

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS PROFESIONAL

**ESTUDIO LITO Y BIOESTRATIGRÁFICO DEL GRUPO CRISNEJAS ENTRE
LAS LOCALIDADES DE PAMPA DE LA CULEBRA Y POLLOC – LA
ENCAÑADA.**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓLOGO

Presentado por:

Bachiller: OSWALDO LÓPEZ POMPA

Asesor:

Dr. ALEJANDRO CLAUDIO LAGOS MANRIQUE

Cajamarca-Perú

2021

DEDICATORIA

A mi familia y hermanos, y mis queridos padres:
Alejandro López Carrasco y María Santos Pompa
Casto por su constante brindado durante mi
formación académica, profesional y personal.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater, la Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica, A mis docentes que ellos con sus enseñanzas impartidas en las aulas; contribuyeron con gran tesón y ahínco la realización de este trabajo, por su apoyo y paciencia, en especial a mi asesor Dr. Alejandro Claudio Lagos Manrique.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Ítems	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
2.1.1. Internacionales.....	3
2.1.2. Nacionales	3
2.1.3. Locales.....	4
2.2. BASES TEÓRICAS	5
2.2.1. Unidades estratigráficas genéticas.....	5
2.2.2. Unidades litoestratigráficas	5
2.2.3. Unidades bioestratigráficas	6
2.2.4. Estructuras Sedimentarias	7
2.2.5. Tipos de estratificación	10
2.2.6. Medida de estratificación	12
2.2.7. Facie Sedimentaria	13
2.2.8. Ambientes sedimentarios	18
2.2.9. Sección estratigráfica o columna estratigráfica.....	19
2.2.10. Bioestratigrafía	19
2.2.11. Paleontología	20
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	25
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	27
3.1.1. Geográfica	27
3.1.2. Política.....	27
3.1.3. Accesibilidad	27
3.2. TIPO, NIVEL, DISEÑO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	29

	Pág.
3.2.1. Población de estudio.....	29
3.2.2. Muestra.....	29
3.2.3. Unidad de análisis	30
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	30
3.3.1. Técnicas de recolección de datos	30
3.3.2. Instrumentos de recolección de datos.....	31
3.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES	32
3.5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	32
3.6. PROCEDIMIENTO DE RECOPIACIÓN DE DATOS	33
3.6.1. Etapa Preliminar de Gabinete.....	33
3.6.2. Etapa de Campo.....	33
3.6.3. Etapa final de Gabinete	34
3.6.4. Procedimiento para la recolección de datos	34
3.7. CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL DISTRITO DE LA ENCAÑADA.	35
3.7.1. Formación Chúlec	35
3.7.2. Formación Pariatambo	39
3.8. BIOESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO CRISNEJAS	45
CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	51
4.1. LA LITO-BIOESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO CRISNEJAS EN LA PAMPA DE LA CULEBRA, POLLOC Y LA ENCAÑADA.....	51
4.2. LAS UNIDADES LITO-BIOESTRATIGRÁFICAS	51
4.3. LAS ESTRUCTURAS Y TEXTURAS SEDIMENTARIAS	51
4.4. LA COLUMNA LITO-BIOESTRATIGRÁFICA Y PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL GRUPO CRISNEJAS.....	51
4.5. EL AMBIENTE Y FACIES DE SEDIMENTACIÓN.....	52
4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	52
4.7. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	53
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
5.1. CONCLUSIONES.....	54

	Pág.
5.2. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS	58

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Formación Y está compuesta de tres miembros (A, B, C). En este ejemplo hay tres unidades litoestratigráficas, una de ellas es la Formación X (Vera, 1994).	6
Figura 2. Unidades bioestratigráficas o biozonas, delimitadas en su primera y última aparición (Henriques, 2011).....	6
Figura 3. Geometría de los estratos, de acuerdo con su continuidad, forma de las superficies de estratificación y variación lateral de espesor (Vera, 1994).....	11
Figura 4. Tipos de asociación de estratos de acuerdo con la distribución de los espesores y de las litologías presentes (Vera, 1994).....	12
Figura 5. Medición de estratos inclinados a partir de un levantamiento hecho con brújula Brunton y flexómetro Modificado de Krumbein y Sloss (1969).....	13
Figura 6. Clasificación de rocas carbonatadas según Dunham 1962 modificado por Embry y Klovan, (1971).	16
Figura 7. Tipos de asociación de facies encontramos A: Multiepisódica, B: Bandeada, C: Bandeada Discíclica, D: Asimétrica Positiva (Granodecreciente), E: Asimétrica Negativa (Granocreciente) (Buatois, 2002).	17
Figura 8. Imagen satelital con accesibilidad al área de estudio (Google Maps, 2019).	28
Figura 9. Perfil longitudinal del Grupo Crisnejas, mostrando la Fm. Chúlec y Pariatambo cada uno subdivido con sus miembros.	36

