

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA Y PETRÓLEOS

ANÁLISIS TAXONÓMICO Y MORFOLÓGICO DE LOS AMONITES DE LA FORMACIÓN NAPO COLECTADOS EN EL CANTÓN GONZALO PIZARRO, PROVINCIA DE SUCUMBÍOS

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
GEOLOGO**

ROMMEL ELÍAS RUBIO CALDERÓN

rome.rub@hotmail.com

DIRECTOR: JOSÉ LUIS ROMÁN CARRIÓN

joseluis.roman@epn.edu.ec

CODIRECTORA: ANA CABERO DEL RÍO

ana.cabero@epn.edu.ec

QUITO, julio de 2022

DECLARACIÓN

Yo, Rommel Elías Rubio Calderón, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Rommel Elías Rubio Calderón

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Rommel Rubio, bajo mi supervisión.



Dr. José Luis Román

Director de Tesis



Dra. Ana Cabero del Río

Codirectora de Tesis

AGRADECIMIENTOS

No pudiera culminar este trabajo sin primero agradecer a Miguel Rubio, Rosa Villegas, Gloria Andrade y Carlitos Panchig. Quienes en vida me motivaron a no darme por vencido y en la muerte a ser mejor.

Agradezco principalmente a mis padres por todo el amor, cariño y comprensión; las personas a quienes me debo, quienes son sinónimo de lucha y perseverancia, quienes en todo momento han velado por mi bienestar y superación. A mi hermana por ser una gran compañera y amiga, quien con su amor y carisma me motiva cada día. Les agradezco mucho por ser mi ejemplo.

A la familia Rubio Proaño, Panchig Rubio y Calderón Andrade, por todo el amor y el apoyo que me han brindado, en buenos y malos momentos, por permitirme ser parte su familia y recibirme como uno más de los suyos. Sería complicado expresar el cariño que le tengo a cada uno en este corto espacio de texto, pero puedo decir que soy muy agradecido con aquellos que han obrado de la mejor manera para mi bienestar, extendiéndoles siempre el cariño y el respeto que siento por ustedes.

A la familia Almeida Mora y Jaramillo Cobos, sería difícil explicarles el gran cariño que les tengo han sido como una segunda familia para mí.

Con algunos pude tener la oportunidad de pasar más tiempo que con otros, pero siempre fueron momentos gratos. Siempre he intentado que mi cariño y agradecimiento hacia cada uno de ustedes sean genuinos, motivo por el que cada uno de ustedes sabe cuánto los quiero; quisiera agradecer a los muchachos de La Manada HDP, Los del Cole, Mi semestre, La Aso, Los Galácticos, Los Alejos, Geología y Petróleos, El Comité, Los Presis y aquellos a quienes he conocido por circunstancias inesperadas.

Sería complicado decir que estoy más agradecido con uno o con otro, ya que con cada uno de ustedes he tenido la oportunidad de compartir momentos únicos e inigualables.

A Majo, Vale, Monday, Joha, Made, Eliana, Gaby R, MP y Elena. Aquellas mujeres que me han salvado en más de una ocasión de calle a calle de esquina a esquina.

A Francisca y Paul por las campañas de campo en las que me acompañaron

Hubo momentos buenos y malos, pero siempre seré muy agradecido con quienes me apoyaron.

A mis profesores y a los profesionales con quienes he compartido, por sus enseñanzas y consejos, en el aula de clase y en el campo laboral.

Al Dr. José Luis Román por el apoyo y la paciencia durante el desarrollo de este trabajo.

A la Dra. Ana Cabero por todas sus enseñanzas, consejos y paciencia; durante la carrera y el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Santiago Echeverría por todo su apoyo y hospitalidad durante el desarrollo de este trabajo.

Tu recuerdo impreso mente y en mi corazón, Rosa Leonor y Ernesto Miguel

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todos aquellos que me extendieron su mano, y que con su amor supieron motivarme a no darme por vencido.

Mis Padres

Rommel Rubio y Patricia Calderón

Mi Hermana

Paula Rubio

Mis abuelitos

Miguel Rubio, Rosa Villegas, Edgar Calderón y Gloria Andrade

Mi querido Hermano

Carlitos David Panchig Rubio

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Hipótesis	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Área de Estudio	3
1.4.1 Ubicación y acceso a la zona de estudio	3
1.5 Alcance	5
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Marco Geodinámico	6
2.2. Geología del Subandino	7
2.3. Geología de la cueca oriente	8
2.3.1. Estratigrafía	9
2.4. Conceptos Paleontológicos	13
2.4.1. Taxonomía	13
2.5. Categorías Taxonómicas	14
2.5.1. Clase Cefalópoda	14
2.6. Características generales	15
2.6.1. Morfología de la concha	16
2.6.2. Suturas	19
2.6.3. Sección de vuelta	20
2.6.4. Carenas o regiones ventrales	21
2.6.5. Ornamentación	22
3. METODOLOGÍA	24
3.1. Recopilación Bibliográfica	24
3.2. Campañas de campo y muestreo	25
3.3. Obtención, tratamiento y estudio de muestras paleontológicas	26

3.3.1. Etapa de campo	26
3.3.2. Etapa de laboratorio	27
3.3.3. Etapa de estudio	29
3.4. Análisis petrográfico.....	31
4. RESULTADOS	32
4.1. Descripción de los trayectos realizados.....	33
4.2. Descripción de los miembros estudiados	34
4.2.1. Trayecto Puente Histórico – Y de Coca Codo	34
4.2.2. Trayecto Casa de Máquinas – Y de Coca Codo.....	47
4.3. Resultados Paleontológicos.....	51
5. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
5.1. Discusión	76
5.1.1. Paleoambientes	76
5.1.2. Distribución y Edades	78
5.2. Conclusiones.....	84
5.3. Recomendaciones	85
5.4. Bibliografía.....	86

INDICE DE FIGURAS

Fig.1. 1 Mapa de la zona de estudio: Puntos de recolección de los ejemplares de amonites.....	4
Fig.2. 1 Marco Geodinámico del Ecuador: Se observa la subducción de la placa Nazca debajo y la Cordillera de Carnegie debajo de la Placa Sudamericana. Tomado de (Gutscher et al., 1999).....	7
Fig.2. 2 Mapa de la Cuenca Oriente con sus tres corredores estructurales-petrolíferos. Tomado de (Baby et al., 2004)	9
Fig.2. 3 Columna estratigráfica de las Formaciones: Chapiza, Hollín y Napo según el convenio Orstom-Petroproducción. Modificado de (Jaillard, 1997)	13
Fig.2. 4 Esquema de la morfología amonite	16

Fig.2. 5 Vista lateral de la orientación convencional de una concha recta y una espiralada. Tomado de (Moore, 1964)	17
Fig.2. 6 Tipos de concha por su enrollamiento. Modificado de (Moore, 1964)	18
Fig.2. 7 Tipos de concha por su forma. Tomado de Westermann en (Rodríguez, 2010)	18
Fig.2. 8 Partes de una línea de sutura. Tomado de (Camacho & Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 2008)	19
Fig.2. 9 Tipos de líneas de sutura. Modificado de (Camacho & Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 2008)	20
Fig.2. 10 Secciones de vuelta: Comprimida (A), deprimida (B), cuadrada (C), elíptica (D), lanceolada (E), ojival (F), poligonal (G), rectangular (H), redondeada (I) y ovalada (J). K: Variación de la sección de la vuelta durante la ontogenia de un ammonite: K1: Subcuadrangular, K2: Rectangular y K3: Elíptica. Tomado de: A, Hyatt, 1903; B, Eichwald, 1871; C: Roman, 1938; D, E, H, J: d`Orbigny, 1840-1842; F: Pictet y Campiche, 1858-1860; G: Gabb, 1869 e I: Eichwald, 1865; en (Ovando, 2016)	21
Fig.2. 11 Tipos de regiones ventrales: Aguda (A), aquillada (B), cóncava (C), tricarenada (D), tabular (F), surcada (G) y tectiforme (H). Tomado de d`Orbigny, 1840-1842; en (Ovando, 2016).....	22
Fig.2. 12 Tipos de costillaje en conchas de ammonites: Falcoides (A), bifurcadas (B), constricciones (C), y estrías (D). Imagen tomada de Wright et al. 1996 en (Ovando, 2016).....	22
Fig.2. 13 Ornamentación en ammonites: Costillas (A), tubérculos (B), nodos (C), quilla o carena (D), espinas (E, F) y cuernos (G). Tomado de d`Orbigny, 1840-1842; en (Ovando, 2016).....	23
Fig.3. 1 Cartas geográficas de la zona de estudio	24
Fig.3. 2 Mapa de afloramientos visitados	26
Fig.3. 3: A: Fósil de amonite visible en afloramiento de lutitas, B: Separación del material rocoso ubicado por debajo de la fósil, C: Separación del material rocoso localizado hacia los lados y en la parte superior del fósil.....	27
Fig.3. 4 A: Limpieza con dremel y grata para dar detalle al ejemplar, B: Ejemplar después de haber pasado por un proceso de limpieza a detalle.....	28

Fig.3. 5 Medidas tomadas en cuenta en la descripción de un amonite: D (Diámetro de la concha), U (Diámetro Umbilical), H (Altura de la última vuelta), EI (Espacio intercostal) y número de vueltas de la concha.	30
Fig.4. 1.: A Afloramiento de areniscas blancas pertenecientes a la Formación Hollín B Foto de cerca del afloramiento en donde se observa estratificación horizontal y ripples.	35
Fig.4. 2. Contacto erosivo entre la Formación Napo y la Formación Hollín.....	36
Fig.4. 3: (A) Afloramiento de lutitas laminadas, (B) Vista superior de muestra con presencia de bivalvos, (C) Muestra de Lutitas laminadas vista de cerca.....	37
Fig.4. 5. A: Afloramiento de intercalación de Calizas y Lutitas. B: Muestra de mano de una lodolita fosilífera. C y D: Láminas delgadas de calizas wackstone correspondientes a cada una de sus zonas señaladas.	39
Fig.4. 6. A: Foto de Afloramiento de lejos, B: Afloramiento de areniscas glauconíticas de cerca, C: Lámina delgada de la figura B, D: Muestra de caliza fósilífera bituminosa, E: Lámina delgada de la figura D.	41
Fig.4. 7. A: Afloramiento caliza fósilífera Intervalo U, B y C: Láminas delgadas del afloramiento.....	41
Fig.4. 9. A: Afloramiento de bancos de calizas intercaladas con lodos B: Concentraciones de amonites vistas de cerca C: Lámina delgada en la que se observa foraminíferos.....	43
Fig.4. 10. A: Muestra de mano de caliza con impronta de conchas B: Muestra de lámina delgada	43
Fig.4. 11. Afloramiento de lutitas pertenecientes al miembro Napo Superior.....	44
Fig.4. 12. A: Afloramiento de avalancha de escombros visto desde lejos, B: Muestra de mano de avalancha de escombros, C: Lámina delgada	45
Fig.4. 13. Columna Estratigráfica en el trayecto Puente Histórico.....	46
Fig.4. 14. A: Afloramiento inicio del Miembro Napo Basal B: Lámina delgada de arenisca glauconítica con cemento carbonatado C: Muestra con fragmento de amonite pequeño.	47
Fig.4. 15 Afloramiento Lutita Napo Basal	48
Fig.4. 16 Afloramientos pertenecientes al Miembro Napo Basal vistos desde lejos	49
Fig.4. 17 Columna estratigráfica en el trayecto Casa de Máquinas.....	50

Fig.4. 18. A (<i>O. Oxytropidoceras</i>): A.1 Vista lateral, A.2 Sección de vuelta, A.3 Región ventral; B (<i>O. Adkinsites</i>): B.1 Vista lateral, B.2 Sección de vuelta, B.3 Región Vnetral; C (<i>O. Mirapelia</i>): C.1 Vista lateral, C.2 Sección de vuelta, C.3 Región Ventral; D (<i>O. Venezoliceras</i>): D.1 Vista Lateral, D.2: Región Ventral.	53
Fig.4. 19 <i>Knemiceras</i> : A. y B. Vista lateral, C. Región Ventral.....	55
Fig.4. 20 <i>Engonoceras</i> : A. Dibujo de un supuesto ejemplar completo con líneas de sutura, B. Vista lateral, C. Región Ventral	57
Fig.4. 21 <i>Branconceras</i> : A. Vista latera, B. Región Ventral, C. Sección de vuelta.....	59
Fig.4. 22 <i>Dipoloceras</i> : A. Vista lateral, B. Región ventral.....	61
Fig.4. 23 A. (<i>M. Deiradoceras</i>): A.1 Vista lateral, A.2 Región ventral, A.3 Sección de vuelta; B. (<i>M. Mortonoceras</i>): B.1 Vista Latera, B.2: Región ventral.....	64
Fig.4. 24 <i>Mantelliceras</i> : A.Vista lateral, B. Sección de vuelta, C. Región ventral	66
Fig.4. 25 <i>Mammites</i> : A. Vista lateral, B. Sección de vuelta, C. Región ventral	68
Fig.4. 26 <i>Benueites</i> : A. Comunidad de amonites juveniles y adultos con buena preservación; B. Región ventral surcada. C. Comunidad de amonites juveniles y adultos con mala preservación.	71
Fig.4. 27 Familia Vasoceratidae: A. Vista lateral, B. Región ventral	73
Fig.4. 28 <i>Peroniceras</i> : A. Región ventral, B. Vista lateral.	75
Fig.5. 1: Columna modificada de (Jaillard, 1997), en la que se observan los taxones descritos por cada uno de los autores mencionados.....	83

INDICE DE TABLAS

Tabla 4. 1 Medidas representativas del Género <i>Oxitropidoceras</i>	52
Tabla 4. 2 Medidas representativas del Género <i>Knemiceras</i>	54
Tabla 4. 3 Medidas representativas del Género <i>Engonoceras</i>	56
Tabla 4. 4 Medidas representativas del Género <i>Branconceras</i>	58
Tabla 4. 5 Medidas representativas del Género <i>Dipoloceras</i>	60
Tabla 4. 6 Medidas representativas del Género <i>Mortonoceras</i>	63
Tabla 4. 7 Medidas representativas del Género <i>Mantelliceras</i>	65
Tabla 4. 8 Medidas representativas del Género <i>Mammites</i>	67
Tabla 4. 9 Medidas representativas del Género <i>Benueítes</i>	70

Tabla 4. 10 Medidas pertenecientes al ejemplar descrito de la Familia Vascoceratidae.	72
Tabla 4. 11 Medidas representativas del Género <i>Peroniceras</i>	74
Tabla 5. 1: Abundancia y edad de los taxones descritos en este trabajo.....	79
Tabla 5. 2: Tabla comparativa de ejemplares descritos en este trabajo con trabajos anteriores.	81

Resumen

El presente trabajo “Análisis taxonómico y morfológico de los amonites de la Formación Napo colectados en el cantón Gonzalo Pizarro, Provincia de Sucumbíos” se desarrolló al suroeste de la ciudad de Lago Agrio, en las cercanías Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair localizado al noroccidente de la Cuenca Oriente entre el Sistema Subandino y el Corredor Sacha-Shushufindi.

La Formación Napo está compuesta por secuencias de lutitas, areniscas y calizas; acumuladas en un ambiente marino, con presencia de amonites. El alto contenido de amonites en la zona de estudio de la Formación Napo, permitió realizar un estudio taxonómico de 149 ejemplares depositados en el Museo la Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo Sucumbíos y 4 ejemplares del área analizada.

Estudios realizados previamente, describen la presencia de niveles fosilíferos con amonites. Mediante el análisis morfológico de amonites asociado a la estratigrafía de la Formación Napo, se contribuyó a la actualización taxonómica de géneros descritos anteriormente. Por otro lado, actualmente la Formación Napo no posee un registro físico de ejemplares fósiles catalogados en museos paleontológicos del país, con sus respectivas descripciones. Este estudio ayudó a determinar y discriminar taxones que se localizaron en distintos niveles estratigráficos depositados durante el Cretácico Superior.

Se describieron un total de 153 ejemplares de amonites correspondientes a los géneros *Knemiceras*, *Engonoceras*, *Brancocheras*, *Oxytropidoceras*, *Dipoloceras*, *Mortoniceras* asociados a la lutita Napo Basal; *Mantelliceras* asociado a la Caliza “B” perteneciente al Miembro Napo Medio; *Benueites* descrito por primera vez en Ecuador y *Mammites* asociados a la primera secuencia de la Caliza “A” perteneciente al Miembro Napo Medio, *Peroniceras* asociado a las lutitas Napo Superior; y la familia *Vascoceratidae* asociada a la Caliza “U” en el miembro Napo Inferior. El género más abundante de la colección analizada es *Oxytropidoceras* con 64 ejemplares identificados; los géneros más escasos son *Dipoloceras*, *Mammites* y *Mantelliceras* con un ejemplar identificado para cada uno. Se ratificó la presencia de algunos géneros que permiten discriminar edades dentro de la Formación Napo como: *Brancocheras* que indica el final del Albiano Medio, *Mortoniceras* que indica el final del Albiano Superior, *Mantelliceras* que indica el inicio del Cenomaniano Inferior, *Benueites* que indica una edad del Turoniano Inferior al Turoniano Medio, *Peroniceras* que indica el Coniaciano Inferior.

Palabras Clave: Cuenca Oriente, Coca Codo, Amonite, *Benueites*

Abstract

This study was developed on the southwest of the city of Lago Agrio, next to the Hydroelectric Project Coca Codo Sinclair, located in the northwest of the Oriente Basin between the Sub-Andean System and the Sacha-Shushufindi Corridor.

The Napo Formation is composed of sequences of Shales, Sandstone and Limestone; accumulated in a marine environment, with presence of ammonites. The high content of ammonites in the area of study, allowed a taxonomic study of 149 specimens deposited in the Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo Sucumbíos and 4 specimens in the analyzed area.

Previous studies describe the presence of fossiliferous levels with ammonites. Through the morphological analysis of ammonites associated with the stratigraphy of the Napo Formation, it was contributed to the taxonomic update of the previously described genera. On the other hand, currently the Napo Formation does not have a physical record of fossil specimens cataloged in paleontological museums in the country, with specific descriptions in ammonites. This study helped to determine and discriminate taxa which were located at different stratigraphic levels deposited during the Late Cretaceous.

A total of 153 specimens of ammonites corresponding to the genera *Knemiceras*, *Engonoceras*, *Brancocheras*, *Oxytropidoceras*, *Dipoloceras*, *Mortoniceras* associated with the Napo Basal shale were described; *Mantelliceras* associated with Limestone "B" belonging to the Middle Napo Member; *Benueites* described for the first time in Ecuador and *Mammites* associated with the first sequence of Limestone "A" belonging to the Middle Napo Member, *Peroniceras* associated with the Upper Napo shales; and the Vascoceratidae family associated with Limestone "U" in the Lower Napo member. The most abundant genus in the analyzed collection is *Oxytropidoceras* with 64 identified specimens; the genders scarcer are *Dipoloceras*, *Mammites* and *Mantelliceras* with one specimen identified for each genus. It was ratified presence of some genres that allow discriminating ages within the Napo Formation such as: *Brancocheras* indicating the end of the Middle Albian, *Mortoniceras* indicating the end of the Upper Albian, *Mantelliceras* indicating the beginning of the Lower Cenomanian, *Benueites* indicating an age from the Lower Turonian to the Middle Turonian, *Peroniceras* indicating the Lower Coniacian.

Key Words: Oriente Basin, Coca Codo, Ammonite, *Benueites*

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación “Análisis taxonómico y morfológico de los Amonites de la Formación Napo colectados en el cantón Gonzalo Pizarro, provincia de Sucumbíos” se desarrolla como un proyecto de investigación geológico al norte de la Zona Subandina en la Cuenca Oriente dentro del área del denominada Levantamiento Napo, al noreste del Ecuador.

La zona de estudio se ha focalizado en la provincia de Sucumbíos, cantón Gonzalo Pizarro, dentro de las parroquias Gonzalo Pizarro y Reventador, al norte del Levantamiento Napo cercano al volcán El Reventador (Fig.1. 1). Se estudió la paleontología de Amonites y la estratigrafía de la Fm. Napo, principalmente en los miembros Napo Basal, Napo Inferior y Napo Medio, para aportar al conocimiento taxonómico de especies de Amonites en los distintos miembros de la Formación.

La Formación Napo está conformada por lutitas negras, areniscas y calizas. Se caracterizan por distintas secuencias sedimentarias para cada uno de sus miembros de acuerdo con el contenido de palinomorfos, nanofósiles, foraminíferos, ejemplares de erizos de mar, dientes de seláceos, lamniformes, ostrácodos, bivalvos, amonites, materia orgánica, etc. (Jaillard, 1997) .

Bristow & Hoffstetter, (1977) y Baby et al., (2004) constituyen la base bibliográfica de este proyecto de investigación pues han realizado estudios paleontológicos generales de la Formación Napo, al norte de la Cuenca Oriente del Ecuador, en las zonas de Gonzalo Pizarro y el Reventador como parte del reconocimiento geológico y cartográfico de la zona.

Los estudios paleontológicos son escasos en estas zonas y actualmente la Formación Napo no posee un registro físico de ejemplares fósiles catalogados en los museos petrográficos y paleontológicos del país, por lo que se pretende ampliar la información sobre la taxonomía de los amonites junto con la localización geográfica de los ejemplares fósiles. Para ello, fueron estudiados ejemplares de amonites que se encuentran en el Museo de la Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo Sucumbíos, de los cuales se conoce su localización de muestreo.

El contenido de amonites nos permite corroborar o entender de mejor manera los procesos de depositación de los Miembros Napo Inferior y Napo medio propuesto por White & Barragán, (1997) y comprender los procesos de acumulación de amonites.

1.1 Antecedentes

La Cuenca Oriente localizada al este de los Andes ecuatorianos es una cuenca de antepaís estudiada durante al menos los últimos 80 años, en el ámbito geológico y geofísico, a causa de su potencial petrolífero. La estratigrafía de su relleno Cretácico ha sido subdividida en 3 Formaciones: Hollín, Napo y la arenisca basal de la Formación Tena (Baby et al., 2004; Wasson & Sinclair, 1927).

Este estudio se centra en la Formación Napo, que está subdividida en tres Miembros: Napo inferior (Albiano Superior - Cenomaniano Inferior), Napo medio (Turoniano) y Napo superior (Coniaciano - Campaniano) según Tschopp, (1953). Por su parte, Jaillard, (1997) realiza algunos cambios y propone una nueva subdivisión de los Miembros de la Formación Napo y sus edades: Napo basal (Albiano Inferior – Superior) Napo inferior (Albiano Superior - Cenomaniano Superior), Napo medio (Turoniano Inferior - Superior) y Napo superior (Coniaciano - Campaniano).

Las primeras descripciones del relleno Cretácico y su acumulación fósil fueron realizadas por Wasson & Sinclair, (1927), Tschopp, (1953) y Bristow & Hoffstetter, (1977); con la recolección de fósiles de bivalvos y amonites. Mediante la discriminación de distintas especies los autores pudieron caracterizar a cada Formación y su edad, de acuerdo con el registro fósil encontrado, aportando así con edades del Cretácico Inferior y Superior. Jaillard, (1997) habla acerca de los amonites: *Oxytropidoceras* sp., *Diploceras* gr. *Bouchardianu*, *Enogoceras* sp., *Oxytropidoceras* (*Venezoliceras*) sp. juv. cf. *venezolanum*, *Mortoniceras* (*Deirodoceras*) sp., *Mortoniceras* sp.; corroborando la información descrita en estudios anteriores.

Los ejemplares fósiles de amonites, descritos en los trabajos mencionados anteriormente, no poseen registro físico en los museos petrográficos y paleontológicos del país, tampoco especifican una localización exacta; Jaillard, (1997) realizó la distribución de especies y niveles fosilíferos dentro de una columna estratigráfica, sin embargo, el trabajo no provee registro de interpretaciones acerca de las descripciones realizadas, por lo que la información es limitada.

Durante la construcción de las vías hacia la Casa de Máquinas y hacia el Embalse, Santiago Echeverría rescató ejemplares de amonites, realizó la limpieza y restauración de los ejemplares; los cuales posteriormente fueron depositados en la Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo Sucumbíos.

En este trabajo se analiza la taxonomía y morfología de amonites ubicados en campo, así como, de amonites guardados en el Museo de la Casa de Cultura Ecuatoriana Núcleo Sucumbíos, para definir la taxonomía de los ejemplares de la manera más detallada posible, aportando al conocimiento e información de amonites.

Para ello, se ha compilado: publicaciones, artículos científicos, libros, textos, mapas topográficos (escala 1:100000 y 1:50000), informes, imágenes satelitales, imágenes de google earth de la zona de estudio; e, información y descripciones acerca de amonites del Cretácico. La síntesis de la bibliografía obtenida permitió la programación de salidas de campo para la observación de ejemplares fósiles *in situ* y el análisis de los ejemplares ya colectados.

1.2 Hipótesis

Los amonites colectados en el Cantón Gonzalo Pizarro, Provincia de Sucumbíos; aportan información que permite correlacionar con la bibliografía previa para definir edad y características paleoambientales de la zona de estudio.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar las características taxonómicas y morfológicas conservadas en los ejemplares de Amonites colectados en el cantón Gonzalo Pizarro, Provincia de Sucumbíos. Para clasificarlos y diferenciar los distintos taxones existentes.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar análisis taxonómicos y morfológico de los ejemplares de amonites colectados en el cantón Gonzalo Pizarro, provincia de Sucumbíos. (Museo de la Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo Sucumbíos).
- Analizar la estratigrafía de los puntos de estudio y muestreo señalados en el mapa.Fig.1. 1
- Aportar al conocimiento de amonites existentes en los lugares de estudio de la Formación Napo a partir de las muestras de recolectadas y trabajo de campo.

1.4 Área de Estudio

1.4.1 Ubicación y acceso a la zona de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la provincia de Sucumbíos, cantón Gonzalo Pizarro, dentro de las parroquias Gonzalo Pizarro y El Reventador, zona norte del área denominada Levantamiento Napo cercana al volcán El Reventador. El área de estudio

específicamente se ha focalizado en los sectores de la cuenca del Río Tigre, puente histórico sobre el Río Coca y el sector Coca Codo Sinclair en la ladera izquierda del Río Coca, a su vez estas son las localizaciones de las muestras recolectadas del Museo de la Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo Sucumbíos. (Fig.1. 1).

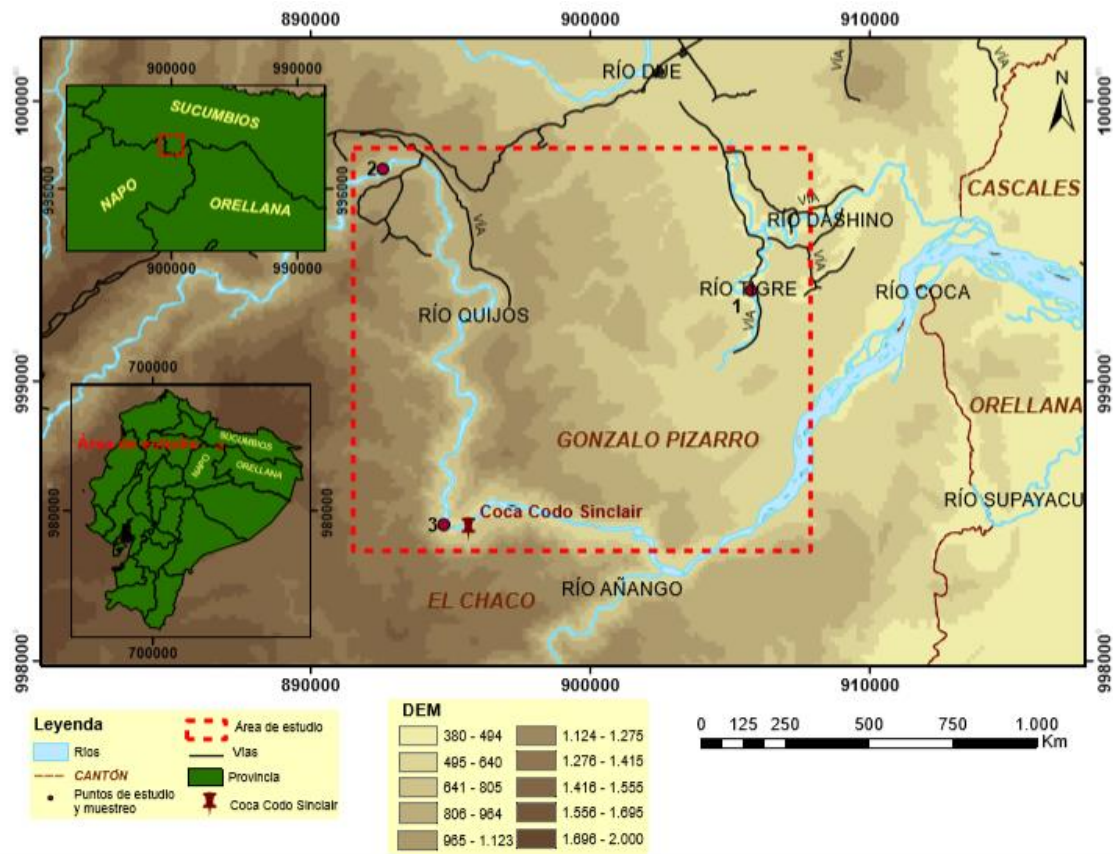


Fig.1. 1 Mapa de la zona de estudio: Puntos de ubicación de las secciones estudiadas en campo.

