

**SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN
“ANÁLISIS DE LA GEOLOGÍA REGIONAL DEL MACIZO DE SANTANDER”**

**LAURA MARCELA CAICEDO FLÓREZ
LEONARDO PALMERA SÁNCHEZ
LEIDY JULIETT PLATA DUEÑAS
JAVIER ENRIQUE ROJAS ARISMENDI**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2014

**SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN
“ANÁLISIS DE LA GEOLOGÍA REGIONAL DEL MACIZO DE SANTANDER”**

**LAURA MARCELA CAICEDO FLÓREZ
LEONARDO PALMERA SÁNCHEZ
LEIDY JULIETT PLATA DUEÑAS
JAVIER ENRIQUE ROJAS ARISMENDI**

Trabajo de grado para optar al título de

Geólogo

Director

FRANCISCO ALBERTO VELANDIA PATIÑO

Geólogo M.Sc

Codirector

JULIÁN ANDRÉS LÓPEZ ISAZA

Geólogo M.Sc

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2014

DEDICADO A.

A mí mamá Nieves, por crearme con su voz, regalarme su buen corazón, por darle a mi vida, "todas las flores".

A mí papí Luis, por entregarme su paciencia, amor, trabajo y fortaleza para lograrlo todo.

A la música, por mostrarme el viejo mundo y abrirme el alma a la felicidad.

A Lilita Carrillo, por caminar conmigo en los Alpes, por llenarme de fuerza, verdad y sonreírme desde el otro lado del Atlántico.

A Mauricio Botello, por su infinito amor y apoyo hasta el final de este trabajo.

Laura Marcela Caicedo Flórez

DEDICADO A.

Dedico en primer lugar les dedico este proyecto a mis padres William Palmera y Hayleet Sánchez, por su continuo apoyo y paciencia.

A mi abuelita Josefina por sus oraciones y cuidados.

Leonardo Palmera Sánchez

DEDICADO A.

En primer lugar te agradezco a tí Dios por darme la oportunidad de desarrollar este proyecto y darme las fuerzas de terminarlo y hacerlo realidad, porque siempre estuve de la mano de él y por haberme llenado la vida de muchas bendiciones.

Mi abuelita Sara que fue quien me dio toda mi educación, mis valores y nunca dejo que me faltara nada, me guió por el buen camino y por ella soy lo que soy hoy en día, me apoyo en cada instante de mi vida y sé que desde el cielo está brindándome todo su amor y que estará siempre orgullosa de mí. La amo con todo mi corazón.

A mi madre Flor Isabel por brindarme su comprensión y apoyo cada instante, por tenerme paciencia y ser una de mis grandes motivaciones de ser cada día mejor.

A David González por brindarme su apoyo incondicional y por darme tantos años de felicidad y amor.

A mi mejor amiga Diana Blanco por todos estos años de amistad y de apoyo incondicional.

A todas infinitas gracias por ser parte de mi vida y dejarme ser parte de cada una de la de ustedes.

Leidy Julieta Plata Dueñas

DEDICADO A.

*A mis padres por el maravilloso regalo de la vida
y su apoyo incondicional
Javier Rojas Arismendi*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Geología.

A nuestro director Francisco Alberto Velandia Patiño y codirector Julián Andrés López Isaza.

A los profesores Luis Carlos Mantilla, Sait Khurama, Jairo Clavijo, Javier Jerez, Julieta Pineda, Jesús Hernando Mendoza, Víctor Caballero, Ricardo Mier.

A mis amigas Laura Serrano, Natalia Mantilla, Leidy Castro, Marconi, Leidy Plata, Maria Cristina Mancilla, Yenny Pachecho, Paula Delgado, Andrea Matajira, Juan Carvajal, Edgar Mendoza.

Laura Marcela Caicedo Flórez.

A mis familiares William Palmera, Haylet Sanchez, Josefina Pinto, Marlen Palmera, Carlos Palmera , Ricardo Sanchez y familia. A mis amigos Diego Cruz, Lady Ríos, Fernando Villamizar, Henry Mayorga, Cristina Mancilla, Humberto León, Juan Carvajal, Manuel Zafra, Andrea Matajira, Raiza y Yuya

Leonardo Palmera Sanchez.

A mis familiares Lucila Dueñas, Sara Plata, Beatriz Plata, Roberto Plata, Juan Jaiver Plata, Sandra Plata y Mena.

A mis compañeros Javier, Leonardo y Laura quienes nos apoyamos de una forma incondicional en especial a Laura por brindarme también su amistad.

A mis amigos de la universidad Laura Meléndez, Marielin, Mafe Calderón, Ivonne, Pao Santoyo, Yitta, Cesar Ojeda, Karina Guerrero, Ferney, Carlos Delgado, Manuel Zafra, Steven, Edgar y Juan Manuel, con quienes compartí muchas anécdotas que siempre serán parte de mi vida.

Leidy Juliett Plata Dueñas.

Un especial agradecimiento al profesor Francisco Velandia por su gran apoyo y a todas aquellas personas que siempre confiaron en mi

Javier Rojas Arismendi.

RESUMEN

TÍTULO: SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN “ANÁLISIS DE LA GEOLOGÍA REGIONAL DEL MACIZO DE SANTANDER”*

AUTORES**: LAURA MARCELA CAICEDO FLÓREZ

LEONARDO PALMERA SÁNCHEZ

LEIDY JULIETT PLATA DUEÑAS

JAVIER ENRIQUE ROJAS ARISMENDI

PALABRAS CLAVES: Seminario alemán, Macizo de Santander, Tectónica Andina, Falla de Bucaramanga.

DESCRIPCIÓN

Durante el proceso de formación como profesionales de la Geología, se adoptan diferentes metodologías de investigación que enriquecen y contribuyen de manera integral el aprendizaje de quienes estudian esta ciencia. La implementación de métodos innovadores de investigación, como el seminario alemán, proveen conocimiento invaluable a quienes se incorporan en esta práctica. El seminario alemán como modalidad de grado, se ejecutó por primera vez en la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander durante el año 2013, bajo la dirección de docentes líderes en investigación. Como resultado, la práctica ha sido de gran aceptación dentro de la comunidad universitaria, debido a la participación activa, fortalecimiento estudiante-docente y generación de espacios de discusión y crítica.

Con el ánimo de realizar una revisión, compilación y análisis bibliográfico detallado en el Macizo de Santander, se lleva a cabo este Seminario de investigación, representando para el conocimiento geológico regional del macizo, una fuente valiosa de información con nuevos aportes adquiridos a partir de la documentación realizada por los autores para el desarrollo de las actividades del seminario y los procesos de discusión y difusión de las publicaciones científicas.

En general, el seminario ha sido dividido en cinco temas principales, cada uno de ellos conformado por sub-temas específicos. Los temas principales escogidos para la ejecución del seminario y elaboración de memorias en común acuerdo entre integrantes y directores fue: 1. Modelos tectónicos. 2. Rocas cristalinas. 3. Correlación de cuencas. 4. Geología ambiental y del cuaternario, hidrogeología y amenazas y 5. Recursos del subsuelo (Minerales metálicos y no metálicos). Anexo a esto, se realizan ocho cortes geológicos que cortan el Macizo de Santander en las direcciones W-E, NW-SE y SE-NW cubriendo el área de Norte a Sur.

*Trabajo de Grado

**Facultad de Ingenierías Físico Química. Escuela de Geología. Director: Francisco Velandia. Universidad Industrial de Santander

ABSTRACT

TITLE: RESEARCH SEMINAR: “ANALYSIS OF THE SANTANDER MASSIF REGIONAL GEOLOGY ”*

AUTHORS **: LAURA MARCELA CAICEDO FLOREZ

LEONARDO SANCHEZ PALMERA

LEIDY JULIETT PLATA DUEÑAS

JAVIER ENRIQUE ROJAS ARISMENDI

KEYWORDS: German Seminary, Santander Massif, Andean Tectonics, Bucaramanga Fault.

DESCRIPTION:

During the formation as geology professionals, research methodologies are implemented to enrich and contribute integrally to the knowledge of those who study this science, the implementation of innovative research methods such as the german seminar provide a valuable contribution to their significant learning. The german seminar as a grade mode was executed first time in the Geology School of the Industrial University of Santander in 2013, under the direction of research leading teachers. As a result, it has been widely accepted within the university community and has created active participation and strengthening in student-teacher interaction, allowing important spaces for discussion and debate.

This research seminar is carried out with the intention to conduct a review, compilation and detailed bibliographic analysis for the Santander Massif, representing a valuable source of information and new contributions obtained based on the documentation by the authors for the development of the seminar activities and its diffusion and discussion processes of scientific publications for each studied topic.

