del convenio, que fueron entregadas en versión digital al MME.



Guías metodológicas para el mejoramiento productivo del beneficio de oro sin el uso del mercurio

DIFICULTADES

- A la fecha no ha sido posible entregar al MME la totalidad de los ejemplares (versión impresa) de guías metodológicas pactadas en el marco del convenio, debido a incumplimientos por parte de la Imprenta Nacional.
- Dicha situación, también ha impedido el cierre financiero del convenio para su liquidación, toda vez, que no se ha cerrado la obligación financiera con la Imprenta Nacional.

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO GGC No. 319 DE 2018, SUSCRITO ENTRE EL SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO Y EL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

ACTIVIDADES

Durante el año 2018, se desarrollaron las siguientes actividades, desde el punto de vista administrativo y técnico del Convenio:

Procesos precontractuales y contractuales para la adquisición de bienes y servicios

En desarrollo del convenio se han adelantado actividades relacionadas con los procesos precontractuales y contractuales para la adquisición de bienes y servicios, en lo que tiene que ver con la contratación de personal, ensayos externos, alquiler de equipos de cómputo y periféricos, adquisición de materiales y suministros, y mantenimiento preventivo, correctivo y suministro de repuestos para los equipos de los laboratorios.

Componente técnico

En componente técnico del convenio comprende diversas fases que incluyen: trabajo de oficina (recopilación de información secundaria, preparación de mapas de las zonas a visitar), trabajo de campo (reconocimiento geológico, metalúrgico, ambiental y minero- muestreo); trabajo de laboratorio (análisis, ensayos y pruebas) y elaboración de informe técnico consolidado y guía metodológica.

Recopilación de información secundaria

En esta primera etapa del proyecto se realizó la recopilación bibliográfica, de mapas geológicos y topografía digital de los distritos auríferos, con el fin de adquirir bases de conocimiento para realizar el trabajo de campo y el respectivo muestreo.

Trabajo de campo

En la etapa correspondiente al trabajo de campo, se alcanzó un porcentaje de avance equivalente al 100% respecto a la recolección de la información primaria (toma de datos estructurales y muestreo de rocas mineralizadas, junto con el muestreo de las plantas de beneficio y toma de información para el reconocimiento minero y de información asociada a la evaluación económica de las plantas de beneficio).

Trabajo de laboratorio

En la etapa de trabajo de laboratorio, los grupos de geología, metalurgia y químico - ambiental se encargan de efectuar los análisis, pruebas y ensayos al material colectado en campo. En esta fase, con corte a diciembre de 2018, se tiene un avance de 46%.

Elaboración de Informes técnicos y guías metodológicas

La fase de elaboración de informes técnicos y de guías metodológicas, corresponde a la etapa final de las actividades técnicas.

En esta etapa se define la propuesta de beneficio para la zona respectiva; acorde con los resultados de cada una de las áreas (geología, metalurgia, químico – ambiental y minera), para posteriormente, efectuar el estudio y evaluación financiera, con lo cual se comprueba la conveniencia desde el punto de vista financiero para la implementación de la ruta metalúrgica propuesta.

Una vez se ha comprobado la viabilidad técnica y económica de la propuesta de ruta metalúrgica para su implementación, se procede a elaborar el informe técnico respectivo con el detalle de todos los análisis y resultados en cada una de las áreas y se inicia la redacción de textos y preparación del material fotográfico para la guía metodológica

Al corte de diciembre 31 de 2018, se tenía un avance de 42 % en la fase de elaboración de informes técnicos y guías metodológicas.



Veta de QZ-carbonatos y sulfuros en esquistos Mina Mata de Guadua Almaguer

Ejecución técnica consolidada

Como se puede ver en la tabla 1, corresponde el 100% en la recopilación de información secundaria, el 100% a la ejecución del trabajo de campo, el 27% en la elaboración de análisis, ensayos y pruebas, y el 26% en la fase de elaboración de informes técnicos y guías metodológicas.

Avance consolidado con corte a diciembre de 2018 en actividades técnicas

Zona	Distrito	% Avance Fase I. Información secundaria	% Avance Fase II. Trabajo de campo	% Avance Fase III. Trabajo de Laboratorio	% Avance Fase IV. Elaboración Informe y Guía	% Avance Total
Zona 1	Almaguer - Cauca	100	100	100	100	100
Zona 2	Santa Rosa del Sur - Bolívar	100	100	55	25	70
Zona 3	Puerto Libertador - Córdoba	100	100	55	50	76
Zona 4	Remedios, Segovia - Antioquia	100	100	55	25	70
Zona 5	Zaragoza - Antioquia	100	100	55	25	70
Total		100	100	64	45	77

Fuente: propia

El avance consolidado por zonas es el siguiente: 95% en la zona de Almaguer (Cauca); 65% en la zona de Santa Rosa del Sur (Bolívar); 80% en la zona de Puerto Libertador (Córdoba); 60% en la zona de Remedios (Antioquia) y 60% en la zona de Zaragoza (Antioquia).

LOGROS

- A partir del trabajo de campo, se llevó a cabo el reconocimiento geológico y minero de las cinco zonas objeto del estudio, haciendo énfasis en zonas y estructuras mineralizadas y de extracción activa, recopilando información de dichas estructuras y haciendo medición de datos estructurales y toma de muestra de roca.
- Se efectuó la caracterización desde el punto de vista químico y mineralógico de la mena de la zona minera de Almaguer (Cauca), se identificó su composición, asociaciones minerales, texturas, tamaños de grano, metalogénesis y la ocurrencia de oro en veta, y se utilizaron estos resultados para la definición del adecuado beneficio del mineral aurífero.
- Con el material colectado en campo, se adelantaron pruebas metalúrgicas que permitieron definir la efectividad de los procesos actuales de beneficio en la zona minera de Almaguer (Cauca), y se propusieron rutas metalúrgicas alternativas que permiten un mejoramiento de los procesos productivos sin el uso del mercurio.

- Se realizaron ensayos ambientales que permitieron identificar los riesgos asociados a la toxicidad de relaves en la zona minera de Almaguer (Cauca) y se plantearon metodologías que permiten el control y la prevención de impactos negativos al medio ambiente.
- Se definió la viabilidad financiera y económica de la implementación de la propuesta de uso de tecnologías limpias para sustituir el mercurio en el proceso de beneficio de oro, en la zona minera de Almaguer (Cauca)

PRODUCTOS

Con corte a diciembre 31 de 2018, se tienen los siguientes productos del Convenio:

- Información primaria y secundaria, consolidada para las cinco zonas de estudio: registro, evidencias y documentación de los muestreos y análisis de laboratorio realizados (Mineralógicos-petrográficos, caracterización geoquímica- caracterización físico-química- caracterización metalúrgica).
- Informe técnico correspondiente a la guía metodológica para el mejoramiento productivo del beneficio de oro sin el uso del mercurio en la zona minera de Almaguer (Cauca).
- Textos y material fotográfico correspondiente a la guía metodológica para el mejoramiento productivo del beneficio de oro sin el uso del mercurio en la zona minera de Almaguer (Cauca).

DIFICULTADES

- A la fecha no ha sido posible entregar al MME la guía metodológica de la zona 1. Almaguer (Cauca), debido a que la diagramación de la misma requiere de la respuesta de algunas inquietudes que se tienen acerca del nuevo sistema gráfico del Gobierno y su relación con los requerimientos gráficos de las Guías para la eliminación del mercurio fase II. Estas inquietudes fueron remitidas directamente al área de Participación Ciudadana y Comunicaciones del SGC.