La única vía de acceso a la zona de estudio es la vía de entrada al Proyecto Hidroeléctrico “Coca Codo Sinclair”, las vías que utilizamos durante el desarrollo de este proyecto son la vía al Embalse y la vía a la Casa de Máquinas, las vías se encuentran en buen estado, sin embargo, varios de los afloramientos están cubiertos por vegetación, cemento o geomembrana; por lo que se utilizaron vías de segundo orden para poder lograr los objetivos.

1.5 Alcance

En el presente trabajo se realiza descripción petrográfica de muestras y descripción paleontológica de los amonites colectados de la Formación Napo, complementándolo con una distribución de géneros de amonites en una columna estratigráfica sintética.

En este trabajo se analiza la taxonomía y morfología de los amonites observados en campo, así como de los amonites situados en el Museo de la Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo Sucumbíos, para definir la taxonomía de los ejemplares de la manera más detallada posible, aportando al conocimiento e información de amonites.

Para poder estudiar cada uno de los ejemplares, se realizaron procesos de limpieza y restauración. Se utilizaron algunos métodos físicos como la utilización de una herramienta dremel (Equipo que ofrece una variedad de funcionalidad con distintas herramientas para lijar, pulir, perforar, pegar, bricolaje, etc.); en otros casos se utilizaron métodos químicos como el uso de agua oxigenada para eliminar el excedente de roca en los ejemplares. Se utilizaron algunas técnicas de extracción de roca para evitar dañar los ejemplares (Fig.3. 3).

Se analizaron 18 láminas delgadas pertenecientes a 18 muestras representativas recolectadas en las distintas campañas de campo realizadas.

En este trabajo se estudiaron alrededor de 230 amonites, entre amonites completos y fragmentos, de acuerdo con su estado de preservación.

Este trabajo busca aportar con nuevos datos a la paleontología de la Cuenca Oriente principalmente en la Formación Napo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Geodinámico

El Ecuador forma parte de un margen convergente activo, debido a la subducción entre las Placas Nazca y Sudamericana, la cual ocurre a una velocidad de 58 mm/año. Juntamente con Colombia y Venezuela forman parte de bloque Andino, el cual se mueve NNE con respecto al resto de América del Sur y se comprime en dirección E-O (Pennington, 1981).

Ecuador está localizado en una zona de transición entre los Andes centrales con orientación hacia SSE-NNW y los Andes del Norte hacia el SSW-NNE, de modo que la placa de Nazca posee una subducción de tipo flat-slab (bajo ángulo de subducción) en Perú hacia una subducción por inmersión y oblicua en Colombia (Gutscher et al., 1999). Los Andes ecuatorianos presentan una geometría de empuje de doble cuña (Fig.2. 1), de manera que la Megafalla dextral transpresiva Dolores Guayaquil (DGM) divide las dos cuñas orogénicas (Winter et al., 1993; Trenkamp et al., 2002). Al oeste está ubicado el dominio costero ecuatoriano, este se acumuló durante el Cretácico y el Paleógeno en el margen continental de América del Sur (Aspden & Litherland, 1992; Jaillard et al., 2009).

La cuenca del Oriente, que cubre aproximadamente 100.000 km², se encuentra entre los Andes al oeste y el escudo de Guyana al este. La cuenca se extiende al norte hacia la cuenca del Putumayo en Colombia y al sur hacia la cuenca del Marañón en Perú. Estas cuencas son parte de la zona de antepaís subandina que se extiende desde Venezuela hasta el sur de Chile (Gansser, 1973; Baby et al., 2013).

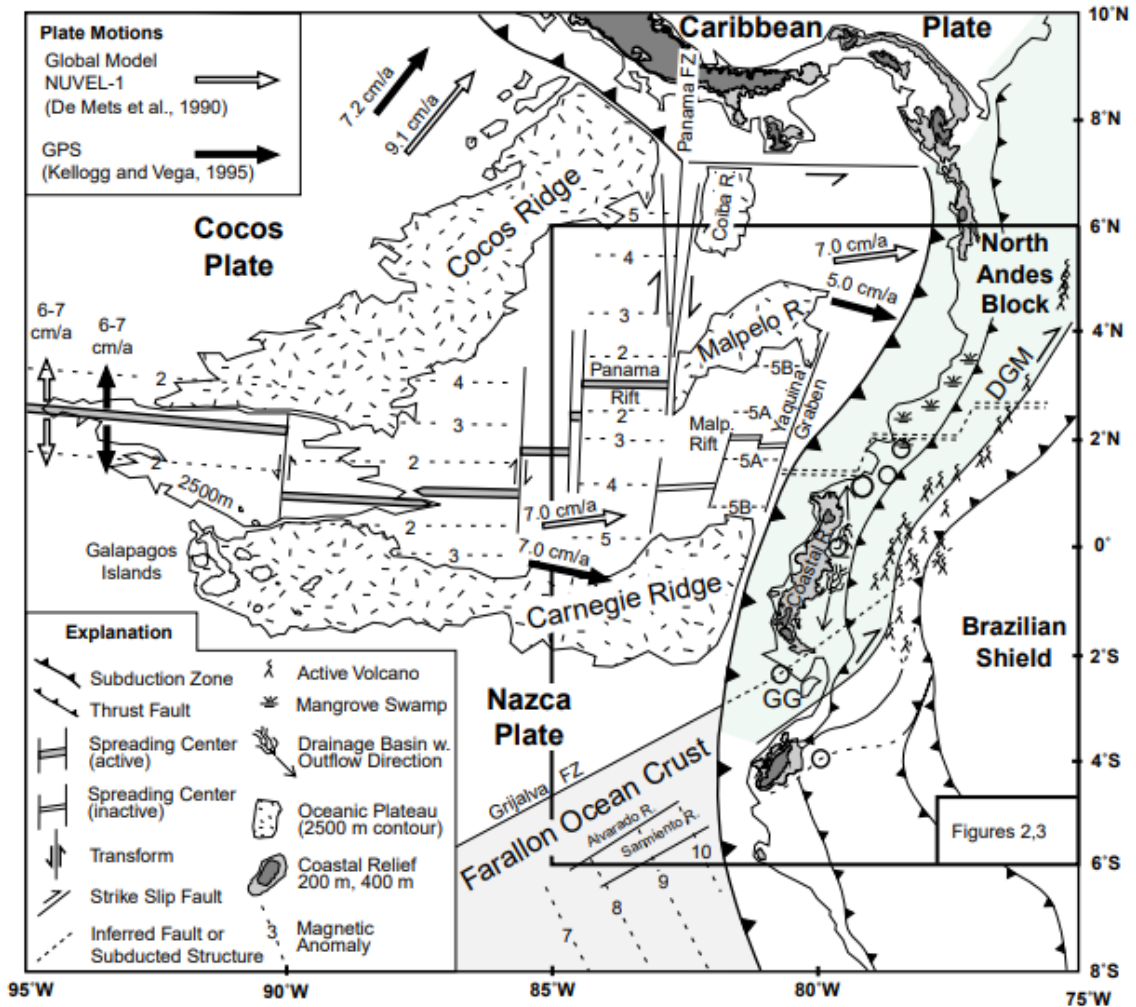


Fig.2. 2 Marco Geodinámico del Ecuador: Se observa la subducción de la placa Nazca debajo y la Cordillera de Carnegie debajo de la Placa Sudamericana. Tomado de (Gutscher et al., 1999)

2.2. Geología del Subandino

La Zona Subandina del Ecuador (SAZ) constituye la parte más occidental y próxima de la Cuenca de Oriente. En esta área, el basamento Paleozoico, las rocas volcánicas Mesozoicas-Terciarias y las formaciones sedimentarias están expuestas como antiformalas a gran escala (Cinturón de empuje subandino). Las unidades morfotectónicas en la SAZ se conocen como el Levantamiento Napo en el norte, la Depresión Pastaza y la Cordillera del Cutucú en el sur (Fig.2. 3). Esta arquitectura se debe al empuje hacia el noreste de la Cordillera Real sobre las series de relleno de la Cuenca del Escudo de Guyana y Oriente con evidencia de fallas (Litherland et al., 1994; Rosero, 1999; Baby et al., 1999).

La Cuenca Oriente es parte del sistema de cuencas de antepaís desarrollada entre los Andes Centrales y los Andes del Norte desde el Cretácico Superior. Se evidencia un sistema de fallas pre-Cretácicas, relacionadas con una deformación de tipo thick-skin (Baby et al., 2013).

La Cuenca Oriente se caracteriza por sus relieves subandinos, el megacono aluvial Pastaza desemboca entre los relieves del Levantamiento Napo y la Cordillera del Cutucú, en este se asienta la historia de la Cuenca Oriente y se desarrolla hacia la Cuenca Marañon en Perú (Baby et al., 2004).

La ocurrencia de la cuenca de ante-país de trasarco en la que se localiza la Cuenca Oriente y el surgimiento de la Cordillera Real, fueron provocados por esfuerzos transpresivos ocurridos a finales del Cretácico. Los campos petrolíferos ocurren debido a la inversión tectónica de fallas normales relacionadas a un sistema de rift Triásico y/o Jurásico Inferior (Baby et al., 2004).

2.3. Geología de la cueca oriente

La Cuenca Oriente forma una cuenca de antepaís ubicada entre la Cuenca del Putumayo en Colombia y la Cuenca Marañon en Perú. En su columna sedimentaria se evidencia una secuencia Pre-aptense que ocurre desde el Paleozoico, cubierta por un ciclo pre-orogénico sedimentario Cretácico y un relleno Cenozoico de antepaís, localizados en las zonas aledañas al Levantamiento Napo y la Cordillera de Cutucú (Baby et al., 1999) ; también podría ser dividida en tres sistemas:

Dominio Occidental o Sistema Subandino: Posee 3 zonas morfo estructurales delimitadas de norte a sur (Baby et al., 1999).

- El Levantamiento Napo, correspondiente a un domo alargado de gran longitud orientado NNE-SSO, limitado por fallas transpresivas al este y al oeste.
- La Depresión Pastaza, compuesto por fallas de cabalgamiento hacia la Zona Subandina-Cordillera Oriental
- La Cordillera del Cutucú, caracterizada por poseer estructuras con orientación NS a NNO-SSE, donde se puede apreciar a las formaciones Triásico-Jurásicas, Santiago y Chapiza; y limitadamente a las Formaciones Paleozoicas Pumbuiza y Macuma.

Dominio Central o Corredor Sacha Shushufindi: Comprende a los campos petrolíferos Sacha, Shushufindi, Libertador, denominados como algunos de los más importantes de la Cuenca Oriente. Posee una inversión de tendencia NNE-SSO,

ocasionado por megafallas en transpresión, verticalizándose en profundidad y que pueden evolucionar como estructuras en flor hacia la superficie (Baby et al., 1999).

Dominio Oriental o Capirón Tiputini: Conformado por un sistema invertido de grabens estructurado por fallas lístricas en una cuenca extensiva (Baby et al., 1999).

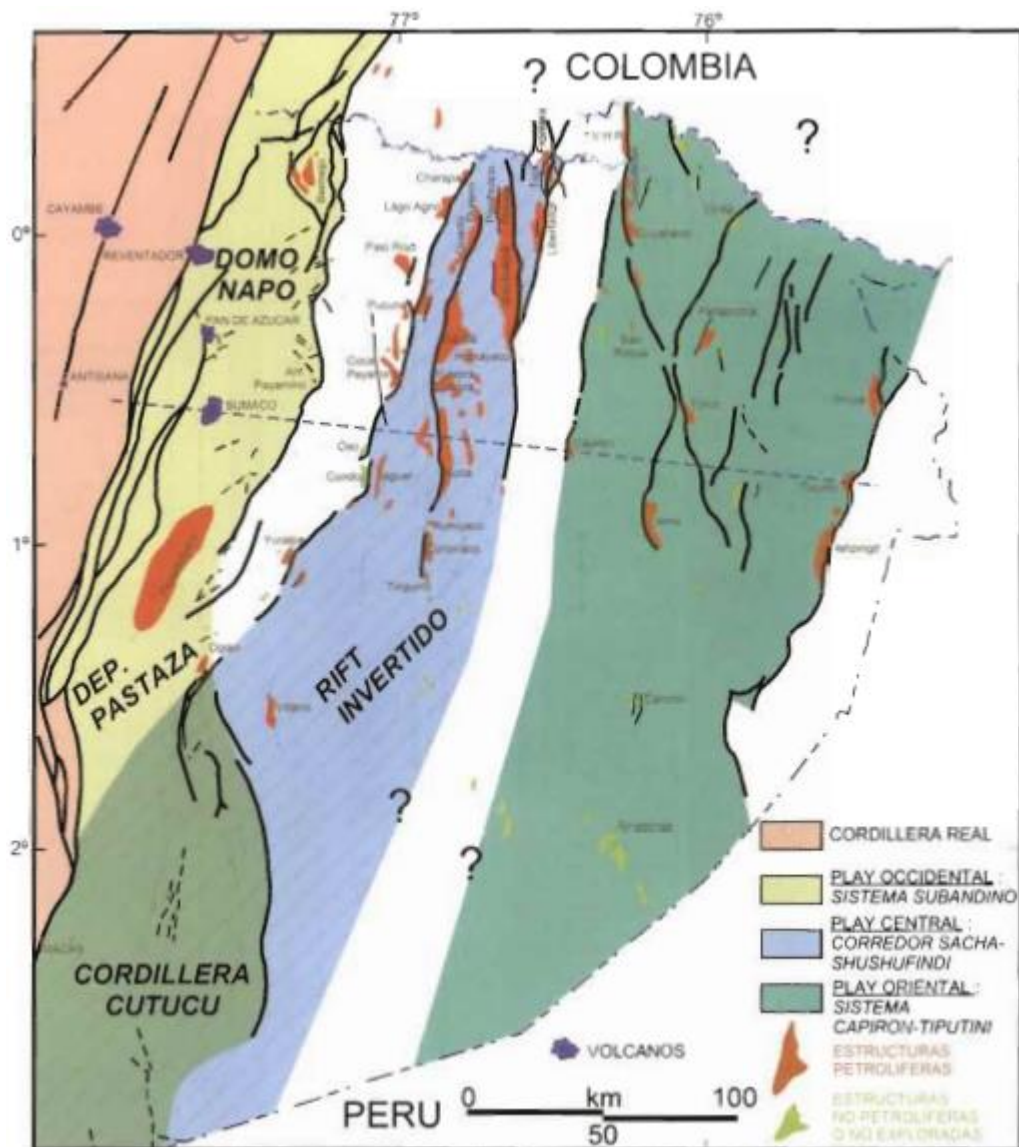


Fig.2. 4 Mapa de la Cuenca Oriente con sus tres corredores estructurales-petrolíferos.

Tomado de (Baby et al., 2004)

2.3.1. Estratigrafía

2.3.1.1. FORMACIÓN PUMBUIZA (ANTIGUO PALEOZOICO)

Esta Formación está compuesta por pizarras gris oscuras a negras, en algunos lugares pizarras grafitosas. También está compuesta por areniscas cuarcíticas masivas de grano fino, no se registran fósiles. Debido al plegamiento, fallamiento de estas capas y

que no se puede observar la base de la Formación no se puede estimar un espesor confiable (Tschopp, 1953).

2.3.1.2. FORMACIÓN MACUMA (PENNSYLVANIAN)

La Formación Macuma está dividida en dos Miembros: Macuma Inferior y Macuma Superior. Macuma Inferior está compuesta por intercalaciones de calizas silíceas de color gris oscuro y alto contenido fosilífero (braquiópodos), lutitas y pizarras. Macuma superior está constituida por intercalaciones de lutitas y calizas masivas blanquecinas a gris oscuro. Las calizas finas son margas con cemento silicio, y las que predominan hacia la parte superior son arcillas duras no calcáreas (Lasluisa & Moreno, 2018; Tschopp, 1953).

2.3.1.3. FORMACIÓN SANTIAGO (JURÁSICO INFERIOR)

La Formación Santiago está compuesta por secuencias de calizas delgadas de color gris, gris oscuro a negro granocrecientes y con un notable porcentaje de cemento silíceo; intercalaciones de areniscas calcáreas con lutitas micáceas las cuales son bituminosas en algunos sitios, evidenciando una alta acumulación de amonites en distintos niveles (Vela, 2019; Tschopp, 1953).

2.3.1.4. FORMACIÓN CHAPIZA

La Formación Chapiza se encuentra subdividida en tres Miembros: Chapiza Inferior, Chapiza Medio y Chapiza Superior. Chapiza Inferior está compuesta por intercalaciones de lutitas grises y areniscas rosáceas, en algunas localidades se observa también capas delgadas de anhidrita, vetas de yeso y concreciones de dolomita. Chapiza Medio está conformada por lutitas rojas y areniscas, pero sin intercalaciones evaporíticas. Chapiza Superior está compuesta por lutitas rojas, areniscas y conglomerados; con intercalaciones variables de tobas grises, verdes y violetas; arcosas, areniscas tobáceas y tobas brechoides. Algunas intrusiones ocurren en la Formación Chapiza, sin embargo, lavas y piroclastos aparecen únicamente en Chapiza Superior indicando un periodo de actividad volcánica (Tschopp, 1953).

2.3.1.5. FORMACIÓN MISAHUALLÍ

La Formación Misahuallí está compuesta por lavas y piroclastos muy consolidados, intercalados con areniscas. La Formación Misahuallí es el equivalente a Chapiza Superior, se ubica por encima de las lutitas rojas de Chapiza (Chapiza Medio), pero se diferencian por el grado de consolidación y fallamiento en Misahuallí (Tschopp, 1953).

2.3.1.6. FORMACIÓN HOLLIN (CRETÁCICO INFERIOR)

La Formación Hollín está compuesta por grandes estratos de arenisca masiva de color blanco, estos estratos se encuentran intercalados en algunas secciones por

intercalaciones finas de lutitas arenosas oscuras, lutitas micáceas y carbón (Tschopp, 1953).

2.3.1.7. FORMACIÓN NAPO (ALBIANO-CONIACIANO)

La columna de la Formación Napo se puede observar en la Fig.2. 5

Según Jaillard, (1997) la Formación Napo posee alrededor de 189m de espesor en la Sección Misahuallí-Ongota tomada como referencia.

Miembro Napo Basal

a. Areniscas (Hollín Superior) y Caliza "C"

Es el límite entre la Fm. Hollín y la Fm. Napo, encontramos areniscas pertenecientes a Hollín superior sin macrofauna extraíble. En la Caliza "C" se observa amonites del pozo Pungarayacu-30 los cuales han sido identificados como *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) sp. del Albiano medio (det. L. Bulot) (Jaillard, 1997).

b. Lutitas Napo Basal

Son lutitas laminares negras ricas en macrofauna, principalmente amonites y bivalvos hacia la base, disminuyendo su contenido de fósiles hacia la parte superior. Entre los muestreos realizados por el Dr. L. Bulot fueron determinados *Dipoloceras* gr. *bouchardianum* y *Venezoliceras* (*Venezoliceras*) cf. *venezolanum* que indican la base del Albiano superior; en el tope de las Lutitas Napo Basal fueron descritas *Dipoloceras* aff. *tarrentense*, *D.* aff. *fredericksburgense*? y *Knemiceras laraense* de la base del Albiano superior (det. L. Bulot). Sobre las lutitas basales se colectó un *Engonoceras* sp. del Albiano (det. P. Bengtson) caído (Jaillard, 1997).

c. Calizas superiores o Calizas "T"

Son calizas enriquecidas en cuarzo detrítico y glauconita hacia el tope, las cuales poseen alto contenido de fauna. Fueron encontrados ejemplares de *Oxytropidoceras* (*Venezoliceras*) cf. *venezolanum* en una de las superficies endurecidas, pertenecientes al Albiano superior (det. L. Bulot) (Jaillard, 1997).

d. Arenisca "T"

Se distinguen 3 grupos de areniscas para la arenisca "T", los primeros con alto contenido de glauconita; distinguiéndose así el miembro superior por un alto contenido de restos vegetales y estromatolitos ferruginosos. No se observa macrofauna, sin embargo, el estudio de la microfauna indica una edad perteneciente al Albiano Superior (Jaillard, 1997).

Miembro Napo Inferior

a. Calizas "B"

Están compuestas por lutitas negras con nódulos de caliza y pirita con amonites identificables, estas a su vez dividen a las calizas de la arenisca "T". Por encima encontramos bancos masivos de caliza fosilífera, la parte superior está compuesta por intercalaciones de lutitas negras y calizas finas. En la sección media del Río Misahuallí fueron encontrados los amonites *Mortoniceras (Deiradoceras)* sp. de la parte media de Albiano superior y *Mortoniceras* sp. de la parte mediana del Albiano superior. Tomando en cuenta a los amonites y microfauna descrita, la edad de la parte media de la caliza "B" es Albiano Superior (Jaillard, 1997).

b. Intervalo "U"

Está conformado por lutitas, areniscas calcáreas y calizas marinas con escasos amonites los cuales son indeterminables, pero son posteriores al Albiano. El bivalvo *Neithea* aff. *roemeri* indica el cenomaniano inferior (det. A. Dhondt). El límite Albiano – Cenomaniano se ubica cerca de la base de las lutitas "U" (Jaillard, 1997).

Miembro Napo Medio

a. Primera secuencia (Caliza "A" inferior)

Está compuesta por calizas masivas y laminadas con cherts negros. Se identificaron amonites pequeños silicificados no extraíbles (Jaillard, 1997), ejemplares similares fueron determinados por Breistroffer como *Mammites* aff. *barkeri* y *Neoptychites* sp. juv. del Turoniano Inferior Tardío (Tschopp, 1953).

b. Segunda secuencia (Caliza "A" superior)

Está constituida por bancos calcáreos y niveles margosos hacia la base. Grandes amonites, difícilmente extraíbles fueron observados, debido a su mala conservación fueron determinados con duda por Prof. Bengtson como *Coilopoceratideos* (Jaillard, 1997), aparecen en el Turoniano medio a superior.

c. Tercera secuencia (Caliza "M-2" inferior)

La caliza "M-2" inferior está constituida por una secuencia de margas arenosas glauconíticas que pasan a margas y luego a calizas hacia arriba. En la base, se colectaron amonites mal preservados (*Coilopoceratideo* ?, determinada por P. Bengtson) (Jaillard, 1997).

d. Cuarta secuencia (Caliza "M-2" superior)

La Caliza "M-2" superior es una secuencia estrato-creciente de margas y calizas. En el río Misahuallí, los últimos centímetros de la secuencia contienen numerosos amonites pequeños determinados por el Prof. P. Bengtson como *Harleites ? subtuberculatum* o *Barroisiceras* sp. del Coniaciano basal, sin excluir el Turoniano terminal (Jaillard, 1997).

Miembro Napo Superior

a. Calizas laminadas inferiores

Está conformada por una parte inferior de calizas lutíticas oscuras laminadas, las cuales podrían constituir el tope de las Calizas M-2. Estas calizas están compuestas por lumaquelas de bivalvos indeterminadas (Jaillard, 1997).

b. Lutitas superiores ("M-1")

La parte superior está conformada por algunos metros de margas y lutitas calcáreas, el estudio de la microfauna nos indica una edad Turoniano medio-Santoniano basal (Jaillard, 1997).

FORMACIONES Y UNIDADES		EDAD
NAPO superior	Arenisca M 1	CAMPANIANO
	Marcador "L" Lutitas M 1	SANTONIANO
	Lutitas M 1 Caliza M 1	CONIACIANO
NAPO medio	Arenisca M 2 Caliza M 2	superior TURONIANO
	Caliza A	inferior
NAPO inf.	Arenisca U Caliza U	superior CENOMANIANO
	Lutita U	inferior
NAPO basal	Arenisca T Caliza T	ALBIANO superior
	Lutitas	ALBIANO med.
	Caliza C Arenisca inf. Fm HOLLIN	ALBIANO inf.
		APTIANO
	Fm CHAPIZA	NEOCOMIANO

Fig.2. 5 Columna estratigráfica de las Formaciones: Chapiza, Hollín y Napo según el convenio Orstom-Petroproducción. Modificado de Jaillard, (1997)

2.4. Conceptos Paleontológicos

2.4.1. Taxonomía

La Taxonomía es la materia que se encarga de la clasificación o jerarquización de los seres vivos. Mediante el análisis de características taxonómicas propias de cada ser vivo o fósil podemos clasificarlos en grupos, jerarquías, etc. El proceso de análisis se

basa en identificación, nominación y descripción de especies (microtaxonomía), así como, la clasificación de grupos taxonómicos mayores (macrotaxonomía) (Fernández et al., 2013).

Cada grupo, jerarquización o nivel de jerarquización se denomina categoría taxonómica; de esta manera las distintas categorías se incluyen dentro de otras, siendo especie la categoría más fundamental y reino la categoría de mayor rango. A medida que el rango de las categorías aumenta las categorías intermedias aparecen, como: superclase, subclase, superorden, suborden, superfamilia, etc. (Arija, 2012).

Categorías Taxonómicas: Reino, Phylum (filo o división), Clase, Orden, Familia, Género, Especie.

Las características taxonómicas son cualidades de cada ser vivo o fósil que permiten diferenciar un taxón de otro taxón, también existen cualidades heredables características de cada organismo lo que permite diferenciar grupos o taxones (Mayr & Ashlock, 1991).

Los amonites son invertebrados que pertenecen a la Clase Cefalópoda, dentro del Phylum Mollusca.

2.5. Categorías Taxonómicas

2.5.1. Clase Cefalópoda

Los cefalópodos son los representantes más derivados de los moluscos. Los representantes vivos de esta clase poseen características distintas, tales como su cabeza bien definida, su sistema nervioso muy desarrollado, su boca (alrededor de la cual poseen un círculo de ocho o más tentáculos), un sifón con forma de embudo por donde el animal arroja una cantidad de agua para moverse hacia atrás; además poseen de 2 a 4 branquias. Pueden poseer una concha calcárea externa, con cámaras, formando un espiral planienrollado; también pueden poseer una concha rudimentaria interna o pueden estar desnudos (no poseen concha) (Shimer & Shrock, 1972).

Los Cefalópodos extintos poseían conchas calcáreas con forma de espiral poco o muy enrolladas, rectas, curvadas, con estructura interna compleja. Debido a sus características son fósiles índices de correlación regional e intercontinental (Shimer & Shrock, 1972).

2.5.1.1. Subclase Nautiloidea (Tetrabranchiata)

Está conformada por varios órdenes, más de 300 géneros y miles de especies; su único género vivo es el *Nautilus*. Se caracterizan por tener cuatro branquias, poseen conchas

calcáreas externas, rectas, curvas o enrolladas; están divididos en varias cámaras por tabiques retrosifonatos (que apuntan hacia atrás) bien desarrollados, con suturas rectas o ligeramente curva, poseen un sifón ventral y una cresta dorsal; con sifúnculo ventral, central. Aparición: Cámbrico, Ordovícico, hasta la actualidad. Orden Protochoanites: Cefalópodos ortocónicos primitivos del Cámbrico (Shimer & Shrock, 1972).

2.5.1.2. Subclase Coleoidea (*Dibranquia*)

Son cefalópodos con pocos representantes fósiles, los más modernos son dibranquiados, no poseen concha externa o poseen una concha interna rudimentaria calcárea que consiste en fragmocono, proestraco y guardia. Aparición: Triásico – hasta la actualidad (Shimer & Shrock, 1972).

2.5.1.3. Subclase Ammonoidea

Son cefalópodos extintos cuyas conchas están divididas por cámaras con tabiques complejos, pudieron tener cuatro branquias y están representados por más de 300 géneros y miles de especies. Poseen conchas calcáreas externas. Se diferencian de la Subclase Nautiloidea por sus conchas delgadas, discoidales, con enrollamiento complejo, y a la forma complicada de los tabiques y cámaras. Están compuestos por un sifúnculo retrosifonato, transicional y prosifonato, con aberturas cerradas por placa cornea simple o doble poco modificadas, y perforación umbilical rara. Aparecen: Silúrico Superior – Cretácico (Shimer & Shrock, 1972).

1. Orden Ammonitida

Ocupan gran variedad de nichos ecológicos, siendo el grupo más numeroso de toda la subclase; en particular frecuentes y con disparidad en ambientes marinos de profundidad moderada a somera. Son excelentes fósiles guía debido al corto rango estratigráfico de la gran mayoría de sus especies, diferenciados por suturas complejas de tipo amonítico y en ocasiones por algunos cientos miles de años (Camacho & Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 2008).