Generally, the seminar has been divided in five main themes, each one of them conformed by specific sub-themes. The main ones selected for the seminar accomplishment and preparation of reports in common agreement between members and directors were: 1. Tectonic models. 2. Crystalline rocks. 3. Basin correlations. 4. Environmental and quaternary geology, hydrogeology and hazards and 5. Subsoil resources (Metallic and no metallic resources). Annex to this, eight geologic sections are made which cut the massif in W-E, NW-SE and SE-NW directions covering the area from north to south.

* Final undergraduate Project

**Faculty of Physical Engineering Chemistry. School of Geology, Director: Francisco Velandia. Industrial University of Santander

Contenido

Introducción	22
Generalidades del seminario de investigación.....	23
1.1 Objetivo.....	24
1.2 Ventajas.....	24
1.3 Organización.....	25
1.4 Tema del seminario	26
1.5 Dirección del seminario de investigación	27
1.6 Descripción de los roles.....	27
1.7 Metodología	30
Planeación.	31
2.1. Objetivos planteados	31
2.2 Selección de los subtemas.	33
Realización.	36
a. Descripción de los subtemas	38
b. Protocolo.....	41
Finalización	45
c. Libro de Memorias.	45
d. Presentaciones.	47
Conclusiones y Recomendaciones	50
5.1 Conclusiones	50
5.2 Recomendaciones	51
BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXOS.....	63

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de la relatoría de los temas del seminario de investigación. 37

LISTA DE FIGURAS

Figura. 1 Esquema metodológico del seminario de investigación.....	30
Figura. 2 Portada exterior del libro de memorias	46
Figura. 3 Ejemplo 1 de las presentaciones	48
Figura. 4 Ejemplo 2 de las presentaciones	49

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Libro de Memorias	63
Anexo B. Presentaciones	63
Anexo C. Protocolos	63
Anexo D. Mapa de límites	63
Anexo E. Cortes geológicos	63

INTRODUCCIÓN

La historia geológica del Macizo de Santander está documentada en las rocas que lo conforman. Los procesos que afectaron el macizo abarcan a grandes modos, eventos extensivos tipo rift, eventos compresivos tipo orogénicos, inversiones tectónicas, deformaciones y procesos hidrotermales. Esto, contextualiza al Macizo de Santander, como una zona de alto interés científico en el conocimiento de los procesos que experimenta. La idea de tomar como modalidad de grado el seminario alemán, surge con el fin de aprovechar esta técnica para la implementación de aportes académicos complementarios al tradicional.

Para abarcar el conocimiento de la geología regional de un área, debe implementarse una metodología adecuada que permita la integración organizada y completa de cada uno de los factores geológicos relacionados. Con base en esto, es posible disponer y administrar de manera coherente la gran cantidad de información encontrada y así lograr durante cada una de las fases, la planeación, presentación y explicación de cada uno de los procesos que dieron origen al macizo desde un contexto más regional.

Con la elaboración de este documento, se explica la metodología dentro de la cual se enmarca este Seminario de Investigación basado en el seminario alemán y bajo los parámetros dados por la vicerrectoría académica de la Universidad Industrial de Santander. Adicionalmente, se compila dentro de este documento, la planeación y ejecución que se llevó a cabo durante el seminario para obtener los productos finales: libro de memorias, recopilación bibliográfica, presentaciones y cortes geológicos.

Capítulo 1

Generalidades del seminario de investigación

El Seminario de Investigación también es conocido como “Seminario Alemán”, debido a que se originó en el siglo XVIII en Alemania. Esta modalidad es definida por la Universidad Industrial de Santander como “Un proceso reflexivo, sistemático y crítico que tiene como propósito fortalecer en el estudiante las habilidades requeridas en el manejo de la información y la comunicación para desarrollar investigación científica, valiéndose de la formación para el trabajo tanto personal como en equipo, y original sobre un tema específico”. Así mismo busca promover el estudio de nuevos temas de investigación de interés.

El seminario consiste en el estudio, planeación e intercambio de ideas sobre un tema específico. Los integrantes del grupo son los encargados de investigar. Uno de ellos escogido de manera aleatoria expone un tema asignado (relator), otro integrante elegido de la misma forma lo complementa (correlator), entre todos los asistentes se trata el tema y se abre un espacio de discusión. El integrante encargado de documentar los temas y recomendaciones se denomina protocolante.

El seminario de investigación es programado por el director, quien con su conocimiento selecciona los temas y guía a los integrantes en el correcto desarrollo de la actividad. Los temas son abordados en sesiones participativas donde los miembros asumen diferentes roles en un ambiente incluyente y de colaboración.

1.1 Objetivo

El objetivo principal del Seminario de Investigación es contribuir al desarrollo de habilidades científicas, así como también promover la investigación en temas indeterminados. Las habilidades adquiridas en el seminario de investigación corresponden a:

- Capacidad de ser crítico y presentar resultados en base a la investigación.
- Fortalecimiento en aptitudes para la identificación de problemas presentados en los análisis.
- Búsqueda de respuestas y soluciones a preguntas claves, sustentándolas de forma teórica, verbal y por escrito.

1.2 Ventajas

El seminario de investigación, como técnica en el desarrollo integral presenta las siguientes ventajas:

- Permite a los integrantes contar con un director durante el seminario como guía en la consecución de los objetivos establecidos, además de contribuir la solución de problemas e inquietudes o en su defecto.
- Fortalece el hábito a documentarse acerca del tema bajo estudio. Para esto los participantes recurren a fuentes bibliográficas, bases de datos, textos de referencia obligada; este ejercicio refuerza el desarrollo de las competencias interpretativas, argumentativas y propositivas; les permite apropiarse y aprender de los métodos que emplearon los autores de los artículos y textos, así como también, reconocer su valor y aporte a la investigación.

- Permite que los participantes desempeñen diferentes roles dentro del grupo, desarrollando habilidades comunicativas y de relaciones interpersonales, complementarias para la formación tanto personal como profesional.
- Fomenta el aprendizaje como una experiencia grupal, permite experimentar la eficiencia del trabajo en equipo y si el grupo está conformado con estudiantes de diferentes áreas del conocimiento, la riqueza de la interdisciplinariedad, características todas aplicables y necesarias en el desempeño laboral del mundo de hoy.
- Permite el uso de distintas herramientas didácticas de apoyo al desarrollo de las sesiones, así como un control sobre la planificación establecida de éstas.

Es una metodología integradora centrada en el estudiante, con amplio potencial para fortalecer la habilidad de aprender a aprender, fundamental para tomar el perfil del ciudadano del siglo XXI, quien deberá asumir el compromiso de aprender a lo largo de la vida, como lo plantea J. Delors³. Sus ventajas la hacen aplicable a todas las áreas del conocimiento humano y no solo a algunas como equivocadamente pudiera pensarse⁴.

1.3 Organización

El Seminario de Investigación está conformado de la siguiente forma: relatoría, correlatoría, discusión y protocolo. Estas actividades se desarrollan en torno a un tema o subtemas establecido.

Dichas actividades son responsabilidad de los integrantes del grupo, por lo cual a cada uno de ellos se le asigna un rol, de carácter rotativo; es así como una persona que en una sesión asume el rol de correlator, en la siguiente puede ser el protocolante, es decir el responsable del protocolo.

La organización del seminario también implica establecer el lugar del seminario, el número de sesiones y las fechas para realizarlas, así como la duración de cada una de las actividades (relatoría, correlatoría, discusión y protocolo).

Director: Francisco Alberto Velandia Patiño.

Codirector: Julián Andrés López Isaza.

Integrantes: Laura Marcela Caicedo Flórez

Leonardo Palmera Sánchez

Leidy Julieta Plata Dueñas

Javier Enrique Rojas Arismendi

Se desarrollaron en total 15 sesiones, de 60 minutos, en salones asignados por el director.

1.4 Tema del seminario

El eje central del Seminario de Investigación es el Macizo de Santander. Mediante la recopilación de artículos, informes, mapas, memorias cartográficas y toda clase de estudios que puedan relacionarse al Macizo, se estudian y discuten durante la realización del seminario los temas establecidos para el cumplimiento del objetivo. De manera general y en el siguiente orden, se lleva a cabo el proceso de investigación y documentación del conocimiento geológico del Macizo de Santander:

1. Modelos tectónicos: Dentro de este tema, el objetivo principal fue establecer los límites tectónicos del Macizo de Santander, analizar y discutir los diversos modelos presentados para la Cordillera Oriental y el bloque Norandino.

2. Rocas metamórficas e ígneas: Para este tema se estudian los procesos orogénicos, metamorfismo, pulsos magmáticos y cuerpos ígneos asociados.
3. Sedimentación: Análisis de los procesos que dieron lugar a la depositación de las unidades sedimentarias desde el Paleozoico hasta el Cenozoico. Relleno de cuencas y control estructural, correlación con cuencas vecinas y análisis de subsidencia.
4. Neotectónica, geología ambiental y del cuaternario, amenaza sísmica e hidrogeología: Actividad cuaternaria de fallas, amenazas representativas para las poblaciones de Santander y Norte de Santander, nido sísmico de Bucaramanga y análisis de fracturas para la prospección de aguas subterráneas en el Macizo.
5. Recursos del subsuelo: Minerales metálicos y no metálicos presentes en el Macizo y mineralizaciones asociadas.

