

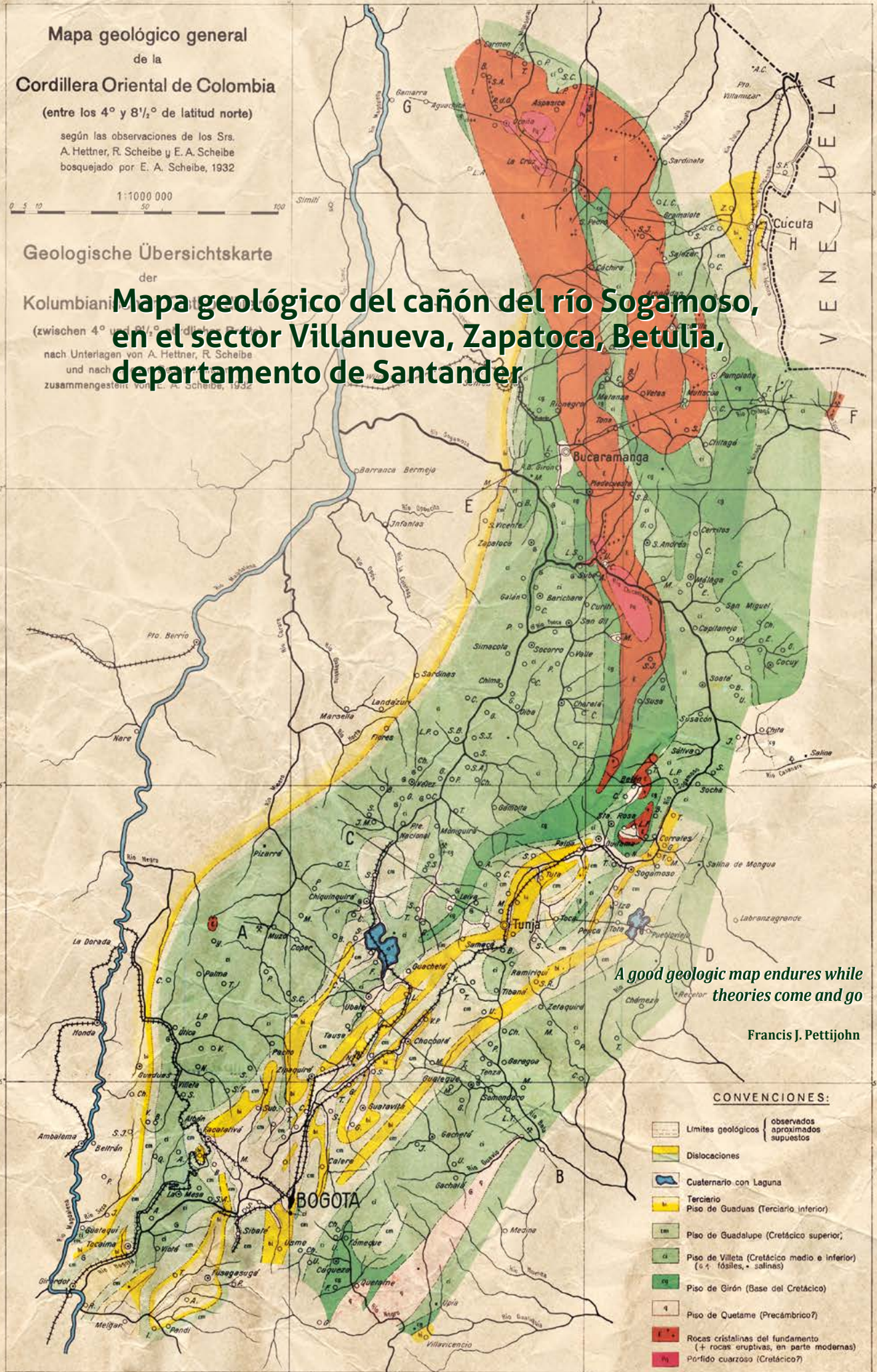
Mapa geológico general
de la
Cordillera Oriental de Colombia
(entre los 4° y 8½° de latitud norte)
según las observaciones de los Srs.
A. Hettner, R. Scheibe y E. A. Scheibe
bosquejado por E. A. Scheibe, 1932

1:1000 000
0 5 10 50 100

Geologische Übersichtskarte
der
Kolumbianischen

(zwischen 4° und 8½° nördlicher Breite)
nach Unterlagen von A. Hettner, R. Scheibe
und nach eigenen Beobachtungen
zusammengestellt von E. A. Scheibe, 1932

**Mapa geológico del cañón del río Sogamoso,
en el sector Villanueva, Zapatoca, Betulia,
departamento de Santander**



*A good geologic map endures while
theories come and go*

Francis J. Pettijohn

CONVENCIONES:

- Límites geológicos { observados aproximados supuestos
- Dislocaciones
- Cuaternario con Laguna
- Terciario
Piso de Guaduas (Terciario inferior)
- em
Piso de Guadalupe (Cretácico superior)
- di
Piso de Villeta (Cretácico medio e inferior)
(s. f. fósiles, + salinas)
- gi
Piso de Girón (Base del Cretácico)
- q
Piso de Quetame (Precámbrico?)
- Rocas cristalinas del fundamento
(+ rocas eruptivas, en parte modernas)
- Pórfido cuarzosos (Cretácico?)

Portadilla: Mapa geológico de las regiones aledañas al cañón del río Sogamoso, compilado por Ernst Albert Scheibe y publicado por el Ministerio de Industrias y Trabajo, Departamento de Minas y Petróleos, en 1938, como parte de los estudios geológicos y paleontológicos sobre la cordillera Oriental de Colombia.

Citación: Moreno-Sánchez, Giovanni. 2019. "Mapa geológico del cañón del río Sogamoso, en el sector Villanueva, Zapatoca, Betulia, departamento de Santander". En *Estudios geológicos y paleontológicos sobre el Cretácico en la región del embalse del río Sogamoso, Valle Medio del Magdalena*, dirección científica y edición de Fernando Etayo-Serna. Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia vol. XXIII. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

A b s t r a c t

The update of the geological map of the lithostratigraphic units of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous outcrops in the vicinity of the Sogamoso river canyon between Villanueva (SE) and Betulia (NW) is presented. Using morphological criteria (valleys and ridges), four stratigraphic intervals were mapped in the Jurassic Girón Group, without attributing formal lithostratigraphic nomenclature, while for the Cretaceous, the following units with the rank of formation were identified: Los Santos, Cumbre, Rosa Blanca (with Members Lagunetas, Carrizal, Zo, Sapo and Zapatoca), La Paja, Tablazo and Simití.

The main structural feature of the region is the NE-SW Suarez fault with SE vergence. In the hanging block of the Suárez fault, the Zapatoca syncline exists, while in the adjacent block, the La Fuente syncline, Suárez anticline and Villanueva syncline are present ("sector de mesas y cuestas" in Los Santos and Barichara).

Mapa geológico del cañón del río Sogamoso, en el sector Villanueva, Zapatoca, Betulia, departamento de Santander

7

Giovanni Moreno Sánchez

RESUMEN

Se presenta la actualización de la cartografía geológica de las unidades litoestratigráficas del Jurásico superior y Cretácico inferior aflorantes en los alrededores del cañón del río Sogamoso, entre Villanueva (SE) y Betulia (NW). Con criterio morfológico (valles y cornisas), se cartografiaron cuatro intervalos estratigráficos en el Grupo Girón, del Jurásico, sin atribuirles nomenclatura litoestratigráfica formal, mientras que del Cretácico se identifican las unidades con rango de formación: Los Santos, Cumbre, Rosa Blanca (con los miembros Lagunetas, Carrizal, Zo, Sapo y Zapatoca), La Paja, Tablazo y Simití.

El rasgo estructural principal de la región es la Falla del Suárez, de dirección NE-SW y vergencia al SE. En el bloque colgante de la Falla del Suárez se produce el Sinclinal de Zapatoca, mientras que en el bloque yacente destacan el Sinclinal de La Fuente, el Anticlinal del Suárez y el Sinclinal de Villanueva ("sector de mesas y cuestras" de Los Santos y Barichara).

INTRODUCCIÓN

Rocks are records of events that took place at the time they formed. They are books. They have a different vocabulary, a different alphabet, but you learn to read them.

John McPhee.

El río Sogamoso, llamado así a partir de la confluencia de los ríos Suárez y Chicamocha, genera una morfología característica conocida en su margen E como "Sector de Mesas y Cuestras", desde San Gil, al S, hasta Girón, al N (Julivert 1958a; 1958b). A través de la disección que genera en el terreno es posible obtener el registro estratigráfico de las unidades del Jurásico tardío (Navas 1963; Cediél 1968) y Cretácico temprano (Etayo-Serna y Guzmán-Ospitia 2019; Montoya 2019a y 2019b).

El presente trabajo actualiza la cartografía geológica de esta región con base en levantamientos estratigráficos de detalle del sector central del Departamento de Santander, que comprende parte de los municipios de Girón, Betulia, Zapatoca, Los Santos, Villanueva, Galán y Barichara, y cubre un área de 450 km² (**fig. 1**). Los trabajos geológicos en la región se iniciaron con Karsten (1886), mientras que los estratigráficos propiamente dichos comenzaron con Hettner (1892), seguidos por Scheibe (1938; véase Etayo-Serna

1989). Trabajos geológicos adicionales incluyen los aportes de Hubach (1953; 1957), Julivert (1958a; 1958b; 1968), Navas (1963), Julivert et al. (1964), Téllez (1964), Cediél (1968), Ward et al. (1969 1973, 1977), Etayo-Serna et al. (1976) y Pulido González (1979).

En los levantamientos de campo se emplearon sectores de los mapas topográficos a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (120-III B, 120-IV-A, 120-III-D, 120-IV-C, 135-I-B y 135-II-A), que comprenden un área de 450 km². Las localizaciones de los lugares se referencian siempre en metros. Para la descripción de arenitas en campo se siguió a Folk (1954) y Pettijohn et al. (1973), mientras que para las rocas sedimentarias calcáreas se consideró a Dunham (1962) y Folk (1962). Para el espesor y la forma de las capas se utilizaron los criterios de Campbell (1967) e Ingram (1954). Los precisos levantamientos estratigráficos y bioestratigráficos de la Formación Rosa Blanca, con su consecuente definición de base y tope de los miembros constituyentes (Etayo-Serna y Guzmán-Ospitia 2019), fueron incorporados en el presente mapa geológico. La construcción de los perfiles estructurales se basó en métodos geométricos (Suppe 1983), en los cuales la premisa de espesor constante fue considerada razonable para la región de estudio. La localización de las panorámicas y los detalles de afloramientos se referencian en metros. En la parte superior izquierda de las fotografías se presenta una rosa de los vientos que indica la dirección de observación y las coordenadas allí mencionadas, así como la localización del lugar desde el cual fue tomada.

ESTRATIGRAFÍA

La separación cartográfica de las unidades siliciclásticas corresponde a la utilizada por Navas (1963) y Cediél (1968), mientras que para el resto de la sucesión se utiliza el esquema propuesto por Wheeler en 1929 (en Morales y The Colombian Petroleum Industry 1958), actualizado por Etayo-Serna y Guzmán-Ospitia (2019). Además, en el

presente estudio se restringe el alcance estratigráfico del término “Grupo Girón” al intervalo litológico que suprayace a las formaciones Bocas o Jordán e infrayace a la Formación Los Santos (Etayo-Serna 1989, fig. 2).

Se describen brevemente, en orden estratigráfico (**fig. 2**), las características morfológicas y litológicas de las unidades diferenciadas en el mapa geológico (**fig. 3 y anexo 5**):

Grupo Girón

Desde el punto de vista morfológico, a lo largo del cañón del río Sogamoso, se identificaron cuatro intervalos en el Grupo Girón (**figs. 4 y 5**), que pueden seguirse hasta aproximadamente 1 km al SE del Puente El Tablazo. Esta propuesta de diferenciación sigue aproximadamente la utilizada por Navas (1963). El Grupo Girón infrayace a la Formación Los Santos, y el contacto entre ambas unidades está marcado por una cicatriz de erosión. Los espesores de los intervalos del Grupo Girón fueron obtenidos mediante cálculos a partir de los cortes geológicos en los cuales aflora.