2.6. Características generales

Los amonites tienen morfologías variables; la Subclase Ammonoidea está caracterizada por la morfología de su concha (enrollamiento, sección de vuelta, etc.), sus ornamentos (protuberancias en la concha, forma de las costillas, forma de la quilla), líneas de sutura complejas de tipo amonítico (Fig.2. 6). (Klug et al., 2015)

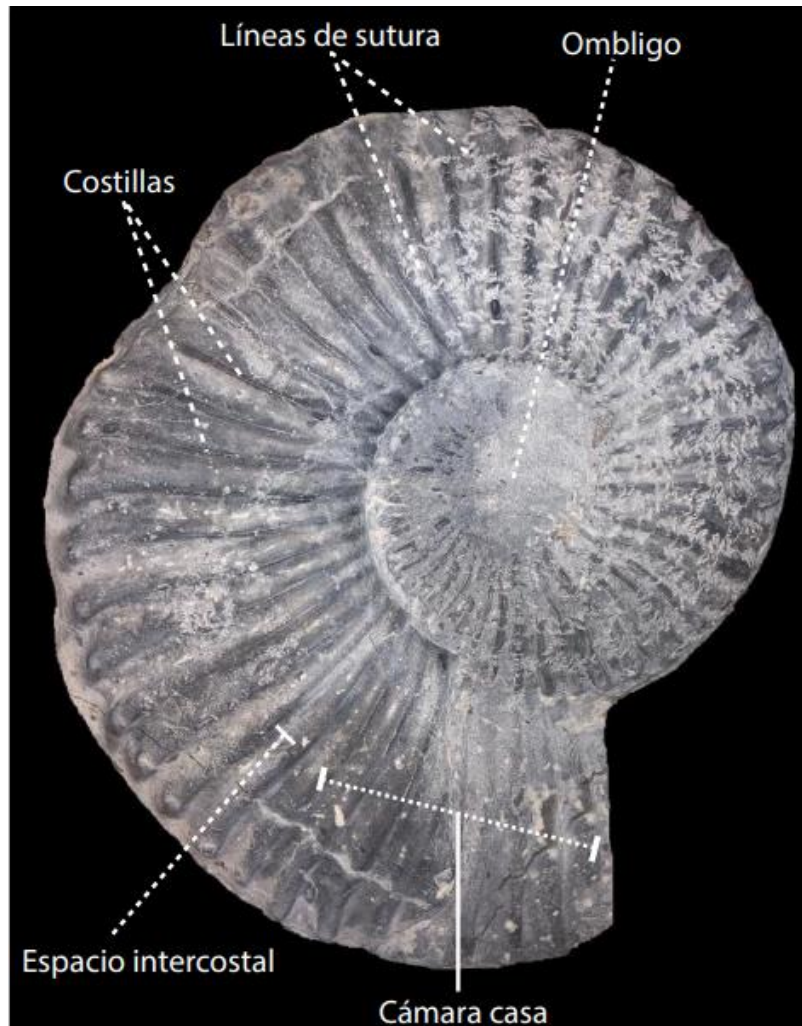


Fig.2. 6 Esquema de la morfología amonite

2.6.1. Morfología de la concha

La composición de la concha de los amonites era aragonítica (carbonato de calcio); estaba formada por tres partes principales: Protoconcha, fragmocono y cámara habitación. La protoconcha o *cámara inicial* es la primera cámara de formación la cual es el inicio del fragmocono. El fragmocono compuesto por cámaras o septos divididos por una pared o tabique, la unión del tabique o pared interna de la concha con el septo se denomina sutura, el fragmocono está interconectado por una tubería u orificio con forma de tubo de posición variable en cada septo llamado sifúnculo conectando a todas las cámaras para regular la flotabilidad. La *cámara habitación* es el lugar en donde reside o vive el ammonite, a su vez este se desplaza hacia adelante periódicamente, generando una *nueva cámara habitación* y un nuevo septo en su parte trasera (Camacho & Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 2008).

Las conchas de los cefalópodos poseen formas rectas, semi curvas, curvas, semi enrolladas, enrolladas; se puede observar un plano ventral o vientre, el cual está definido

en la cámara habitación, reconocible por la presencia de un seno hiponómico (indica la ubicación del hipónimo o sifón). En el lado opuesto está ubicado el lado dorsal o dorso, entre ambos lados los laterales, como se puede observar en la (Fig.2. 7) (Camacho & Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 2008).

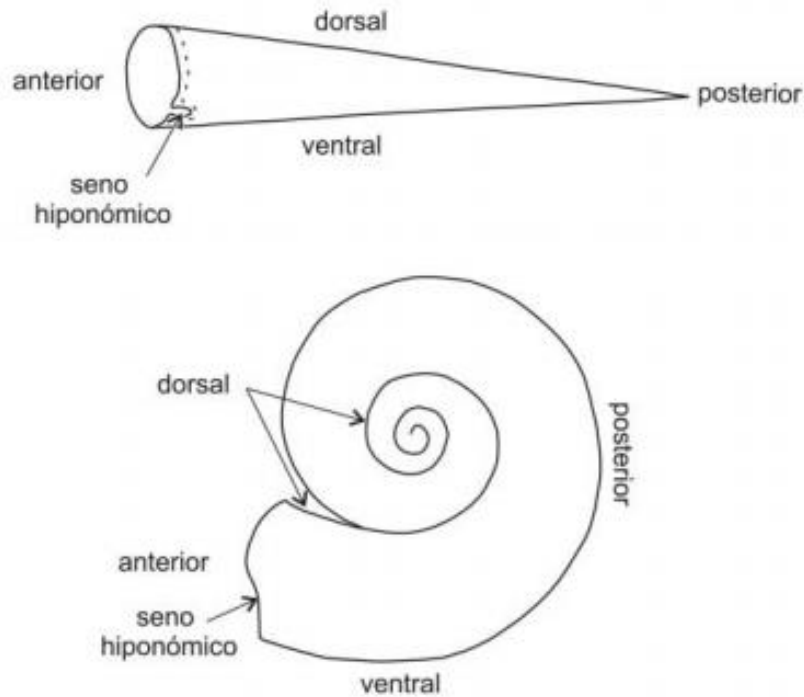


Fig.2. 7 Vista lateral de la orientación convencional de una concha recta y una espiralada. Tomado de Moore, (1964)

Tipos de conchas por su enrollamiento (Fig.2. 8): Conchas rectas u ortoconos, conchas semicurvadas definidas como cirtoconos; las enrolladas abiertamente, en donde sus vueltas no se tocan son denominadas *giróconos*. El enrollamiento planoespiral es característico de varias especies amonoides, estas poseen simetría bilateral y su centro está definido como ombligo. Aquellas conchas que sus cámaras se tocan, pero no se solapan y tienen ombligo ancho son denominadas evolutas. Las conchas que tienen el ombligo angosto en las que cada cámara cubre parcialmente a la anterior son denominadas convoluta, si la última cámara envuelve y cubre a las anteriores la concha es involuta (Moore, 1964).

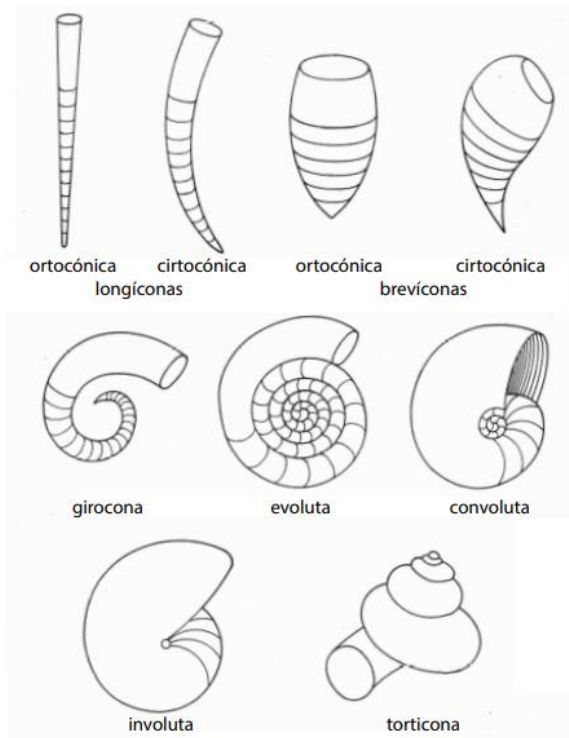


Fig.2. 8 Tipos de concha por su enrollamiento. Modificado de Moore, (1964)

Tipos de concha por su forma (Fig.2. 9): En el caso de las conchas planoespirales existen varias conchas intermedias; las aplanadas son denominadas planuladas; aquellas que están comprimidas, oxíconos; las globulares, esferoconos; las conchas anchas, cadíconos; las evolutas y comprimidas, serpentíconos; aquellas conchas que no poseen enrollamiento planoespiral son denominadas tortíconos. La línea definida por el contacto entre dos vueltas adyacentes es denominada línea de involución.

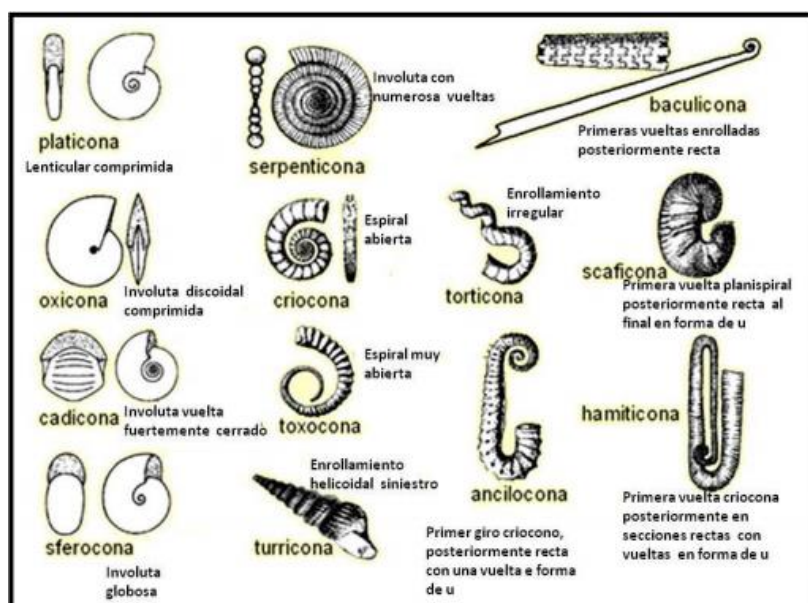


Fig.2. 9 Tipos de concha por su forma. Tomado de Westermann en Rodríguez, (2010)

2.6.2. Suturas

Los cefalópodos se caracterizan por poseer líneas de sutura, en el caso de los ammonoideos son muy variadas y estas pueden ser simples o complejas. La unión del tabique o pared interna de la concha con el septo es denominada sutura, su diversidad y complejidad son de gran importancia en los cefalópodos. Estas hubiesen servido para aumentar la resistencia del fragmocono o de la concha ante la presión hidrostática (esta última interpretación es debatida). En la superficie de la concha las suturas están representadas como líneas o trazos. En el caso de las suturas más complejas la deflexión dirigida hacia atrás (en sentido contrario de la abertura) es llamada lóbulo y la dirigida hacia adelante (en sentido de la abertura) es llamada silla, como podemos evidenciar en la (Fig.2. 10). Las líneas de sutura son repetitivas, para su estudio es necesario poseer uno de los laterales del fósil al existir simetría bilateral (Camacho & Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 2008).

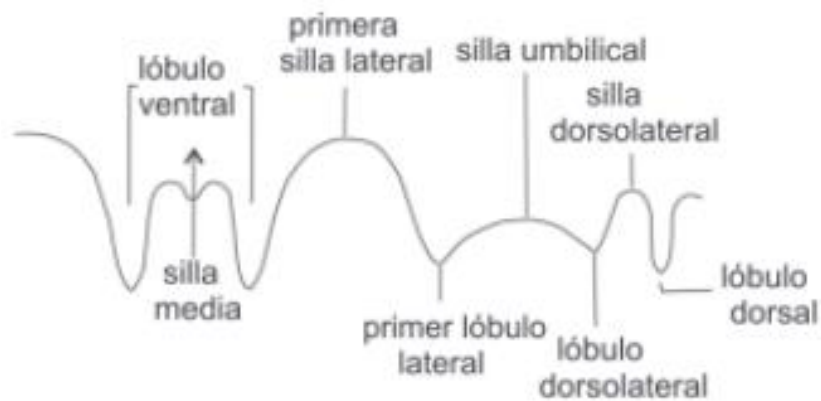


Fig.2. 10 Partes de una línea de sutura. Tomado de Camacho & Fundación de Historia Natural Félix de Azara, (2008)

Se reconocen cinco tipos principales de suturas (Camacho & Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 2008):

- A. Sutura ortoceratítica: recta o con sillas y lóbulos suavemente ondulados, presente desde el Cámbrico Tardío hasta la actualidad. (Fig.2. 11A)
- B. Sutura agoniatítica: con pocos lóbulos, sillas simples y no divididas; siempre existe un lóbulo ventral angosto y otro lateral ancho, pudiendo agregarse lóbulos y sillas adicionales. Presente en cefalópodos del Devónico. (Fig.2. 11B)
- C. Sutura goniaticática: con más lóbulos y sillas que la anterior. Típicamente, tienen 8 lóbulos agudamente redondeados a puntiagudos; el lóbulo ventral está subdividido por una silla media; las sillas suelen ser redondeadas. Son formas

típicas del Devónico al Pérmico, con raros registros en el Triásico y Cretácico. (Fig.2. 11C)

- D. Sutura ceratítica: lóbulos crenulados y sillas redondeadas. Aparece en el Carbonífero, con algunos ejemplos en el Pérmico, pero la mayoría son del Triásico y unas pocas especies cretácicas. (Fig.2. 11D)
- E. Sutura amonítica: sillas y lóbulos fuertemente divididos. Presente desde el Pérmico hasta el Cretácico, pero particularmente característica de las especies jurásicas y cretácicas. (Fig.2. 11E)

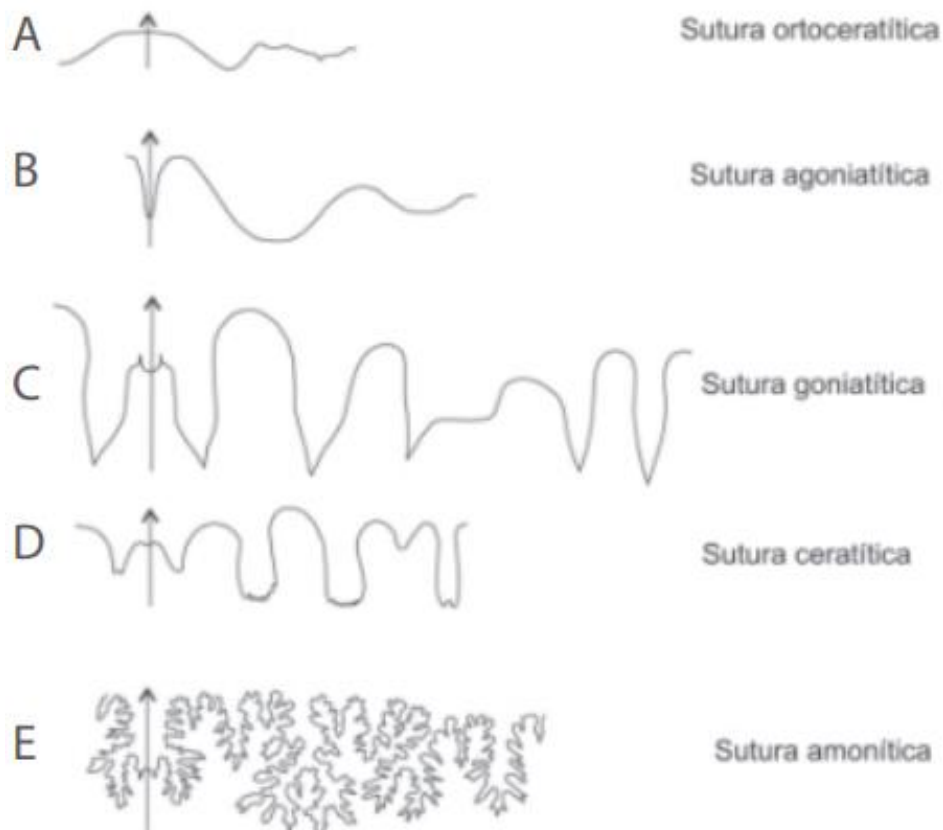


Fig.2. 11 Tipos de líneas de sutura. Modificado de (Camacho & Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 2008)

2.6.3. Sección de vuelta

La sección de vuelta en los amonites, como se observa en la (Fig.2. 12) es una característica muy importante, nos permite distinguir la morfogénesis de la concha cuando queremos diferenciar a géneros con características similares respecto a la ornamentación. Los amonites poseen simetría bilateral por tanto la ornamentación y forma de ambos laterales será igual; sin embargo, es importante recalcar que la sección de vuelta puede variar dependiendo del desarrollo morfogenético y que los amonites que poseen ornamentos o forma distinta en uno de sus laterales (no cumple simetría

bilateral) pasaron por procesos de compactación extrema o eventos tectónicos. (Ovando, 2016)

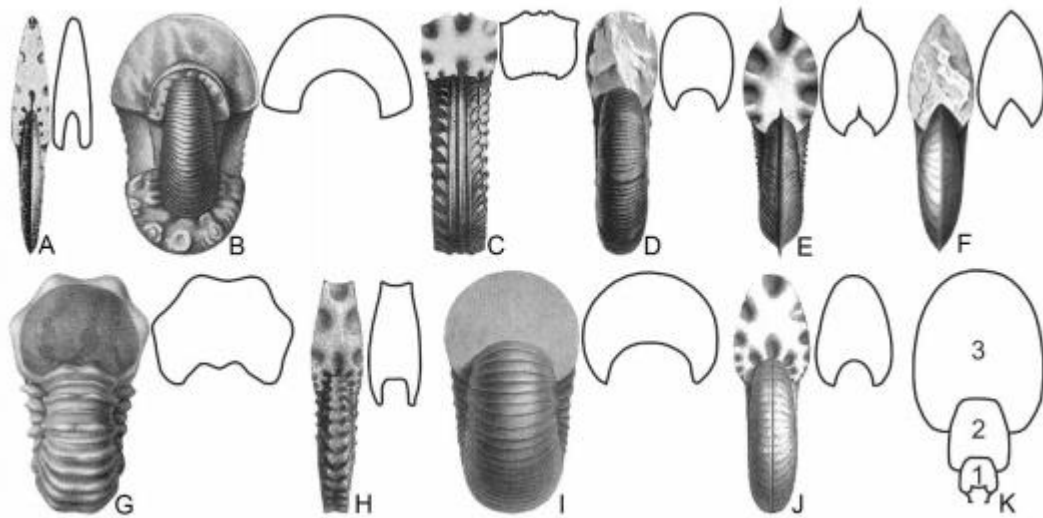


Fig.2. 12 Secciones de vuelta: Comprimida (A), deprimida (B), cuadrada (C), elíptica (D), lanceolada (E), ojival (F), poligonal (G), rectangular (H), redondeada (I) y ovalada (J). K: Variación de la sección de la vuelta durante la ontogenia de un ammonite: K1: Subcuadrangular, K2: Rectangular y K3: Elíptica. Tomado de: A, Hyatt, 1903; B, Eichwald, 1871; C: Roman, 1938; D, E, H, J: d'Orbigny, 1840-1842; F: Pictet y Campiche, 1858-1860; G: Gabb, 1869 e I: Eichwald, 1865; en (Ovando, 2016)

2.6.4. Carenas o regiones ventrales

También llamada quilla (Fig.2. 13B) en algunos casos es otra de las características que nos permite diferenciar géneros similares. Es un rasgo importante respecto a la morfología ya que algunos ammonoideos presentan una o más carenas ventrales. (Moore, 1964)

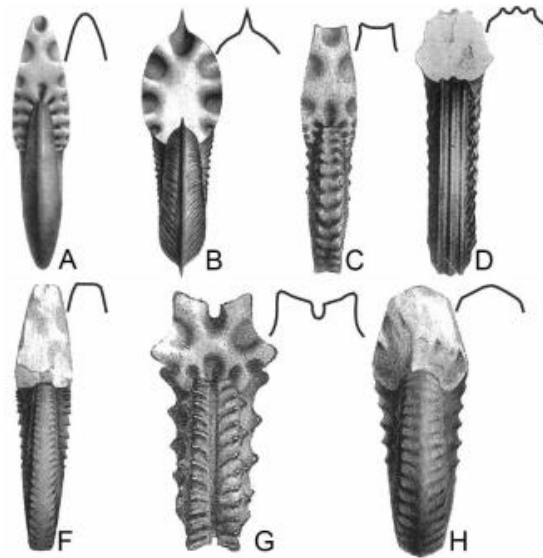


Fig.2. 13 Tipos de regiones ventrales: Aguda (A), aquillada (B), cóncava (C), tricarenada (D), tabular (F), surcada (G) y tectiforme (H). Tomado de d'Orbigny, 1840-1842; en (Ovando, 2016)

2.6.5. Ornamentación

Los ammonites poseen ornamentos, uno de ellos son las costillas (Fig.2. 14). Al existir gran variedad de costillas, podemos clasificarlas en principales y secundarias. Las costillas principales se caracterizan por ser largas y gruesas, pueden ser rectas o curvas. Las costillas secundarias son cortas y de menor grosor. Sin embargo, es importante establecer una relación entre las costillas, ya que las costillas secundarias pueden estar intercaladas o bifurcadas formando un ramal, también pueden similares a las costillas principales en tamaño diferenciándose únicamente por su grosor. (Kerr & Kelley, 2015; Moore, 1964)

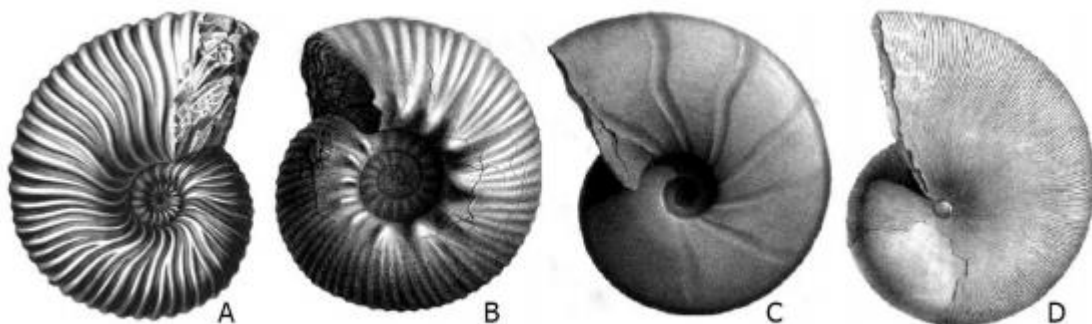


Fig.2. 141 Tipos de costillaje en conchas de ammonites: Falcooides (A), bifurcadas (B), constricciones (C), y estrías (D). Imagen tomada de Wright et al. 1996 en (Ovando, 2016)

Otras características ornamentales de los amonites son pequeñas protuberancias que están dispuestas latitudinalmente en la concha (Fig.2. 15A). De acuerdo con el tamaño de las protuberancias en la superficie del caparazón poseen nodos (Fig.2. 15C), los cuales son pequeños, cuando dichas protuberancias son alargadas se las denomina bullas, mientras que aquellas de mayor tamaño son denominadas tubérculos (Fig.2. 15B). Los cuernos (Fig.2. 15G) y espinas (Fig.2. 15 E y F) son proyecciones puntiagudas de la superficie del caparazón diferenciadas por su tamaño y longitud; la región ventral con forma de cresta que recorre la superficie media de la concha es denominada quilla (Fig.2. 15D).(Kerr & Kelley, 2015)

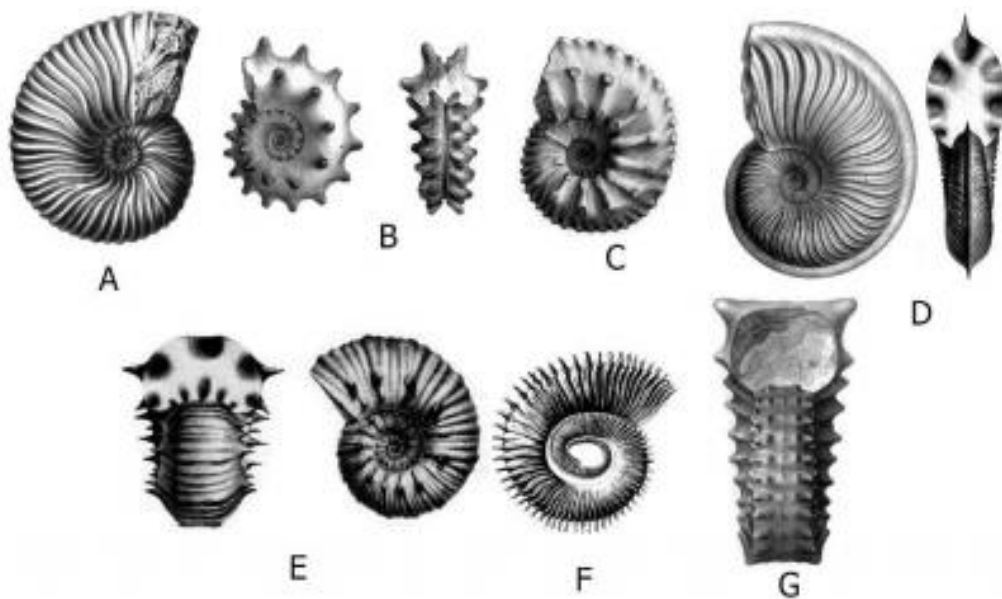


Fig.2. 15 Ornamentación en amonites: Costillas (A), tubérculos (B), nodos (C), quilla o carena (D), espinas (E, F) y cuernos (G). Tomado de d'Orbigny, 1840-1842; en (Ovando, 2016)

3. METODOLOGÍA

3.1. Recopilación Bibliográfica

Para este trabajo se realizó la búsqueda de artículos científicos, informes técnicos, estudios e información relevante relacionada a la Cuenca Oriente del Ecuador, la geología y paleontología de la Formación Napo, la construcción del Proyecto Hidroeléctrico “Coca Codo Sinclair”, etc.

También se realizó la búsqueda de la cartografía detallada de las localidades de la zona de estudio, como la recolección de “archivos shape” (datos digitales) mediante el Geoportal del Instituto Geográfico Militar (<http://www.geoportaligm.gob.ec>). Se adquirieron las cartas topográficas a escala 1: 50 000 de: Lumbaqui y Atenas, las cuales fueron proporcionadas por el personal del Instituto Geográfico Militar. Fig (3.1)

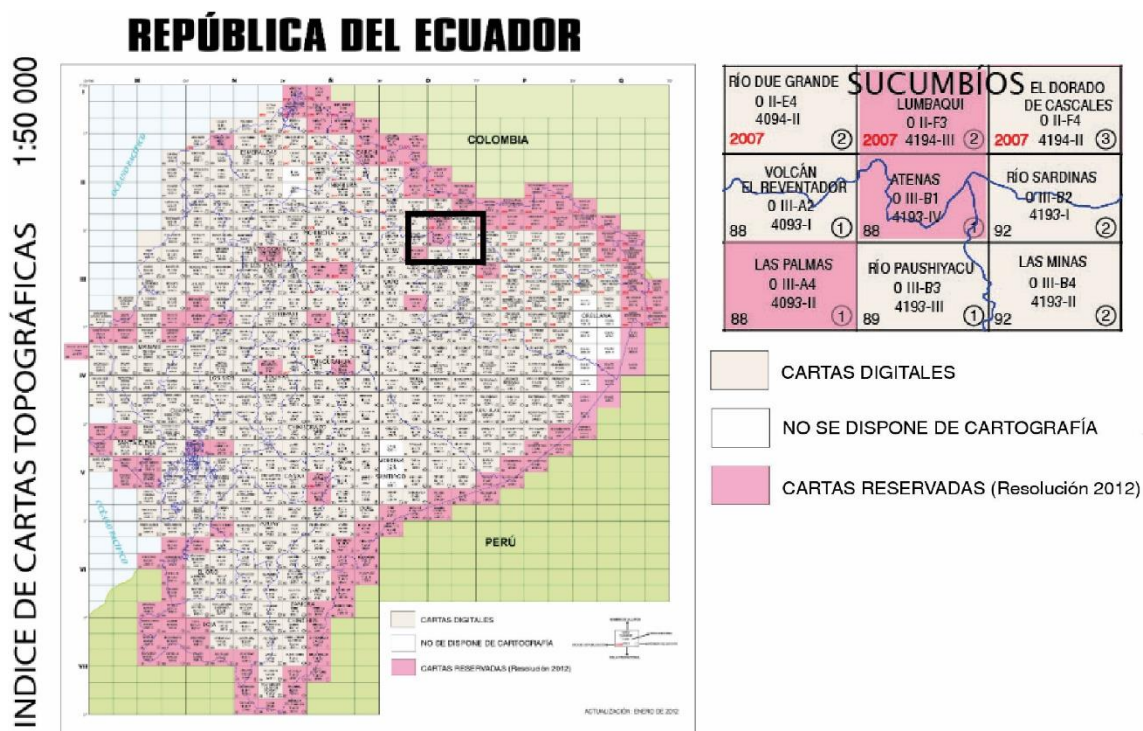


Fig.3. 1 Cartas geográficas de la zona de estudio

El acceso hacia la zona de estudio se lo realizó mediante las vías de acceso a la casa de máquinas y hacia el embalse, las cuales fueron construidas durante el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair. Se visitó los afloramientos en los que se encontraron amonites, en los que se observa también otra macrofauna.

3.2. Campañas de campo y muestreo

Para la recolección de muestras de campo se realizó la búsqueda de afloramientos de roca o niveles fosilíferos sin recubrimiento de vegetación, escombros o derrumbes que imposibiliten su análisis, realizando procedimientos para la observación de fósiles. (Fig.3. 3A)

Se realizaron salidas de campo en las zonas aledañas a las vías de acceso a la casa máquinas y hacia el embalse de Coca Codo Sinclair.

La primera salida de campo tuvo enfoque en la caracterización y reconocimiento del área de estudio en los sectores del Puente Histórico, Vía Casa de Máquinas y Río Tigre. Se observaron muestras de fósiles en los 3 sectores antes mencionados. En los 2 primeros sectores los fósiles fueron observados in situ, sin embargo, en el caso del Río Tigre se encontraron fragmentos de roca traídos por el río, que contenían fósiles. Es importante recalcar que se realizó una columna estratigráfica preliminar a partir de la información obtenida en campo y que el sector en que se realizó una columna completa fue en la vía al Puente Histórico debido a que es la única zona que no se encontraba cubierta de vegetación u obras civiles como en el caso de la vía a la casa de máquinas.