1.5 Dirección del seminario de investigación

El Seminario de Investigación “Análisis de la Geología regional del Macizo de Santander” fue dirigido por el profesor Francisco Alberto Velandia Patiño y el codirector Julián Andrés López Isaza, quienes con su experiencia y conocimiento han dirigido y liderado de manera satisfactoria este proceso desde la fase inicial hasta su culminación.

1.6 Descripción de los roles

El Director:

Tiene la tarea de guiar y brindar asesoría a los participantes, encaminándolos en el buen desempeño grupal y cumplimiento de los objetivos. El interviene durante

las sesiones corrigiendo y complementando los aportes de los participantes además de fomentar el debate de forma constructiva.

El relator:

Su misión principal es la de enriquecer cada una de las sesiones mostrando en la sustentación un buen resultado de su investigación y estudio previo realizado, ya que tiene la responsabilidad de darles a entender a cada uno de los participantes el tema que está tratando y la posibilidad de guiarlos.

Con base al estudio que el relator aporta debe ser algo nuevo que permita avanzar en el conocimiento. En particular se debe propiciar rutas del conocimiento que conecten o se articulen con las demás disciplinas del saber.

El relator durante su exposición debe despertar en los participantes la discusión y el interés, a través de la argumentación rigurosa, explicaciones claras y su aporte al tema de estudio.

El relator tiene la libertad de abordar su exposición desde diferentes posiciones, lo puede hacer con un propósito exclusivamente informativo (imparcial y objetivo) o puede compartir ideas y conclusiones acerca del tema que se esté debatiendo.

El correlator:

Las diversas formas de la relatoría siempre podrán ser complementadas por la correlatoría. El correlator deberá estar atento a la exposición del Relator, pues no se trata de repetir lo mismo, sino de complementar con su aporte personal. El correlator debe pronunciarse acerca de toda relatoría, aclarando los puntos en que está de acuerdo o en desacuerdo y realizará los puntos que a su juicio son relevantes, para contribuir con la discusión del grupo. La correlatoría debe ser corta, de no más de 10 minutos.

La discusión:

Es el medio a través del cual se materializa la idea del verdadero trabajo en grupo, donde participan activamente los integrantes del seminario, director y co-director y los asistentes de la sesión. La relatoría y la correlatoría son el punto de partida de la sesión del seminario, y el culmen de la misma en la discusión.

Los integrantes expondrán sus puntos de vista no solamente a manera de conclusiones, sino también deben aportar cualquier inquietud que surja a partir del proceso de debate.

El Protocolante:

Es el responsable de realizar el producto de cada una de las sesiones del Seminario Investigativo. Deberá recoger fielmente lo ocurrido en la sesión. El autor del protocolo, deberá juzgar, evaluar el desarrollo de la sesión, tomando posición crítica. Debe plasmar sus aportes, ya que una vez terminada la sesión dispondrá del tiempo suficiente para procesar lo ocurrido y a través de la reflexión sobre el proceso integral de la sesión (relatoría, correlatoría, discusión y dirección), podrá establecer sus acuerdos y desacuerdos.

El protocolo debe ser leído en la siguiente sesión, pero antes de esto, debe ser revisado por el relator de la respectiva sesión y por el director del seminario. Los protocolos juegan un papel primordial en la realización del libro de memorias, ya que en estos se documentan todas las recomendaciones sugeridas por los directores del seminario en pro de mejorar cada sesión.

¿Que se busca que logren los participantes?

En resumen los participantes deben obtener la capacidad de aprender a razonar, evaluar, criticar, sintetizar, exponer, leer, escribir, escuchar, dirigir, aprender a

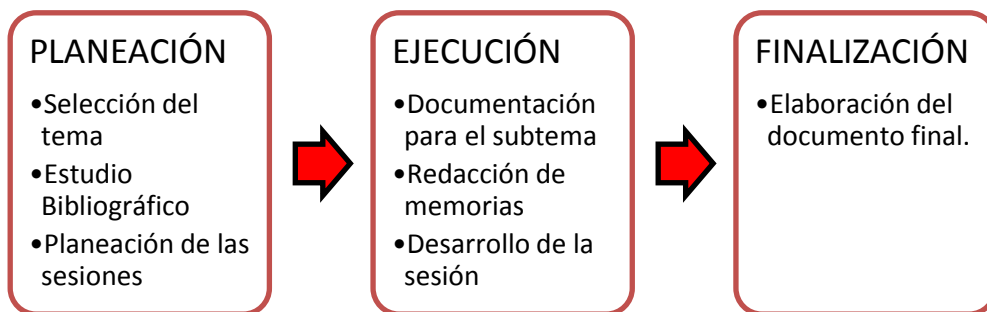
confrontar con ideas, trabajar en grupo y respetar todos los aportes de los demás integrantes.

Es de gran importancia que los participantes estén dispuestos a trazar siempre nuevos horizontes al conocimiento.

1.7 Metodología

La metodología usada en el Seminario de Investigación Análisis de la Geología Regional del Macizo de Santander, siguió los lineamientos para esta modalidad de trabajo de grado, establecidos por la vicerrectoría académica de la Universidad Industrial de Santander. La metodología propuesta está expresada en la siguiente figura (Figura 1) y fue la base para el desarrollo de la actividad de forma correcta.

Figura. 1 Esquema metodológico del seminario de investigación.



Fuente: Modificado de Vicerrectoría académica UIS, 2007

Capítulo 2

Planeación.

La tarea más importante de la etapa de planeación es la selección de los temas que se trabajaran en el seminario. Este tema debe ser tomado de gran interés para los participantes, ya que se debe despertar el sentido de la investigación y estudios, ya que de esto depende el éxito del seminario de investigación.

Después de tener claro el trabajo de la actividad se plantean los objetivos los cuales serán la base para el desarrollo del seminario con el propósito de obtener el resultado anhelado por parte de los estudiantes, los cuales aportan su conocimiento y formación académica.

2.1. Objetivos planteados

Los objetivos planteados para el seminario de investigación son:

Objetivo General

- Realizar un seminario de investigación con el fin de analizar la Geología regional del Macizo de Santander.

Objetivos Específicos

- Realizar un seminario de investigación en análisis de la geología regional del Macizo de Santander en el marco de las directrices establecidas por la Vicerrectoría Académica y el Seminario Alemán en cuanto al aporte de roles, la discusión crítica, propositiva y argumentativa como formación integral de los participantes.
- Elaborar un documento síntesis original donde estén compilados los resúmenes, relatorías, protocolos, la discusión resultados y demás

actividades del seminario de investigación basados en los temas de la siguiente estructura:

1. Límites del macizo.
 2. Modelos de extensión versus acortamiento.
 3. Falla de Bucaramanga e Indentor de Pamplona.
 4. Fallas internas del macizo.
 5. Metamorfismo regional y de contacto.
 6. Granitoides y magmatismo.
 7. Correlación del Macizo de Santander con otros macizos.
 8. Correlación del Macizo de Santander con la cuenca Llanos Orientales.
 9. Correlación del Macizo de Santander con la cuenca Valle medio del Magdalena.
 10. Cuencas internas y análisis de subsidencia.
 11. Neotectónica y amenaza sísmica.
 12. Geología ambiental e hidrogeología.
 13. Recursos metálicos y no metálicos.
- Proporcionar una base de datos con la bibliografía utilizada durante el seminario de investigación adjuntando las presentaciones de cada sesión, y sirva como una plataforma para la actualización de estudiantes y profesionales en el tema de interés.

2.2 Selección de los subtemas.

Al realizarse la recopilación de información y teniendo en cuenta el planeamiento del seminario se programa una serie de subtemas que se analizan y estudian, dando claridad al tema central. El seminario se dividió en cinco partes que abarcan dentro de ellas subtemas específicos:

Parte I: Modelos tectónicos

1. Límites del macizo.

- Delimitación tectónica del Macizo de Santander.
- Provincias de Santander.
- Fallas principales del Macizo de Santander.

2. Modelos de extensión versus acortamiento.

- Modelos tectónicos.
- Modelos Placa Caribe.
- Dominios tectónicos.
- Origen transpresivo.
- Abanico bivergente.
- Análisis paleomagnéticos.
- Análisis gravimétrico y de flexión.

3. Falla de Bucaramanga e Indentor de Pamplona.

- Segmentos del Sistema de Fallas Bucaramanga- Santa Marta.
- Indentor de Pamplona.

4. Fallas internas del Macizo de Santander.

- Fallas principales del Macizo de Santander.
- Fallas menores del Macizo de Santander.

Parte II: Rocas cristalinas.