Intervalo arenítico inferior (JGai)

Arenitas líticas de textura mediana a gruesa de colores gris claro, verde claro y violeta, en capas gruesas. Conglomerados matriz soportados de cantos entre finos y medianos, subangulares, de arenita de cuarzo de textura fina a mediana, en capas gruesas y muy gruesas. Lodolitas de color violeta en capas gruesas y muy gruesas con láminas onduladas medianas y gruesas de arenita de cuarzo de textura mediana. Espesor: 600 m. Jurásico superior.

Intervalo lodolítico inferior (JGli)

Alternancia de lodolitas y limolitas de colores naranja y verde claro en capas gruesas que alternan con arenitas de cuarzo y líticas de color violeta de textura mediana a gruesa. Espesor: 150 m. Edad: Jurásico superior.

Intervalo arenítico superior (JGas)

Arenitas líticas de textura mediana a gruesa de colores gris claro, verde claro y violeta, en capas gruesas. Conglomerado matriz soportado con cantos de textura fina a mediana, subangulares, de arenita de cuarzo de textura fina a mediana, en capas gruesas y muy gruesas. Lodolitas de color violeta en capas gruesas y muy gruesas con láminas onduladas medianas y gruesas de arenita

de cuarzo de textura mediana. Hacia la parte alta de este intervalo se presenta un cuerpo de arenitas de cuarzo de textura mediana a muy gruesa de color gris claro, con intraclastos de lodolitas e intercalaciones de capas medianas de lodolita de color negro con fragmentos de material vegetal. Espesor: 450 m. Edad: Jurásico superior.

Intervalo lodolítico arenítico (JGla)

Alternancia de lodolitas y limolitas de colores naranja y verde claro en capas gruesas con arenitas de cuarzo y líticas de textura mediana a gruesa de color violeta. Espesor: 150 m. Jurásico superior.

Formación Los Santos (b1s)

Unidad litoestratigráfica propuesta de manera formal por Cediel (1968). Por su carácter tabular y su color gris claro, que contrasta con la tonalidad naranja y ocre del infrayacente Grupo Girón, la unidad es un elemento morfológico distintivo en el paisaje del cañón de los ríos Suárez y Sogamoso. El contacto de la Formación Los Santos con el infrayacente Grupo Girón dibuja una cicatriz de erosión (**figs. 4, 5 y 9**). Laverde y Clavijo (1985), Laverde Montaña (1985) y Renzoni (1985) identifican la unidad en los alrededores de las poblaciones de Zapatoca, Los Santos y Contratación, y la interpretan como un depósito de origen continental anterior al ingreso marino del Cretácico (Etayo-Serna y Rodríguez 1985). Consta de arenitas de cuarzo de textura mediana a gruesa de colores gris claro y violeta, con lodolitas de color violeta, laminadas. El techo de esta unidad se caracteriza por la presencia de la icnofacies *Scoyenia*. Espesor: 150 m. Berriasiano.

Formación Cumbre (b1c)

Esta unidad representa el primer avance marino neto del mar Cretácico en la zona de estudio (Mendoza 1985). Renzoni (1985) identifica la unidad en la Cordillera de Los Cobardes, entre Chima y Contratación, en el límite SW del área del presente estudio, y la interpreta como el registro inicial de “medios de depósito en ambientes de aguas marinas tranquilas y someras, luego la progradación de un delta con medios de depósito debidos a ríos migrantes entre pantanos y al final la reinstalación de un ambiente marino poco profundo”. Se puede reconocer por la presencia de uno o varios niveles fosilíferos (bivalvos, gasterópodos, ostrácodos, escamas de peces) situados entre la parte alta de la Formación Los Santos y el Miembro Lagunetas de la

Formación Rosa Blanca (**figs. 5 y 10**). Consta de lodolitas fosilíferas de color entre gris y negro en capas delgadas y medianas con laminación plano-paralela mediana, intercaladas con arenitas de cuarzo fino y mediano de color gris claro (**figs. 6 y 14B**). Espesor: 25 m. Berriasiano.

Formación Rosa Blanca

A partir del esquema estratigráfico propuesto por Etayo-Serna y Guzmán-Ospitia (2019) se identificaron y diferenciaron cartográficamente en la Formación Rosa Blanca cinco unidades litoestratigráficas con rango de miembro. Estos nuevos miembros presentan localidades tipo en los alrededores de la población de Zapatoca y se denominan, de base a techo: Lagunetas, Carrizal, Zo, El Sapo y Zapatoca (**figs. 5, 6, 7 y 8**).

Miembro Lagunetas (b1-rl)

Morfológicamente corresponde a un filo (**fig. 11**). Consta de calizas dolomíticas y micritas fosilíferas de colores gris oscuro y negro, en capas medianas y gruesas. Hacia la región de Los Santos se presentan calizas dolomíticas, estromatolitos microbianos y estromatolitos con yesos hacia la parte inferior (Etayo-Serna y Guzmán-Ospitia 2019; Zamarrero de Julivert 1963; Cruz y Vargas 1972; Alfonso Pava 1985). Espesor: 83 m. Berriasiano.

Miembro Carrizal (b2-rc)

Morfológicamente corresponde a un valle (**fig. 12**). Consta de *wackestone* de color gris oscuro en capas gruesas, algunas de las cuales constituyen biostromas de bivalvos, en alternancia con *mudstone* terrígenos y calcáreos en capas medianas, y lodolitas terrígenas de color negro con laminación plana paralela mediana. Hay presencia frecuente de capas con *Thalassinoides* (Intervalo inferior de *Thalassinoides*). El contacto con el infrayacente Miembro Lagunetas representa una cicatriz de erosión (Etayo-Serna y Guzmán-Ospitia 2019). Espesor: 108 m. Valanginiano inferior.

Miembro Zo (b3-rz)

Morfológicamente corresponde a un filo. Consta de *packstone* y *wackestone* de color gris oscuro, en capas gruesas y medianas en alternancia con lodolitas terrígenas de color negro en capas medianas y gruesas (**fig. 13**). Característica de este intervalo es la presencia de bancos calcáreos medianos y gruesos, cuarzosos, con laminación plana-paralela e inclinada tangencial a la base y abundancia de conchas de foraminíferos aglutinantes. El contacto con el

infrayacente Miembro Carrizal representa una paraconformidad (Etayo-Serna y Guzmán-Ospitia 2019). Espesor: 42 m. Hauteriviano inferior (*pars*).

Miembro El Sapo (b3-rs)

Morfológicamente corresponde a un valle. Consta de *wackestone* de color gris oscuro en capas medianas y gruesas en alternancia con lodolitas terrígeno-calcáreas de color negro, en capas gruesas con laminación plana paralela mediana (**fig. 14**). Por la presencia de *Thalassinoides* se nombra "Intervalo superior de *Thalassinoides*" (Etayo-Serna y Guzmán-Ospitia 2019). Espesor: 80 m. Hauteriviano inferior (*pars*).

Miembro Zapatoca (b3-rza)

Morfológicamente corresponde a un filo que se destaca en el paisaje por sus tonalidades naranja y ocre (**fig. 15**). Consta de arenitas de cuarzo lodosas ferruginosas en capas tabulares gruesas que interdigitan con *wackestone* y *packstone* del bivalvo *Ceratostreon boussingaultii*, de color negro en capas medianas (Etayo-Serna y Guzmán-Ospitia). Espesor: 60 m. Edad: Hauteriviano inferior (*pars*).

Formación La Paja (b5-b4p)

La unidad presenta una morfología suave que genera valles. Está constituida por calizas con textura de *mudstone*, de color negro, en capas medianas y gruesas con formas que varían de plano-paralela a onduladas, de aspecto nodular, debidas a engrosamientos y adelgazamientos, intercaladas con lodolitas terrígenas y lodolitas calcáreas de color negro en capas gruesas y muy gruesas (**figs. 6, 7 y 16**). Hay presencia de láminas de yeso paralelas a la estratificación. En la Formación La Paja de la región de la Mesa de Los Santos, González Oviedo y Espinosa Baquero (2012) reportan hallazgos de sales de potasio, que parecen corresponder a los niveles reportados por Forero Onofre y Sarmiento Rojas (1985) en la región de Villa de Leiva. El contacto con el infrayacente Miembro Zapatoca, de la Formación Rosa Blanca, es de tipo paraconforme y enmarca un hiato estratigráfico. Espesor: 300 m. Barremiano-Albiano inferior.

Formación Tablazo (b6t)

La unidad resale en el terreno (**figs. 6, 7 y 17**). En el Sinclinal de Zapatoca solo aflora la parte basal, mientras al NE del corregimiento de La Fuente y la Mesa de Barichara, la sucesión está completa. Está compuesta por biomicritas con texturas de *mudstone*, *wackestone* y *packstone* de color gris claro, macizas, en capas medianas y gruesas, intercaladas con arenitas de cuarzo de textura muy fina a mediana, fosilíferas, y lodolitas de color negro en capas gruesas y muy gruesas con arenitas de cuarzo. Espesor: 275 m. Albiano inferior *pars*-Albiano medio.

Formación Simití (b6s)

Es un conjunto litológico que genera morfología suave de valle y representa la unidad más joven aflorante en el cañón del río Sogamoso, en el sector de Barichara-Villanueva (**figs. 8, 9, 10 y 17A**). Se presenta incompleta en el núcleo de los sinclinales de La Fuente y Villanueva. Consta de lodolitas de color negro en capas gruesas, con laminación plano-paralela, intercaladas con capas medias de arenitas de cuarzo de textura fina y biomicritas *wackestone* en capas medianas a gruesas. Espesor: 125 m. Albiano medio (véase Etayo-Serna 2018).

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El primer mapa y perfil geológico publicado de esta región se debe a Hettner (1892, mapa I, lámina 2, corte 7), quien reconoce los elementos estructurales actualmente denominados Sinclinal de Zapatoca, Anticlinal del Suárez y Sinclinal de Villanueva, desarrollados sobre el Piso de Girón y el Piso de Villeta (compárese con el Corte Las Puentes, **fig. 19**). El elemento estructural más destacado corresponde a la Falla del Suárez (Julivert 1958a; 1958b; 1961; 1970; Julivert et al. 1964; Ward et al. 1969, 1973, 1977; Pulido González 1979), que presenta un trazo sinuoso en superficie que se ajusta a las curvas de nivel, lo que indica que rompe el terreno con ángulo de buzamiento relativamente bajo, con lo que se configura en este trecho de su extensión una falla de cabalgamiento (**figs. 3, 18 y 19**). La presencia de la Falla del Suárez, se evidencia tanto por el salto estratigráfico que representa poner en contacto el Intervalo arenítico inferior del Grupo Girón del Jurásico superior, con la Formación Tablazo del Albiano inferior, como por la adyacencia de dos sinclinales: el Sinclinal del El Coscal, en el bloque colgante, y el Sinclinal de La Fuente, en el bloque yacente (**figs. 3 y 18**). En general, el estilo estructural de escamación gruesa (*thick-skinned*) propuesto para las unidades del Jurásico superior (Grupo Girón), y sustentado en cambios fuertes de espesor a lado y lado de la Falla del Suárez (Julivert 1970; Shamel 1991; Colleta et al. 1990; Jiménez et al. 2016), no se ven reflejados en el terreno a lo largo del cauce del río Sogamoso.

En el bloque colgante de la Falla del Suárez se produjo como estructura principal el Sinclinal de Zapatoca, de dirección NNE-SSW, mientras que en el bloque yacente produjo el suave Sinclinal de Villanueva, de dirección general N-S, que constituye la Mesa de Barichara (**fig. 20**). Al S de la cabecera del corregimiento de La Fuente, el sinclinal homónimo presenta el desarrollo de ambos flancos (flanco E con buzamientos menores de 20° al W), mientras que al N del pueblo, y como efecto de la Falla del Suárez, solo aflora el flanco E de la estructura sinclinal (**figs. 3, 19 y 20**).