Se realizó el estudio del material fósil localizado en el Museo de la Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo Sucumbíos. Este estudio se complementó con la revisión de algunos ejemplares localizados en el taller de Santiago Echeverría quien trabaja en conjunto con el museo realizando la limpieza y restauración de los ejemplares.

Para la segunda salida de campo se realizó la columna estratigráfica del sector del Puente Histórico en la vía hacia el embalse en Coca Codo, se visitaron nuevos afloramientos en el área de Coca Codo con lo cual se pudo corroborar la información obtenida en la primera salida de campo, estableciendo contactos entre la Formación Hollín y la Formación Napo.

Para el trayecto Puente Histórico se pudo levantar alrededor de 200m de columna en un tramo de 7Km (Fig.3. 2. Localizaciones 1,2,3 y 5 superior), en el caso del trayecto Casa de Máquinas se levantaron alrededor de 50m de columna de un tramo de 1Km (Fig.3. 2 Localizaciones 4 y 5 inferior).

Mapa de Afloramientos

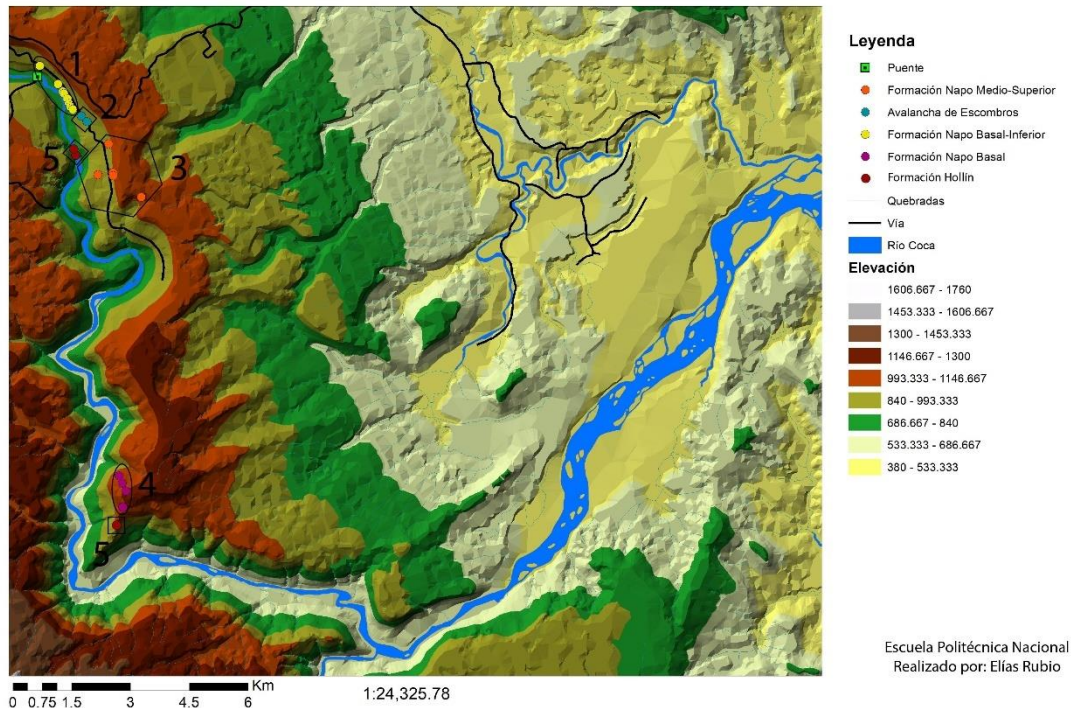


Fig.3. 2 Mapa de afloramientos visitados

3.3. Obtención, tratamiento y estudio de muestras paleontológicas.

3.3.1. Etapa de campo

El objetivo de esta etapa es observar material fósil o muestras de rocas con contenido fósil.

Durante la etapa de campo utilizamos herramientas como: Martillo, combo, pico, cincel, pala, guantes de trabajo.

La extracción de la pieza o ejemplar fósil que deseamos obtener se realiza liberando el fósil del sedimento o matriz en el cual se encuentra; utilizando métodos convencionales, pico, martillo, cincel, cierras, etc. (Fig.3. 3 B y C); de manera que podamos evitar roturas. Para transportar la pieza, generalmente se realiza el recubrimiento con un producto cementante para que la pieza obtenga mayor resistencia. (Melendi et al., 2009)

Una vez que hemos visualizado la pieza que se desea extraer, eliminamos la roca que se encuentra por debajo de la pieza con ayuda de las herramientas (Fig.3. 3B), realizando esfuerzos o presión siempre hacia la zona contraria a nuestra pieza, evitando así fracturas en nuestro ejemplar; posteriormente eliminamos la roca que se encuentra hacia los lados y después la roca que se encuentra en la parte superior de nuestra pieza (Fig.3. 3C), sosteniéndola por la parte inferior para evitar que la pieza se fracture o se desprenda inesperadamente debido a su peso. Finalmente, se extrae la pieza y se la recubre en esponja para su transporte.

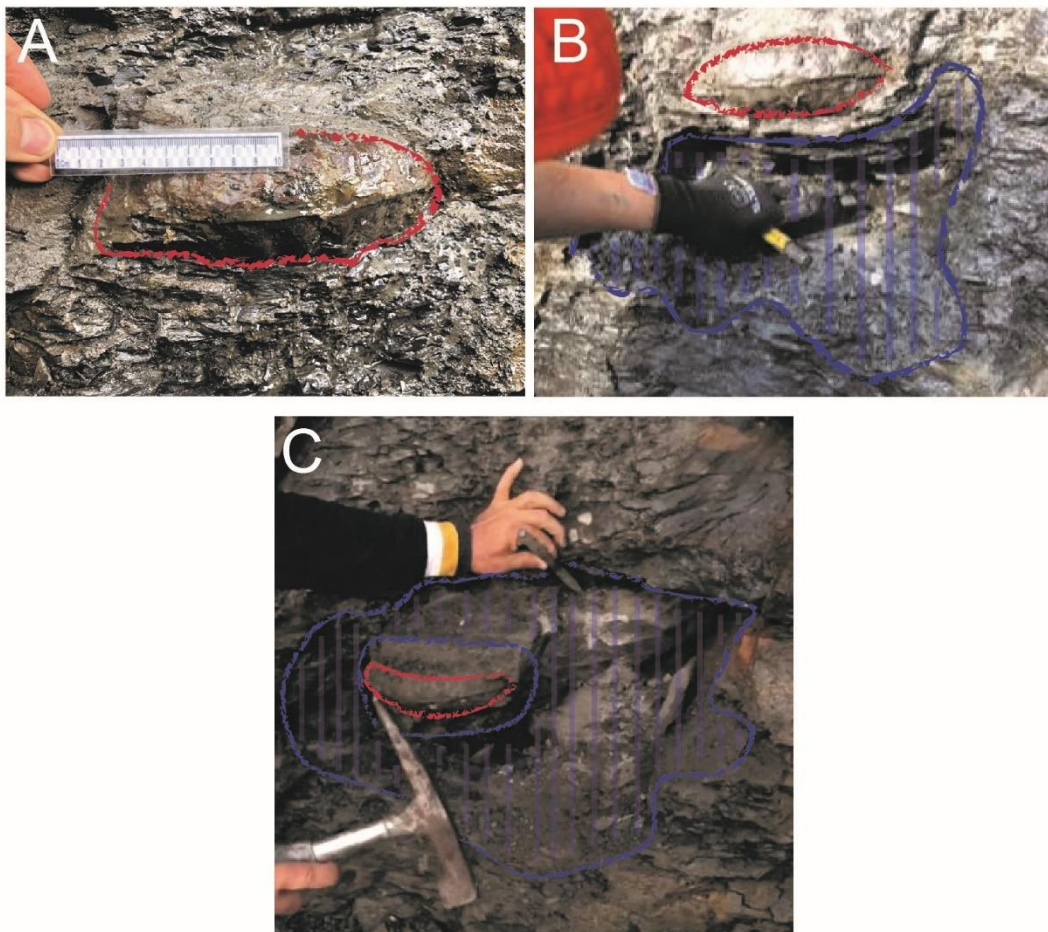


Fig.3. 3: A: Fósil de amonite visible en afloramiento de lutitas, B: Separación del material rocoso ubicado por debajo de la fósil, C: Separación del material rocoso localizado hacia los lados y en la parte superior del fósil

3.3.2. Etapa de laboratorio

Los objetivos de esta etapa son la limpieza y restauración de una pieza o ejemplar fósil.

3.3.2.1. Limpieza

La limpieza o extracción del fósil puede implicar procesos físicos, procesos químicos, materiales, indumentaria e instalaciones, etc., para disminuir el excedente de roca, sedimento o matriz que lo recubre. (Melendi et al., 2009)

Proceso mecánico: Durante el proceso de limpieza de los ejemplares que estaban recubiertos por mayor cantidad de matriz se utilizaron herramientas como cincel, martillo, clavos, dremel, lijas, etc., posteriormente se utilizó un dremel con gratas (Fig.3. 4A) para dar mayor detalle a los ejemplares (Fig.3. 4B). Es importante recalcar que también fue importante identificar el tipo de matriz que recubría a los ejemplares, debido a que la matriz en la cual se encuentra nuestro ejemplar puede ser resistente a procesos de limpieza mecánicos.

Proceso químico: Se utilizó agua oxigenada de 180 volúmenes para degradar las matrices con composición orgánica como las lutitas, para las muestras de composición carbonatada se utilizó cloro de uso común y agua oxigenada de 180 volúmenes en las cuales no se tuvo éxito en la degradación de la matriz.

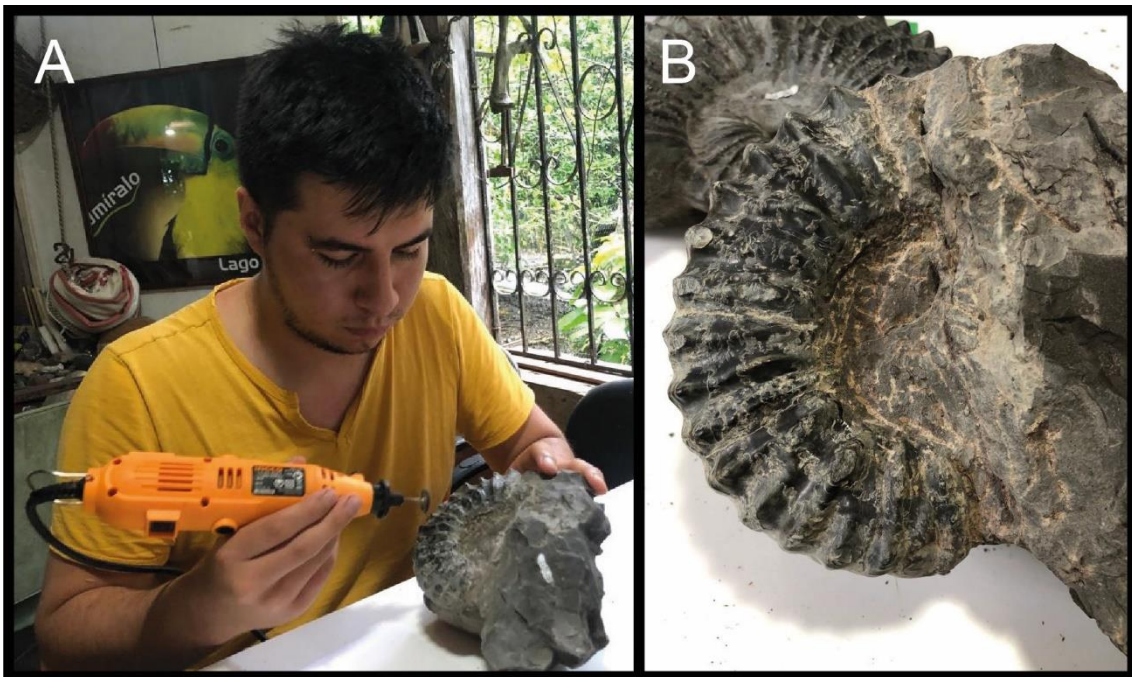


Fig.3. 4 A: Limpieza con dremel y grata para dar detalle al ejemplar, B: Ejemplar después de haber pasado por un proceso de limpieza a detalle

3.3.2.2. Restauración

La restauración de un fósil puede implicar la utilización de arcilla, macilla plástica, yeso, silicona, pegamento, etc.

Existen ejemplares que, debido a distintos factores ajenos a los procesos de extracción, poseen una afectación. Por este motivo se emplean ciertas técnicas para repararlos, en esta tesis no se realizó la fabricación de piezas faltantes, sin embargo, se utilizó pegamento de uso cotidiano como goma o cola blanca mezclada en distintas proporciones con agua para unir aquellos pedazos o fragmentos de un ejemplar.

3.3.3. Etapa de estudio

El objetivo de esta etapa es el análisis de los fragmentos y ejemplares amonites obtenidos anteriormente.

Es importante recalcar que el estudio de los ejemplares está sujeto a su estado de preservación, ya que pueden poseer fracturas, pueden no estar preservados en su totalidad, puede haber precipitación de minerales de distinta composición a la composición original del amonite; lo cual podría imposibilitar un estudio más detallado.

En la etapa de estudio de este trabajo se han incluido los ejemplares pertenecientes a la Casa de la Cultura “Núcleo Sucumbíos”, así como, los ejemplares y fragmentos observados en campo y que necesitaban un proceso de limpieza para su correcta identificación.

La caracterización taxonómica de los ejemplares está comprendida por el estado de preservación, morfología, tamaño y ornamentación de los fragmentos o ejemplares amonites. Utilizamos un calibrador pie de rey para obtener las distintas medidas de nuestras piezas y ejemplares. (Fig.3. 5)

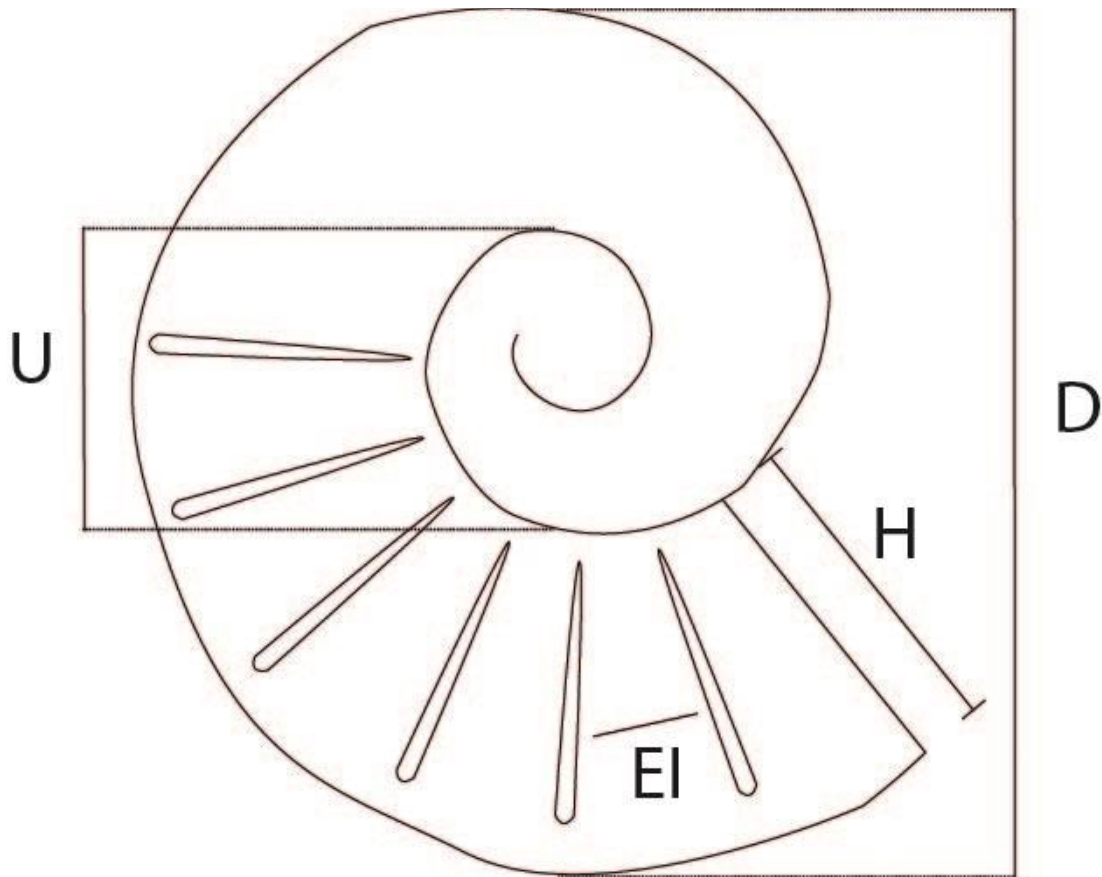


Fig.3. 5 Medidas tomadas en cuenta en la descripción de un amonite: D (Diámetro de la concha), U (Diámetro Umbilical), H (Altura de la última vuelta), EI (Espacio intercostal) y número de vueltas de la concha.

Para el análisis e identificación los amonites se utilizó bibliografía específica en amonites del cretácico y trabajos relacionados a la Formación Napo como: (Bristow & Hoffstetter, 1977; Bulot et al., 2005; Jaillard, 1997; Klug et al., 2015; Wasson & Sinclair, 1927; Camacho & Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 2008). También el tratado paleontológico de Wrigth (1996) y el catálogo de fósiles en línea Fossilworks (2022)(Alroy, 1998).

Se estudiaron alrededor de 153 ejemplares y fragmentos amonites, 149 pertenecientes a la Casa de la Cultura Núcleo Sucumbíos y 4 observadas *in situ*.

Para la descripción de ejemplares jóvenes y adultos se utilizó la caracterización del desarrollo de costillas descritas en (Wrigth, 1996).

3.4. Análisis petrográfico

El análisis petrográfico se lo realizó en macro y en micro, para lo cual se realizaron 18 láminas delgadas de las muestras más representativas de unidades fosilíferas, así como de aquellas muestras que existía duda respecto a su composición.

Mediante el análisis petrográfico y el estudio de campo, se pudo definir las distintas Unidades y Miembros de la Formación Napo presentes en la zona de estudio.

4. RESULTADOS

Este trabajo tuvo como resultado la realización de la columna estratigráfica de la Formación Napo en el trayecto Puente Histórico hasta la Y de Coca Codo en el Proyecto Coca Codo Sinclair, se pudo identificar los Miembros: Napo Basal, Napo Inferior, Napo Medio y Napo Superior. La columna estratigráfica se levantó a partir de los 790msm para el trayecto del Puente Histórico y en el caso del trayecto a Casa de Máquinas a partir de los 1040msn. En el estudio taxonómico se constató la presencia de 6 géneros amonites en el Miembro Napo Basal, 1 en el Miembro Napo Inferior, 1 familia y 2 géneros amonites en el Miembro Napo Medio, 1 género en el miembro Napo Superior.

4.1. Descripción de los trayectos realizados

La columna estratigráfica representada en la (Fig.4. 13) representa los Miembros de la Formación Napo observados en el trayecto Puente Histórico – Y de Coca Codo. En este trabajo se pudo evidenciar unidades similares a las descritas en Jaillard, (1997) por lo que dicho trabajo es tomado como referencia.

El área de estudio está delimitada dentro del Proyecto “Coca Codo Sinclair”, una de las columnas estratigráficas fue realizada en el trayecto Puente Histórico – Y de Coca Codo en la carretera que une estos dos lugares cubriendo así el trayecto de O-E. Accedimos a terrenos aledaños al trayecto mencionado para observar afloramientos de las unidades de la Formación Napo, el contacto entre la Formación Hollín y la Formación Napo de mejor manera, ya que en varios lugares de la vía la vegetación no permitía observar los afloramientos con claridad. En el trayecto se pudo observar los Miembros: Napo Basal, Napo Inferior, Napo Medio, Napo Superior.

La columna estratigráfica representada en la (Fig.4. 17) representa las Unidades de la Formación Napo vistas en el trayecto hacia la Casa de Máquinas.

En la vía de trayecto Y de Coca Codo – Casa de Máquinas, sentido N-S, aflora la Formación Hollín y la Formación Napo, por lo que se puede observar el contacto entre las dos Formaciones, sin embargo, los taludes de esta vía se encuentran recubiertos por gran cantidad de vegetación y en algunos tramos los taludes están recubiertos por cemento o por geomembrana para evitar el desprendimiento de material rocoso, teniendo así al Miembro Napo Basal como el único miembro descriptible en este trayecto. El afloramiento de la Lutita Napo Basal es el único afloramiento en este trayecto que posee una cantidad considerable de macrofauna extraíble.

Es importante recalcar que los ejemplares depositados en el Museo de la Casa de la Cultura “Núcleo Sucumbíos”, en su mayoría fueron recolectados en el trayecto Y de Coca Codo – Casa de Máquinas mientras la vía se encontraba en construcción motivo por el cual se pudo recolectar ejemplares pertenecientes a los Miembros: Napo Basal, Napo Inferior, Napo Medio, Napo Superior; unidades que actualmente se encuentran cubiertos por vegetación, cemento o geomembrana.

El cambio entre la Formación Hollín y la Formación Napo en el trayecto Puente Histórico – Y de Coca Codo está dado por paquetes de areniscas blancas de grano medio hacia la base las cuales presentan ripples y estratificación cruzada pertenecientes a la Formación Hollín, se observa una discontinuidad por erosión hacia la parte superior, sobre esta se observan Lutitas pertenecientes a la Formación Napo. En el trayecto hacia

la Casa de Máquinas se observan areniscas glauconíticas pertenecientes a la Formación Hollín hacia la base, por encima se observan lutitas de la Formación Napo suprayaciendo las areniscas de Hollín.

En el sector del Puente Histórico se observan sedimentos de la Formación Hollín, sin llegar a observarse el techo de la unidad, con presencia de lutitas con Poca macrofauna extraíble. En el trayecto de la vía hacia la Casa de Máquinas se observan areniscas glauconíticas formando parte de la última Unidad de la Formación Hollín descrita en Mariño, (2015) y los estratos de lutita suprayacentes poseen gran cantidad de macrofauna extraíble.

4.2. Descripción de los miembros estudiados

4.2.1. Trayecto Puente Histórico – Y de Coca Codo

Hacia la base de la secuencia estudiada podemos observar paquetes de areniscas blancas las cuales poseen un espesor de 40m de altura (Fig.4. 1A), debido al difícil acceso para el estudio de dichos paquetes no se pudo determinar el tamaño de grano con exactitud, sin embargo, se observó que poseen estratificación horizontal y ripples (Fig.4. 1B) lo cual nos indica que pertenecen a una secuencia deposicional de la Formación Hollín en un ambiente fluvial. Suprayaciendo a los paquetes de areniscas se observa una superficie erosiva muy marcada la cual divide y nos indica un contacto erosivo entre la Formación Hollín y la Formación Napo. Por encima de este contacto se observan lutitas con laminación horizontal y nódulos de siderita.

Se observó que una de las muestras recolectadas hacia la parte inferior del contacto erosivo se observaron areniscas de color gris oscuro, grano medio, granos subangulares a subredondados, en algunas partes se observan carbones del tamaño de grano de los cristales de cuarzo. Esto nos indica que en esta zona la secuencia no erosionada pertenece a la parte inferior del Miembro Superior de la Formación Hollín. (Fig.4. 2)



Fig.4. 1.: A Afloramiento de areniscas blancas pertenecientes a la Formación Hollín B Foto de cerca del afloramiento en donde se observa estratificación horizontal y ripples.

Hacia la base de la secuencia de Napo sobre la superficie erosiva (Fig.4. 2), posteriormente se observan paquetes de lutitas (Fig.4. 3A) que poseen laminación horizontal y nódulos de siderita, las cuales se vuelven deleznable y fósiles (Fig.4. 3C) a medida que nos alejamos de la superficie erosiva. Poseen un espesor de alrededor de 50 a 60 m, se observa presencia macrofauna extraíble como bivalvos bien preservados (Fig.4. 3B) y escasos amonites con una pobre preservación. (En la mayoría de los casos los ejemplares no están preservados completos en otros casos solo se ha preservado la impronta).

En zonas cercanas a la superficie erosiva se pudo observar un afloramiento de lutitas con precipitación de yeso formando pequeños cristales.



Fig.4. 2. Contacto erosivo entre la Formación Napo y la Formación Hollín

Las Calizas y Lutitas observadas pertenecen a la primera secuencia del Miembro Napo Basal de la Formación Napo.

Por encima de las lutitas aparecen paquetes de areniscas (Fig.4. 4A), inicialmente con areniscas grisáceas a oscuras (Fig.4. 4B) de tamaño muy fino con un 15% de bitumen llenando la porosidad (Fig.4. 4C), posteriormente una secuencia de intercalaciones de areniscas negras de tamaño fino a medio con presencia de carbonato de calcio, presumible presencia de contenido vegetal y contenido de bitumen menor al 25%. El último paquete de areniscas está compuesto por areniscas de tamaño fino a medio con una porosidad menor al 30% la cual está rellena por bitumen, también se pueden observar carbonato de calcio en menor porcentaje que el paquete anterior (preferentemente micro esparita), relleno de presumibles fragmentos pequeños de conchas. No se observa macrofauna extraíble. Esta unidad coincide con la Arenisca T descrita por (Jaillard, 1997).



Fig.4. 3: (A) Afloramiento de lutitas laminadas, (B) Vista superior de muestra con presencia de bivalvos, (C) Muestra de Lutitas laminadas vista de cerca

Los paquetes de areniscas pertenecientes a la arenisca T poseen una potencia de 20 m los cuales conforman una secuencia grano creciente, también se ha observado que a medida que subimos en la columna del primer paquete de areniscas hacia el último paquete el contenido de bitumen aumenta.

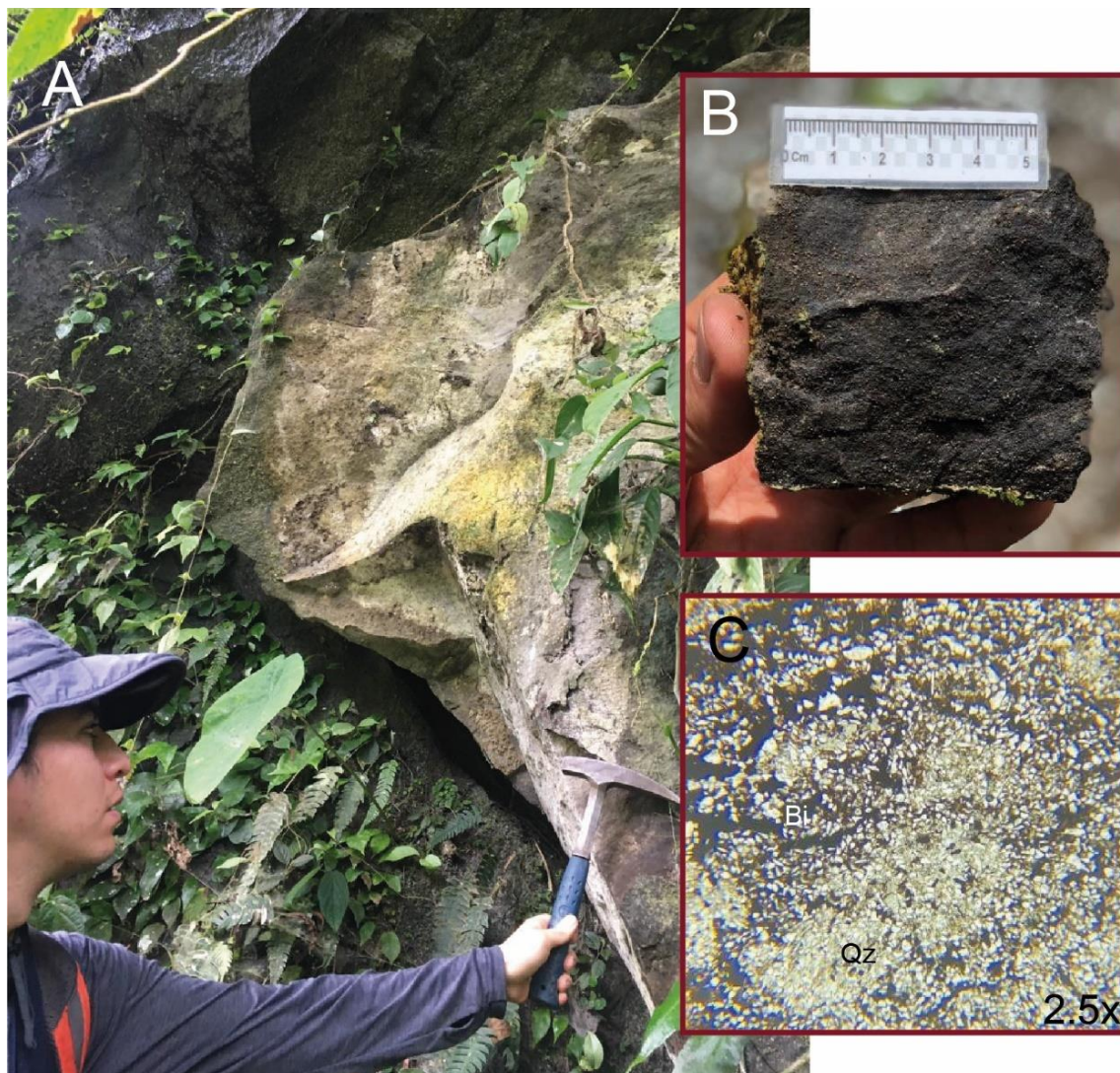


Fig. 4. 4: (A) Afloramiento de areniscas, de color blanquecino areniscas glauconíticas, de color negro areniscas bituminosas. (B) Muestra de mano de areniscas bituminosas. (C) Lámina delgada de la muestra de mano tomada

La secuencia continua con la presencia de 3 metros de lodolitas fosilíferas las cuales se encuentran mezcladas con arenas de tamaño fino (Fig.4.5B), seguidas de una intercalación de paquetes métricos de calizas fosilíferas masivas de color blanco con un espesor de 7m, que alternan con estratos finos de lutitas negras (Fig.4. 5A) En el estudio de lámina delgada (Fig.4. 5 C y D), se observan calizas wackstone con contenido de glauconita y presencia de foraminíferos *cf. Heterohellix* (Ordóñez et al., 2006). Estas unidades son equivalentes a la Caliza "B" descrita por Jaillard, (1997).