5. Metamorfismo regional y de contacto.

- Neis de Bucaramanga.
- Ortoneis.
- Formación Silgará.
- Formación La Virgen.

6. Granitoides y magmatismo.

- Magmatismo Ordovícico.
- Magmatismo Triásico-Jurásico.
- Batolitos y Plutones del Macizo de Santander.
- Rocas ígneas del Neógeno.

7. Correlación del Macizo de Santander con otros macizos.

- Macizo de Garzón.
- Macizo de Santa Marta.
- Macizo de Santander.
- Evolución Tectónica.

Parte III: Correlación de cuencas sedimentarias.

8. Correlación del Macizo de Santander con la cuenca Llanos Orientales.

9. Correlación del Macizo de Santander con la cuenca Valle Medio del Magdalena.

10. Cuencas internas y análisis de subsidencia.

Parte IV: Geología del cuaternario.

11. Neotectónica y amenaza sísmica.

- Fallas activas en el Macizo de Santander.
- Sismicidad instrumental.
- Paleosismología Falla de Bucaramanga
- Depósitos cuaternarios.

12. Geología ambiental e hidrogeología.

- Acuíferos fisurados.
- Análisis de fracturas para prospección de aguas subterráneas en el Macizo de Santander.
- Amenazas por remoción en masa, erosión, susceptibilidad por remoción en masa.

Parte V: Recursos del subsuelo.

13. Recursos del subsuelo.

- Recursos metálicos y no metálicos.

Capítulo 3

Realización.

La ejecución del seminario de investigación se realiza con base a los lineamientos planteados desde su inicio. La actividad de desarrolla por sesiones, una para cada subtema. En la sesión se realiza una exposición a cargo del relator que debe realizarse en un tiempo de 40 minutos. El correlator interviene complementando al relator en un tiempo máximo de 15 minutos. Finalmente, con la fase de debate y discusión se documentan en el protocolo las recomendaciones para el mejoramiento.

La primera parte del seminario inicia con la participación de V integrantes. Durante cada sesión el papel de cada estudiante es escogido mediante sorteo. De esta manera se garantiza que para cada sub-tema establecido todos los integrantes hayan preparado la sesión independiente al rol que tenga que desempeñar en la sesión. A partir de la ejecución de la segunda parte del seminario y hasta el final, el grupo es reducido a IV estudiantes y la dinámica de cada sesión se sigue desarrollando como desde el inicio.

Los temas se ejecutaron de la siguiente manera:

Tabla 1. Distribución de la relatoría de los temas del seminario de investigación.

PRIMERA PARTE	
MODELOS TECTONICOS	
Capítulos	Relator
1. Límites del Macizo de Santander.	Leidy Julieta Plata
2. Modelos de extensión versus acortamiento.	Leonardo Palmera
3. Falla de Bucaramanga e Indentor de Pamplona.	Javier Rojas Arismendi
4. Fallas Internas del Macizo	Adriana Rodríguez
SEGUNDA PARTE	
ROCAS CRISTALINAS	
Capítulos	Relator
5. Metamorfismo regional y de contacto.	Leonardo Palmera
6. Granitoides y magmatismo.	Leidy Julieta Plata
7. Correlación del Macizo de Santander con otros macizos.	Leidy Julieta Plata
TERCERA PARTE	
CORRELACIÓN DE CUENCAS SEDIMENTARIAS	
Capítulos	Relator
8. Correlación del Macizo de Santander con la cuenca Llanos Orientales.	Javier Rojas Arismendi
9. Correlación del Macizo de Santander con la cuenca Valle Medio del Magdalena.	Laura Marcela Caicedo
10. Cuencas internas y análisis de subsidencia.	Leidy Julieta Plata

CUARTA PARTE	
GEOLOGÍA DEL CUATERNARIO	
Capítulos	Relator
11. Neotectónica, amenaza sísmica y geología del Cuaternario.	Laura Marcela Caicedo
12. Geología ambiental e hidrogeología.	Laura Marcela Caicedo
QUINTA PARTE	
RECURSOS DEL SUBSUELO	
Capítulos	Relator
1. Recursos metálicos y no metálicos.	Javier Rojas Arismendi

Fuente: Autores.

a. Descripción de los subtemas

1. Límites del Macizo de Santander: En este capítulo se determinaron los límites estructurales del Macizo de Santander, además de una breve introducción de la geología general del Macizo.
2. Modelos de extensión vs acortamiento: Este capítulo hace referencia a los principales modelos tectónicos generados para el Bloque Maracaibo, Placa Caribe, Cordillera Oriental y Macizo de Santander. Además se muestran estudios y análisis gravimétricos y flexurales.
3. Falla de Bucaramanga e Indentor de Pamplona: Se consideran las características generales de la Falla Bucaramanga, además de su comportamiento, desplazamiento y su relación con fallas menores. Para el tema del Indentor de Pamplona, se resalta la complejidad estructural y se explica mediante modelos propuestos por diferentes autores como se originó y cuál es su comportamiento.

4. Fallas Internas: Se estudian las principales fallas que conforman el Macizo de Santander con base a la cartografía geológica disponible en las escalas 1:1.000.000 y 1:100.000, y se retoma de nuevo el tema de límites del Macizo. Además para cada falla se menciona sus características principales y su ubicación.
5. Metamorfismo Regional y de Contacto: Se estudian las rocas que conforman el basamento del Macizo de Santander, sus características, como litología, grado de metamorfismo, edad y ubicación. Además se muestra una evolución geológica explicando los procesos orogénicos para entender de manera clara el origen del basamento en el Macizo de Santander.
6. Rocas Ígneas y Basamento: En este capítulo se presentan los pulsos magmáticos que afectaron el Macizo de Santander y los cuerpos ígneos asociados a estos pulsos, se mencionan los procesos mineralizantes que se dan en el Macizo pero son explicados en mayor detalle en la sesión de recursos del subsuelo.
7. Correlación con otros Macizos: En este capítulo se correlaciona el Macizo de Santander con otros macizos, como el Macizo de Garzón, Floresta y Sierra Nevada de Santa Marta a partir de dataciones isotópicas realizadas para las rocas de basamento de cada uno de estos. Estos datos son interpretados con el fin de obtener un modelo paleogeográfico coherente para considerar a partir de los resultados plasmados en las publicaciones estudiadas, la posición y desplazamiento a lo largo del tiempo del Macizo de Santander.
8. Correlación de cuencas: En este capítulo se estudian los análisis de subsidencia asociados a la formación de cuencas, las cuencas

estructurales internas y su historia sedimentaria, permitiendo realizar un análisis de correlación entre ellas.

9. Neotectónica y amenaza sísmica: Se estudia la cinemática y actividad cuaternaria de fallas en el Macizo de Santander, principalmente la actividad de la Falla de Bucaramanga. El análisis de amenaza sísmica para el Macizo se basa en los registros de sismicidad instrumental para esta zona, en especial asociados al Nido sísmico de Bucaramanga.
10. Geología ambiental e hidrogeología: Estudio de amenazas representativas para los departamentos de Santander y Norte de Santander con base a los mapas proporcionados por el SIG-OT vía web. Para el tema de hidrogeología, el análisis de fracturamientos en rocas cristalinas pertenecientes al macizo.
11. Recursos metálicos y no metálicos: Este capítulo trata sobre geología económica, los principales minerales de interés, su ubicación y prospección, reporte de algunas minas y posibles prospectos para exploración de recursos.
12. Cortes Geológicos: Consta de ocho cortes geológicos que atraviesan el Macizo de Santander en direcciones E-W, NW-SE, SW-NE DE Norte a Sur, realizados con base en la información proporcionada por las planchas 1:100.000 de algunos municipios de los departamentos de Santander y Norte de Santander dependiendo de la ubicación del corte geológico.

B. Protocolo.

El protocolo debe ser un documento que se genera a partir de una redacción exacta, precisa y sencilla. Es importante tener en cuenta que toda sesión debe iniciarse con la lectura del protocolo anterior. A continuación se muestra una de las actas documentadas durante el desarrollo del seminario:

SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN “ANÁLISIS DE LA GEOLOGÍA REGIONAL DEL MACIZO DE SANTANDER”

SEGUNDA SESIÓN

TEMA: Modelos de extensión versus acortamiento.

FECHA: 30 de Enero de 2013

DURACIÓN: 04:00 pm a 05:30 pm

ASISTENTES Y FUNCIONES:

Relator (a): Leonardo Palmera Sánchez.

Correlator (a): Laura Marcela Caicedo Flórez.

Protocolante: Javier Rojas Arismendi.

Director: Francisco Alberto Velandia Patiño.

Codirector: Julián Adres López Isaza

Asistentes:

Helberth S. García.

Claudia M. Rodríguez

Nelson López.