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Algunas de las estructuras sedimentarias de deposición comunes.	8
Tabla 2. Algunas de las estructuras sedimentarias de erosión comunes y sus procesos de formación.	9
Tabla 3. Algunas estructuras comunes pre y post-sedimentarias y sus procesos de formación.	9
Tabla 4. Ambientes sedimentarios clásticos, químicos y bioquímicos.	18
Tabla 5. Clases del Fíllum Mollusca.	23
Tabla 6. Sistema de la Clase Bivalvia.	24
Tabla 7. Sistemática de la Clase Cephalópoda.	25
Tabla 8. Coordenadas de los puntos limítrofes para la investigación.	27
Tabla 9. Accesibilidad desde Cajamarca a la zona de estudio.	27
Tabla 10. Metodología de la investigación.	29
Tabla 12. Variables de la investigación.	32
Tabla 12. Clasificación sistemática de <i>Nucula turgida</i>	46
Tabla 13. Clasificación sistemática de <i>Nucula turgida</i> en biozona.	46
Tabla 14. Clasificación sistemática de <i>Knemiceras syriacum</i>	47
Tabla 15. Clasificación sistemática de <i>Oxytropidoceras Carbonarium</i>	49
Tabla 16. Clasificación sistemática de <i>Oxytropidoceras Carbonarium</i>	50

ÍNDICE DE FOTOS

	Pág.
Foto 1. Contacto concordante inferido entre la Fm. Inca y Chúlec por el cambio de coloración. Coordenadas E: 788371, N: 9207475.....	36
Foto 2. Afloramiento de caliza packstone de 60 cm. de espesor, formando una geometría de estrato tipo cuña, cerca al contacto entre la Formación Inca y la Formación Chúlec.	37
Foto 3. Estratos de calizas packstone gris parduzcas de 1 a 2 cm. aproximadamente.	37
Foto 4. Intercalaciones de arcillitas calcáreas y margas grisáceas; en espesores variables entre 40 y 16 cm. aproximadamente.....	38
Foto 5. Se observa el contacto concordante inferido entre la Fm. Pariatambo y Chúlec, localizado en la Pampa de la Culebra. Coordenadas E: 788015, N: 9208257.....	38
Foto 6. Intercalaciones de margas nodulares y limolitas de 20 cm. de espesor aproximadamente.	39
Foto 7. Se observa el contacto concordante entre la Fm. Chúlec y Pariatambo, pertenecientes al sistema Cretácico Inferior. Coordenadas E: 788014, N: 9208269.....	40
Foto 8. Intercalaciones de calizas gris-parduzcas y arcillitas calcáreas los cuales se encuentran formando una secuencia rítmica de estratificación. Coordenadas E: 788024, N: 920759.	40
Foto 9. Intercalación de calizas gris-parduzcas y arcillitas calcáreas formando una estratificación paralela. Coordenadas E: 793549, N: 9216240.....	41
Foto 10. Intercalaciones de calizas (8 a 10 cm.) con arcillitas (6 a 7 cm.) formando un micropliegue. Coordenadas E: 794227, N: 9216129.	41
Foto 11. Se observan estratos ondulados de la Fm. Pariatambo en una secuencia de arcillitas. Coordenadas 794257 E, 9216189 N.....	42
Foto 12. Facie de margas gris-parduzcas, meteorizada por un plegamiento, se evidencia un desplazamiento, identificado como una falla inferida con las líneas punteadas de color blanco.....	42
Foto 13. Intercalaciones de entre calizas nodulares y arcillita formando una estratificación rítmica, aproximadamente de entre 7 a 8 cm. de espesor.....	43