Entre el Sinclinal de La Fuente y el Sinclinal de Villanueva se desarrolla el Anticlinal del Suárez, con núcleo en el Grupo Girón (**figs. 3, 19 y 22**). Con respecto a la secuencia estratigráfica a lado y lado del cañón del río Sogamoso, este pliegue presenta el flanco W con buzamientos suaves

(menores de 20° al W) y alturas topográficas menores que en el flanco E (horizontal a subhorizontal), y con alturas topográficas mayores. Entre la confluencia del río Sogamoso con las quebradas del Platanalito y Los Alcurucos, el Anticlinal del Suárez presenta su mayor relieve estructural por deformación en los miembros superiores de la Formación Rosa Blanca, como resultado del desplazamiento de su eje por acción de la falla de La Novillera (**figs. 3 y 19**).

Al W del Sinclinal de Zapatoca, el plegamiento-fallamiento se desarrolla principalmente sobre el Grupo Girón y la Formación Los Santos. Los pliegues de segundo orden, tomando como referente el Sinclinal de Zapatoca, son el Anticlinal de La Unión, el Sinclinal de La Unión, el Anticlinal de Betulia y el Sinclinal de Betulia, todos con eje en dirección NNE-SSW (**figs. 23 y 24**). La falla principal es de tipo inverso (Falla de La Unión), de dirección NNE-SSW y vergencia al WNW, y presenta desplazamiento del orden de decenas de metros. El Anticlinal de La Unión y el Sinclinal de La Unión, hacia el sector de la quebrada El Guayabo, tienden a generar una estructura monoclinas asociada a numerosas estructuras de cabalgamiento tipo dúplex, relacionadas con el trazo principal de la falla de La Unión (**fig. 25**).

CONCLUSIONES

A partir del esquema estratigráfico propuesto por Etayo-Serna y Guzmán-Ospitia (2019), en la Formación Rosa Blanca se identificaron y diferenciaron cartográficamente cinco unidades litoestratigráficas con rango de miembro. Estos nuevos miembros presentan localidades tipo en los alrededores de la población de Zapatoca, y se denominan, de base a techo, Lagunetas, Carrizal, Zo, El Sapo y Zapatoca.

La Falla del Suárez, que es el elemento estructural más destacado de la región estudiada, presenta un trazo sinuoso en superficie que se ajusta a las curvas de nivel, lo que indica que rompe el terreno con ángulo de buzamiento relativamente bajo, con lo cual configura, en el trecho de su extensión, una falla de cabalgamiento. En su bloque colgante se localiza el Sinclinal de Zapatoca, y en bloque yacente presenta el Sinclinal de Villanueva.

AGRADECIMIENTOS

Al Profesor Fernando Etayo-Serna por su permanente orientación y asesoría en campo, así como por la revisión y sugerencias a la presente síntesis. A la geóloga Diana María Montoya Arenas, Coordinadora del Grupo de Estratigrafía del SGC, por su constante apoyo y asesoría en las actividades de campo. Al Profesor Darío Barrero Lozano por sus observaciones referentes a la cartografía geológica del sector de la Mesa de Los Santos. A la Ingeniera Yanneth Montaña Barrera por sus dedicadas y detalladas labores de edición del mapa geológico en ambiente SIG. Al auxiliar Robinson Sarmiento por su cordial acompañamiento en campo.

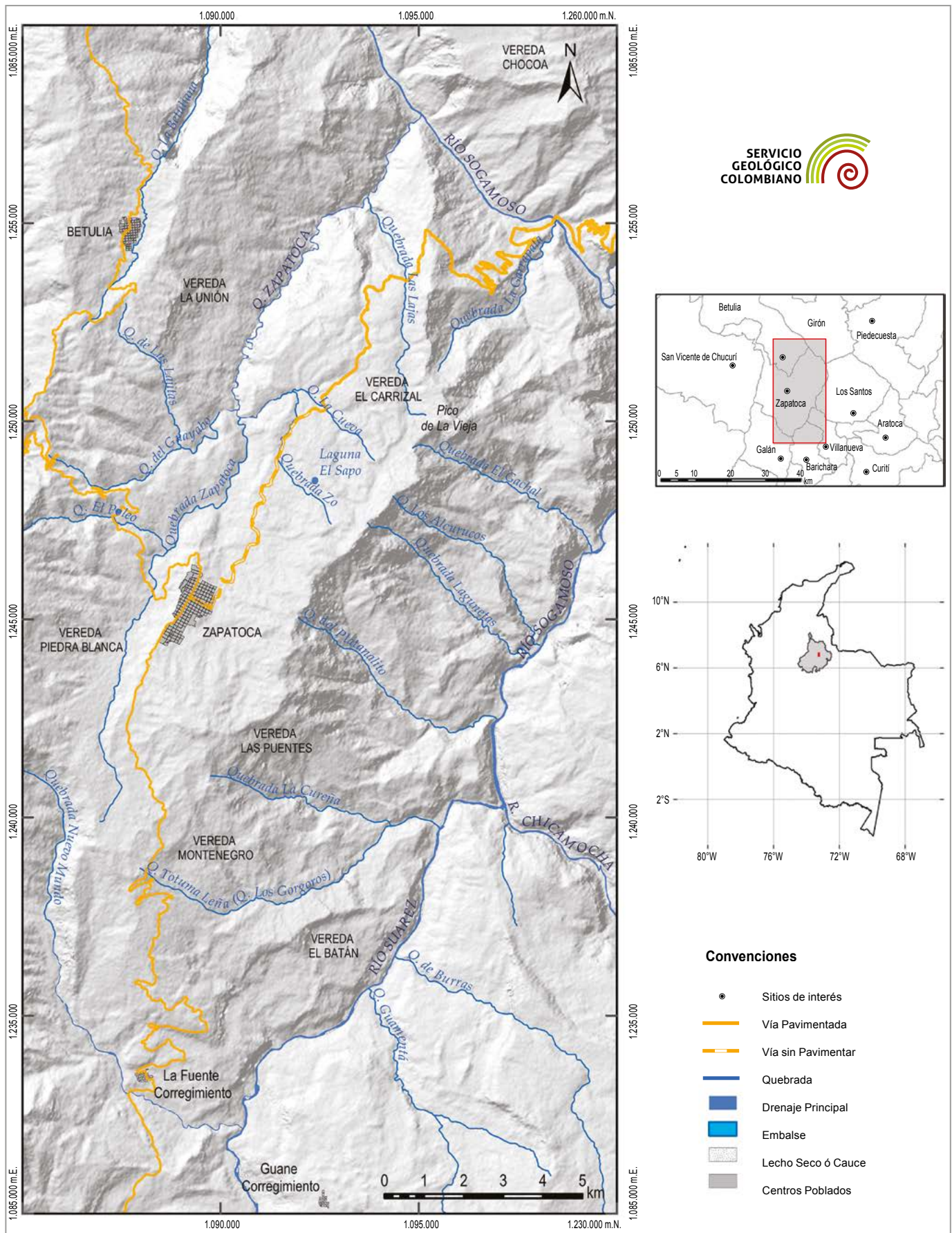


Figura 1. Localización de la región estudiada.

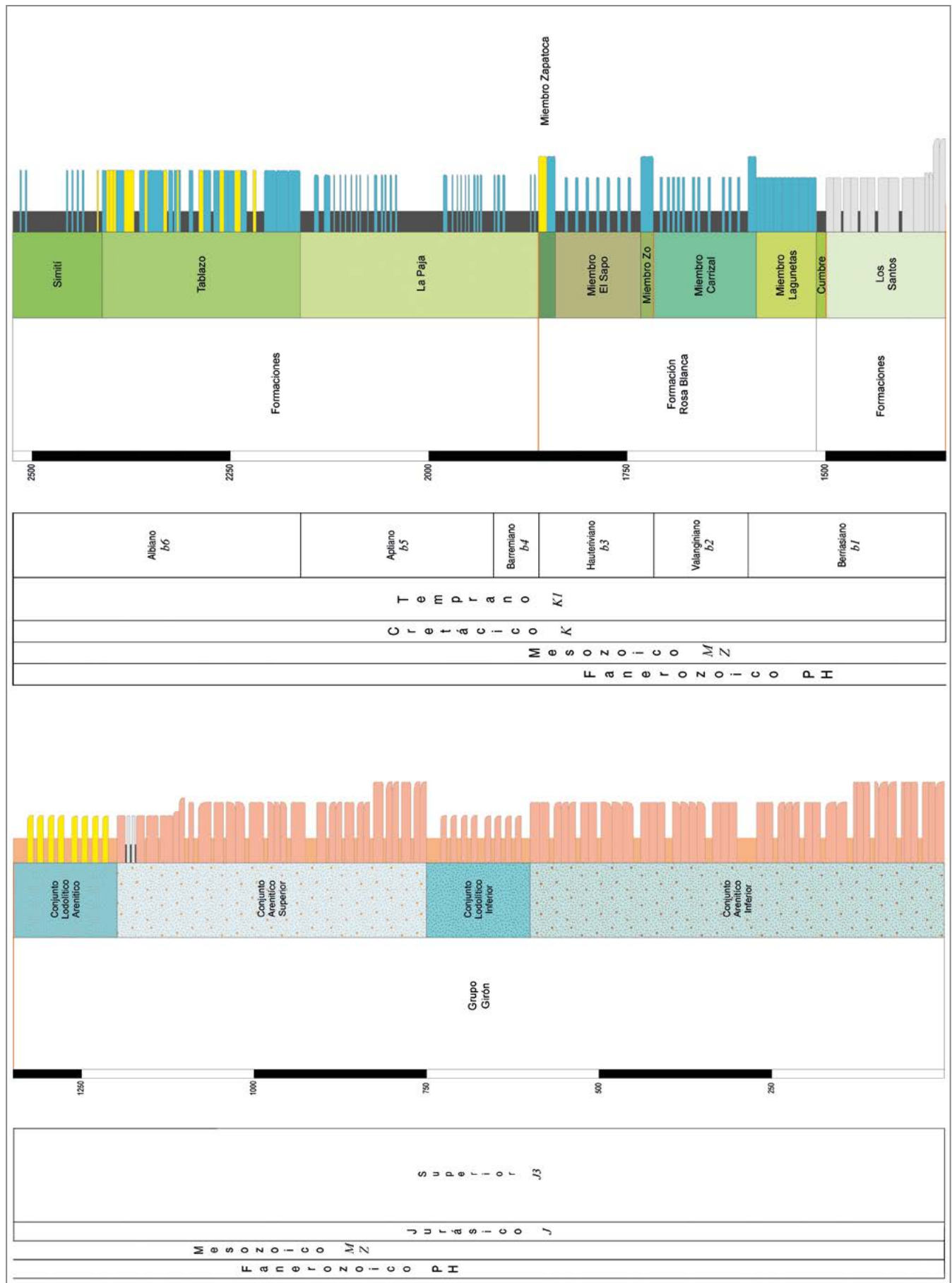


Figura 2. Columna estratigráfica generalizada del intervalo Mesozoico-Cenozoico aflorante en el cañón del río Sogamoso.