Sergio A. Hernández

Milton A. Galvis

Katherine Rueda

Carlos A. Quiroz

Jenny P. Hernández

Paola A. Quintero

Angy Plata

EVALUACIÓN DE LA RELATORÍA

En la exposición se discute sobre los modelos de extensión versus acortamiento en los modelos presentados por:

- Arnaiz-Rodríguez M., Rodríguez-Millán I., and Audemard, F. 2011. Análisis gravimétrico y flexural del occidente de Venezuela. *Revista Mexicana de ciencias geológicas*, 28(3): 420-33
- Audemard, F. and Audemard, F. 2002. Structure of the Mérida Andes, Venezuela: relations with the South American-Caribbean geodynamic interaction. *Tectonophysics*, 345: 299-327.
- Cediél, F., Shaw, R., and Cáceres, C. 2003. Tectonic Assembly of the Northern Andean Block. *AAPG Memoir* 79: 815-848.
- Kammer, A., 1999. Observaciones acerca de un Origen Transpresivo de la Cordillera Oriental. *Geología Colombiana*. 24 (2): 29-53.

Se define que es un terreno, unidad lito tectónica y unidad geomorfoestructral y se hace una descripción general de los dominios que constituyen el bloque Nor andino, además se cita a Mann (1994) en la posible formación de la placa Caribe. Por otro lado se observan los modelos propuestos para la formación de los Andes de Mérida y se establece su relación con la placa Caribe, Nazca y Sur americana,

además se utilizan modelos geofísicos relacionados con la formación de cuencas flexurales para observar el comportamiento isostático en el subsuelo y poder relacionarlo con un posible modelo. En el modelo propuesto por Kammer (1999) se definen los límites para el bloque Maracaibo, se analizan los tensores en el Macizo de Santander a partir de diaclasas y se determina que posee un origen transpresivo y cizallamiento puro? sinestral

DESARROLLO DE LA DISCUSIÓN

En la discusión se recomienda omitir el uso de “Escudo de Guyana” y utilizar el de “Cratón Amazónico” debido a que el término “Escudo de Guyana” es muy ambiguo. De igual forma se recomienda un mayor uso de imágenes y la disminución de texto en las presentaciones, se debe aprovechar mejor las imágenes de los artículos y su discusión resumiendolas de una mejor forma, además se recomienda la comparación entre dos o más artículos para poseer una mejor visualización del tema.

No quedó claro los modelos del origen de los andes de Mérida y su relación con la Cordillera Oriental.

OBSERVACIONES

Queda pendiente establecer los límites del Macizo de Santander y reformar las conclusiones de la primera sesión.

Buscar la diferencia entre el basamento de Mérida y en basamento de Colombia, hacer una comparación entre el macizo de Santander, Santa Marta, Mérida y establecer su relación con la placa caribe.

TEXTOS DE REFERENCIA.

Se deben tomar imágenes de los artículos de Corredor (2003), Montes *et al.* (2010), Restrepo –Pace y Cediél (2010), Audemard y Audemar (2002), Kammer (1999) y relacionarlos con los límites del bloque Maracaibo.

TEMA DE LA SIGUIENTE SESIÓN: Falla de Bucaramanga e Indentor de Pamplona.

Capítulo 4

Finalización

Como producto final se entrega: un libro de memorias donde se documentan todos los temas y subtemas organizados por capítulos en el orden en que se desarrollaron las sesiones, el presente documento donde se explica en detalle las bases metodológicas del seminario alemán, una compilación magnética organizada y clasificada de todos los artículos y publicaciones estudiadas durante el seminario, 14 presentaciones en power point usadas en cada sesión por el relator y ocho cortes geológicos del Macizo de Santander, en medio magnético y físico.

C. Libro de Memorias.

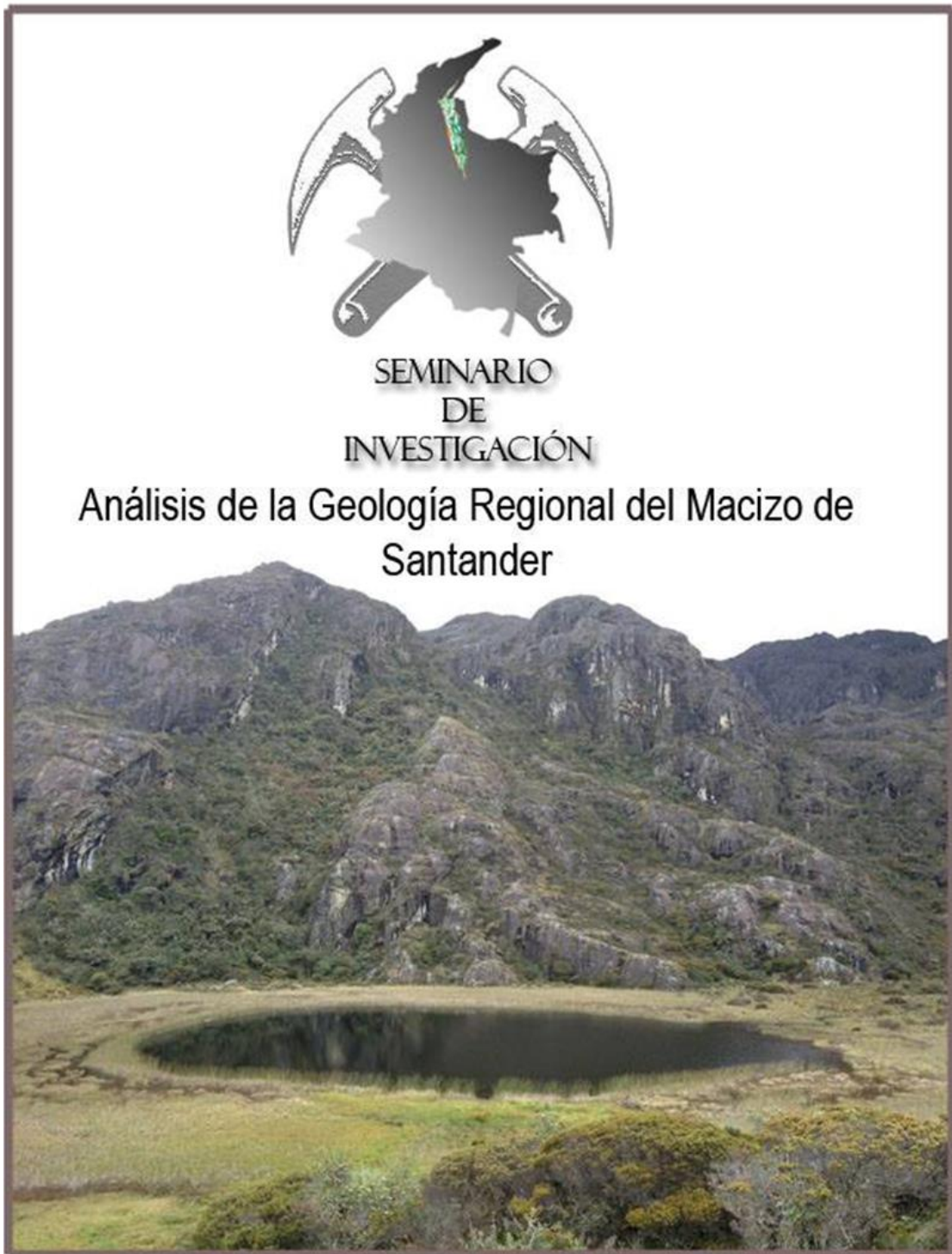
El libro de memorias del Seminario de Investigación se titula “Análisis de la Geología Regional del Macizo de Santander”. Se considera este y los cortes el producto físico más importante de este proyecto de grado. Allí se sintetiza la investigación que se realizó en el transcurso del seminario. En él, se encuentra plasmado el conocimiento y aporte brindado por cada integrante, el cual fue obtenido en los procesos de lectura , estudio de las publicaciones y en los espacios de debate siempre guiados el director y co-director.

Este libro está dividido principalmente en 5 grandes temas como se explicó anteriormente, y un anexo de ocho cortes geológicos a escala 1:100.000.

Este documento está disponible en la escuela de Geología y en la biblioteca de la Universidad Industrial de Santander.

A continuación se muestra en la Figura 2 la portada exterior del libro de memorias.

Figura. 2 Portada exterior del libro de memorias



Fuente: Autores.

D. Presentaciones.

Las presentaciones constituyen el apoyo didáctico usado durante las sesiones para desarrollar el tema de manera fluida concentrando la atención de todos los participantes y asistentes. Estas presentaciones se caracterizan por la importancia especial que se le da a las imágenes y tablas, dejando el uso de texto como complemento a ellas. Las figuras 3 y 4 son ejemplo de las diapositivas usadas durante el desarrollo del seminario.