	Pág.
Foto 14. La línea punteada indica la dirección del contacto inferido entre la Fm. Pariatambo y Yumagual; ambas pertenecientes al periodo Cretácico. Coordenadas E: 794071, N: 9216887.	44
Foto 15. Calizas gris-parduzcas con intercalaciones de arcillitas, pertenecientes a la Fm. Pariatambo.	44
Foto 16. Intercalaciones de calizas gris-parduzcas y margas de la Fm. Pariatambo del miembro superior, formando una secuencia rítmica, estratos de calizas de 32 cm. aproximadamente.	45
Foto 17. Fm. Chúlec, calizas nodulares gris parduzcas fosilíferas de la especie <i>Nucula turgida</i> . Coordenadas E: 787995, N: 9208228.	46
Foto 18. Fm. Chúlec, calizas nodulares gris parduzcas fosilíferas de la especie <i>Nucula turgida</i> . Coordenadas E: 787984, N: 9208328.	47
Foto 19. Fm. Chúlec, calizas nodulares gris parduzcas fosilíferas de la especie <i>Knemiceras syriacum</i> (Buch, 1848). E: Coordenadas 788019, N: 9208138.	48
Foto 20. Fm. Pariatambo, calizas gris parduzcas fosilíferas intercalada con limolitas de la especie <i>Oxitropidoceras carbonarium</i> . Coordenadas E: 787986, N: 9208168.....	49
Foto 21. Fm. Pariatambo, calizas gris parduzcas fosilíferas intercalada con limolitas de la especie <i>Oxitropidoceras carbonarium</i> . Coordenadas E: 788025, N: 9208178.....	50

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

l	:	Limolita
m	:	Metros
Fm	:	Formación
MF	:	Muy fino
F	:	Fino
M	:	Medio
G	:	Grueso
MG	:	Muy Grueso
E	:	Este.
O	:	Oeste
S	:	Sur
N	:	Norte
HCl	:	ácido clorhídrico
hs	:	hora(s)
Km	:	kilómetro.
NE	:	Noreste.
NO	:	Noroeste.
SE	:	Sureste.
SO	:	Suroeste.
min	:	minuto(s).
Ma	:	Millones de Año.
GPS	:	Sistema de Posicionamiento Global.
UTM	:	Universal Transversal de Mercator.
Fe	:	Hierro
Ox	:	Óxido
Mn	:	Manganeso
cm	:	Centímetros

RESUMEN

El estudio caracteriza la Lito-Bioestratigrafía del Grupo Crisnejas en La Pampa de la Culebra, Polloc y Encañada, en los cuales se ha realizado el levantamiento de columna Lito-Bioestratigráfica a escala local 1/1400, reconociéndose dos unidades litoestratigráficas del piso al techo como Formación Chúlec y Formación Pariatambo. Posteriormente, se han realizado el análisis de las secuencias de litofacies y fósil guía de las Formaciones. El procedimiento metodológico se basa en una parte de campo y otra de gabinete, en campo se ha realizado la caracterización Lito- Bioestratigráfica de las Formaciones, aplicando el método directo para la medición del espesor de estratos, identificación de texturas, facies, estructuras sedimentarias y biozonas; en gabinete se procede a la elaboración de mapas temáticos con el software ArcGIS v. 10.5, la columna Lito-Bioestratigráfica con el software AutoCad v. 2017. Obteniendo como resultado la columna Lito-Bioestratigráfica del Grupo Crisnejas a escala local 1/12500. Llegando a la conclusión que la unidad Lito-Bioestratigráfica de la Formación Chúlec está caracterizado por facies de calizas packstone y margas fosilíferas de la clase bivalvia *Nucula turgida* (Goud, 1846), cephalopoda *Lyelliceras* sp. (Lisson, 1854); para la Formación Pariatambo, por calizas mudstone y wackstone fosilíferas con horizontes de arcillita y limolita; los fósiles pertenece a la clase cephalopoda *Oxitropidoceras carbonarium* (Benavides, 1956), siendo esté el fósil guía de dicha Formación.

Palabras claves: Bioestratigrafía, fósil guía, biozona, facies, columna litoestratigráfica.