Convenciones	
Contactos	
	Concordante
	Discordante
Fallas	
	Cabalgamiento
Pliegues	
	Anticlinal
	Anticlinal con Cabeceo
	Anticlinal con Doble Cabeceo
	Anticlinal Volcado
	Sinclinal
	Sinclinal con Cabeceo
	Sinclinal con Doble Cabeceo
	Sinclinal Volcado
	Corte Geológico

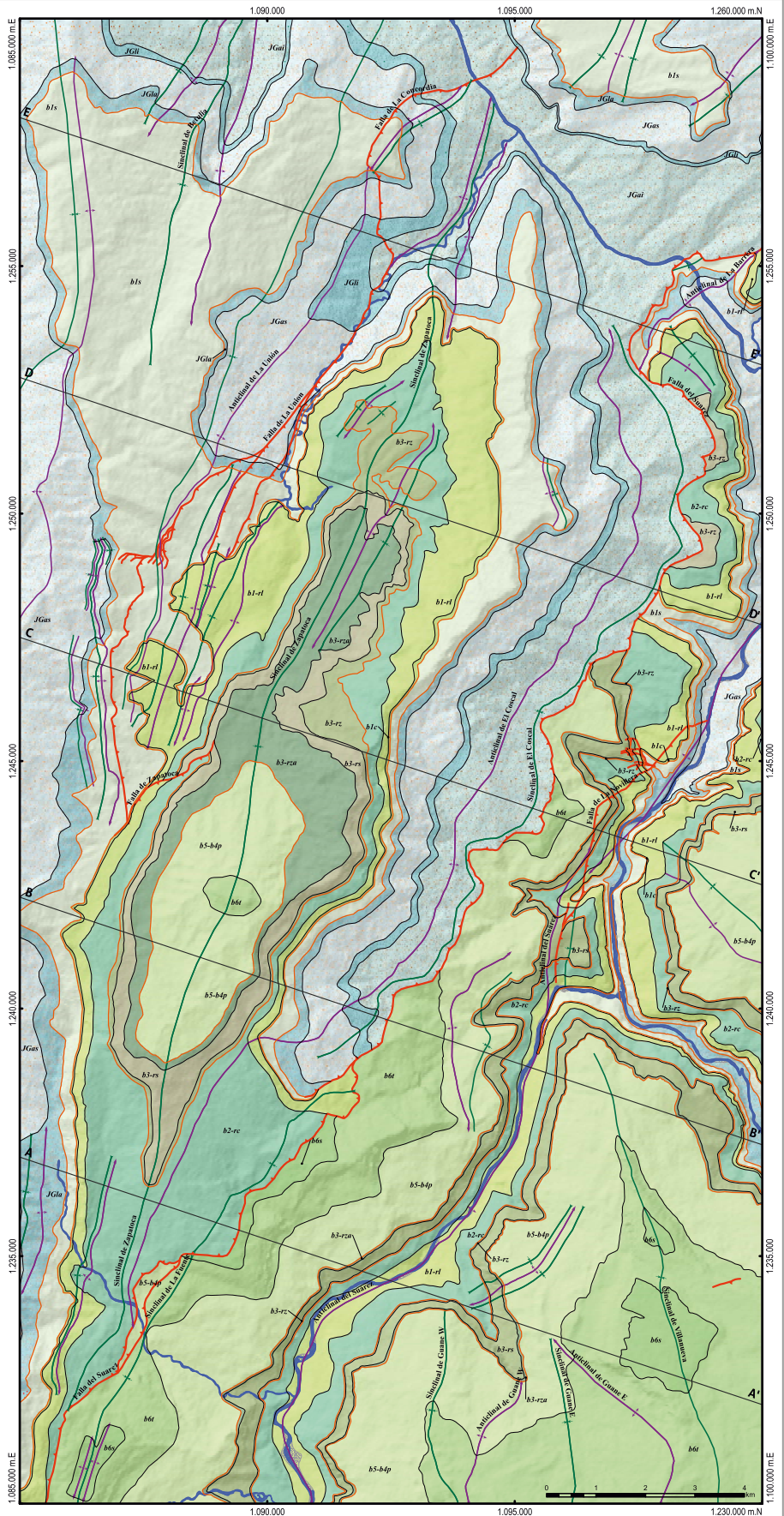


Figura 3. Mapa geológico de las unidades del Mesozoico en los alrededores de las confluencias de los ríos Chicamocha, Suárez y Sogamoso.

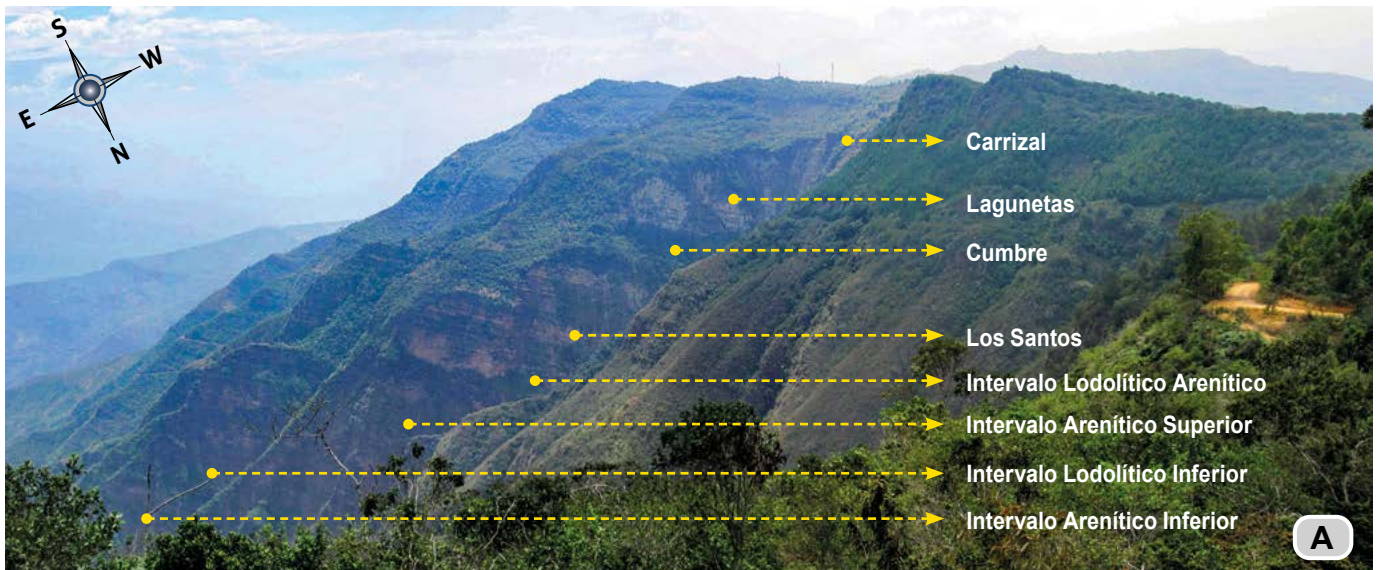


Figura 4. Panorámica de los intervalos del Grupo Girón en el cañón del río Sogamoso. **(A)** Sector quebrada del Platanalito: N:1.246.628, E:1.093.047, Z:1.952. **(B)** Sector quebrada Zapatoca: N:1.257.642, E:1.092.609, Z:1.289.



Figura 5. Carácter tabular de la sucesión del Jurásico y del Cretácico cerca del cruce de la carretera Girón-Zapatoca con el río Sogamoso (N:1.254.255, E:1.099.800, Z:772).



Figura 6. Panorámica de las unidades del Cretácico Inferior al E del río Sogamoso en (A) la Mesa de Los Santos y en (B) la Mesa de Barichara N:1.243.179, E:1.092.783, Z:1.424.

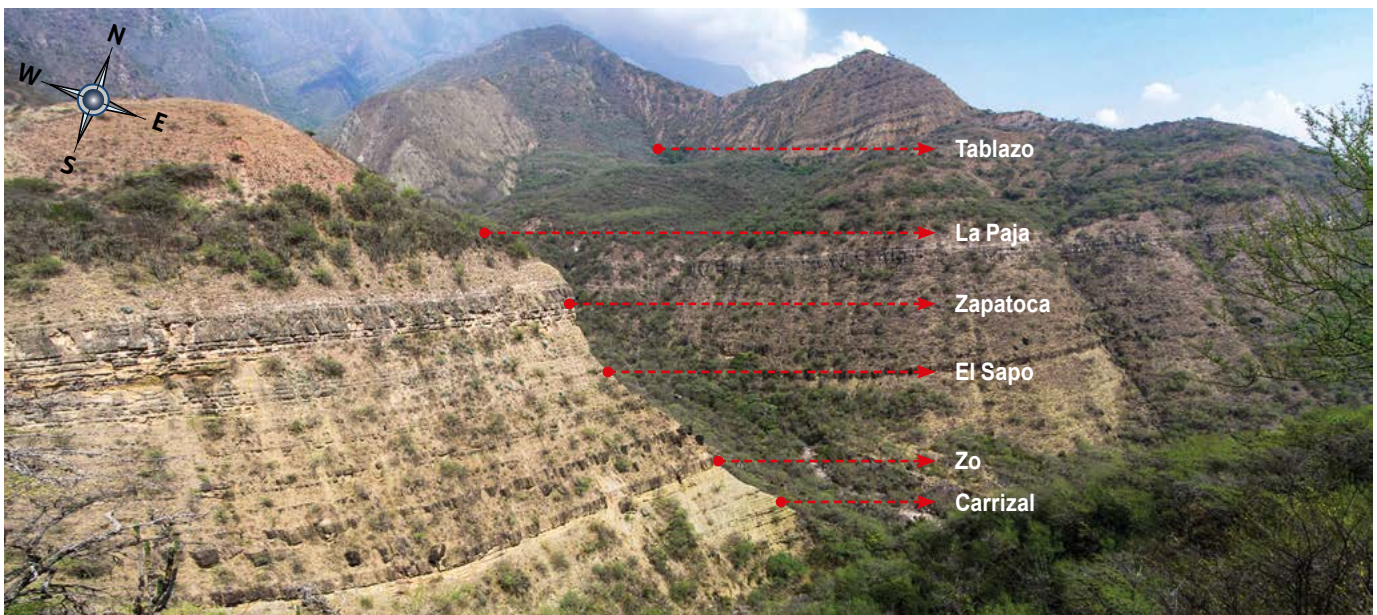


Figura 7. Panorámica de los miembros de la Formación Rosa Blanca cerca de la confluencia de la quebrada Platanalito con el río Sogamoso (N:1.242.067, E:1.095.307, Z:621).

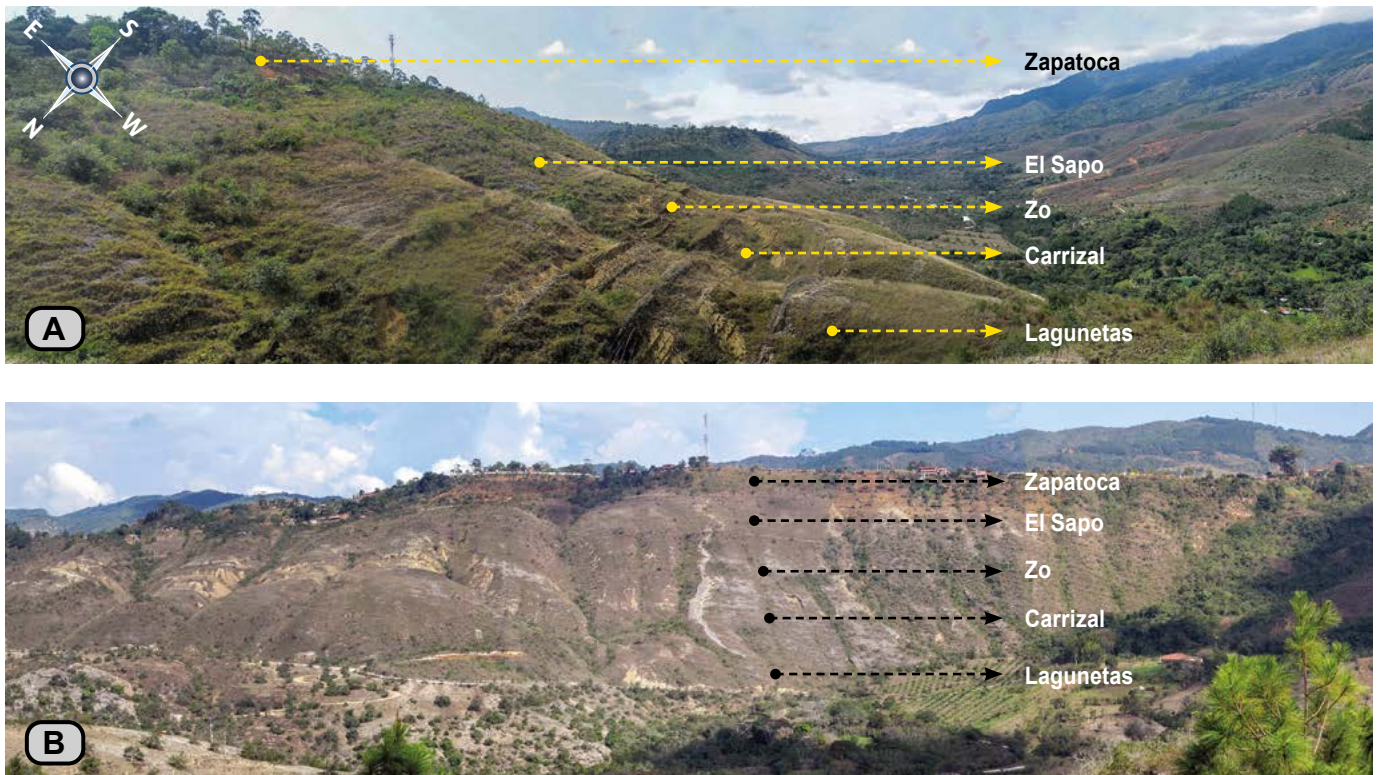


Figura 8. Panorámica de la Formación Rosa Blanca en los alrededores de Zapatoaca. (A) N:1.246.237, E:1.088.924, Z:1.672. (B) N:1.245.839, E:1.087.616, Z:1.604.