Este material fue elaborado en Microsoft Power Point y está estructurado de la siguiente manera:

1. Presentación de la sesión del seminario correspondiente.
2. Desarrollo del tema
3. Bibliografía

Figura. 3 Ejemplo 1 de las presentaciones

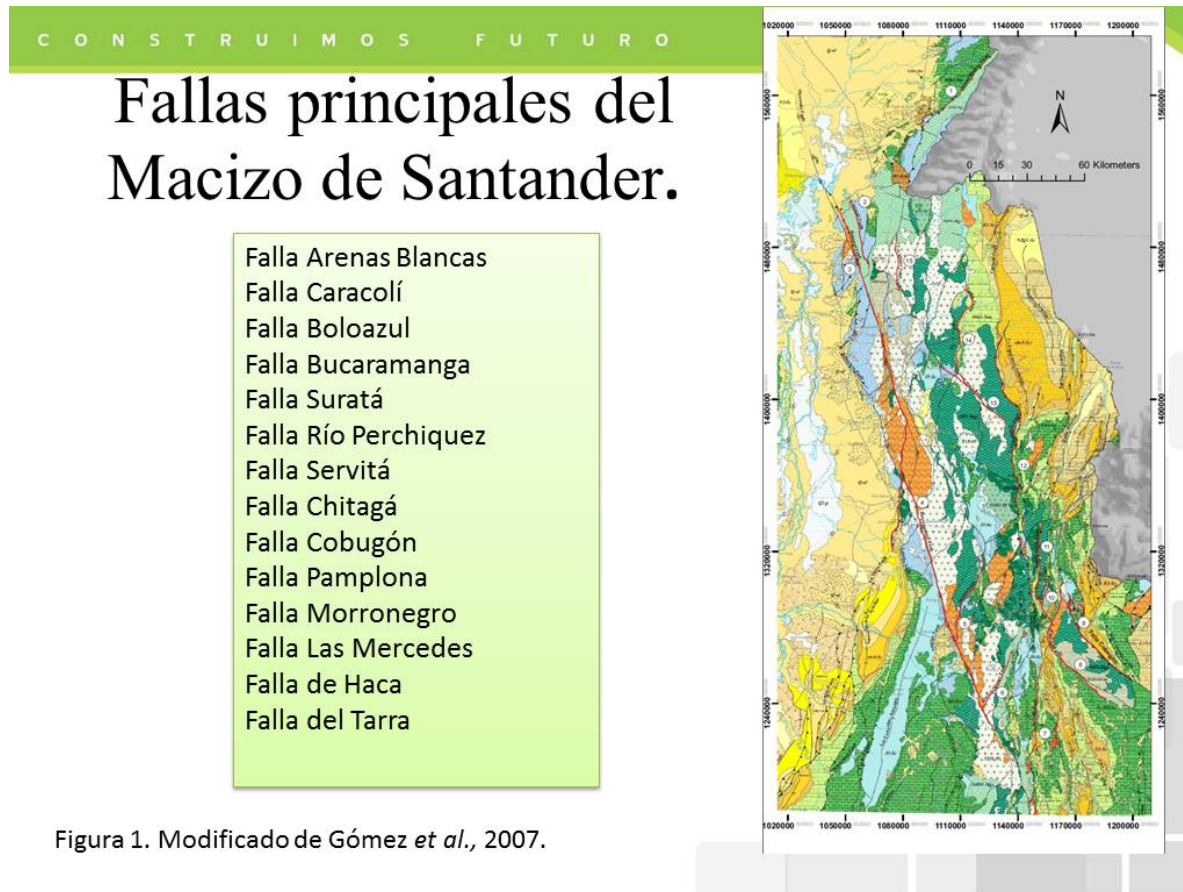



Figura 1. Modificado de Gómez *et al.*, 2007.

Fuente: Autores

Figura. 4 Ejemplo 2 de las presentaciones

C O N S T R U I M O S F U T U R O

Universidad Industrial de Santander 

Diagramas de diedros o balones de playa para la ubicación de los esfuerzos en el Macizo de Santander

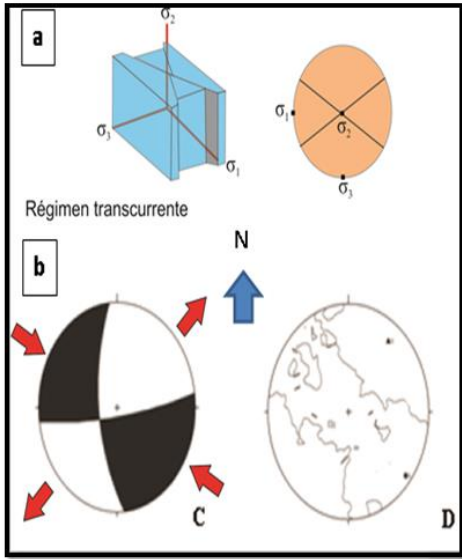


Figura 8. a) Modificado por Rosello, 2001, b) Modificado de Velandia, 2010

Fuente: Autores

Capítulo 5

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Se generó un libro de memorias que sintetiza de manera organizada la información científica recopilada durante la realización del Seminario. La interpretación, análisis y discusión de estas publicaciones por parte de los participantes activos del seminario han sido plasmadas y documentadas por los autores en cada capítulo de este producto final, constituyendo un aporte valioso para el Análisis de la Geología Regional del Macizo de Santander.
- Se realizaron ocho cortes geológicos que atraviesan la zona del Macizo en una dirección aproximada W-E de Norte a Sur. Con base a la realización de estos cortes ha sido posible para los autores tener un mejor entendimiento del estilo estructural y la estratigrafía de la zona. Los cortes se realizaron con base a la información cartográfica disponible del Servicio Geológico Colombiano a escala 1:100.000 para los Departamentos de Santander y Norte de Santander.
- Con base a los mapas geológicos de Colombia, Santander y Norte de Santander y publicaciones sobre el Macizo de Santander fue posible establecer y documentar los límites tectónicos del Macizo.
- La información disponible en las publicaciones para el Macizo de Santander es muy amplia y se ha tenido en cuenta en este seminario aquellas encontradas desde los años 70 hasta la actualidad. Para facilitar la consulta bibliográfica para el estudio del Macizo de Santander, se compila el registro

de estas publicaciones y es organizada y clasificada de manera que pueda ser encontrada y estudiada con facilidad en el futuro.

- La metodología del seminario alemán permitió el enriquecimiento colectivo de conocimientos no solamente asociados al Macizo de Santander sino también a la geología en general. Las actividades de discusión y participación activa tanto de los integrantes del seminario como del director, codirector y asistentes a cada sesión, proporcionaron recursos importantes para documentar en el libro de memorias los aportes dados por parte de los autores.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda incentivar a los estudiantes para que se incorporen y familiaricen con estas metodologías de investigación, no solo para optar por la modalidad de grado de seminario alemán, sino también para adquirir un sentido crítico y de discusión en las cátedras recibidas durante el curso del pregrado.
- Con base a la información compilada en el libro de memorias se sugiere hacer una retroalimentación de cada uno de los temas tratados en el seminario, con el fin de continuar con el proceso de discusión y participación que caracteriza esta metodología de investigación.
- Los cortes geológicos entregados en este seminario no se presentan como un modelo definitivo del estilo estructural de la zona. Se sugiere que sean discutidos y si fuese posible, modificados teniendo en cuenta los diversos modelos tectónicos que se presentan para el Macizo de Santander.

- Para el caso de los estudios hidrogeológicos, y en base a los resultados que se presentan en el libro de memorias sustentados en los estudios de fracturas, se recomienda la proposición de mayor número de tesis de grado que se incorporen a este tema, dado el posible potencial hidrogeológico del Macizo.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, J., 2002. Estructura tectónica y modelos en 3D del piedemonte Occidental de la Cordillera Oriental y del Valle Medio del Magdalena, Colombia. Publicaciones geológicas especiales de Ingeominas. Publicación No. 25 ISSN-0120-078X.

Acosta, J., Lonergan, L., and Coward, M. 2004. Oblique transpression in the western thrust front of the Colombian Eastern Cordillera. *Journal of South American Earth Sciences* 17:181-194.

Almeyda, W. 2002. Evaluación del riesgo sísmico del acueducto de Bucaramanga, estudio de Microzonificación sísmica indicativa de Bucaramanga-Colombia. Informe Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. 10p.

Arnaiz-Rodríguez M., Rodríguez-Millán I., and Audemard, F. 2011. Análisis gravimétrico y flexural del occidente de Venezuela. *Revista Mexicana de ciencias geológicas*, 28(3): 420-33

Audemard, F. and Audemard, F. 2002. Structure of the Mérida Andes, Venezuela: relations with the South American-Caribbean geodynamic interaction. *Tectonophysics*, 345: 299-327.

Ayala, R.C., Bayona, G., Cardona, A. Ojeda, C., Montenegro, O.C., Montes, C., Valencia, V., and Jaramillo, C. 2012. The paleogene synorogenic succession in the northwestern Maracaibo block: Tracking intraplate uplifts and changes in sediment delivery systems. *Journal of South American Earth Sciences*. 39: 93-111.