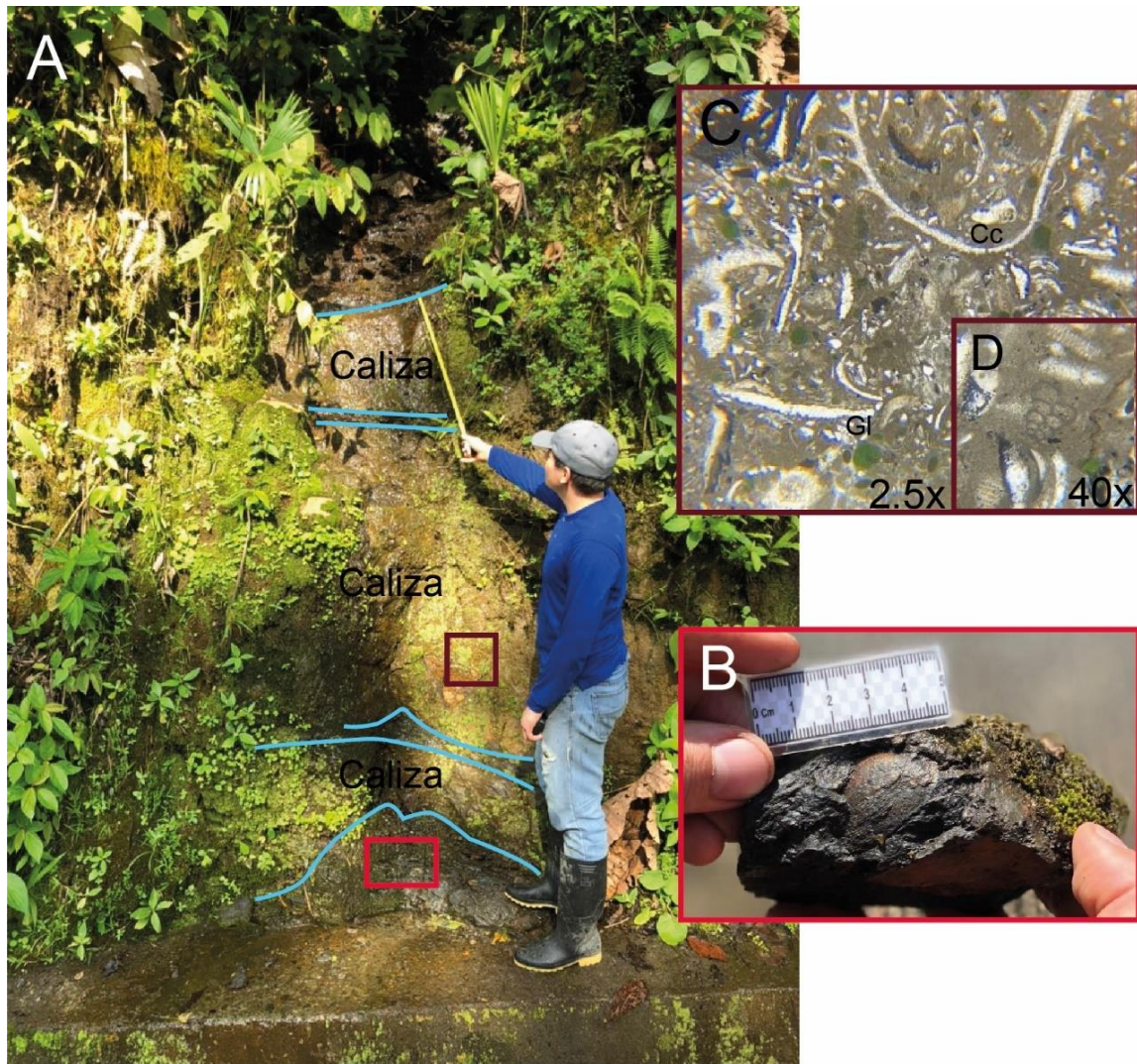


Fig.4. 5. A: Afloramiento de intercalación de Calizas y Lutitas. B: Muestra de mano de una lodolita fosilífera. C y D: Láminas delgadas de calizas wackstone correspondientes a cada una de sus zonas señaladas.

Por encima aparecen intercalaciones de areniscas, lutitas y calizas (Fig.4. 6A), para la primera secuencia se observan areniscas grisáceas de grano fino con glauconita (Fig 4.6 B y C), estratos métricos de lutitas negras en las cuales no se observa macrofauna extraíble y calizas packstone bituminosas con macrofauna extraíble como conchas de bivalvos bien preservadas (Fig.4. 6 D y E).

Continuando con la secuencia se observan calizas blanquecinas grainstone con un alto contenido de ostreidos, pedazos de bivalvos rotos, y amonites de tamaño 10 a 30 cm no identificables (Fig.4.7 A); en estudio de lámina delgada se pudo evidenciar ostras, pedazos de conchas rotos y foraminíferos difícilmente identificables (Fig.4. 7 B y C). Al final de esta secuencia se pueden observar lutitas negras con amonites no identificables en ellas; se debe destacar que se observa una sección ventral bicarinada con cuernos

dispuestos paralelamente, al ser muy deleznable la roca es imposible obtener los fósiles ya que al parecer lo único que se preserva son las regiones ventrales de estos amonites



(to
Fig.4. 8).

Las unidades descritas anteriormente son correspondientes al Intervalo "U" descrito en (Jaillard, 1997)

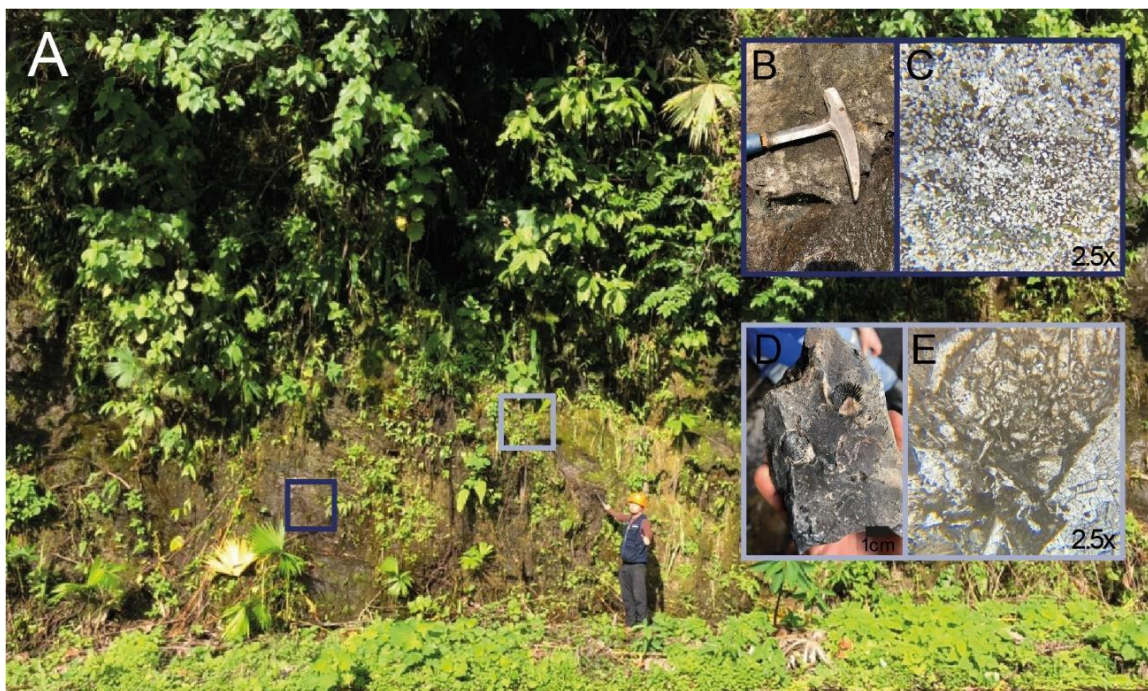


Fig.4. 6. A: Foto de Afloramiento de lejos, B: Afloramiento de areniscas glauconíticas de cerca, C: Lámina delgada de la figura B, D: Muestra de caliza fósilífera bituminosa, E: Lámina delgada de la figura D.

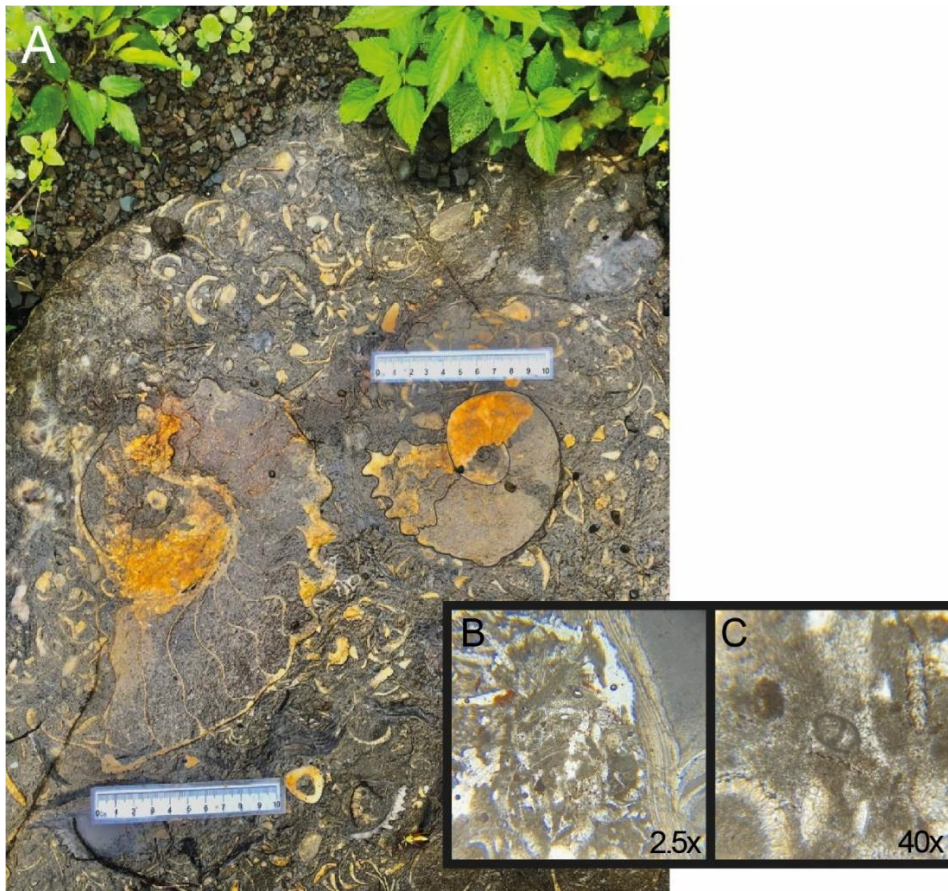


Fig.4. 7. A: Afloramiento caliza fósilífera Intervalo U, B y C: Láminas delgadas del afloramiento



Fig.4. 8. Lutitas con regiones ventrales de amonites visibles

Por encima de las unidades anteriores se observan paquetes de calizas blanquecinas micríticas laminadas con intercalaciones de lodos (Fig.4. 9 A), se observan estratos con concentraciones de pequeños amonites dentro de las calizas. El espesor de las calizas es 20m, los lodos <3mm, y los estratos con amonites poseen entre 2 a 5 centímetros. Respecto a la macrofauna visible en las calizas se pudo verificar el género *Benueites* sp. para los amonites y una impronta de *Inoceramus* para los bivalvos (Fig.4. 9B). También se observó en el estudio de lámina delgada los foraminíferos *cf. Heterohelix* y *cf. Hedbergella* (Fig.4. 9C).

Desde esta primera secuencia hasta que se visualizaron unidades del miembro Napo Superior solamente se pudo observar un afloramiento más, dicho afloramiento constaba de calizas grisáceas oscuras sin macrofósiles visibles, pero con improntas bien preservadas de conchas (Fig.4. 10A), sin embargo, al realizar el estudio de lámina delgada se pudo observar que es una caliza muy rica en foraminíferos plantónicos, los cuales presumiblemente pertenecen al género *cf. Heterohelix* (Fig.4. 10B), conformando así estas calizas una de las secuencias superiores de Miembro Napo Medio o la caliza base "M-1" perteneciente al Miembro Napo Superior según Ordóñez et al., (2006).

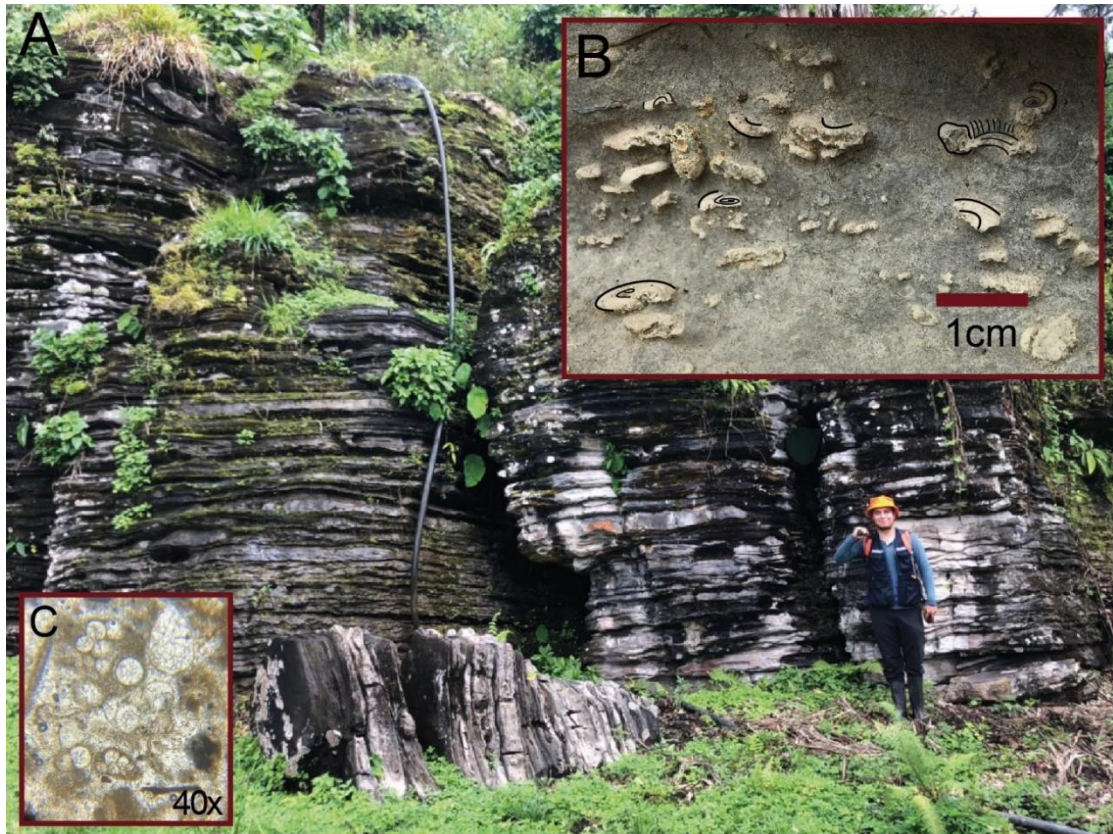


Fig.4. 9. A: Afloramiento de bancos de calizas intercaladas con lodos B: Concentraciones de amonites vistas de cerca C: Lámina delgada en la que se observa foraminíferos

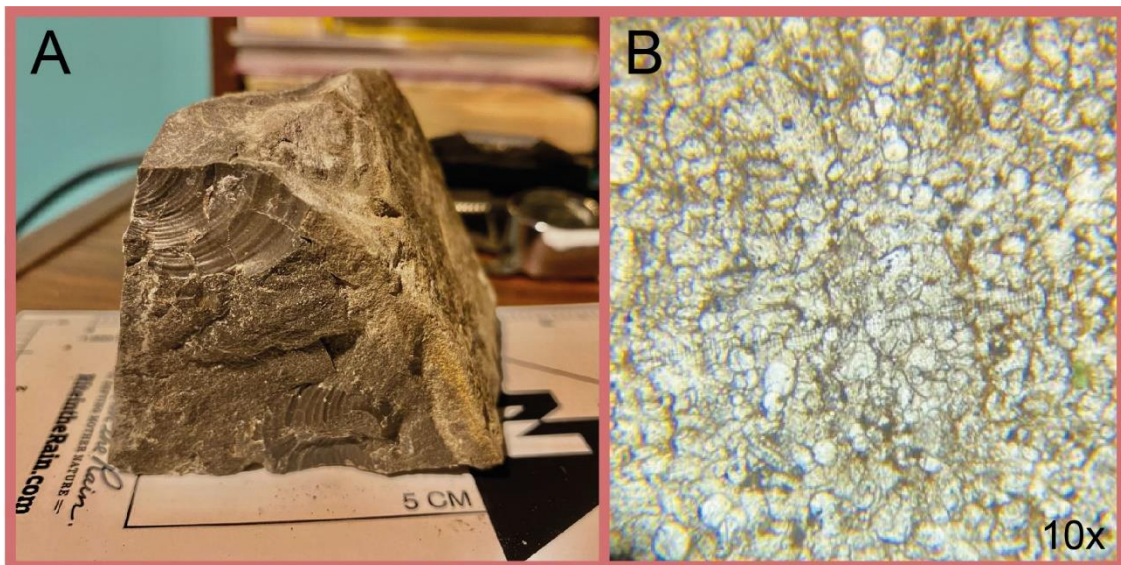


Fig.4. 10. A: Muestra de mano de caliza con impronta de conchas B: Muestra de lámina delgada

El tramo superior de la secuencia observable está dado por Lutitas negras dispuestas horizontalmente Fig.4. 11, sin macrofauna extraíble, con un espesor de 50m. Este último tramo correspondería al Miembro Napo Superior descrito en Jaillard, (1997).

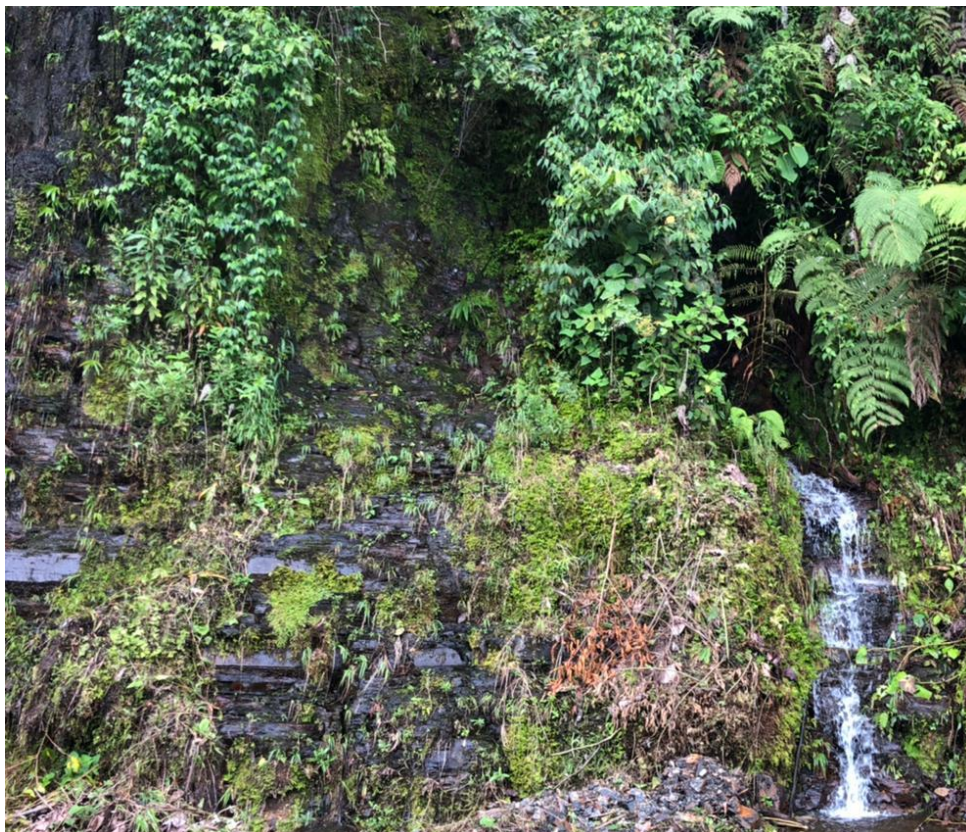


Fig.4. 11. Afloramiento de lutitas pertenecientes al miembro Napo Superior

En una parte cercana a la vía entre el Intervalo “U” y la Primera Secuencia de la Caliza “A” se observaron rocas de color negro con textura clástica, las cuales están conformadas por cristales (anhedrales y rotos) de minerales oscuros, y líticas en una matriz presumiblemente clorítica con cemento carbonatado (Fig.4. 12B).

El afloramiento posee una potencia de al menos 50m, es un material bastante deleznable que en algunas zonas es más consolidado que en otras (Fig.4. 12A).

El estudio de lámina delgada muestra que la roca está compuesta por piroxenos y algunos posibles anfíboles que se están alterando a clorita, una matriz compuesta por clorita y carbonatos en menor cantidad (Fig.4. 12C).

Tomando en cuenta la geología regional y local de la zona, la descripción macro y micro de la roca, la verificación de bibliografía y mapas; se ha descrito a estas rocas como una avalancha de escombros presumiblemente proveniente del Volcán Reventador. El tipo de alteración que poseen estas rocas es de tipo hidrotermal, la cual se sugiere que

ocurre al interactuar el magma en el edificio del volcán con aguas meteóricas (Carrasco-Núñez et al., 1993).

Se ha podido identificar que la alteración de estas rocas no se formó in situ ya que las rocas cercanas pertenecientes a la Formación Napo no se encuentran alteradas.

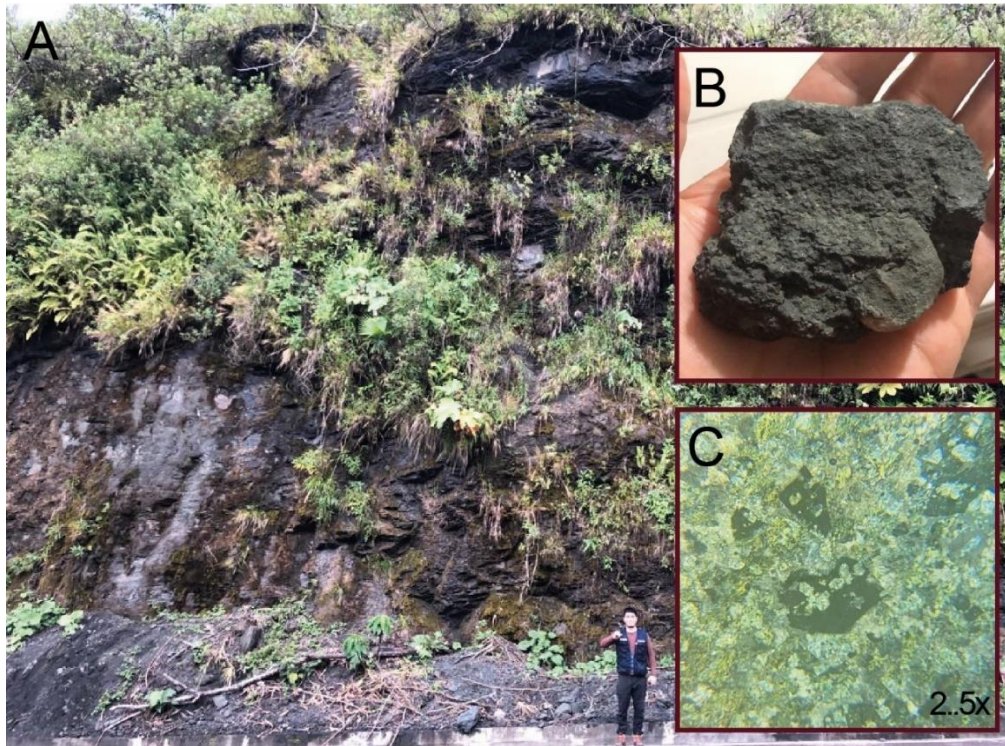


Fig.4. 12. A: Afloramiento de avalancha de escombros visto desde lejos, B: Muestra de mano de avalancha de escombros, C: Lámina delgada

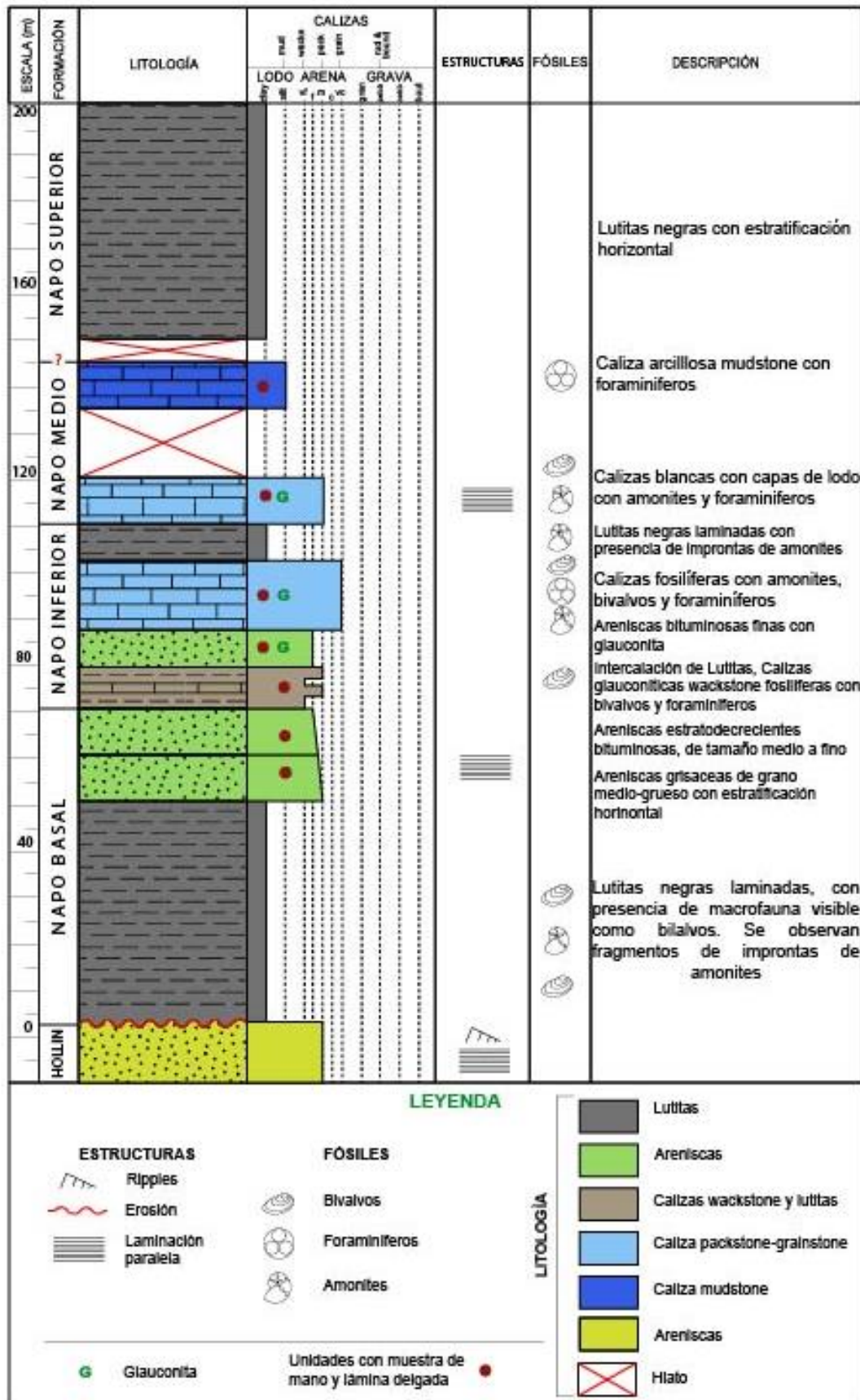


Fig.4. 13. Columna Estratigráfica en el trayecto Puente Histórico

4.2.2. Trayecto Casa de Máquinas – Y de Coca Codo

En el trayecto Casa de Máquinas – Y de Coca Codo se observan areniscas de grano fino y color gris verdusco, con glauconita, clastos de carbón, nódulos de siderita y dobles capas de lodo pertenecientes a la última secuencia del miembro superior de la Formación Hollín.

Hacia la base de la Formación Napo se observan areniscas azules grisáceas de tamaño fino con un contenido considerable de glauconita, carbonatos y cemento carbonatado (Fig.4. 14 A y B) con una potencia de 6m. Se ha podido identificar macrofauna difícilmente extraíble como: restos de conchas de bivalvos y un fragmento de un amonite pequeño no identificable (Fig.4. 14C).