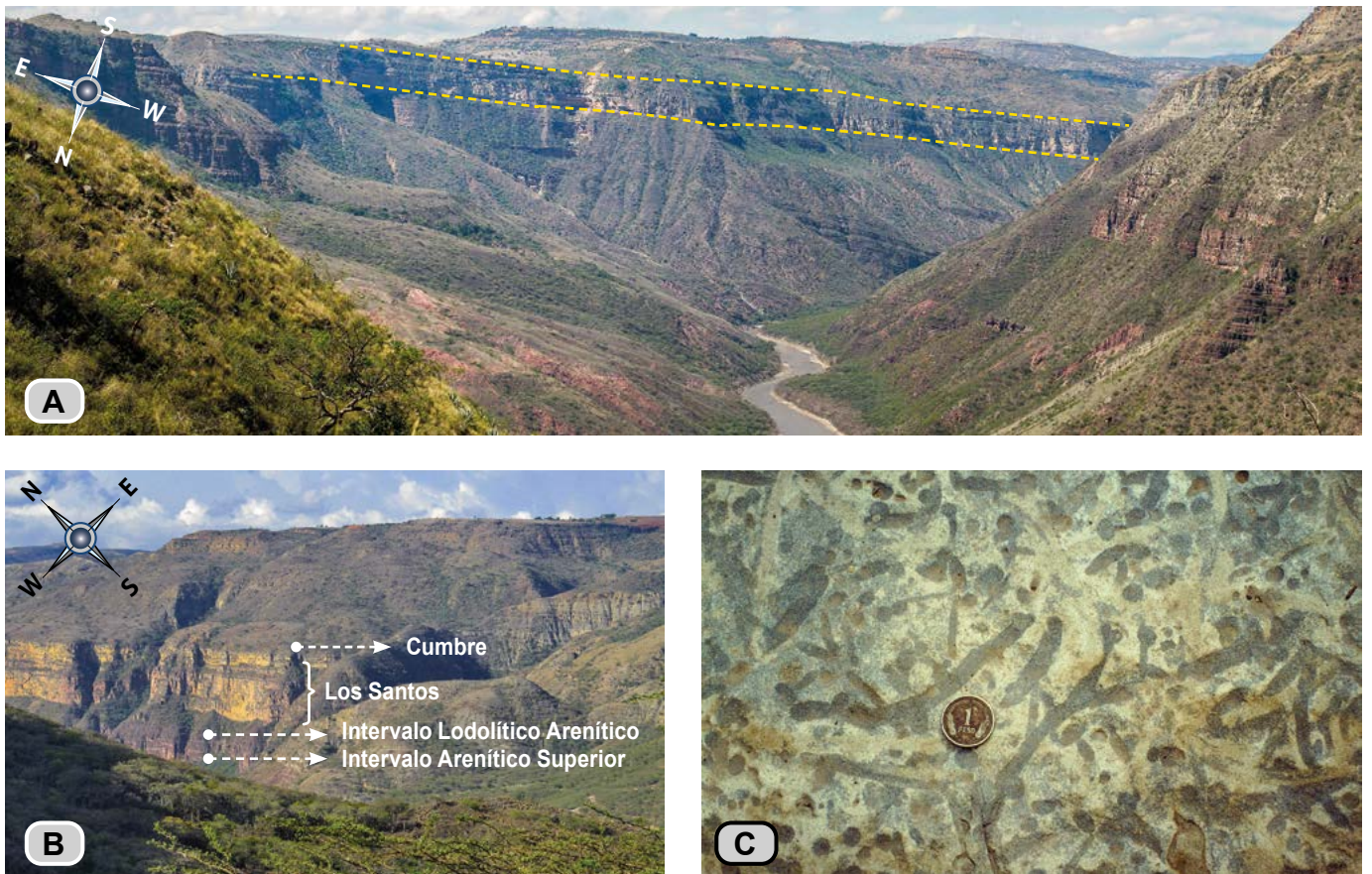


Figura 9. (A) Carácter tabular de la Formación Los Santos (N:1.254.255, E:1.099.800, Z:772). (B) Contraste tonal entre el Grupo Girón y la Formación Los Santos (N:1.242.067, E:1.095.307, Z:621). (C) Arenitas de cuarzo con *Scoyenia* en la quebrada La Lajita (N:1.250.013, E:1.089.839, Z:1.358).

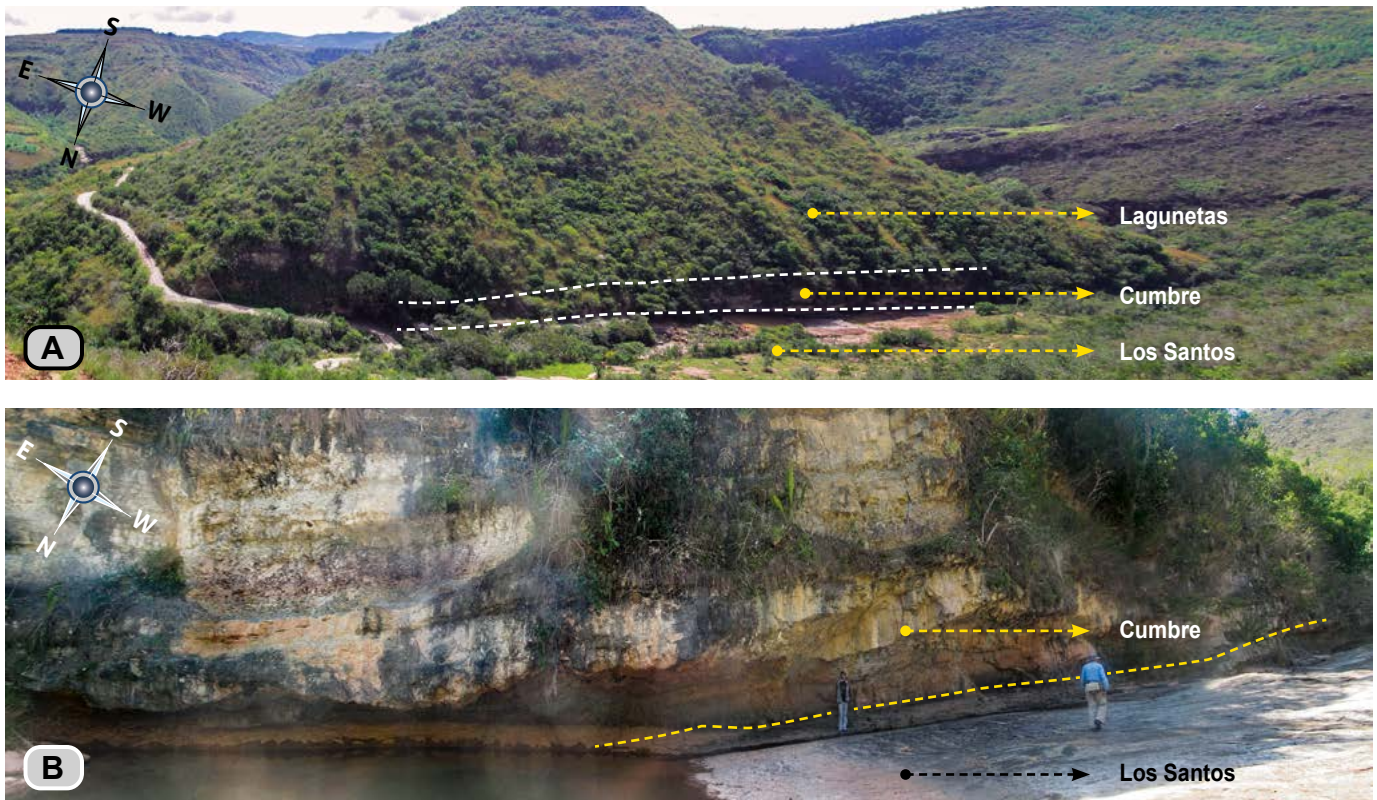


Figura 10. (A) Panorámica de la Formación Cumbre en la quebrada La Lajita (N:1.250.259, E:1.089.815, Z:1.429). (B) Intercalación de arenitas y lodolitas de color gris oscuro de la Formación Cumbre (N:1.250.013, E:1.089.839, Z:1.358).

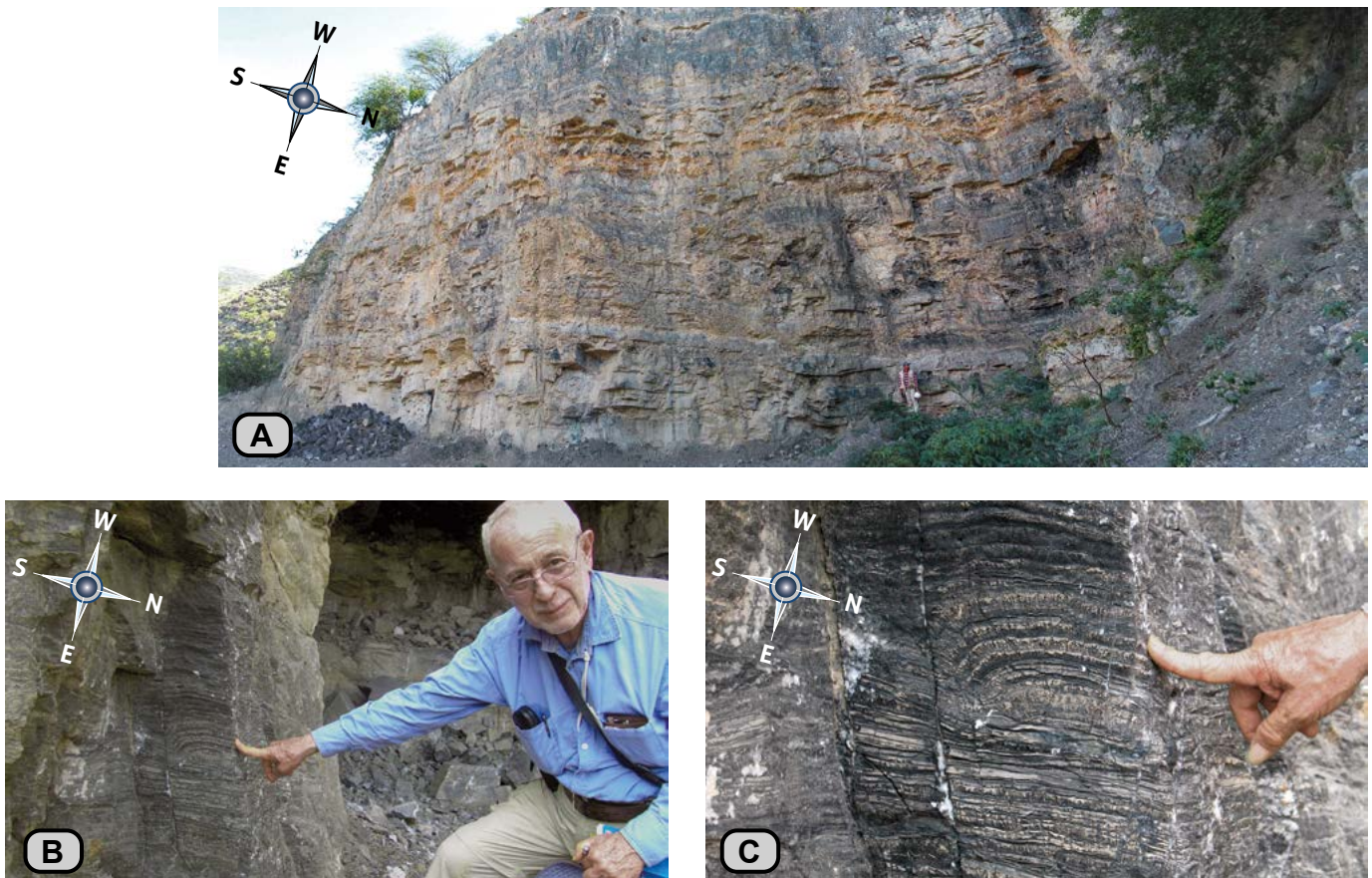


Figura 11. (A) Aspecto morfológico del Miembro Lagunetas en su facies de evaporitas, Formación Rosablanca (N:1.241.201, E:1.096.803, Z:463). (B y C) Microbialitas (estromatolitos) con laminación en domo (Logan et al. 1964) y laminadas (Reading 1999).