Barrero, D., Pardo, A., Vargas, C., and Martínez, J. 2007. Colombian Sedimentary Basins: Nomenclature, Boundaries and Petroleum Geology, a New Proposal. Agencia Nacional de hidrocarburos, ISBN:978-958-98237-0-5.

Backé G., Dhont D., and Hervouet, Y. 2006. Spatial and temporal relationships between compression, strike slip and extension in the Central Venezuela Andes: Clues for Plio-Quaternary tectonic escape. *Tectonophysics*, 425: 25-53.

Bayona, G., Cortés, M., Jaramillo, C., Ojeda, G., Aristizabal, J., and Reyes-Harker, A. 2008. An integrated analysis of an orogen-sedimentary basin pair: Latest Cretaceous-Cenozoic evolution of the linkend Eastern Cordillera orogen and the Llanos foreland basin of Colombia. *Geological Society of America*, 120(9/10): 1171-1197.

Bayona G., Jiménez, G., Silva, C., Cardona, A., Montes, C., Roncancio, J., and Cordani, U. 2010. Paleomagnetic data and K–Ar ages from Mesozoic units of the Santa Marta massif: A preliminary interpretation for block rotation and translations. *Journal of South American Earth Sciences*, 29: 817-831.

Boinet, T., Bourgois, J., Mendoza, H., and Vargas, R. 1985. Le poinçon de Pamplona (Colombie): un jalon de la frontière méridionale de la plaque caraïbe. *Bull. Soc. géol. France*, 8(3): 403-413.

Boinet, T., Bourgois, J., and Mendoza, H. 1982. Tectónica de sobrecorrimiento y sus implicaciones estructurales en el área Pamplona-Labateca Cordillera Oriental de Colombia. *Boletín de Geología, Universidad industrial de Santander*, 15(29): 67-79

Cardona, A., Chew, D., Valencia, V.A, Bayona, G., Miscovic, A., and Ibañez-Mejía. 2010. Grenvillian remnants in the Northern Andes: Rodinian and Phanerozoic paleogeographic perspectives. *Journal of South America Earth Sciences* 29: 92-104.

Cediel, F., Shaw, R., and Cáceres, C. 2003. Tectonic Assembly of the Northern Andean Block. *AAPG Memoir* 79: 815-848.

- Cordani, U., Cardona, A., Jiménez, D., Liu, D., and Nutman, A.P. 2005. Geochronology of Proterozoic basement inliers in the Colombian Andes: Tectonic history of remnants of a fragmented Grenville belt. *Geological Society*, 246: 329-346.
- Corredor, F. 2003. Eastward extent of the Late Eocene-Early Oligocene onset of deformation across the northern Andes: constraints from the northern portion of the Eastern Cordillera fold belt, Colombia. *Journal of South American Earth Sciences*, 16: 445-457
- Cortés, M., Colletta, B., and Angelier, J. 2006. Structure and tectonics of the central segment of the Eastern Cordillera of Colombia. *Journal of South American Earth Sciences*. 21 (4): 437-465.
- Cooper, M.A., Addison, F.T., Alvarez, R., Coral, M., Graham, R.H., Hayward, A.B., Howe, S., Martínez, J., Naar, J., Peñas, R. Pulham, A.J., and and Taborda, A. 1995. Basin Development and Tectonic History of the Llanos Basin, Eastern Cordillera, and Middle Magdalena Valley, Colombia. *AAPG Bulletin*, 79(10):1421-1443.
- Cruz, J., 1972. Yacimientos de hierro en Colombia y depósitos de hierro en Sudamérica. *Boletín Geológico*, 20(3)
- Daconte, R; y Salinas, R. 1980. Geología de las planchas 66 Miraflores y 76 Ocaña. Memoria explicativa. Ingeominas,1844.
- Daconte, R., y Salinas, R. 2009. Geología de la plancha de 76 Ocaña. Escala 1:100.000. Ingeominas.
- Delors et al., 1996. La Educación Encierra un Tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI. París.

Diéderix, H., Hernández, C., Torres, E., Osorio, J., y Botero, P. 2009. Resultados preliminares del primer estudio Paleosismológico a lo largo de la Falla de Bucaramanga, Colombia. *I²+D*, 9(2): 18-23

Diéderix, H., Torres, E., Hernández, C., Bohórquez, O. 2009. Evolución tectónica y morfodinámica durante el cuaternario en la zona de Cúcuta y alrededores, Norte de Santander. Ingeominas.

Dörr, W., Grösser, J.R., Rodríguez, G.I., and Kramm, U. 1995. Zircon U-Pb age of the Paramo Rico tonalite-granodiorite, Santander Massif (Cordillera Oriental, Colombia) and its geotectonic significance. *Journal of South American Earth Sciences*, 8(2):187-194.

Duncan Kipiie, J. and Ortega-Gutiérrez, F. 2010. 1.3–0.9 Ga Oaxaquia (Mexico): Remnant of an arc/backarc on the northern margin of Amazonia. *Journal of South American Earth Sciences*, 29: 21-27.

Egbue, O., and Kellogg, J., 2012. Three-dimensional structural evolution and Kinematics of the Piedemonte Llanero, Central Llanos foothills, Eastern Cordillera, Colombia. *Journal of South American Earth Sciences* 39: 216-217

Etayo-Serna, F., Barrero, D., Lozano, H., Espinosa, A., González, H., Orrego, A., Ballesteros, I., Forero, H., Ramírez, C., Zambrano, F., Duque-Caro, H., Vargas, R., Nuñez, A., Alvarez, J., Ropaín, C., Cardozo, E., Galvis, N., y Sarmiento, L. 1983. Mapas de Terrenos Geológicos de Colombia. Ingeominas, 14-1.

García, J., Ibañez, D., Carrillo, E., Castro, E., y Suarez, J. 2001. Mapa de Zonificación Geotécnica. Ingeominas.

Gómez, J., Nivia, A., Montes, N.E., Tejada, M.L., Jiménez, D.M., Sepúlveda, M.J., Osorio, J.A., Gaona, T., Diederix, H., Uribe, H., and Mora, M. 2007. Geological map of Colombia. Scale 1:1'000.000. INGEOMINAS.

Gómez, S., 2002. Problemas erosivos a partir de los Sistemas Hidrogeológicos en el Macizo de Santander. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander.

Hubach, E., 1957. Contribución a las unidades estratigráficas de Colombia. Servicio Geológico Nacional. 1212.

Idárraga-García, J., and Romero, J., 2010. Neotectonic study of the Santa Marta Fault System, Western foothills of the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Journal of South American Earth Sciences*, 29: 849-860.

Ingeominas, 2001. Zonificación sismotectónica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga.

Kammer, A., 1993. Steeply Dipping Basement Faults and Associated Structures of the Santander Massif, Eastern Cordillera, Colombian Andes. *Geologia Colombiana*, 18: 47-64.

Kammer, A., 1999. Observaciones acerca de un Origen Transpresivo de la Cordillera Oriental. *Geología Colombiana*. 24 (2): 29-53.

López, J., Velandia, F., Silva, A.I, Cano, H.I & Felder, F., 2013. Geología y estructura del proyecto angostura. Algunas consideraciones genéticas. XIV Congreso Colombiano de Geología. Colombia, 566-567.

Mantilla, L., and Garcia C., 1995, Metamorfismo y metalogenia asociada del Macizo de Santander, Cordillera Oriental (Colombia).

Mantilla, L., Valencia, V., Barra, F., Pinto, J., y Colegial, J., 2009. Geocronología U-Pb de los cuerpos porfiriticos del distrito aurífero de vetas-california (Departamento de Santander, Colombia). *Boletín de Geología* 31(1).

Mantilla, L., Mendoza, H., Bissig, T., y Hart, C., 2011. Nuevas evidencias sobre el magmatismo Mioceno en el distrito minero de Vetas-California (Macizo de Santander, Cordillera Oriental, Colombia). *Boletín de Geología*. 33(1).

Mantilla, L., Bissig, T., Cottle, J., and Hart, C., 2012. Remains of early Ordovician mantle-derived magmatism in the Santander Massif (Colombian Eastern Cordillera). *Journal of South America Earth Sciences*, 38: 1-12.

Mantilla, L., Bissig, T., Valencia, V., and Hart, C., 2013. The magmatic history of the Vetas-California mining district, Santander Massif, Eastern Cordillera, Colombia. *Journal of South America Earth Sciences*, 45: 235-249.

Mojica, J., y Villarroel, C., 1984. Contribución al conocimiento de las unidades Paleozoica del área de Floresta (Cordillera Oriental Colombiana; departamento de Boyacá) y en especial al de la Formación Cucho. *Geología Colombiana*, 13: 55-80.

Montes, C., Robert, J., and Restrepo-Pace, P., 2005. Tectonic reconstruction of the northern Andean blocks: Oblique convergence and rotations derived from the kinematics of the Piedras–Girardot área, Colombia. *Tectonophysics*, 399: 221-250.