ABSTRACT

The study characterizes the Litho-Biostratigraphy of the Crisnejas Group in La Pampa de la Culebra, Polloc and Encañada, in which the Lito-Biostratigraphic column survey was carried out at a local scale 1/12500, recognizing two lithostratigraphic units from floor to ceiling as Chúlec Training and Pariatambo Training. Subsequently, the analysis of the sequences of lithofacies and fossil of the Formations have been carried out. The methodological procedure is based on a part of the field and another of the cabinet, in the field the Litho-Biostratigraphic characterization of the Formations has been carried out, applying the direct method for the measurement of the thickness of strata, identification of textures, facies, sedimentary structures and biozones; In the cabinet, thematic maps are drawn up with ArcGIS v software. 10.5, the Litho-Biostratigraphic column with AutoCad software v. 2017. Obtaining as a result the Litho-Biostratigraphic column of the Crisnejas Group at a local scale 1/1400. Coming to the conclusion that the Lito-Biostratigraphic unit of the Chúlec Formation is characterized by packstone limestone facies and fossiliferous marls of the bivalve class *Nucula turgida* (Goud, 1846), cephalopoda *Lyelliceras* sp. (Lisson, 1854); for the Pariatambo Formation, by fossiliferous mudstone and wackstone limestone with clay and limolite horizons; the fossils belong to the cephalopoda class *Oxitropidoceras carbonarium* (Benavides, 1956), being the fossil guide of said Formation.

Keywords: Biostratigraphy, guide fossil, biozone, facies, lithostratigraphic column.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Entre las localidades de Pampa de la Culebra y Polloc afloran rocas de las Formaciones Chúlec y Pariatambo que litoestratigráficamente pertenecen al Grupo Crisnejas del Cretácico Inferior. Estas Formaciones han sido estudiadas en varias zonas cercanas a la ciudad de Cajamarca y que todas indican que la primera está constituida por una secuencia de calizas gris blanquecinas, calizas margosas, arcillitas calcáreas que evidencian una depositación en un mar de poca profundidad (con bastante oxigenación) y la segunda conformada por calizas mayormente gris oscuras, bituminosas, en estratos bien definidos y paralelos, que indican una depositación en un mar más profundo que la Formación Chúlec y en un ambiente euxínico (carente de oxígeno). Los afloramientos rocosos permitieron interpretar mediante la elaboración de un perfil y la columna Lito-Bioestratigráfica, entonces ¿cuáles son las Características litoestratigráficas y bioestratigráficas de la secuencia sedimentaria de las Formaciones Chúlec y Pariatambo pertenecientes al Grupo Crisnejas en las localidades de Pampa de la Culebra y Polloc?; En este estudio se ha realizado la bioestratigrafía en forma detallada, desde la base al tope de cada unidad, por lo tanto, será un aporte al conocimiento paleontológico de la sucesión faunística y también un punto de apoyo en la exploración de hidrocarburos especialmente en la zona de Pampa de la Culebra. El objetivo principal es determinar la caracterización litoestratigráfica y bioestratigráfica de la secuencia sedimentaria de las Formaciones Chúlec y Pariatambo pertenecientes al Grupo Crisnejas y los objetivos específicos son elaborar las columnas estratigráficas, determinar la variación lateral y vertical de facies, determinar en base al análisis de columnas estratigráficas, la paleogeografía del fondo marino.

La investigación se ha estructurado en V capítulos.

El capítulo II, corresponde al marco teórico donde se menciona los antecedentes internacionales, nacionales y locales así mismo las bases teóricas que van a ser de apoyo para la investigación y definición de términos básicos.

El capítulo III, corresponde a materiales y métodos donde se trata el contexto de la investigación, los procedimientos, la metodología, identificación de variables, técnicas, instrumentos y equipos, además se describe la Lito-Bioestratigrafía del Grupo Crisnejas y se presentan los resultados de la investigación.

El capítulo IV, corresponde al análisis y discusión de resultados en el cual los resultados de dicha investigación se encuentran relacionados con el planteamiento de la hipótesis para poder así llegar a las conclusiones respectivas.

El capítulo V, corresponde a las conclusiones y recomendaciones donde dichas conclusiones son el resultado de los objetivos planteados, sugiriendo o solicitando al mismo tiempo ideas que complementen a una investigación beneficiosa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Internacionales

Barragán, et al. (2004), estratigrafía secuencial del cretácico de la cuenca oriental del Ecuador. Estudio que trata sobre las características Estratigráficas de la cuenca Oriente en los periodos comprende entre el Aptiano y Maastrichtiano.