Figura 12. Miembro Carrizal de la Formación Rosa Blanca. **(A)** Aspecto morfológico suave (N: 1.251.348, E: 1.093.351, Z: 1.531). **(B)** Lodolitas fosilíferas, vía Zapatoaca-La Fuente (N: 1.235.394, E: 1.088.523, Z: 1.221). **(C)** Biomicritas-packstone conformando un biostroma de bivalvos (N: 1.246.237, E: 1.088.924, Z: 1.672).

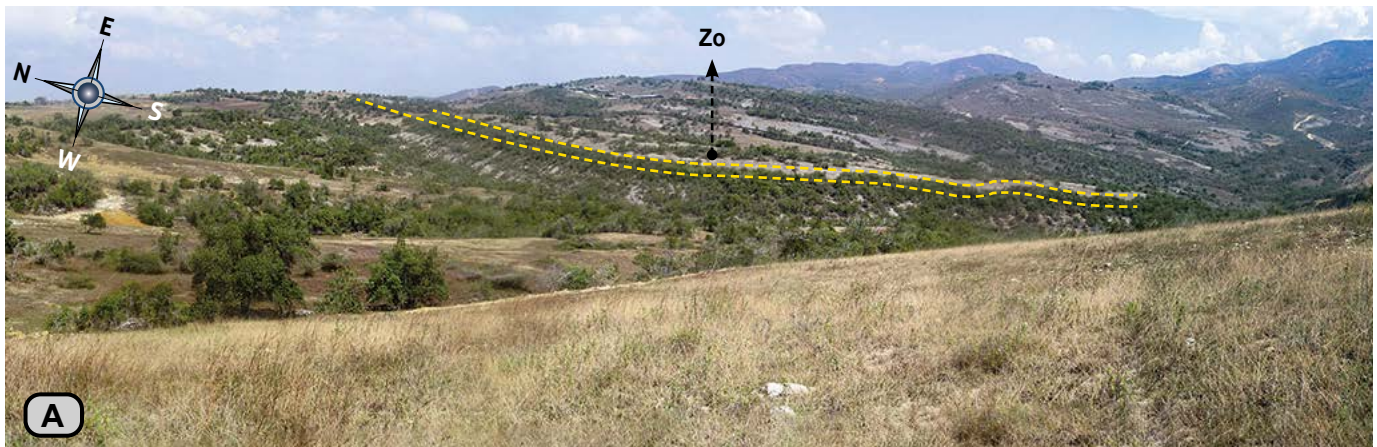


Figura 13. Miembro Zo de la Formación Rosa Blanca. **(A)** Aspecto morfológico (N:1.251.314, E:1.091.317, Z:1.534). **(B)** Capas tabulares gruesas de biomicritas-*packstone* (N:1.252.120, E:1.092.524, Z:1.556). **(C)** Biomicritas-*packstone* con laminación inclinada (N:1.252.032, E:1.092.541, Z:1.562).



Figura 14. Miembro El Sapo de la Formación Rosa Blanca. **(A)** Laguna El Sapo. **(B)** Lodolitas intercaladas con biomicritas-*packstone* hacia la parte alta de la unidad (N:1.248.093, E:1.092.741, Z:1.760).



Figura 15. Miembro Zapatoca de la Formación Rosa Blanca. (A) Aspecto morfológico suave (N:1.248.938, E:1.092.502, Z:1.679). (B) Arenitas de cuarzo lodosas ferruginosas, carretera Zapatoca-El Mirador (N: 1.244.512, E: 1.090.850, Z: 1.785).

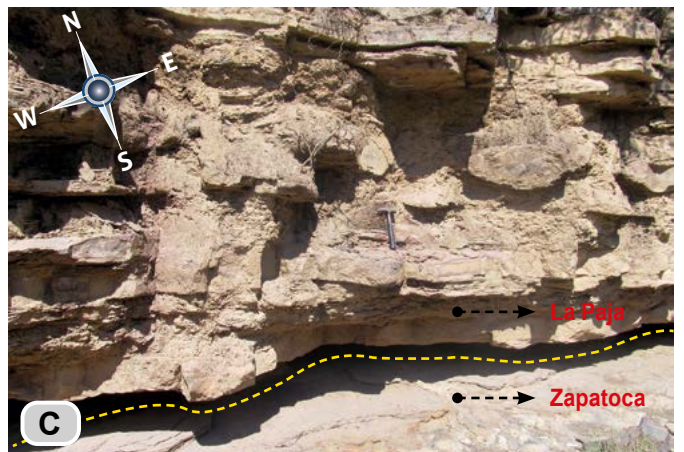
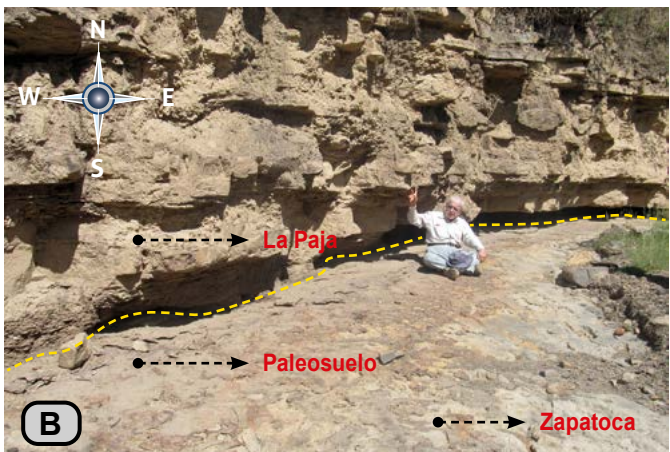


Figura 16. Formación La Paja en la Mesa de Los Santos. (A) Morfología suave de la unidad (N:1.242.775, E:1.102.523, Z:1.161). (B y C) Biomicritas *mudstone* y *wackstone* laminadas y en niveles de concreciones elipsoidales (N:1.243.553, E:1.099.110, Z:895).

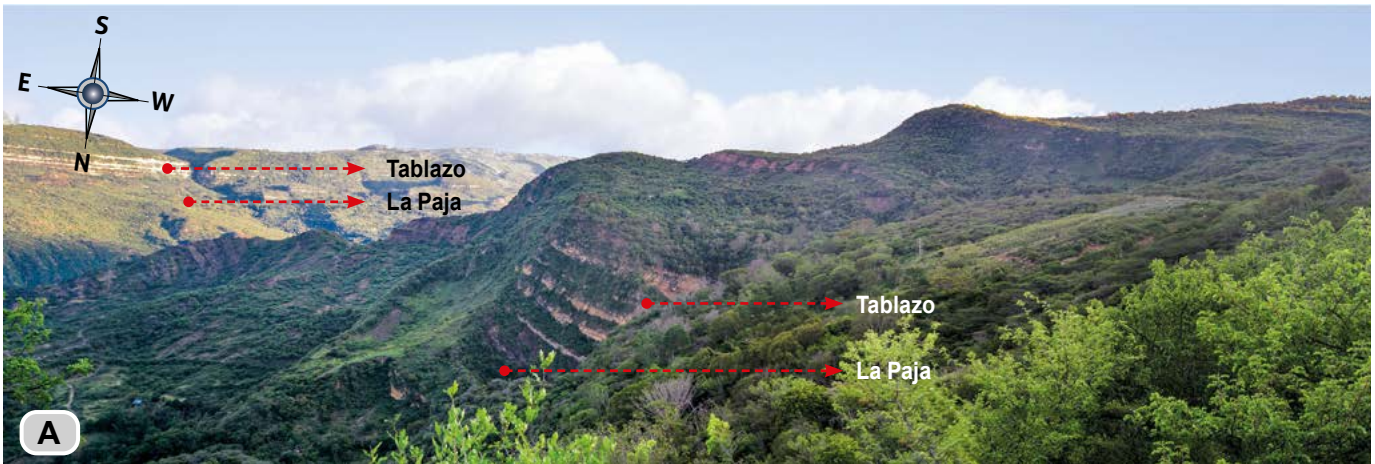


Figura 17. (A) Aspecto morfológico fuerte de la Formación Tablazo (N:1.239.212, E:1.092.786, Z:850). (B y C) Capas tabulares gruesas de biomicrita-packstone subhorizontales, en el núcleo del Sinclinal de Zapatoca (N:1.247.264, E:1.092.854, Z:1.857).

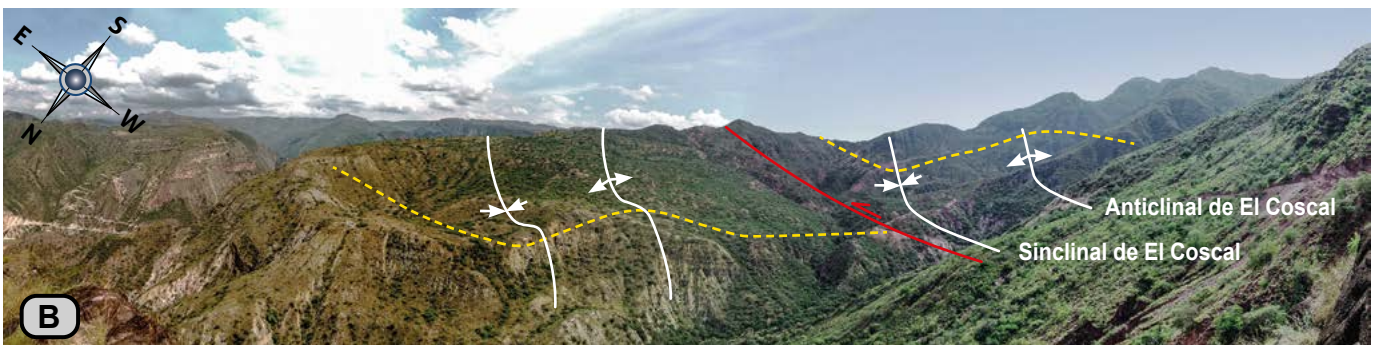


Figura 18. Falla del Suárez (en rojo) y plegamientos asociados. (A) Pliegues en el bloque colgante, vereda El Regadero (N:1.243.781, E:1.099.533, Z:1.007; comparar con "Corte C-Zapatoca", Fig. 19). (B) Pliegues en el bloque yacente, vereda Chocoa (N:1.246.915, E:1.088.009, Z:1.627).