Montes, C., Guzman, G., Bayona, G., Cardona, A., Valencia, V., and Jaramillo, C., 2010. Clockwise rotation of the Santa Marta massif and simultaneous Paleogene to Neogene deformation of the Plato-San Jorge and Cesar-Ranchería basins. *Journal of South America Earth Sciences*, 29: 832-848.

Mora, A., Gaona, T., Kley, J., Montoya, D., Parra, M., Quiroz, L., Reyes G., and Strecker, R. 2008. The role of inherited extensional fault segmentation and linkage contractional orogenesis: a reconstruction of lower Cretaceous inverted rift basins in the Eastern Cordillera of Colombia.

Morales, M., Otero, J., Van der Hammen T., Torres, A., Cadena, C., Pedraza, C., Rodríguez, N., Franco, C., Betancourth, J., Olaya, E., Posada, E. y Cárdenas, L., 2007. Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 208 p

Morales, P., 1965. A contribution to the knowledge of the Devonian Faunas of Colombia. *Boletín de Geología UIS*, 19: 51-94.

Paris, G., Machette, M., Dart, R., and Haller, K., 2000. Map and Database of Quaternary faults and folds in Colombia and its offshore regions. Science for a changing world. 00-0284.

Prieto, G., Muñoz, R., Gonzales, L., Bravo, M., García, G., Villamizar, J., Tabares, L., Castellanos, F., 2009. Mapa de anomalías geoquímicas de Colombia. Ministerio de minas y energía, Ingeominas.

Red Sismológica Nacional de Colombia. 2010. Boletín de Sismos. Enero-Junio 2010. Consultado el 13 de Noviembre de 2013. http://seisan.ingegominas.gov.co/RSNC/boletines/2010/Semestrales/Bol_Sism_I-2010.pdf.

Red Sismológica Nacional de Colombia. 2010. Boletín de Sismos. Julio-Diciembre 2010. Consultado el 13 de Noviembre de 2013. http://seisan.ingegominas.gov.co/RSNC/boletines/2010/Semestrales/Bol_Sism_II-2010.pdf.

Red Sismológica Nacional de Colombia. 2011. Boletín de Sismos. Enero-Junio de 2011. Consultado el 13 de Noviembre de 2013. <http://seisan.ingegominas.gov.co/RSNC/boletines/2011/Semestrales/Bol%20Sism%20I-2011.PDF>

Red Sismológica Nacional de Colombia. 2011. Boletín de Sismos. Julio-Diciembre de 2011. Consultado el 13 de Noviembre de 2013. http://seisan.ingegominas.gov.co/RSNC/boletines/2011/Semestrales/Bol_Sism_II-2011.pdf.

Red Sismológica Nacional de Colombia. 2012. Boletín de Sismos. Enero-Junio de 2012. Consultado el 13 de Noviembre de 2013. http://seisan.ingegominas.gov.co/RSNC/boletines/2012/Semestrales/Bol_Sism_I-2012.pdf

Red Sismológica Nacional de Colombia. 2012. Boletín de Sismos. Julio-Diciembre de 2012. Consultado el 13 de Noviembre de 2013 http://seisan.ingeminas.gov.co/RSNC/boletines/2012/Semestrales/Bol_sism_II-2012.pdf

Red Sismológica Nacional de Colombia. 2012. Boletín de Sismos. Julio-Diciembre de 2012. Consultado el 13 de Noviembre de 2013 http://seisan.ingeminas.gov.co/RSNC/boletines/2013/Semestrales/Bol_sismo_I_2013.pdf.

Restrepo, J. and Toussaint, J. 1988. Terranes And Continental Accretion in the Colombian Andes. 11(3).

Restrepo-Pace, P., Ruiz, J., Gehrels, G., Cosca, M. 1997. Geochronology and Nd isotopic data of Grenville-age rocks in the Colombian Andes: new constraints for Late Proterozoic-Early Paleozoic paleocontinental reconstructions of the Americas. *Journal of South America Earth Sciences*, 150:427-441.

Restrepo-Pace, P., Cediél, F., 2010. Northern South America basement tectonics and implications for paleocontinental reconstructions of the Americas. *Journal of American Earth Sciences*, 29: 764-771.

Ríos, C., Garcia, C., and Takasu, A. 2003. Tectono-metamorphic evolution of the Silgará Formation metamorphic rocks in the southwestern Santander Massif, Colombian Andes. *Journal of South American Earth Science* 16: 133-154.

Robb, L., 2005. *Introduction to Ore-forming Processes*. Blackwell publishing.

Rodríguez, O; Vargas, N; Jaramillo, O; Piñeros, A; y Cañas, H. 2010. Oferta y uso de agua subterránea en Colombia. En: *Estudio Nacional del Agua*. IDEAM. 112-168.

Royero, J.M., y Clavijo, J., 2001. *Mapa geológico generalizado departamento de Santander*. Memoria Explicativa. Santander, Colombia.

Royero, J., y Clavijo, J., 2001. Mapa geológico generalizado departamento de Santander. Instituto nacional de investigaciones geológico- mineras.

Sarmiento, L., Van Wess, and J., Cloetingh, S., 2006. Mesozoic transtensional basin history of the Eastern Cordillera, Colombian Andes: Inferences from tectonic model. *Journal of South American Earth Sciences* 21: 383-411.

Sarmiento-Rojas, L. 2001. Mesozoic Rifting and cenozoic basin inversion history of the Eastern Cordillera, Colombian Andes. Inferences from tectonic models. ISBN 9287-25-5, 1(1).

Saylor, J., Stockli, D., Hortoin B., Nie, J., Mora, A., 2012. Discriminating rapid exhumation from syndepositional volcanism using detrital zircon double dating: Implications for the tectonic history of the Eastern Cordillera, Colombia. *The Geological Society of America BULLETIN*.

SIG-OT. 2012. Mapa Nacional de amenaza por remoción en masa. http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/PDF/AmenRemoMasa_Nal_Am_V2.pdf?

Consultado el 13 de Septiembre de 2013

SIG-OT. 2012. Mapa Nacional de erosión. Consultado el 13 de Septiembre de 2013. http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/PDF/Erosion_Nal_Am_V2.pdf?

SIG-OT. 2012. Mapa Nacional de Susceptibilidad por remoción en masa. http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/PDF/SuceptibilRemocionMasa_Nal_Am_V2.pdf?.C

onsultado el 13 de Septiembre de 2013.

Taboada, A., Rivera, L., Fuenzalida, A., Cisternas, A., Philip, H., Bijwaard, H., Olaya, J., and Rivera, C., 2000. Geodynamics of the northern Andes Subductions and intracontinental deformation (Colombia). *19(5): 787-813.*

Taboada, A., Dimaté C.; y Fuenzalida, A. (1998). Sismotectónica de Colombia: deformación continental activa y subducción. *Física de La Tierra*, 10: 111-147.

Téllez, N., 1978. Geología del Área Labateca-Ragonvalia. Boletín de Geología UIS, 26: 5-37.

Toro, J., 1990. The termination of the Bucaramanga fault in the Cordillera Oriental, Colombia. The University of Arizona.

Ujueta-Lozano, G. 2007. Tectónica de bloques, delimitados por lineamientos de dirección NO-SE y NNE-SSO a NE-SO en el norte y nordeste de Colombia y en el noroccidente de Venezuela. Geología Colombiana, 32: 3-20

Urueña-Suárez, C., and Zuluaga, C., 2011. Petrografía del Neis de Bucaramanga en cercanías a Cepitá, Berlín y Vetas – Santander. Geología Colombiana, 36(1). ISBN 0072-0992.

Velandia, F., 2010. Análisis de fracturas para exploración de aguas subterráneas en el centro de Santander. Hidrogeología para la gestión del recursos Hídrico. 149-158. Universidad de Antioquia. ISBN 978-958-714-453-6.

Veloza G., Styron, R., and Taylor M., 2012. Open-source archive of active faults for northwest South America. GSA TODAY, 22 (10), doi: 10.1130/GSAT-G156A.1.

Vélez, C. Resumen El Seminario Investigativo, basado en el Simposio permanente sobre la Universidad 1990-1992 ASCUN.

Vergara, O., 2004. Prospección geológica para aguas subterráneas en rocas cristalinas fracturadas del Macizo de Santander, Sector Oriental de Bucaramanga. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander.

Villamil, T., 1999. Campanian-Miocene tectonostratigraphy, depocenter evolution and basin development of Colombia and Western Venezuela. Paleogeography, paleoclimatology, paleoecology 153, 239-275.

Ward, D., Goldsmith, Jimeno, R., Cruz, J., Restrepo, H., 1973. Geología de los cuadrángulos H-12 Bucaramanga y H-13 Pamplona departamento de Santander. Instituto nacional de investigaciones geológico-mineras. 30: 1-3.

ANEXOS