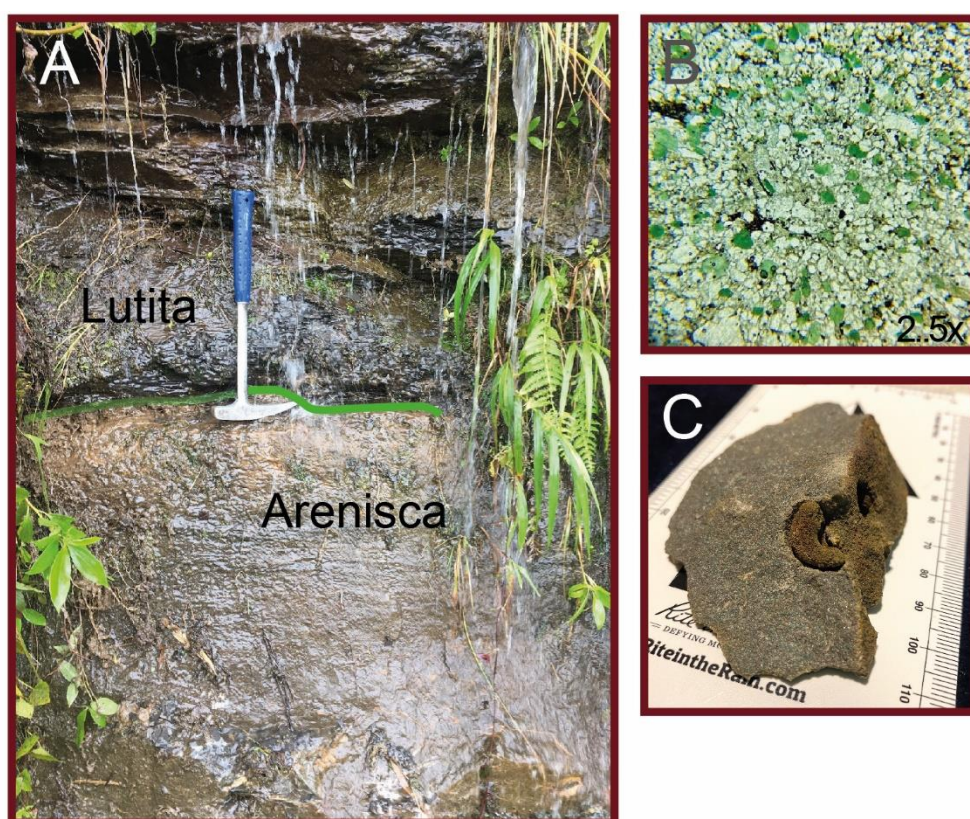


Fig.4. 14. A: Afloramiento inicio del Miembro Napo Basal B: Lamina delgada de arenisca glauconítica con cemento carbonatado C: Muestra con fragmento de amonite pequeño.

Posteriormente se observan lutitas negras laminadas con fragmentos de arenas y piritita en algunas zonas (Fig.4. 15A). Se visualizó macrofauna extraíble entre la cual se identificaron restos de conchas, bivalvos, dientes de seláceos, posibles crustáceos y los amonites: *Oxytropidoceras*, *Engonoceras* y *Mortoniceras*.

Poseen una potencia de al menos 30 metros, en los primeros 10 metros se pudo observar lutitas sin macrofauna extraíble e improntas de amonites con mala preservación, en los siguientes metros se pudo observar mayor cantidad de macrofauna siendo este el mejor afloramiento para la obtención de amonites (Fig.4. 15B). Se debe de destacar que algunos de los ejemplares de en estas lutitas poseen una preservación buena a muy buena.

Por encima de las unidades anteriores se observó que se depositan calizas fosilíferas blanquecinas y por encima de ellas paquetes de areniscas grisáceas (Fig.4. 16), debido a las condiciones geográficas no se pudo acceder hacia los afloramientos, sin embargo, se analizaron algunos bloques caídos y se visualizó los afloramientos desde lejos.



Fig.4. 15 Afloramiento Lutita Napo Basal

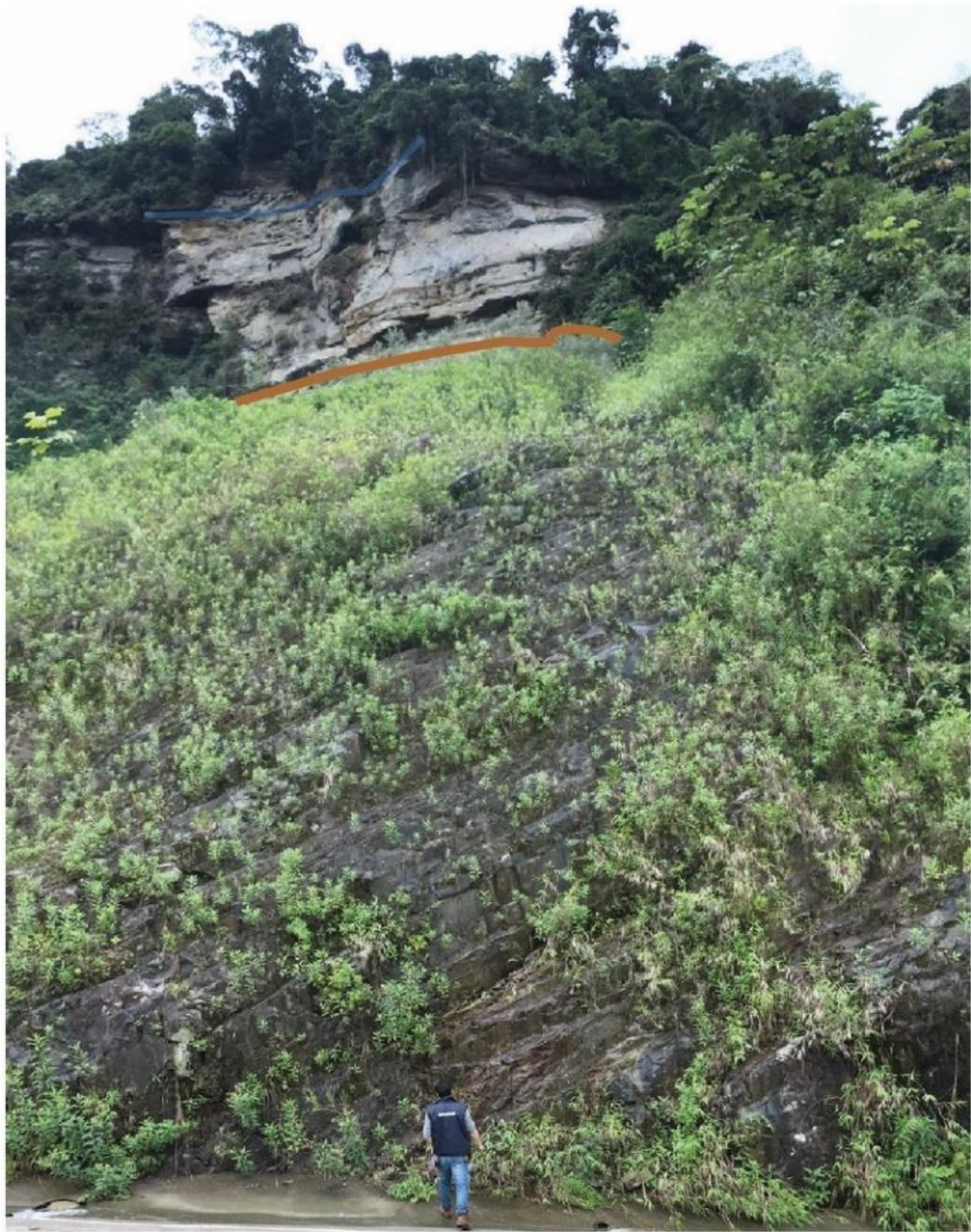


Fig.4. 16 Afloramientos pertenecientes al Miembro Napo Basal vistos desde lejos

4.3. Resultados Paleontológicos

En el presente estudio se describieron 6 géneros de amonites en el Miembro Napo Basal, 1 en el Miembro Napo Inferior, 1 familia y 2 géneros de ammonites en el Miembro Napo Medio, 1 género en el miembro Napo Superior. Se estudiaron alrededor de 153 ejemplares y fragmentos amonites, 149 pertenecientes a la Casa de la Cultura Núcleo Sucumbíos y 4 observados en campo; utilizando los parámetros descritos en la (Fig.3. 5):

Familia: Brancoceratidae, SPATH 1934

Subfamilia: Mojsisovicziinae, HYATT 1903

Género: *Oxytropidoceras*, STIELER 1920

Sinonimias:

= *Pseudophacoceras*, SPATH 1921

Diagnosis:

Concha serpentícona evoluta de 2 vueltas y media a 3, la primera vuelta abarca el 70% de diámetro de la concha, 25 a 50 costillas aproximadamente por vuelta, el número de costillas es inversamente proporcional al espacio intercostal. Costillas rectas a sinuosas, simples a ramificadas en toda la espiral. Presenta sección de vuelta lanceolada con quilla alta, con líneas de sutura identificables (Wright, 1996). Se distinguen los siguientes subgéneros:

Descripción:

Oxytropidoceras, (*Oxytropidoceras*): Concha oxícona a esferócona, con quilla alta y comprimida, sección de vuelta lanceolada. Costillas simples y bifurcadas, gruesas a finas, planas a altas, mayormente presentan ondulación. (Fig.4. 18 A)

Oxytropidoceras, (*Venezoliceras*): Concha oxícona a ligeramente esferócona, con quilla muy alta y comprimida, sección de vuelta lanceolada (se pueden observar lados rectos en las zonas más proximales a la quilla debido a la presencia de bullas o costillas altas que se conectan con la quilla). Costillas simples generalmente rectas (puede existir ligera sinuosidad), gruesas y altas, sin embargo, en alguna etapa de crecimiento pueden ser planas y delgadas, presencia de bullas y tubérculos ventrolaterales. (Fig.4. 18 D)

Oxytropidoceras, (*Mirapelia*): Concha oxícona a ligeramente esferócona, con quilla alta y ligeramente ancha, sección de vuelta lanceolada. Costillas simples, rectas a

ligeramente onduladas, gruesas en la zona ventral a finas en la zona umbilical, aplanadas y ensanchadas hacia la zona ventral formando hombros altos. (Fig.4. 18 C)

Oxytropidoceras, (*Adkinsites*): Concha oxícóna, con quilla alta y ligeramente gruesa, sección de vuelta lanceolada ancha. Costillas simples generalmente rectas a ligeramente curvadas, muy altas, la última vuelta posee las costillas más altas en los ejemplares. Línea de sutura amonítica. (Fig.4. 18 B)

Material examinado: Se analizaron alrededor de 50 ejemplares de los cuales se tomaron 3 ejemplares más representativos (Fig.4. 18), los cuales poseen un grado de preservación bueno a muy bueno.

Tabla 4. 1 Medidas representativas del Género Oxytropidoceras

Figura	Muestra	Vueltas	EI (mm) Espacio Intercostal	U(mm) Diámetro de la Región Umbilical	Dm(mm) Diámetro de la concha	H(mm) Altura de la última vuelta
Fig.4. 18A	SE 263	2	15 a 4	100	328	121
Fig.4. 18B	SE 252	2	10 a 5	40	110	60
Fig.4. 18C	SE 17	No medible	6 a 5	No medible	No medible	95
Fig.4. 18D	SE 160	2	7 a 2	15	77	48

Distribución geográfica: El Género *Oxytropidoceras* se ha localizado en: Angola, Brasil, Colombia, Ecuador, Egipto, Francia, Madagascar, México, Marruecos, Mozambique, Perú, Sudáfrica, Trinidad y Tobago, Reino Unido, Estados Unidos (California, Kansas, Óregon, Texas), Venezuela.

Rango estratigráfico: Albiano al Coniaciano superior.

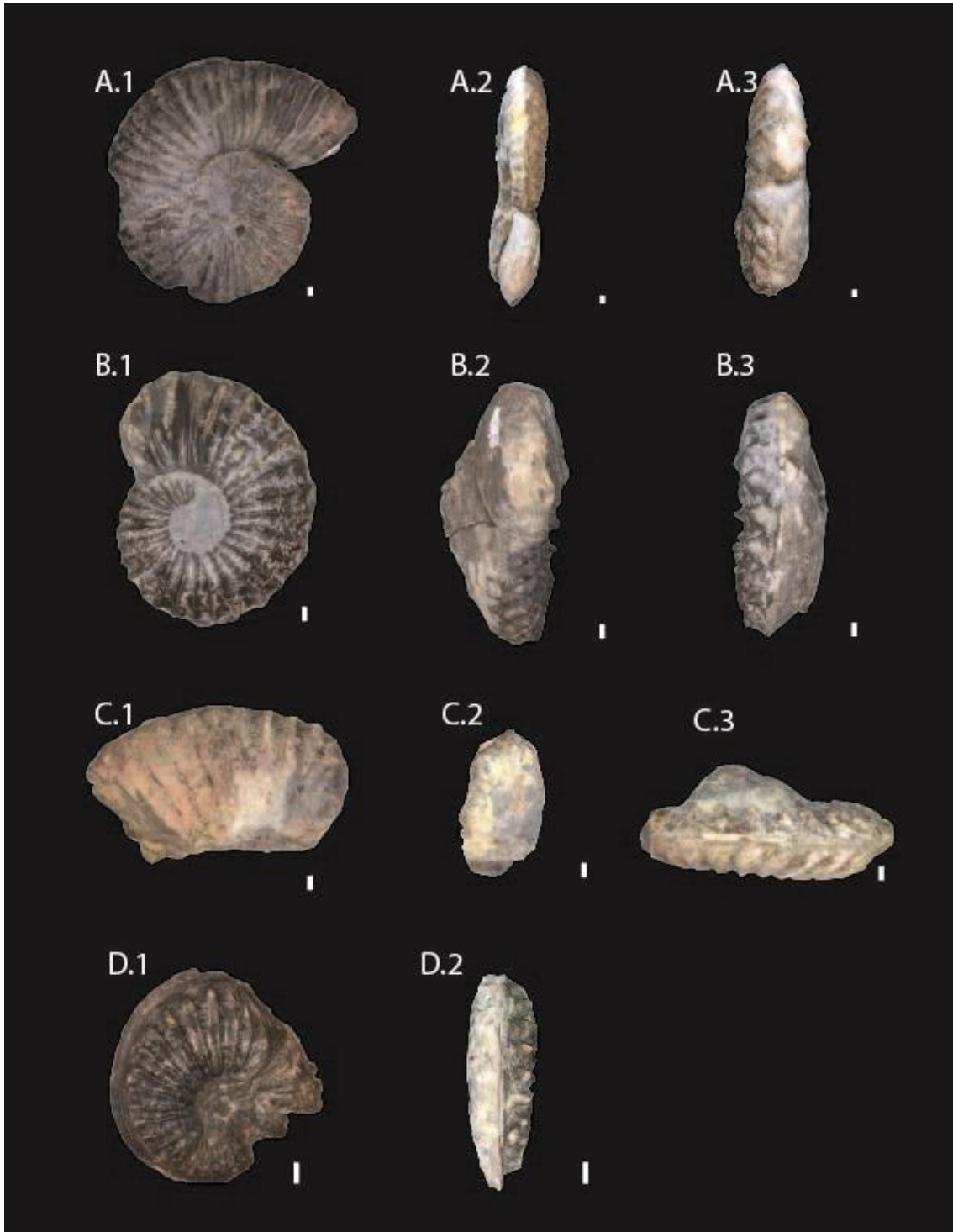


Fig.4. 18. **A.** *Oxytropidoceras* (*Oxytropidoceras*) (Muestra SE 263): A. 1 Vista lateral, A.2 Sección de vuelta, A.3 Región ventral; **B.** *Oxytropidoceras* (*Adkinsites*) (Muestra SE 252): B.1 Vista lateral, B.2 Sección de vuelta, B.3 Región Ventral; **C.** *Oxytropidoceras* (*Mirapelia*) (Muestra SE 17): C. 1 Vista lateral, C.2 Sección de vuelta, C.3 Región Ventral; **D.** *Oxytropidoceras* (*Venezoliceras*) (Muestra SE 160): D.1 Vista Lateral, D.2: Región Ventral. Escala 1cm

Familia: Engonoceratidae, HYATT 1900

Género: *Knemiceras*, BÖHM 1898

Diagnosis:

Conchas involutas comprimidas a infladas, lados planos o ligeramente redondeados con costillas ausentes o pobremente visibles. Zona ventral plana o moderadamente cóncava, sección de vuelta rectangular con tubérculos notorios en la región ventrolateral. Líneas de sutura con sillas y lóbulos redondeados (Wright, 1996).

Descripción:

Conchas involutas, comprimidas a infladas, con una vuelta muy notoria que envuelve a las demás. Flancos planos a ligeramente redondeados con costillas poco visibles o con ausencia de estas, sección de vuelta rectangular, región ventral plana a cóncava con pequeñas bullas distribuidas en pares a lo largo de la región ventral.

Material examinado: Se analizaron alrededor de 7 ejemplares, los cuales poseen un grado de preservación bueno a muy bueno, teniendo un solo ejemplar con preservación excelente. Se tomaron en cuenta los 3 ejemplares más representativos (Fig.4. 19).

Tabla 4. 2 Medidas representativas del Género Knemiceras

Figura	Muestra	Vueltas	Ei (mm) Espacio Intercostal	U(mm) Diámetro de la Región Umbilical	Dm(mm) Diámetro de la concha	H(mm) Altura de la última vuelta
Fig.4. 19	SE 275	1 visible	2 a 1	5	12	7

Distribución geográfica: El género *Knemiceras* se localizó en Egipto, Francia, Atlántico Norte, Omán, Perú, Portugal, Estados Unidos (Nuevo México), Venezuela

Rango estratigráfico: Albiano al Turoniano.

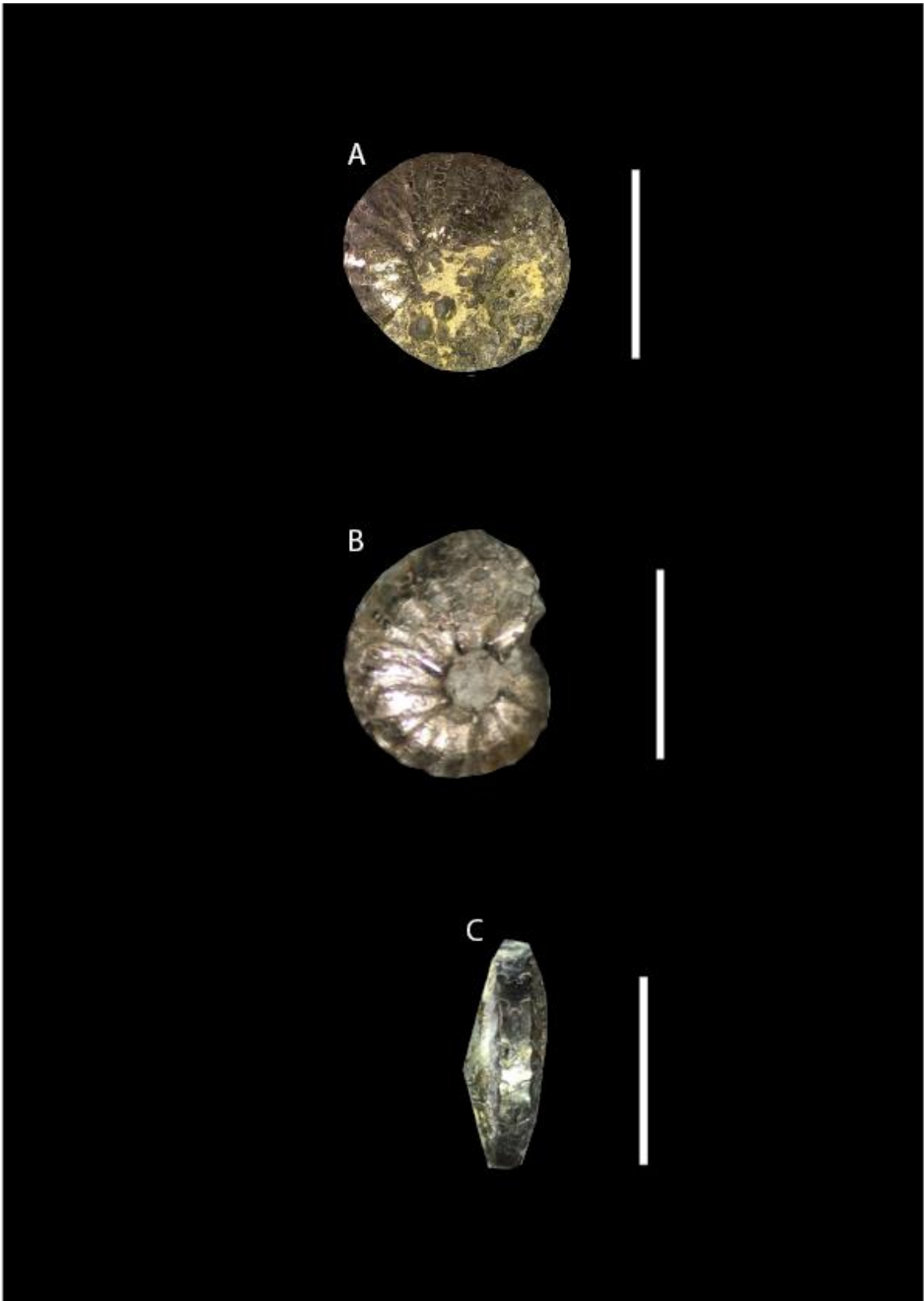


Fig.4. 19 Knemiceras (Muestra SE 275): A. y B. Vista lateral, C. Región Ventral.

Escala 1cm

Familia: Engonoceratidae, HYATT 1900

Género: *Engonoceras*, NEUMAYR AND UHLIG 1881

Diagnosis:

Conchas involutas, comprimidas, con una vuelta muy notoria que envuelve a las demás. Flancos planos a ligeramente redondeados con costillas poco visibles o con ausencia de estas, sección de vuelta rectangular, región ventral plana a cóncava con pequeñas bullas distribuidas en la zona ventrolateral de manera aleatoria formando un zigzag (Wright, 1996).

Descripción:

Conchas involutas comprimidas, lados planos o ligeramente redondeados con estrías formando costillas o costillas débiles terminadas en pequeñas bullas hacia la zona ventral, dispuestas de manera aleatoria en la zona ventral formando un zigzag en la región ventral. Zona ventral plana, moderadamente cóncava, sección de vuelta rectangular a elíptica con tubérculos notorios en la región ventrolateral. Líneas de sutura con más elementos que *Knemiceras*.

Material examinado: Se analizaron alrededor de 7 ejemplares, los cuales poseen un grado de preservación bueno a muy bueno, teniendo un solo ejemplar con preservación excelente. Se tomaron en cuenta los 3 ejemplares más representativos para la (Fig.4. 20).

Tabla 4. 3 Medidas representativas del Género Engonoceras.

Figura	Muestra	Vueltas	EI (mm) Espacio Intercostal	U(mm) Diámetro de la Región Umbilical	Dm(mm) Diámetro de la concha	H(mm) Altura de la última vuelta
Fig.4. 20	SE 136	No medible	No medible	2	7	32

Distribución geográfica: El género *Engonoceras* se localizó en Canadá, Ecuador, Egipto, México, Puerto Rico, Estados Unidos (Kansas, Nuevo México, Texas).

Rango estratigráfico: Albiano al Cenomaniano.

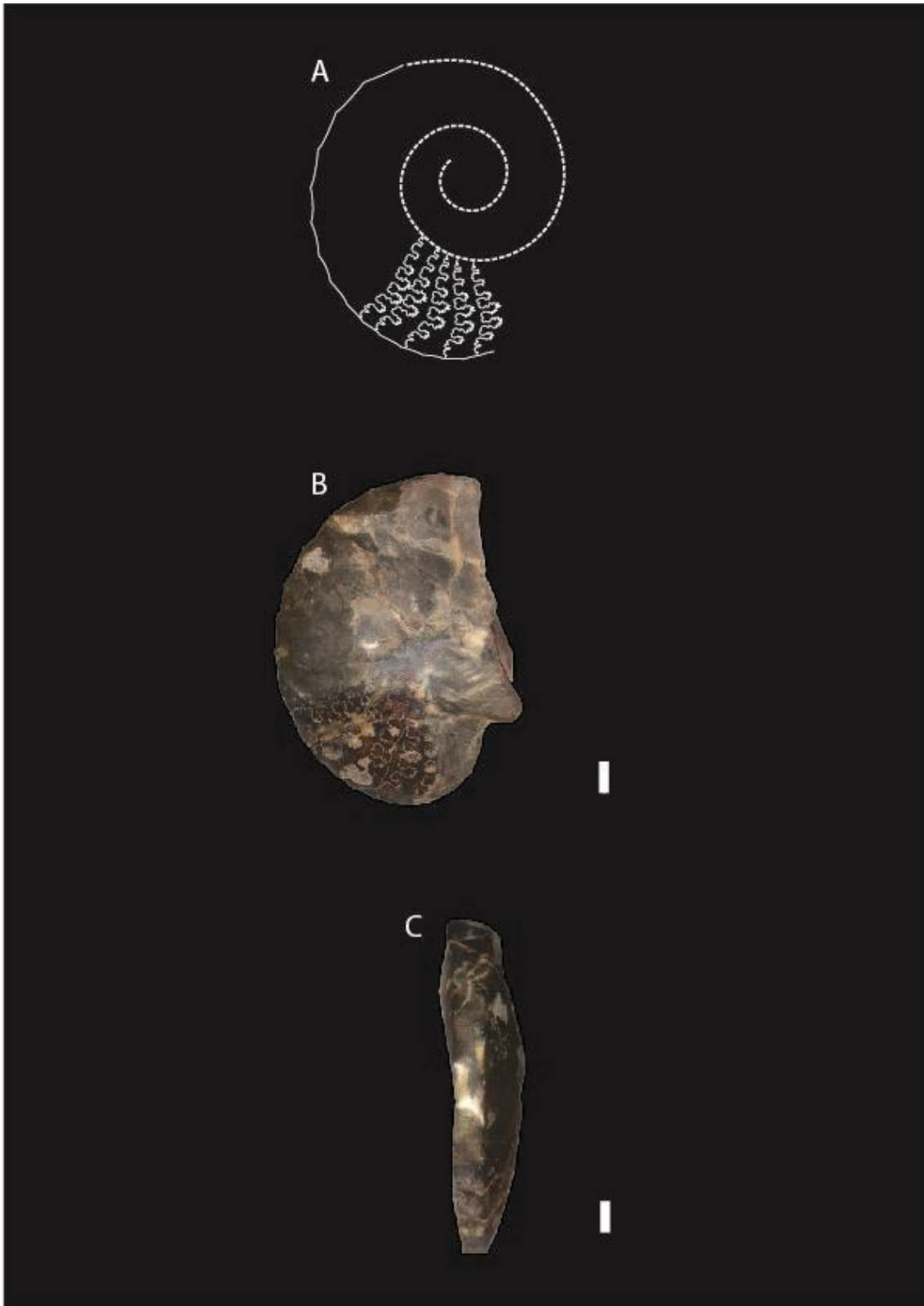


Fig.4. 20 Engonoceras (Muestra SE 136): A. Dibujo de un supuesto ejemplar completo con líneas de sutura, B. Vista lateral, C. Región Ventral. Escala 1cm

Familia: Brancoceratidae, SPATH 1934

Subfamilia: Brancoceratinae, HYATT 1903

Género: *Brancoceras*, STEINMANN 1881

Sinonimias:

= *Hystacoceras*, HYATT 1900

Diagnosis:

Ejemplares generalmente pequeños, concha evoluta serpentícona con 2 vueltas preservadas. Sección de vuelta ojival, ovalada, aquillada; la zona ventral está caracterizada por ser afilada, redondeada, posee quilla o formar quillas en la unión de sus costillas; costillas redondeadas a puntiagudas, simples y bifurcadas, rectas y onduladas; 30 a 32 costillas aproximadamente por vuelta. Sutura pseudoceratítica (Wright, 1996).

Descripción:

Concha evoluta, planoespiral, serpentícona. Presenta costillas gruesas, simples y bifurcadas, rectas y onduladas. Las costillas se extienden hasta la zona ventral formando quillas en las uniones o llegando hasta la quilla. Sección de vuelta ojival a lanceolada, región ventral aguda a aquillada con quilla baja. Líneas de sutura identificables.

Material examinado: Se analizaron alrededor de 4 ejemplares de los cuales se tomaron 3 ejemplares más representativos, los cuales poseen un grado de preservación bueno a muy bueno (Fig.4. 21).

Tabla 4. 4 Medidas representativas del Género Brancoceras.

Figura	Muestra	Vueltas	EI (mm) Espacio Intercostal	U(mm) Diámetro de la Región Umbilical	Dm(mm) Diámetro de la concha	H(mm) Altura de la última vuelta
Fig.4. 21	SE 186	No medible	2 a 1	No medible	No medible	8

Distribución geográfica: El género *Brancoceras* se ha localizado en: Brasil, Ecuador, Francia, Madagascar, Perú, Estados Unidos (California).

Rango estratigráfico: Albiano al Cenomaniano inferior.



Fig.4. 21 Branconceras (Muestra SE 186): A. Vista lateral, B. Región Ventral, C. Sección de vuelta. Escala 1cm

Familia: Brancoceratidae, SPATH 1934

Subfamilia: Mojsisovicziinae, HYATT 1903

Género: *Dipoloceras*, HYATT 1900

Diagnosis:

Concha evoluta platicona, sección de vuelta lanceolada, región ventral aquillada prominente; costillas rectas y ramificadas hacia la región ventral, las cuales son acampanadas, redondeadas o afiladas, sutura de tipo amonítica (Wright, 1996).