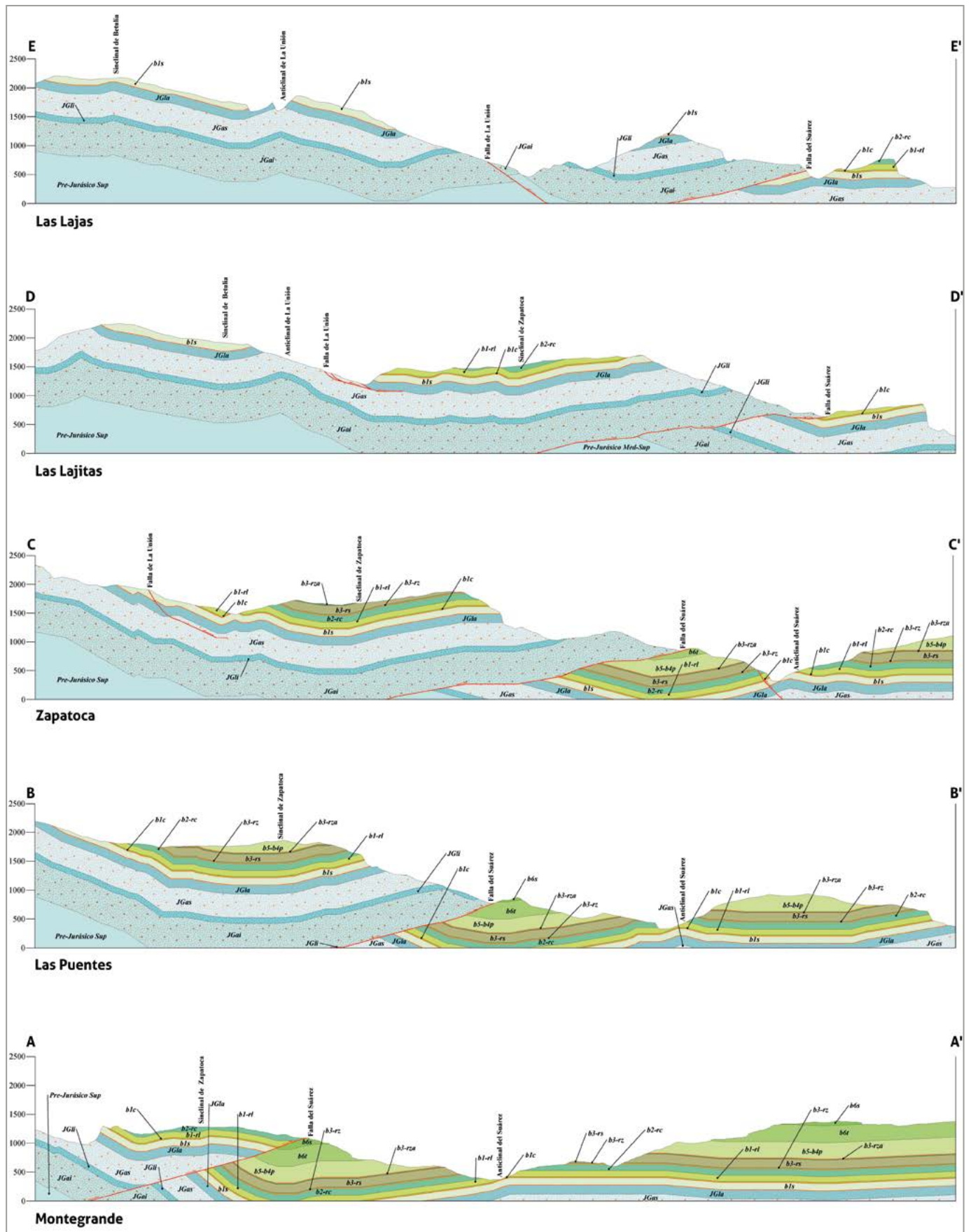


Figura 19. Perfiles geológicos de las unidades del Jurásico y el Cretácico en los alrededores del cañón del río Sogamoso (localización en la Fig. 3).

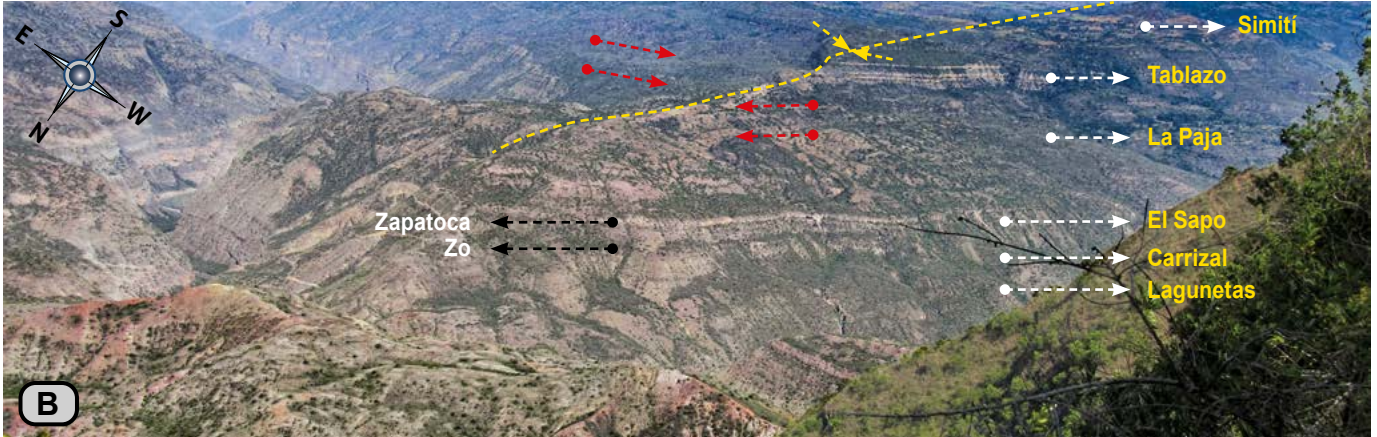
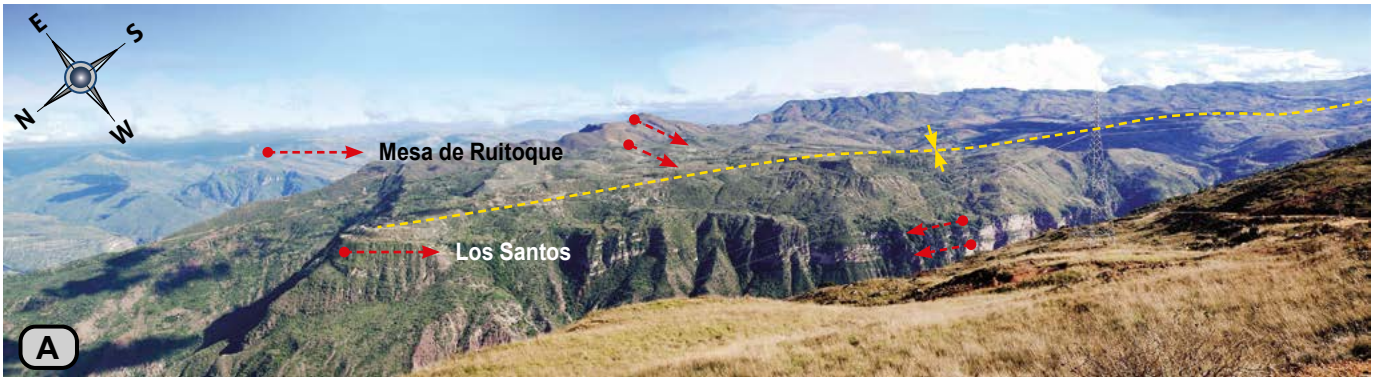


Figura 20. (A) Panorámica del Sinclinal de Zapatoca (N:1.255.939, E:1.089.474, Z:1.805). (B) Panorámica del Sinclinal de Villanueva en la Mesa de Barichara (N:1.243.179, E:1.092.783, Z:1.424).

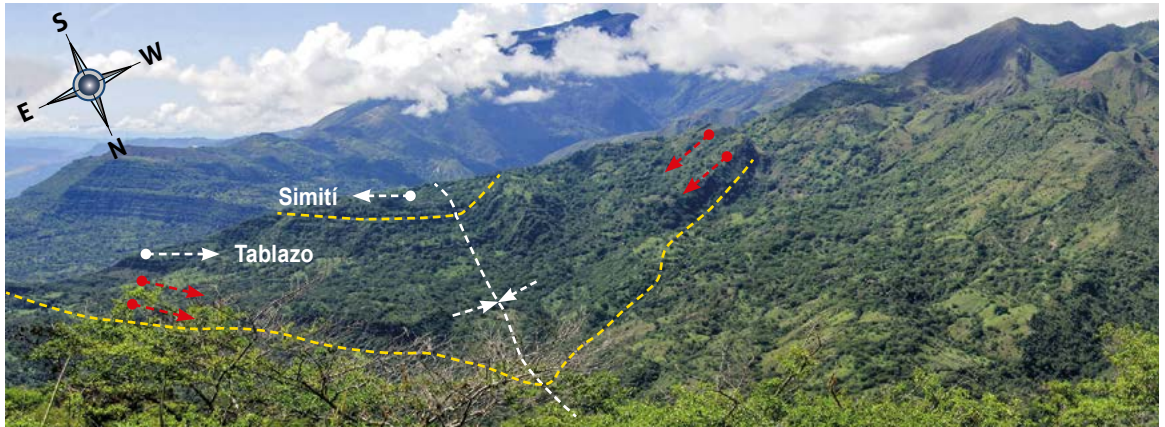


Figura 21. Panorámica del Sinclinal de La Fuente vista desde la vereda Loma Redonda (N:1.235.515, E:1.088.175, Z:1.253).

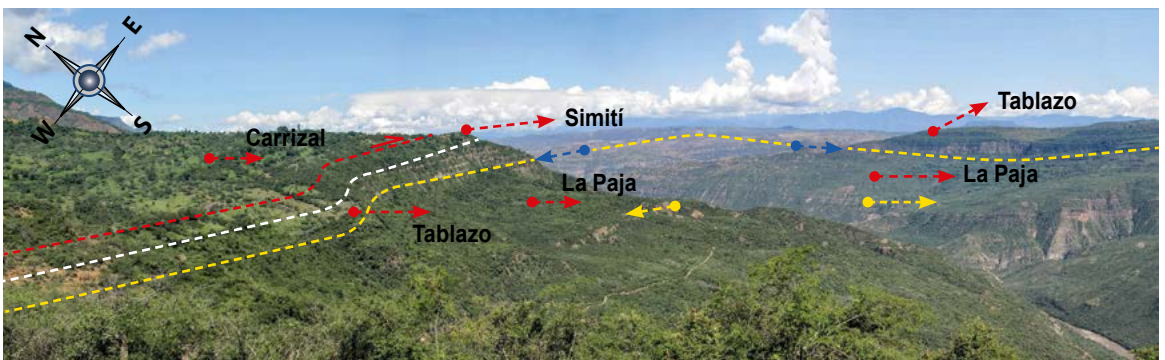


Figura 22. Anticinal del Suárez (en amarillo) en el bloque yacente de la Falla del Suárez (en rojo) visto desde la vereda Monte Grande (N:1.234.815, E:1.089.627, Z:1.094).

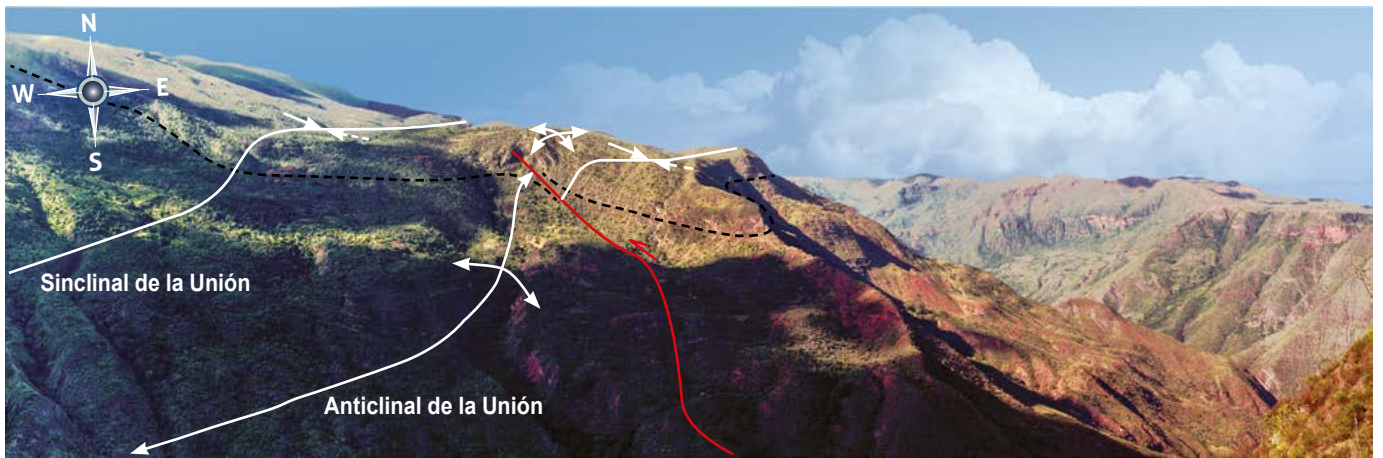


Figura 23. Falla La Concordia vista desde la vereda San Isidro (N:1.254.113, E:1.092.993, Z:1.194). El nivel punteado corresponde a la base de la Formación Los Santos.



Figura 24. Anticlinal de Betulia visto desde el Caserío Santa Bárbara (N:1.256.655, E:1.088.043, Z:1.806).



Figura 25. Plegamiento en el Grupo Girón y la Formación Los Santos al W de Zapatoca. (A) A la derecha aparece la población de Zapatoca (N:1.244.880, E:1.088.690, Z:1.656 msnm). (B) Vereda Santa Rosa (N:1.249.991, E:1.089.102, Z:1.656). La línea punteada amarilla corresponde a la base de la Formación Los Santos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso Pava, Carlos Arturo. 1985. "Los episodios evaporíticos de la Formación Rosablanca". En *Proyecto Cretácico, Contribuciones*, editado por Fernando Etayo-Serna y Fabio Laverde. Publicaciones Geológicas Especiales 16. Bogotá: Ingeominas.
- Campbell, Charles. V. 1967. "Lamina, laminaset, bed and bedset". *Sedimentology* 8(1):7-26. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1967.tb01301.x>.
- Cediel, Fabio. 1968. "El Grupo Girón: una molasa mesozoica de la Cordillera Oriental". *Boletín Geológico* 16 (1-3): 5-96.
- Colletta, Bernard, Françoise Hebrard, Jean Letouzey, Pierre Werner y Jean Luc Rudkiewicz. 1990. "Tectonic style and crustal structure of the Eastern Cordillera (Colombia) from a balanced cross section". En *Petroleum and tectonics in mobile belts*, editado por Jean Letouzey, 81-100. Paris: Technip.
- Cruz, Jaime y Rodrigo Vargas. 1972. "Informe sobre los yesos de la Formación Rosablanca en la Mesa de Los Santos". *Boletín Geológico* 20(3): 105-129.
- Dunham, Robert J. 1962. "Classification of carbonate rocks according to depositional texture". En *Classification of Carbonate Rocks, a Symposium*, editado por William E. Ham, 62-84. American Association of Petroleum Geologists. <https://doi.org/10.1306/M1357>.
- Etayo-Serna, Fernando, Giancarlo Renzoni y Darío Barrero. 1976. "Contornos sucesivos del mar cretáceo en Colombia". En *Memoria del Primer Congreso Colombiano de Geología*, editado por Fernando Etayo-Serna y Carlos Cáceres, 217-252. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Etayo-Serna, Fernando y Gloria Inés Rodríguez S. 1985. "Edad de la Formación Los Santos". En *Proyecto Cretácico, contribuciones*, editado por Fernando Etayo-Serna y Fabio Laverde, 1-13. Publicaciones Geológicas Especiales 16. Bogotá: Ingeominas.
- Etayo-Serna, Fernando. 1989. "Análisis facial del inicio del avance marino del Cretácico en la región SW del Macizo de Santander". V Congreso Colombiano de Geología. Excursión Pre-Congreso No. 2: 1-8. Bucaramanga.
- Etayo-Serna, Fernando y Georgina Guzmán-Ospitia. 2019. "Formación Rosa Blanca: subdivisión de la Formación y propuesta de Neoestratotipo. Sección laguna El Sapo, vereda El Carrizal, municipio de Zapatoca, departamento de Santander". En *Estudios geológicos y paleontológicos sobre el Cretácico en la región del embalse del río Sogamoso, Valle Medio del Magdalena*, dirección científica y edición de Fernando Etayo-Serna. Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia, vol. XXIII. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.
- Etayo-Serna, Fernando. 2019. "'Formación' Simití: unidad ambigua en la estratigrafía del Valle Medio del Magdalena". En *Estudios geológicos y paleontológicos sobre el Cretácico en la región del embalse del río Sogamoso, Valle Medio del Magdalena*, dirección científica y edición de Fernando Etayo-Serna. Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia, vol. XXIII. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.
- Folk, Robert L. 1954. "The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature". *The Journal of Geology* 62 (4): 344-359. <https://doi.org/10.1086/626171>.
- Folk, Robert L. 1962. "Spectral subdivision of limestone types". En *Classification of Carbonate Rocks, a Symposium*, editado por William E. Ham, 62-84. American Association of Petroleum Geologists. <https://doi.org/10.1306/M1357>.
- Forero Onofre, Hugo y Luis Sarmiento Rojas. 1985. "La facies evaporítica de la Formación La Paja en la región de Villa de Leiva". En *Proyecto Cretácico, Contribuciones*, editado por Fernando Etayo-Serna y Fabio Laverde. Publicaciones Geológicas Especiales 16. Bogotá: Ingeominas.
- González Oviedo, Leopoldo y Armando Espinosa Baquero. 2012. "Hallazgo de yacimientos de sales de potasio en Colombia". *Boletín de Geología* 34(1): 57-65.
- Hettner, Alfred. 1892. "Die Kordillere von Bogotá". *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 104. Traducido en *La cordillera de Bogotá. Resultados de viajes y estudios*, editado por Ernesto Guhl, 1966. Bogotá: Banco de la República.
- Hubach, Enrique. 1953. "Condiciones geológicas de las variantes de carretera en la región de Arcabuco-Barbosa-Oiba". Informe 952. Instituto Geológico Nacional.
- Hubach, Enrique. 1957. "Contribución a las unidades estratigráficas de Colombia (enumeración regional, de más reciente a más antiguo)". Informe 1212. Bogotá: Instituto Geológico Nacional.
- Ingram, Roy. L. 1954. "Terminology for the thickness of stratification and parting units in sedimentary rocks". *Geological of American Association Bulletin* 65 (9): 937-938. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1954\)65\[937:TFTTOS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1954)65[937:TFTTOS]2.0.CO;2).

- Jiménez, Giovanni, Óscar López, Leonardo Jaimes y Ricardo Mier Umaña. 2016. "Variaciones en el estilo estructural relacionado con anisotropías de basamento en el Valle Medio del Magdalena". *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales* 40 (155): 312-319. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.293>
- Julivert, Manuel. 1958a. "La morfoestructura de la zona de las Mesas al SW de Bucaramanga (Colombia S. A.)". *Boletín de Geología* 1: 9-34.
- Julivert, Manuel. 1958b. "Geología de la zona tabular entre San Gil y Chiquinquirá, Cordillera Oriental, Colombia". *Boletín de Geología* 3: 33-47.
- Julivert, Manuel, Darío Barrero y Jaime Navas G. 1964. "Geología de la Mesa de Los Santos". *Boletín de Geología* 18: 5-11.
- Julivert, Manuel. 1968. "Colombie (première partie), Précambrien, Paléozoïque, et intrusions d'âge mésozoïque-tertiaire". En *Lexique Stratigraphique International V. Amérique Latine*, dirigido por R. Hoffstetter, fascicule 4a. Paris: Centre National De La Recherche Scientifique.
- Julivert, Manuel. 1970. "Cover and Basement Tectonics in the Cordillera Oriental of Colombia, South America, and a Comparison with some Other Folded Chains". *Geological Society of America Bulletin* 81 (12): 3623-3646. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1970\)81\[3623:-CABTIT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1970)81[3623:-CABTIT]2.0.CO;2).
- Karsten, Hermann. 1886. *Géologie de l'ancienne Colombie bolivarienne, Vénézuéla, Nouvelle-Grenade et Ecuador*. Berlin: R. Friedlander y Sohn.
- Laverde Montaña, Fabio y Jairo Clavijo. 1985. "Análisis facial de la Formación Los Santos, según el corte 'Tú y yo' (Zapatoca)". En *Proyecto Cretácico, Contribuciones*, editado por Fernando Etayo-Serna y Fabio Laverde. Publicaciones Geológicas Especiales 16. Bogotá: Ingeominas.
- Laverde Montaña, Fabio. 1985. "La Formación Los Santos: un depósito continental anterior al ingreso marino del Cretácico". En *Proyecto Cretácico, Contribuciones*, editado por Fernando Etayo-Serna y Fabio Laverde. Publicaciones Geológicas Especiales 16. Bogotá: Ingeominas.
- Mendoza F., Hernando. 1985. "La Formación Cumbre: modelo de transgresión marina rítmica de comienzos del Cretácico". En *Proyecto Cretácico, Contribuciones*, editado por Fernando Etayo-Serna y Fabio Laverde. Publicaciones Geológicas Especiales 16. Bogotá: Ingeominas.
- Montoya Arenas, Diana M. 2019a. "Formación La Paja: descripción de la Sección Tipo. Influencia de los tapices microbiales en su génesis". En *Estudios geológicos y paleontológicos sobre el Cretácico en la región del embalse del río Sogamoso, Valle Medio del Magdalena*, dirección científica y edición de Fernando Etayo-Serna. Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia vol. XXIII. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.
- Montoya Arenas, Diana M. 2019b. "Formación Tablazo: descripción de la sección tipo. Depósitos de carbonatos en una rampa afectada por exposiciones subaéreas iterativas". En *Estudios geológicos y paleontológicos sobre el Cretácico en la región del embalse del río Sogamoso, Valle Medio del Magdalena*, dirección científica y edición de Fernando Etayo-Serna. Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia vol. XXIII. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.
- Morales, Luis G. y The Colombian Petroleum Industry. 1958. General geology and oil occurrences of Middle Magdalena Valley, Colombia. En Lewis G. Weeks (ed.), *Habitat of oil*. A symposium; conducted by the American Association of Petroleum Geologists. Special Publication 18: 641-695. Tulsa.
- Navas, Jaime. 1963. "Estudio estratigráfico de Girón, al W del Macizo de Santander (Cordillera Oriental, Colombia)". *Boletín de Geología* 12: 19-33.
- Pettijohn, Francis J., Paul E. Potter y Raymond Siever. 1973. *Sand and sandstones*. New York: Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-1066-5>.
- Pulido González, Orlando. 1979. "Geología de las planchas 135 San Gil y 151 Charalá: Departamento de Santander". *Boletín Geológico* 23 (2): 39-78.
- Renzoni, Giancarlo. 1985. "Paleoambientes de la Formación Tambor en la quebrada Pujamanes". En *Proyecto Cretácico, Contribuciones*, editado por Fernando Etayo-Serna y Fabio Laverde. Publicaciones Geológicas Especiales 16. Bogotá: Ingeominas.
- Schamel, Steven. 1991. "Middle and Upper Magdalena Basins, Colombia". En *Active Margin Basins*, editado por Kevin T. Biddle, 283-303. Memoire 52: Tulsa: American Association of Petroleum Geologists. <https://doi.org/10.1306/M52531C10>.
- Scheibe, Ernst Albrecht. 1938. "Estudios geológicos sobre la cordillera Oriental de Colombia (cordillera de Bogotá)". En *Estudios geológicos y paleontológicos sobre la cordillera Oriental de Colombia*. Bogotá: Ministerio de Minas y Petróleos.
- Suppe, John. 1983. "Geometry and kinematics of Fault-Bend Folding". *American Journal of Science* 283 (7): 684-721. <https://doi.org/10.2475/ajs.283.7.684>.
- Téllez, Noel. 1964. "Geología de la Mesa de Barichara". *Boletín de Geología* 18: 12-21.
- Ward, Dwight E., Richard Goldsmith, Andrés Jimeno Vega, Jaime Cruz Buenaventura y Eduardo Gómez R. 1969. "Mapa geológico del cuadrángulo H-12 Bucaramanga". Bogotá: Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras.
- Ward, Dwight E., Richard Goldsmith, Jaime Cruz y Hernán Restrepo. 1973. "Geología de los cuadrángulos H-12 Bucaramanga y H-13 Pamplona, departamento de Santander". *Boletín Geológico* 21 (1-3): 1-132.
- Ward, Dwight E. y Richard Goldsmith, U. S. Geological Survey, Andrés Jimeno V., Jaime Cruz B., Hernán Restrepo A. y Eduardo Gómez R. 1977. "Mapa Geológico del cuadrángulo H-12, Colombia, Bucaramanga, escala 1:100.000". Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras.
- Wheeler, Orby Clinton. 1929. "Report on the Palmira Series with Notes on Stratigraphy of the Umir, Lisama, and La Paz Formations near the Eastern part of the Mares Concession". Informe Geológico 37. Ecopetrol.
- Zamarreño de Julivert, Isabel. 1963. "Estudio petrográfico de las calizas de la Formación Rosablanca de la región de la Mesa de los Santos (cordillera Oriental, Colombia)". *Boletín de Geología* 15: 5-34.