Descripción:

Concha evoluta platicona con presencia de costillas gruesas acampanadas, se observa que el ancho de vuelta disminuye considerablemente desde la última vuelta hacia la región umbilical. En el ejemplar solo se preserva una parte de la última vuelta la cual consta de 11 costillas. Región ventral aquillada con sección de vuelta lanceolada acampanada, no se identifican líneas de sutura.

Material examinado: Se analizó un ejemplar, el cual posee un grado de preservación bueno (Fig.4. 22).

Tabla 4. 5 Medidas representativas del Género Dipoloceras.

Figura	Muestra	Vueltas	EI (mm) Espacio Intercostal	U(mm) Diámetro de la Región Umbilical	Dm(mm) Diámetro de la concha	H(mm) Altura de la última vuelta
Fig.4. 22	SE 146	No medible	5 a 3	No medible	No medible	18

Distribución geográfica: El género *Dipoloceras* se ha localizado en: Angola, Argentina, Ecuador, Egipto, Francia, Madagascar, Mozambique, Nigeria y Suiza.

Rango estratigráfico: Albiano superior al Cenomaniano inferior.



Fig.4. 22 Dipoloceras (Muestra SE 146): A. Vista lateral, B. Región ventral.

Escala 1cm

Familia: Brancoceratidae, SPATH 1934

Subfamilia: Mortoniceratinae, H. DOUVILLE 1912

Género: *Mortoniceras*, MEEK 1876

Sinonimias:

= *Inflatoceras*, STIELER 1920; *Mortoniceras* (*Pervinquieria*), BÖHM 1910; *Ophryoceras*, VAN HOEPEN 1942; *Pagoceras*, VAN HOEPEN 1951; *Pervinquieria*, BÖHM 1910

Diagnosis:

Concha evoluta serpentícona de 2 a 3 vueltas con costillas rectas a levemente sinuosas, gruesas, altas, el 50% de la concha está formado por el ombligo; 26 costillas aproximadamente por vuelta con nodos al inicio y final de ellas, en algunos casos puede presentar nodos umbilicolaterales. Zona ventral aquillada con quilla baja, sección de vuelta poligonal con lados adyacentes a la quilla planos o ligeramente cóncavos. Sutura amonítica (Wright, 1996). Se identificaron los siguientes subgéneros:

Descripción:

Mortoniceras, (*Mortoniceras*): Concha evoluta, planoespiral, serpentícona. Costillas rectas a levemente sinuosas, simples a bifurcadas, gruesas y altas; con nodos hacia región ventral, en algunos casos con nodos hacia la región ventral y hacia la región umbilical. Sección de vuelta poligonal formando una especie de hexágono con quilla baja, lados adyacentes a la quilla rectos (Fig.4. 23B).

Mortoniceras, (*Deiradoceras*): Concha evoluta, planoespiral, serpentícona. Costillas rectas, simples, gruesas y altas; con nodos hacia la región ventral y nodos umbilico laterales. Sección de vuelta poligonal formando una especie de hexágono con quilla ligeramente deprimida respecto a los lados adyacentes a esta, con un nodo sobresaliente en la unión entre los lados 2 y 3 de los laterales del ejemplar (Fig.4. 23A).

Material examinado: Se analizaron alrededor de 17 ejemplares de los cuales se tomaron 3 ejemplares más representativos (Fig.4. 23), los cuales poseen un grado de preservación bueno a muy bueno. Los ejemplares más representativos presentan conchas parcialmente completas a incompletas.

Tabla 4. 6 Medidas representativas del Género *Mortoniceras*

Figura	Muestra	Vueltas	EI (mm) Espacio Intercostal	U(mm) Diámetro de la Región Umbilical	Dm(mm) Diámetro de la concha	H(mm) Altura de la última vuelta
Fig.4. 23B	SE 239	No medible	10 a 8	50	115	43
Fig.4. 23A	SE 268	No medible	18 a 10	140	No medible	86

Distribución geográfica: El género *Mortoniceras* se ha localizado en: Angola, Armenia, Bélgica, Canadá (Columbia Británica), Colombia, Ecuador, Egipto, Francia, Alemania, Irán, Japón, Madagascar, México, Mozambique, Nigeria, Atlántico Norte, Sudáfrica, España, Suiza, Ucrania, Reino Unido, Estados Unidos (Nuevo México, Texas), Venezuela.

Rango estratigráfico: Albiano Superior al Cenomaniano superior.



Fig.4. 23 A. Mortonicerias (Deiradoceras) (Muestra SE 239): A. 1 Vista lateral, A.2 Región ventral, A.3 Sección de vuelta; B. Mortonicerias (Mortonicerias) (Muestra SE 268): B.1 Vista Latera, B.2: Región ventral. Escala 1cm

Familia: Acanthoceratidae, GROSSOUVRE 1894

Subfamilia: Mantilleracinae, HYATT 1903

Género: *Mantelliceras*, HYATT 1903

Diagnosis:

Fragmento de concha evoluta, con costillas gruesas rectas a levemente sinuosas, 12 costillas por lado, 24 nodos dispuestos en 12 pares situados de manera simultánea en la zona ventral. Sección de vuelta poligonal con zona ventral recta a cóncava, bicarinada. Sutura amonítica (Wright, 1996).

Descripción:

Fragmento amonítico, con costillas gruesas y rectas a levemente sinuosas, terminadas en nodos hacia la zona ventral. Sección de vuelta poligonal formando una especie de nonágono con región ventral bicarinada a recta la cual forma un lado del nonágono.

Material examinado: Se analizó un solo ejemplar representativo de este género, el cual posee un grado de preservación muy bueno (Fig.4. 24).

Tabla 4. 7 Medidas representativas del Género Mantelliceras

Figura	Muestra	Vueltas	EI (mm) Espacio Intercostal	U(mm) Diámetro de la Región Umbilical	Dm(mm) Diámetro de la concha	H(mm) Altura de vuelta
Fig.4. 24	SE 184	No medible	5 a 2	No medible	No medible	22

Distribución geográfica: El género *Mantelliceras* se ha localizado en: Angola, Egipto, Francia, Alemania, Irán, Japón, Kazajistán, Madagascar, México, Ecuador, Mozambique, Rusia, España, Tanzania, Turkmenistán, Ucrania, Reino Unido, Estados Unidos (California, Nuevo México, Oregón, Texas)

Rango estratigráfico: Cenomaniano.

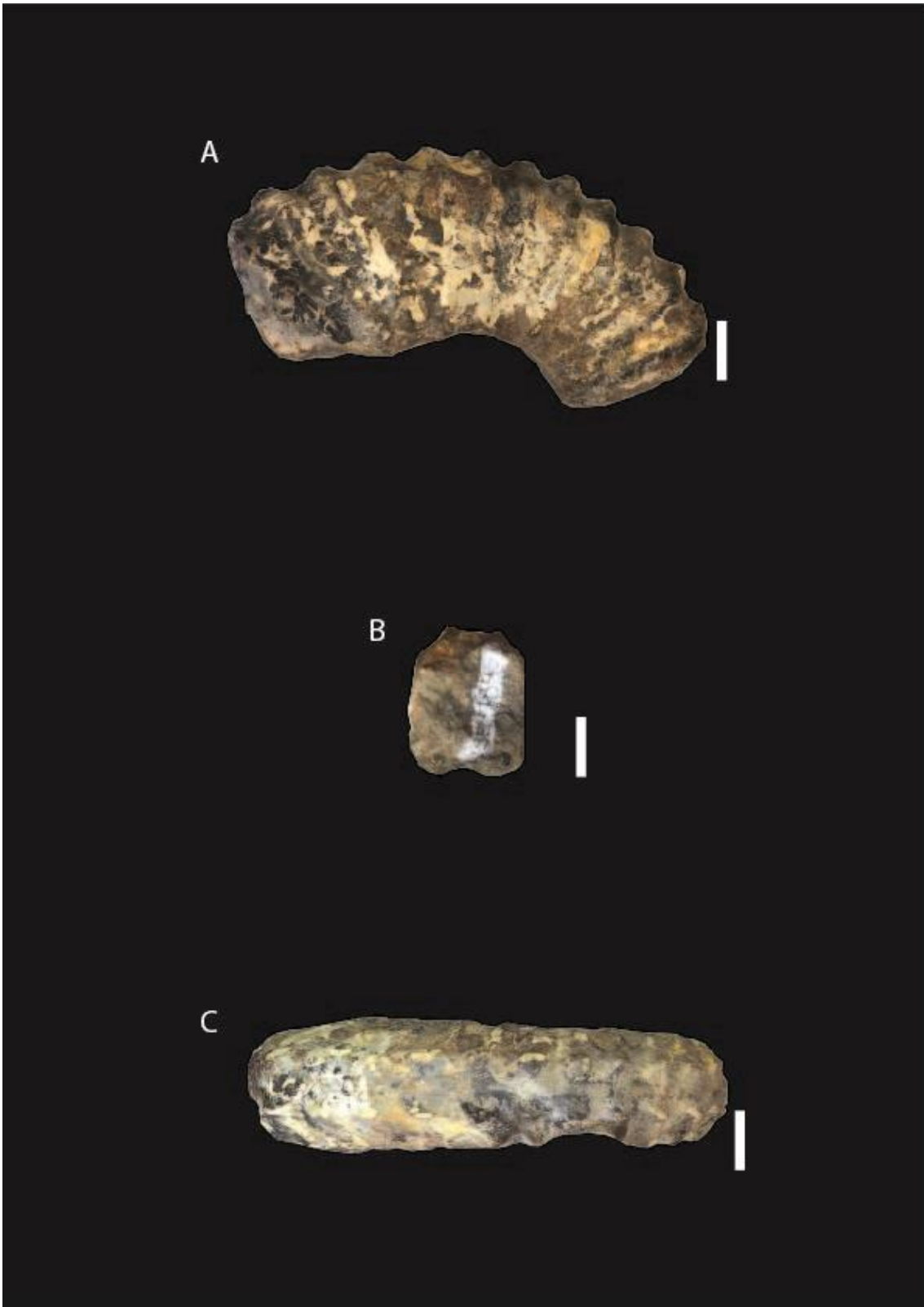


Fig.4. 24 Mantelliceras (Muestra SE 184): A. Vista lateral, B. Sección de vuelta, C. Región ventral. Escala 1cm

Familia: Acanthoceratidae, GROSSOUVRE 1894

Subfamilia: Mammitinae, HYATT 1900

Género: *Mammites*, LAUBE AND BRUDER 1887

Sinonimias:

= *Schluetericeras*, HYATT 1903

Diagnosis:

Concha esferoconca convoluta a involuta de 2 a 3 vueltas, la última vuelta cubre a casi todo el ejemplar, ausencia de costillas, zona ventral cóncava a recta con pares de bullas dispuestas paralelamente, zona ventrolateral y zona ventroumbilical abullada (Wright, 1996).

Descripción:

Concha esferoconca convoluta a involuta. No presenta costillas, zona ventral cóncava (bicarinada con pares de bullas formando cada carena), sección de vuelta poligonal; el ejemplar se encuentra en su etapa juvenil por lo cual presenta bullas en la zona ventrolateral y ventroumbilical. Presenta línea de sutura.

Material examinado: Se analizó un ejemplar, el cual presenta un estado de preservación muy bueno, con posible reptación y/o disolución en la última vuelta, el ejemplar presenta recristalizaciones de calcita (Fig.4. 25).

Tabla 4. 8 Medidas representativas del Género Mammites.

Figura	Muestra	Vueltas	EI (mm) Espacio Interbulla	U(mm) Diámetro de la Región Umbilical	Dm(mm) Diámetro de la concha	H(mm) Altura de la última vuelta
Fig.4. 25	SE 300	4	1	6,5	20,5	10,80

Distribución geográfica: El género *Mammites* se ha localizado en: Brasil, Colombia, Egipto, Francia, Alemania, India, México, Marruecos, Níger, Nigeria, Perú, Ecuador, Rumania, España, Tunes, Estados Unidos (Arizona, California, Nuevo México, Texas, Utah), Venezuela.

Rango estratigráfico: Turoniano Superior al Coniaciano inferior.

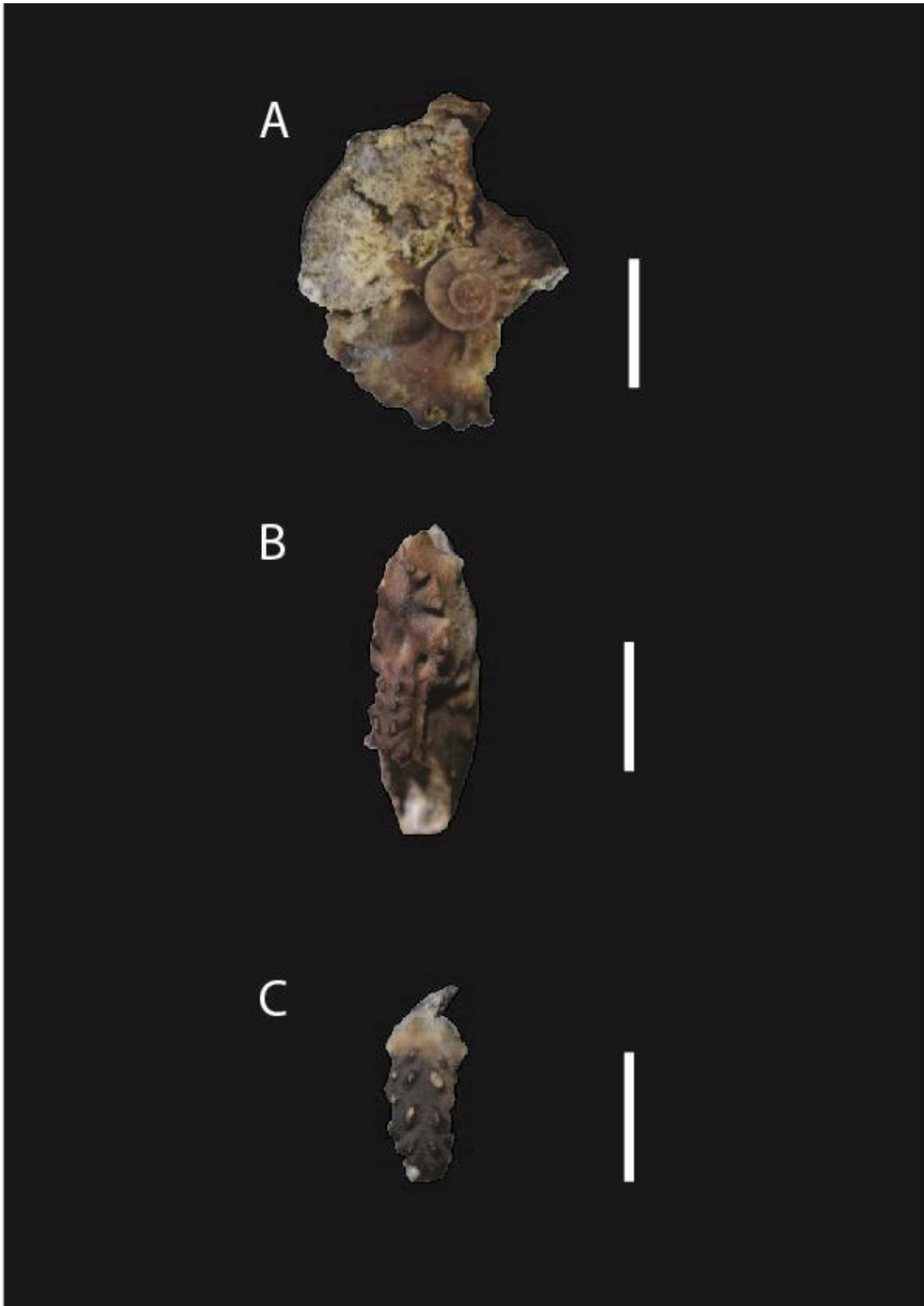


Fig.4. 25 Mammites (Muestra SE 275): A. Vista lateral, B. Sección de vuelta, C. Región ventral. Escala 1cm

Familia: Acanthoceratidae, GROSSOUVRE 1894

Subfamilia: Acanthoceratinae, GROSSOUVRE, 1894

Género: *Benueites*, REYMENT 1954

Especie tipo: *Benueites Benuensis*

Diagnos:

Conchas evolutas a involutas platiconas con 3 vueltas visibles y una posible cuarta vuelta poco visible o mal preservada por lo cual no se la toma en cuenta, flancos planos y sección de vuelta comprimida, se diferencian ejemplares jóvenes con costillas poco desarrolladas y ejemplares adultos con costillas visibles (Wright, 1996).

Descripción:

Conchas evolutas a involutas platiconas con flancos planos, conformadas por costillas finas onduladas o sigmoideas las cuales se inclinan en la zona ventral hacia la abertura del ejemplar. Zona ventral estrecha poco profunda, sección de vuelta comprimida con una ligera depresión. No se observan líneas de sutura. Se han diferenciado 3 tamaños de ejemplares:

- Las conchas **pequeñas** (diámetro menor o igual 5mm) poseen costillas poco visibles o no las poseen, no presentan líneas de sutura ni surco en la zona ventral.
- Las conchas **medianas** (diámetro de 5mm a 10mm) poseen costillas finas sigmoidales u onduladas, simples o bifurcadas. Zona ventral con surco poco profundo. No presentan líneas de sutura.
- Las conchas grandes (diámetro de 10mm a 15mm) poseen costillas gruesas simples sigmoidales u onduladas. Zona ventral con surco profunda. No presenta líneas de sutura

Material examinado: Se pudieron analizar varios ejemplares en distintos fragmentos de roca, ya que dentro de un mismo fragmento de roca se puede apreciar entre 10 a 20 ejemplares tomando en cuenta su tamaño < 2cm. Los ejemplares examinados presentan mala a buena preservación, tomando en cuenta que el material que contiene los ejemplares son rocas calizas por lo cual se observa rotura en algunas conchas y otras con disolución (Fig.4. 26A).

Tabla 4. 9 Medidas representativas del Género *Benueites*.

Figura	Muestra	Vueltas	EI (mm) Espacio Intercostal	U(mm) Diámetro de la Región Umbilical	Dm(mm) Diámetro de la concha	H(mm) Altura de la última vuelta
Fig.4. 26A	Pequeño SE 130	3	No presentan	1,8	4,9	2
Fig.4. 26A	Mediano SE 130	3	0,25 <	5	10	4,15
Fig.4. 26A	Grande SE 130	3	0,8 a 0,5	6,75	14	6,5

Distribución geográfica: El género *Benueites* se ha localizado en: Brasil, Camerún, Ecuador, Nigeria, Trinidad y Tobago, Venezuela.

Rango estratigráfico: Cenomaniano Superior al Turoniano Superior.

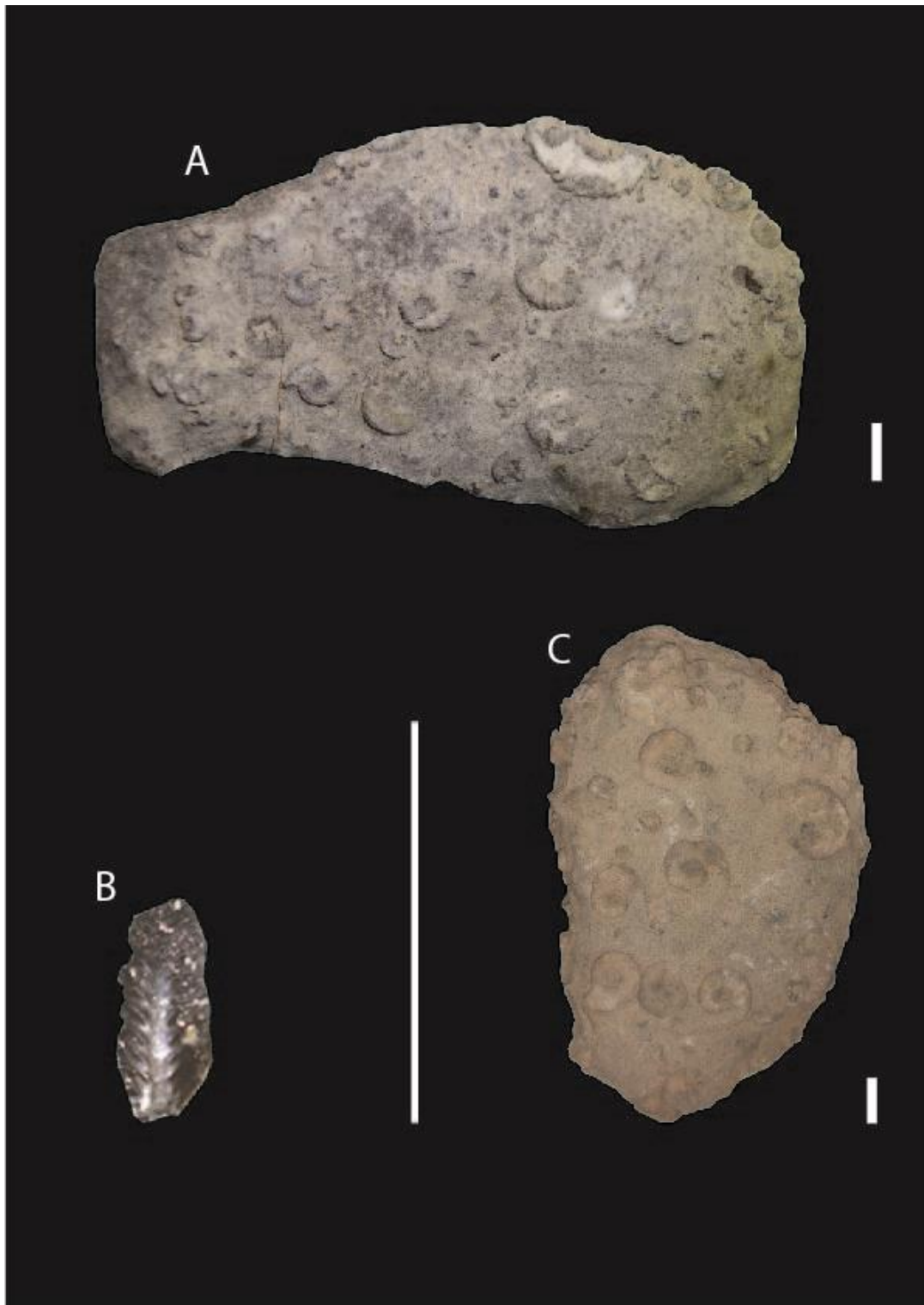


Fig.4. 26 Benueites (Muestra SE 130): A. Comunidad de amonites juveniles y adultos con buena preservación; B. Región ventral surcada. C. Comunidad de amonites juveniles y adultos con mala preservación. Escala 1cm

Familia: Vascocheratidae, DOUVILLÉ 1912

Diagnosis:

Concha evoluta a involuta de ombligo estrecho con costillas que empiezan cerca de la región ventral, rectas y oblicuas en el flanco, se extienden recta u oblicuamente por la región ventral llegando hasta la región umbilical en el otro flanco. Sección de vuelta redondeada, tan alta como ancha. Región ventral redondeada sin quilla (Wright, 1996).

Material examinado: Se analizaron 3 fragmentos pertenecientes a esta familia, los cuales poseen un grado de preservación bueno a muy bueno (Fig.4. 27).

Descripción:

Concha evoluta a involuta de ombligo estrecho con costillas altas que se extienden de un flanco a otro por la región ventral. Sección de vuelta redondeada.

Tabla 4. 10 Medidas pertenecientes al ejemplar descrito de la Familia Vascocheratidae.

Figura	Muestra	Vueltas	EI (mm) Espacio Intercostal	U(mm) Diámetro de la Región Umbilical	Dm(mm) Diámetro de la concha	H(mm) Altura de la última vuelta
Fig.4. 27	SE 139	No medible	33 a 17	50	No medible	40

Distribución geográfica: La familia Vascocheratidae se ha localizado en: Angola, Brasil, Camerún, Colombia, Ecuador, Egipto, Francia, Gabón, India, Israel, Jordania, México, Marruecos, Níger, Nigeria, Omán, Perú, Rumania, Federación Rusa, España, Túnez, Estados Unidos (Arizona, California, Colorado, Nuevo México, Oregón, Texas), Venezuela.

Rango estratigráfico: Turoniano al Santoniano Inferior.



Fig.4. 27 Familia Vascoceratidae (Muestra SE 139): A. Vista lateral, B. Región ventral

Escala 1cm

Familia: Collignoniceratidae, WRIGH & WLIGHT 1951

Subfamilia: Peroniceratinae, HYATT 1900

Género: *Peroniceras*, GROSSOUVRE 1894

Sinonimias:

= *Schluetericeras*, HYATT 1903

Diagnosis:

Concha evoluta a involuta. Costillas cortas, simples o bifurcadas, rectas o ligeramente sinuosas con tubérculos umbilicales regulares, redondeados o cónicos. Sección de vuelta elíptica, cuadrada o poligonal; región ventral tricarínada con al menos una carena más alta que las otras durante el crecimiento (Wright, 1996).

Descripción:

Fragmento de concha platicona evoluta; costillas cortas, simples y rectas, con pequeños nodos laterales y umbilicales, sección de vuelta elíptica con región ventral tricarínada (la carena del medio es más alta que las de los lados).

Material examinado: Se analizó un fragmento, el cual presenta un estado de preservación muy bueno a bueno (Fig.4. 28).

Tabla 4. 11 Medidas representativas del Género Peroniceras

Figura	Muestra	Vueltas	EI (mm) Espacio Intercostal	U(mm) Diámetro de la Región Umbilical	Dm(mm) Diámetro de la concha	H(mm) Altura de la última vuelta
Fig.4. 28	SE 270	No medible	4 a 2	No medible	No medible	30mm

Distribución geográfica: El género *Peroniceras* se ha localizado en: Brasil, Colombia, Egipto, Francia, Alemania, India, México, Marruecos, Níger, Nigeria, Perú, Ecuador, Rumania, España, Tunes, Estados Unidos (Arizona, California, Nuevo México, Texas, Utah), Venezuela.

Rango estratigráfico: Turoniano Superior al Coniaciano inferior.



Fig.4. 28 Peroniceras (Muestra SE 270): A. Región ventral, B. Vista lateral. Escala 1cm

5. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión

El cambio entre la Formación Hollín y la Formación Napo en el trayecto Puente Histórico está dado por paquetes de areniscas blancas de grano medio hacia la base las cuales presentan ripples y estratificación horizontal, las cuales pertenecen a la Formación Hollín, se observa una superficie erosiva hacia la parte superior, sobre esta se observan Lutitas pertenecientes a la Formación Napo. En el trayecto hacia la Casa de Máquinas se observan areniscas glauconíticas pertenecientes a la última Unidad de la Formación Hollín (Mariño,2008), por encima se observan areniscas con un porcentaje de 20 a 30% de glauconita con carbonatos y cemento carbonatado pertenecientes a la Formación Napo, por encima se deposita la lutita Napo Basal.

Tomando en cuenta que en el sector del Puente Histórico la columna de la Formación Hollín se encuentra incompleta debido a una erosión, no se preservan, o no se depositaron las areniscas con glauconita, carbonatos y cemento carbonatado que conforman la primera secuencia del Miembro Napo Basal en el trayecto Casa de Máquinas. Por otro lado, las lutitas Napo basal del primer trayecto mencionado poseen menor cantidad de fauna que las lutitas Napo basal pertenecientes al trayecto Casa de Máquinas (Ver figuras Fig.4. 13 y Fig.4. 17). Estos aspectos denotan las variaciones laterales litológicas y de contenido fosilífero entre las unidades de transición entre Hollín y Napo. Se ha podido describir variaciones laterales similares en Jaillard, (1997) y Baby et al., (2004).

5.1.1. Paleoambientes

Se ha podido visualizar varias características que nos indican un ambiente sedimentario no muy profundo para el trayecto Casa de Máquinas, las areniscas con las que inicia la Formación Napo en esta zona son muy enriquecidas en carbonatos y glauconita, esta última se debe a condiciones del mar de una profundidad < 500m y una temperatura de 15°C para su formación (Baldermann et al., 2013). Por encima se pudo definir que la lutita Napo Basal es muy rica tanto en variedad como en cantidad de macrofauna visible. Para tener mayor fauna se necesitan aguas marinas superficiales con mayor cantidad de oxígeno, y cantidad suficiente de nutrientes por lo que nos encontraríamos en un Hábitat Epipelágico (Westermann, 1996).

Respecto al tamaño y posición de los amonites en el sedimento, en los trabajos de Westermann, (1996) y, Agirrezabala & López-Horgue (2017) se sugiere que los hundimientos postmortem ocurren principalmente a gran profundidad en ambientes

mesopelágicos, así como, en ejemplares juveniles o especies pequeñas; el ascenso postmortem y la deriva superficial ocurren principalmente en hábitats someros y ejemplares adultos. Presumiblemente los animales que habitaron conchas comprimidas (*Oxytropidoceras*) eran grandes nadadores por lo que habrían vivido en un ambiente somero nerítico o de plataforma continental; aquellos animales que habitaron conchas robustas o anchas (*Mortoniceras*) habrían habitado en la zona profunda de la plataforma continental o posiblemente hacia el talud soportando mayor presión hidrostática necesitando menor movimiento para conseguir alimento.

En el trayecto Casa de Máquinas se observó en las campañas de campo ejemplares pertenecientes a los géneros *Oxytropidoceras*, *Mortoniceras*, *Knemiceras* y *Brancocheras* en la unidad Lutita Napo Basal. Se observó que los ejemplares pertenecientes a los géneros *Oxytropidoceras* (Conchas comprimidas, alto de la última vuelta > 80mm), *Mortoniceras* (Conchas comprimidas, alto de la última vuelta > 70mm), *Brancocheras* y *Knemiceras* (Conchas pequeñas, alto de la vuelta < 20mm); *Oxytropidoceras*, *Mortoniceras*, *Knemiceras* y *Brancocheras* fueron encontrados en niveles cercanos, sin embargo, *Oxytropidoceras* y *Mortoniceras* fueron encontrados dispuestos paralelos a la estratificación mientras que *Brancocheras* y *Knemiceras* fueron encontrados dispuestos perpendicularmente a la estratificación. Lo que nos indicaría que *Oxytropidoceras* y *Mortoniceras* al ser ejemplares más grandes tuvieron ascenso postmortem hasta localizarse horizontales en el fondo y fosilizarse. En el caso de *Brancocheras* y *Knemiceras* tuvieron un descenso postmortem hasta localizarse verticales en el fondo y ser enterrados. Se presume que *Oxytropidoceras* y *Mortoniceras* vivieron en un ambiente de plataforma oceánica; y que, *Knemiceras* y *Brancocheras* vivieron en una zona de plataforma oceánica más somera. Al tomar en cuenta varios de los factores mencionados anteriormente y que el espesor de la lutita Napo Basal en este tramo es de 30m podemos darnos cuenta de que nos encontramos en un ambiente de plataforma interna.

Se debe resaltar que además del tipo de concha, los ornamentos y línea de sutura que poseen cada uno de los amonites juegan un papel importante; cuernos, bullas y nodos podrían sugerir un mar con mayor o menor cantidad de depredadores, así como, líneas de suturas más complejas sugerirían mayor resistencia de la concha a la presión hidrostática (Ovando, 2016).

Por el contrario, en el trayecto Puente Histórico se ha podido visualizar menor cantidad y variedad de macrofauna visible. Se han podido verificar escasos ejemplares amonites y algunos bivalvos, lo que nos indicaría aguas marinas posiblemente con menor

cantidad de oxígeno y de nutrientes, y quizás, mayor profundidad en ambiente circalitoral y mesopelágico un Hábitat Mesopelágica (Westermann, 1996).

Los ambientes interpretados coinciden con trabajos previo realizados en Jaillard, (1997) y Ordóñez et al., (2006)

Se ha evidenciado que la mayoría de los ejemplares recolectados se han preservado en calizas y lutitas que nos indican ambiente de plataforma poco profundos, apareciendo en facies de grano fino sin aporte de sedimentos de grano grueso.

5.1.2. Distribución y Edades

Se describieron 10 géneros amonites y una familia en el presente trabajo, tomando en cuenta el estudio taxonómico y litológico del material analizado en el Museo de la Casa de la Cultura “Núcleo Sucumbíos”, así como, los ejemplares observados *in situ*. Se han podido verificar que los géneros de amonites *Knemiceras*, *Engonoceras*, *Brancoceras*, *Oxytropidoceras*, *Dipoloceras* y *Mortoniceras* coexisten en las lutitas Napo Basal; los géneros *Engonoceras* y *Mantelliceras* coexisten en las lutitas Napo Inferior; los géneros *Benueites* y *Mammites* coexisten en la primera secuencia de la Caliza “A” perteneciente al Miembro Napo Medio. El género *Peroniceras* aparece desde el Coniaciano, pero, aunque el ejemplar se encuentra preservado en lutitas podemos verificar que corresponde al miembro Napo Superior (Fig.5. 1).

Tabla 5. 1: Abundancia y edad de los taxones descritos en este trabajo.

Unidad	Taxón	Ejemplares	Porcentaje	Edad
Lutita Napo Basal	Género <i>Knemiceras</i>	2	1,34	Aptiano S. – Albiano S.
Lutita Napo Basal	Género <i>Engonoceras</i>	12	8,05	Albiano Medio - Cenomaniano
Lutita Napo Basal	Género <i>Brancocheras</i>	5	3,36	Albiano Inferior- Medio
Lutita Napo Basal	Género <i>Oxytropidoceras</i>	64	42,95	Albiano
Lutita Napo Basal	Género <i>Dipoloceras</i>	1	0,67	Albiano Medio- Superior
Lutita Napo Basal	Género <i>Mortoniceras</i>	18	12,08	Albiano Medio- Superior
Lutita U	Género <i>Mantelliceras</i>	1	0,67	Cenomaniano Inferior
Caliza A Inferior	Género <i>Benueites</i>	40	26,85	Turoniano Inferior
Caliza A Inferior	Género <i>Mammites</i>	1	0,67	Turoniano
Cf. Lutita U	Familia Vascoceratiadae	3	2,01	Cenomaniano S.- Turoniano S.
Caliza- Lutita Napo Superior	Género <i>Peroniceras</i>	2	1,34	Coniaciano
	Total	149	100%	

En este trabajo se verificó que el género más representativo para la Lutita Napo Basal es el género *Oxytropidoceras*, y que varios géneros coexisten en la Lutita Napo Basal; sin embargo, se ha observado que el género *Brancocheras* aparece en unidades

litológicas asociadas a un rango de edad mayor (Fig.5. 1), tomando en cuenta los trabajos realizados con anterioridad se ha podido verificar que la Lutita Napo Basal tiene una edad similar al Albiano Medio comprobando así que el género *Brancoceras* habitó hasta Albiano Medio.

En la primera secuencia de la Caliza "A" del Miembro Napo Medio en el trayecto Puente Histórico se observó que los géneros amonites *Mammites* y *Benueites* coexisten, sin embargo, en las siguientes secuencias no se observó a ninguno de estos géneros. Lo cual nos indica que *Benueites* podría ser un marcador de edad en esta secuencia, pero en el caso de *Mammites* podría ser indicador de todas las unidades de Napo Medio. Aunque la diferencia en ejemplares analizados entre estos 2 géneros es muy amplia, ya que solo se diferenció un ejemplar de *Mammites*.

Sólo se encontró un ejemplar de los géneros *Mantelliceras*, *Dipoloceras* y *Mammites*. Sin embargo, tomando en cuenta que *Dipoloceras* se situó en sedimentos con gran cantidad fauna es probable que venga de otro lugar.

En base a la bibliografía recopilada, se ha podido verificar que el género *Mortoniceras* aparece en estudio de Jaillard (1997) en la sección del Río Misahuallí y Ongota, formando parte de la Caliza "B"; en este estudio se lo encontró en la lutita Napo Basal es decir a mayor edad. Se ha podido observar que es un género que en Ecuador aparece únicamente hacia el Norte, ya que en estudios previos realizados en la Formación Napo en localidades al Sur de Napo no se encontró a este género. Sin embargo, se debe recalcar que este género marca el final del Albiano.

En este trabajo se ha evidenciado géneros como *Mantelliceras* y *Benueites*, que son géneros relativos de periodos cortos de tiempo (Fig.5. 1) pero en el caso de *Mantelliceras* tan sólo se encontró un ejemplar.

Peroniceras es un género muy distintivo al poseer una región ventral tricarinada se diferencia totalmente de los demás géneros identificados en la Formación Napo. *Peroniceras* nos indica que nos encontramos en el Coniaciano.

Tabla 5. 2: Tabla comparativa de ejemplares descritos en este trabajo con trabajos anteriores.

Edad	Género/Autor	Wasson & Sinclair (1927)	Tschopp (1953)	Bristow & Hoffstetter(1977)	Jaillard et. al (1997)	Bulot(2005)	Rubio(2022)
Napo Basal	Oxytropidoceras	x	x	x	x	x	x
	Dipoloceras		x		x	x	x
	Knemiceras		x	x	x		x
	Mortoniceras						x
	Engonoceras				x		x
	Lyelliceras		x	x	x		
	Neophlycticeras		x				
	Brancoceras	x	x	x	x	x	x
Napo Inferior	Glottoceras					x	
	Schloenbachia		x	x			
	Mantelliceras		x	x			x
Napo Medio	Mortoniceras				x	x	
	Coilopoceras	x	x	x	x		
	Mammites	x	x	x	x		x
	Benueites						x
	Neoptychites		x	x	x		
Napo Superior	Barroisiceras				x		
	Peroniceras		x	x	x		x

Todos los géneros identificados en este trabajo han sido descritos también en estudios previos salvo el género *Benueites* (Tabla 5. 2), *Benueites* no ha sido descrito anteriormente en Ecuador, es un género que vivió durante el Turoniano Inferior (Wright, 1996) y nos indica un ambiente Marino Somero.

Se identificó que el género *Benueites* vivía en grupo o en comunidades, y que su distribución en la columna de agua fue corta. Ya que se visualizó dichas concentraciones con alrededor de 20 amonites (jóvenes y adultos) en estratos de 2 a 5 cm de altura, en un rango de 10 a 15 cm de largo.

El género *Benueites* ha sido descrito en Camerún, Nigeria, Brasil, Trinidad y Tobago, Venezuela y actualmente en Ecuador; según Reiment, (1971) es un género importante ya que caracteriza el primer avance bien definido de amonites en el Océano Atlántico Sur, de Sur a Norte. Entonces se podría decir que en Sudamérica *Benueites* sube desde las costas de Brasil hacia Trinidad y Tobago, posteriormente se localiza en Venezuela para después situarse al Norte de Ecuador. En un mar Cretácico esto nos explicaría la razón de que este género haya aparecido en nuestra zona de estudio y no en estudios previos realizados más al Sur; como en Jaillard, (1997) en la sección del Río Misahuallí y Ongota se describen amonites pertenecientes al género *Mammites* para la primera secuencia de la Caliza "A", los cuales se extiende hasta Perú y poseen mayor distribución global.

Los géneros no descritos en este trabajo: *Lyelliceras* descrito en Tschopp, (1953) y Bristow & Hoffstetter, (1977), *Neophlycticeras* descrito en Tschopp, (1953) y *Glottoceras* descrito en Bulot et al., (2005), pertenecen al Miembro Napo Basal. Los géneros *Schloenbachia* descrito en Tschopp, (1953) y Bristow & Hoffstetter, (1977), y *Mortoniceras* (Descrito en este trabajo en el Miembro Napo Basal) descrito en Jaillard, (1997) pertenecen al Miembro Napo Inferior. Los géneros *Coilopoceras* descrito en Wasson & Sinclair, (1927); Tschopp, (1953); Bristow & Hoffstetter, (1977), Jaillard, (1997); *Neoptychites* descrito en Tschopp, (1953), Bristow & Hoffstetter, (1977); *Barroisiceras* descrito en Jaillard, (1997) pertenecen al Miembro Napo Medio. Los géneros mencionados anteriormente han sido descritos en trabajos realizados en la zona norte del Río Misahuallí o al sur de este.

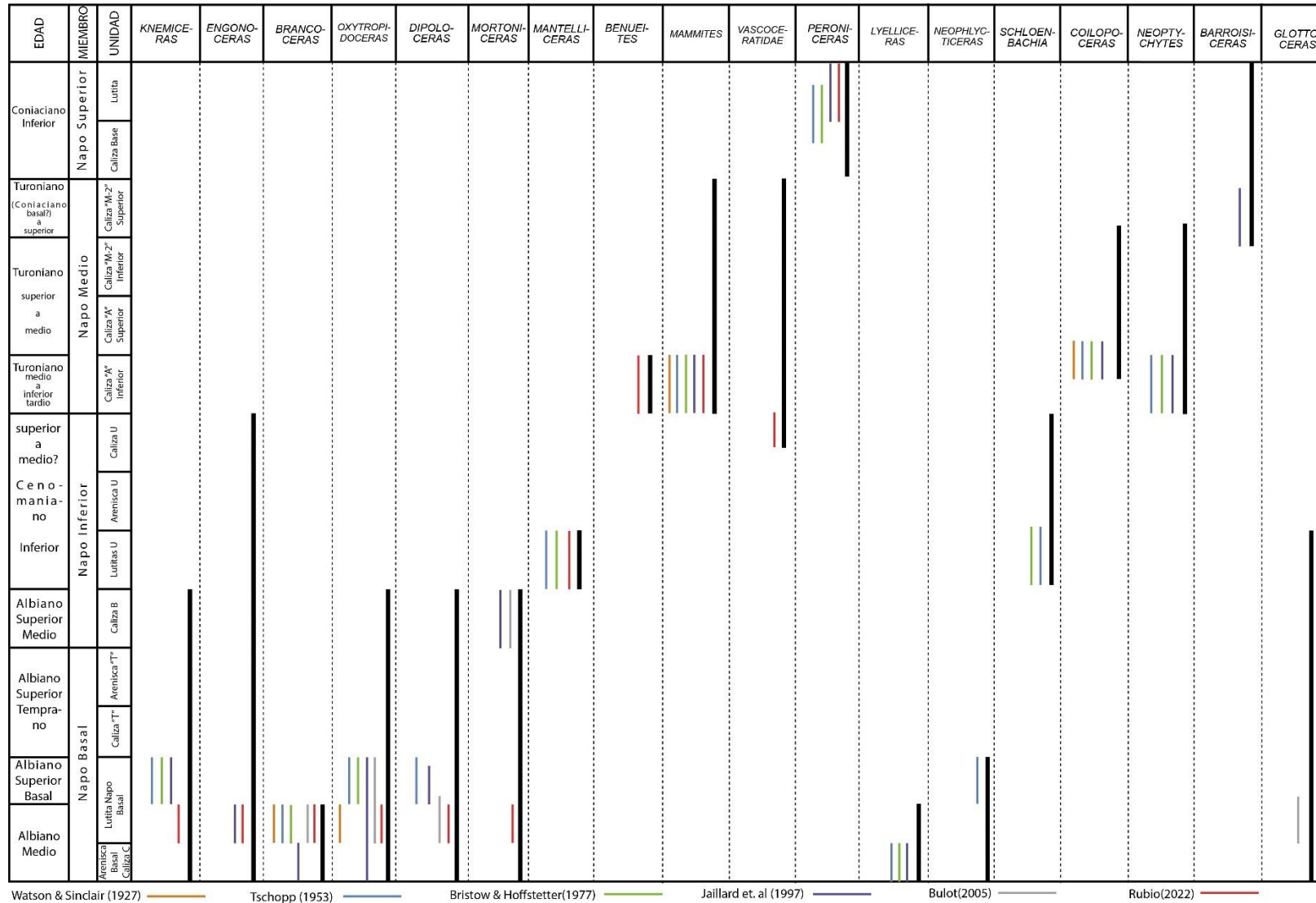


Fig.5. 1: Columna modificada de Jaillard, (1997), en la que se observan los taxones de amonites descritos por cada uno de los autores mencionados y las unidades de la Formación Napo en las que aparecen

5.2. Conclusiones

- Mediante el estudio taxonómico y morfológico de los amonites ubicados en la zona del Proyecto Hidrológico “Coca Codo Sinclair”, así como, de los ejemplares resguardados en la Casa de la Cultura Núcleo Sucumbíos (149 ejemplares). Se identificaron los géneros de amonites *Knemiceras*, *Engonoceras*, *Brancocheras*, *Oxytropidoceras*, *Dipoloceras*, *Mortoniceras* en la lutita Napo Basal; *Mantelliceras* en la Caliza “B” perteneciente al Miembro Napo Medio; *Benueites* y *Mammites* en la primera secuencia de la Caliza “A” perteneciente al Miembro Napo Medio, *Peroniceras* perteneciente a las lutitas Napo Superior; y la familia *Vascoceratidae* perteneciente a la Caliza “U” en el miembro Napo Inferior.
- El género más abundante es *Oxytropidoceras* con 64 ejemplares identificados. Los géneros menos abundantes son *Dipoloceras*, *Mantelliceras* y *Mammites* con un ejemplo identificado para cada género.
- Se pudo evidenciar que los géneros *Oxytropidoceras*, *Brancocheras*, *Mortoniceras*, *Mantelliceras*, *Benueites* y *Peroniceras* son marcadores de edad, y además los géneros *Brancocheras*, *Knemiceras* y *Benueites* son marcadores de ambientes preferentemente marino-someros.
- Tras el análisis de los trayectos realizados en este trabajo se pudo concluir que el mar en el Albiano Medio, o al inicio de la Formación Napo pudo ser más profundo hacia el sector del Puente Histórico (NO-SE). (Considerando las facies y fauna presentes en los sedimentos).
- Se ha evidenciado que los géneros *Mortoniceras* y *Benueites*, son géneros que aparecen preferentemente al Norte de la Cuenca Oriente ecuatoriana, por lo que tendrían menor distribución geográfica que otros géneros.
- El género *Benueites* es un nuevo registro en nuestro país aportando nuevos datos en su distribución geográfica durante el Cretácico.

5.3. Recomendaciones

- Se recomienda realizar más estudios paleontológicos y micropaleontológicos en Ecuador, para poder conocer mejor edades y ambientes de depositación de los sedimentos, especialmente en la Zona del Proyecto Coca Codo Sinclair. Esto nos ayudaría a comprender por qué *Mortoniceras* y *Benueites* poseen poca distribución geográfica, así como, el por qué los géneros *Dipoloceras*, *Mantelliceras* y *Mammites* poseen un solo ejemplar descrito.
- Se recomienda complementar los datos de identificación de especies con datos tafonómicos de campo y/o estudios detallados en laboratorio, para identificar en los estratos re-sedimentación y/o retrabajamiento en los ejemplares.
- Se recomienda cuidar o crear conciencia en la sociedad sobre la existencia de yacimientos fosilíferos como los descritos en el presente trabajo, el Bosque petrificado de Puyango, la Cuenca de Nabón, etc.; ya que contienen gran información científica entre sus estratos.

5.4. Bibliografía

- Agirrezabala, L. M., & López-Horgue, M. A. (2017). Environmental and ammonoid faunal changes related to Albian Bay of Biscay opening: Insights from the northern margin of the Basque-Cantabrian Basin. *Journal of Sea Research*, 130, 36-48. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2017.04.002>
- Alroy, J. (1998). *Fossilworks*. Fossilworks. fossilworks.org
- Arija, C. (2012). *Taxonomía, Sistemática y Nomenclatura, herramientas esenciales en Zoología y Veterinaria.pdf*. 13.
- Aspden, J. A., & Litherland, M. (1992). The geology and Mesozoic collisional history of the Cordillera Real, Ecuador. *Tectonophysics*, 205(1-3), 187-204. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(92\)90426-7](https://doi.org/10.1016/0040-1951(92)90426-7)
- Baby, P., Rivadeneira, M., Christophoul, F., & Barragan, R. (1999). *Style and timing of deformation in the Oriente Basin of Ecuador*. 6.
- Baby, P., ed., Rivadeneira, M., ed., Barragan, R., & ed. (2004). *La cuenca oriente: Geología y petróleo*. 296.
- Baby, P., Rivadeneira, M., Barragán, R., & Christophoul, F. (2013). Thick-skinned tectonics in the Oriente foreland basin of Ecuador. *Geological Society, London, Special Publications*, 377(1), 59-76. <https://doi.org/10.1144/SP377.1>
- Baldermann, A., Warr, L. N., Grathoff, G. H., & Dietzel, M. (2013). The Rate and Mechanism of Deep-Sea Glauconite Formation at the Ivory Coast – Ghana Marginal Ridge. *Clays and Clay Minerals*, 61(3), 258-276. <https://doi.org/10.1346/CCMN.2013.0610307>
- Bristow, C., & Hoffstetter, R. (1977). *LEXIQUE STRATIGRAPHIQUE INTERNACIONAL, Amérique Latine: Vol. V*.
- Bulot, L. G., Kennedy, W. J., Jaillard, E., & Robert, E. (2005). Late Middle–early Late Albian ammonites from Ecuador. *Cretaceous Research*, 26(3), 450-459. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2005.01.008>

- Camacho, H. H., & Fundación de Historia Natural Félix de Azara (Eds.). (2008). *Los invertebrados fósiles. T. 1: ... FHN* [u.a].
- Carrasco-Núñez, G., Vallance, J. W., & Rose, W. I. (1993). A voluminous avalanche-induced lahar from Citlaltépetl volcano, Mexico: Implications for hazard assessment. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 59(1-2), 35-46. [https://doi.org/10.1016/0377-0273\(93\)90076-4](https://doi.org/10.1016/0377-0273(93)90076-4)
- Fernández, M. S., Brusa, F., Damborenea, M. C., Dellapé, P. M., & Gallardo, F. E. (2013). *Introducción a la taxonomía: Manual de ejercitaciones*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <https://doi.org/10.35537/10915/33812>
- Gansser, A. (1973). Facts and theories on the Andes: Twenty-sixth William Smith Lecture. *Journal of the Geological Society*, 129(2), 93-131. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.129.2.0093>
- Gutscher, M.-A., Olivet, J.-L., Aslanian, D., Eissen, J.-P., & Maury, R. (1999). The “lost inca plateau”: Cause of flat subduction beneath peru? *Earth and Planetary Science Letters*, 171(3), 335-341. [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(99\)00153-3](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(99)00153-3)
- Jaillard, E. (1997). *Síntesis estratigráfica y sedimentológica del cretáceo y paleógeno de la cuenca oriental del Ecuador*. 168.
- Jaillard, E., Lapierre, H., Ordóñez, M., Álava, J. T., Amórtegui, A., & Vanmelle, J. (2009). Accreted oceanic terranes in Ecuador: Southern edge of the Caribbean Plate? *Geological Society, London, Special Publications*, 328(1), 469-485. <https://doi.org/10.1144/SP328.19>
- Kerr, J. P., & Kelley, P. H. (2015). *Assessing the influence of escalation during the Mesozoic Marine Revolution: Shell breakage and adaptation against enemies in Mesozoic ammonites*. 16.
- Klug, C., Korn, D., De Baets, K., Kruta, I., & Mapes, R. H. (Eds.). (2015). *Ammonoid Paleobiology: From macroevolving to paleogeography*.

- Litherland, M., Aspden, J. A., & Jemielita, A. (1994). *The meramorphic belts of Ecuador*.
- Lasluisa Molina, E. R., & Moreno Cerón, K. J. (2018). La Formación Macuma en la cordillera de Cutucú al sureste de Ecuador: paleontología y estratigrafía. 231 hojas. Quito: EPN.
- Mariño, E. (2015). *Identificación y Caracterización de facies de la Formación Hollín en un afloramiento ubicado en el proyecto hidroeléctrico, Coca Codo Sinclair, Provincia de Napo*. 220.
- Mayr, E., & Ashlock, P. K. (1991). Mayr, E., and P. K. Ashlock. PRINCIPLES OF SYSTEMATIC ZOOLOGY. McGraw-Hill, Inc., New York, xx + 475 pp., illus., 1991. Price (hardbound), \$40. *Journal of Mammalogy*, 73(3), 689-690. <https://doi.org/10.2307/1382047>
- Melendi, D. L., Scafati, L., Volkheimer, W., & Chavez, R. F. (2009). Técnicas extractivas y preparativas en Paleontología. Aspectos ambientales y de seguridad laboral. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 23.
- Moore, R. C. (1964). *Treatise on Invertebrate Paleontology: Vol. Part K*. The Geological Society of America and The University of Kansas Press. 519pp
- Ordóñez, M., Jiménez, N., & Suárez, J. (2006). *MICROPALEONTOLOGIA ECUATORIANA* (Centro de Investigaciones Geológicas de Petroproducción Guayaquil). CIGG. 651pp
- Ovando, J. R. (2016). *Ammonites del Aptiano Superior-Albiano Inferior (Cretácico Inferior) de la sección de Cerro Chino del Estado de Chihuahua, noroeste de México*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1317.2247>
- Pennington, W. D. (1981). Subduction of the Eastern Panama Basin and seismotectonics of northwestern South America. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 86(B11), 10753-10770. <https://doi.org/10.1029/JB086iB11p10753>

- Reiment, R. A. (1971). *Ver Muteter Dimorphismus Bei Der Ammonitengattung BENUJITES*. Instn Univ.Upsala N.S. 29p
- Rodríguez, M. (2010). *Alcance Estratigráfico de los Cephalopodos de la Formación Tamaulipas Inferior, en la Localidad de Mazatepec, Puebla*.
- Rosero, M. (1999). *Análisis tectónico-sedimentaria y interpretación geodinámica de las secuencias Oligocenas y Neógenas de la Cuenca Oriente Ecuatoriana*. Tesis de Grado.
- Shimer, H. W., & Shrock, R. (1972). *Index Fossils of North America*.
- Trenkamp, R., Kellogg, J. N., Freymueller, J. T., & Mora, H. P. (2002). Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America, CASA GPS observations. *Journal of South American Earth Sciences*, 15(2), 157-171. [https://doi.org/10.1016/S0895-9811\(02\)00018-4](https://doi.org/10.1016/S0895-9811(02)00018-4)
- Tschopp, H. J. (1953). Oil Explorations in the Oriente of Ecuador. *American Association of Petroleum Geologists*, 37(10), PP. 2303-2347.
- Vela Martínez, R. B. (2019). Estratigrafía y paleontología de amonites de la Formación Santiago (Jurásico Inferior), en la Cordillera Cutucú, sureste del Ecuador. 141 hojas. Quito: EPN.
- Wasson, T., & Sinclair, J. H. (1927). *Geological Explorations East of the Andes in Ecuador*. 34.
- Westermann, G. E. G. (1996). Ammonoid Life and Habitat. En N. H. Landman, K. Tanabe, & R. A. Davis (Eds.), *Ammonoid Paleobiology* (Vol. 13, pp. 607-707). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-9153-2_16
- White, H., & Barragán, R. (1997). *Reservoir Characterization of the Napo Formation, Oriente Basin, Ecuador. Part II: Napo T Sandstone. Unpublished Report, Oryx Energy Company*
- Winter, T., Avouac, J.-P., & Lavenu, A. (1993). Late Quaternary kinematics of the Pallatanga strike-slip fault (Central Ecuador) from topographic measurements of

displaced morphological features. *Geophysical Journal International*, 115(3), 905-920. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1993.tb01500.x>

Wright, C. W., & Kennedy, W. J. (1996). The Ammonoidea of The Lower Chalk. Part 5. *Monograph of the Paleontographical Society London*, Pages 320-403. (Publ. No. 601, part of Vol.150)

5.5. Anexos

Anexo 1: Cuadro taxonómico de los ejemplares descritos de la Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo Sucumbios

MUESTRA Nº	FAMILIA	SUBFAMILIA	GÉNERO	SUBGÉNERO
SE-130	Arcanthoceratidae	Arcanthoceratinae	<i>Benueites</i>	-
SE-276	Arcanthoceratidae	Mammitinae	<i>Mammites</i>	-
SE-184	Arcanthoceratidae	Mantelliceratinae	<i>Mantelliceras</i>	-
SE-133	Brancoceratidae	Brancoceratinae	<i>Brancoceras</i>	-
SE-155	Brancoceratidae	Brancoceratinae	<i>Brancoceras</i>	-
SE-186	Brancoceratidae	Brancoceratinae	<i>Brancoceras</i>	-
SE-187	Brancoceratidae	Brancoceratinae	<i>Brancoceras</i>	-
SE-258	Brancoceratidae	Brancoceratinae	<i>Brancoceras</i>	-
SE-146	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Dipoloceras</i>	<i>Dipoloceras</i>
SE-180	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Adkinsites</i>
SE-252	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Adkinsites</i>
SE-010	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Mirapelia</i>
SE-016	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Mirapelia</i>
SE-017	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Mirapelia</i>
SE-165	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Mirapelia</i>
SE-014	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-022	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-025	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-030	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-158	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-162	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-164	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-168	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-188	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-190	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-202	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-219	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-221	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-231	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-234	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-236	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-252	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-253	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-254	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-256	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-260	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-263	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-264	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-271	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>
SE-274	Brancoceratidae	Mojsisovicziinae	<i>Oxytropidoceras</i>	<i>Oxytropidoceras</i>

SE-250	Brancoceratidae	Mortoceratinae	<i>Mortoniceras</i>	<i>Mortoniceras</i>
SE-255	Brancoceratidae	Mortoceratinae	<i>Mortoniceras</i>	<i>Mortoniceras</i>
SE-266	Brancoceratidae	Mortoceratinae	<i>Mortoniceras</i>	<i>Mortoniceras</i>
SE-268	Brancoceratidae	Mortoceratinae	<i>Mortoniceras</i>	<i>Mortoniceras</i>
SE-270	Collignoniceratidae	Peroniceratinae	<i>Peroniceras</i>	-
SE-275	Collignoniceratidae	Peroniceratinae	<i>Peroniceras</i>	-
SE-131	Engonoceratidae	-	<i>Engonoceras</i>	-
SE-134	Engonoceratidae	-	<i>Engonoceras</i>	-
SE-136	Engonoceratidae	-	<i>Engonoceras</i>	-
SE-141	Engonoceratidae	-	<i>Engonoceras</i>	-
SE-142	Engonoceratidae	-	<i>Engonoceras</i>	-
SE-149	Engonoceratidae	-	<i>Engonoceras</i>	-
SE-159	Engonoceratidae	-	<i>Engonoceras</i>	-
SE-161	Engonoceratidae	-	<i>Engonoceras</i>	-
SE-166	Engonoceratidae	-	<i>Engonoceras</i>	-
SE-201	Engonoceratidae	-	<i>Engonoceras</i>	-
SE-232	Engonoceratidae	-	<i>Engonoceras</i>	-
SE-238	Engonoceratidae	-	<i>Engonoceras</i>	-
SE-200	Engonoceratidae	-	<i>Knemiceras</i>	-
SE-273	Engonoceratidae	-	<i>Knemiceras</i>	-
SE-139	Vascoceratidae	-	-	-
SE-196	Vascoceratidae	-	-	-
SE-203	Vascoceratidae	-	-	-