González (2018), Tesis profesional: Estratigrafía de detalle y análisis tafonómico de los bivalvos presentes en la localidad tipo de la formación lo Valdes (Jurásico Superior – Cretácico Inferior), Chile central. Santiago de Chile, Chile. Se concluyó la presencia de abundante contenido de bivalvos correspondientes a un total de 16 taxones, además se identifican 3 taxones de amonites y 2 de gastropodos. Los bivalvos identificados in situ corresponden a *Aetostreon* sp., *Opinae* indet., *Sphaera Koeneni*, *Sphaera* sp., *Mactromya* sp. Y *veneridae* sp. Estos especímenes forman una concentración fosilífera matriz-soportada a lo largo de los metrajes mencionados, en donde los fósiles son abundantes pero se encuentran considerablemente dispersos.

2.1.2. Nacionales

Benavides (1956), El sistema Cretáceo en el Norte del Perú. En su libro Geología de Cajamarca, tuvo como objetivo interpretar las características geológicas y estratigráficas a nivel regional del área de Cajamarca.

Fernández (2016), Tesis profesional: Evolución tectono-sedimentaria y análisis icnolitológico del dominio occidental de la Cuenca Lancones. Cusco, Perú. Se concluye que las unidades litoestratigráficas se presentan en espesores menores en los bordes de la cuenca como se observa en el pie de monte del flanco oriental de la cordillera de los Amotapes y se hacen de mayor espesor hacia el medio de la cuenca Lancones, considerándose como zona de depocentro (zona en la que una unidad estratigráfica alcanza máximo espesor) en

territorio ecuatoriano. La evolución estratigráfica de la cuenca Lancones se ha originados en el intervalo Turoniano - Maastrichtiano.

Tafur (1950). Nota preliminar sobre la Geología de Cajamarca. Tesis doctoral, Universidad Nacional de San Marcos. Lima. Describe las correlaciones estratigráficas y las ubica en el tiempo geológico.

2.1.3. Locales

Bazán (2016), Tesis Profesional: La Formación Pariatambo en los alrededores de Cajamarca y su relación con el evento anóxico oceánico del Albiano en el Perú mediante el análisis de secciones delgadas en Cajamarca, Perú. La conclusión más importante de esta investigación se centra en que la Formación Pariatambo comprende tres miembros que son el miembro inferior, medio y superior. El miembro inferior está compuesto por una intercalación rítmica de calizas bituminosas, negras y lajosos y lutitas negras, el miembro medio está compuesto por una intercalación de calizas bituminosas y lutitas negras con mayor espesor, se pierde la laminación en las calizas y aparecen algunas pequeñas facies de margas, el miembro superior está caracterizado por pequeños bancos de calizas nodulares intercaladas con lutitas negras, la principal característica de este miembro es el chert.

Rivas (2014), Tesis profesional: Caracterización Sedimentológica y Estratigráfica del Cretáceo en el Área de Huayllapampa, Cajamarca – Perú. Realiza el cartografiado para determinar las características sedimentológicas y estratigráficas mediante la elaboración de columnas estratigráficas y la correlación, a través de la aplicación de Análisis de Cuencas Sedimentarias del Sistemas Cretácico concluyendo que el tipo de ambiente de sedimentación es una zona de plataforma carbonatada en la zona nerítica (foreshore).

Torres (2014), Tesis profesional: Estudio Bioestratigrafico de la Formación Chúlec en la zona de puyllucana – Santa Úrsula. Cajamarca, Perú. Se concluye que la Bioestratigrafía lo cual presenta en la Formación Chúlec es compleja por el hecho de ser ésta la que inicia la zona apogeo tras la regresión del mar durante el Albiano medio (Cretácio inferior) existiendo una fuerte predominancia de la clase Bivalvia en singular de la especie *Tellina sp.* Y *Neithea sp.*, han servido como fósiles indicadores entre una zona de transición marina entre la zona bentónica (baja mar) y la zona nerítica propiamente dicha.

Ascencio (2014) Tesis profesional: Caracterización estratigráfica de la Formación Chulec en la cuenca de Cajamarca. Perú. Realiza columnas estratigráficas en cinco zonas: Urubamba– Tres Rios, Puyllucana, Otuzco, Chamis y Cruz Blanca. Reconoce sus facies litoestratigráficas y concluye que su ambiente de depositación es terrígeno – marino litoral.

Escobedo (2017) Tesis profesional: Estratigrafía secuencial de la Formación Pariatambo en el Centro Poblado Puyllucana, Distrito de Baños del Inca – Cajamarca. Perú. Señala que la Formación Pariatambo del Centro Poblado de Puyllucana, se subdivide en tres unidades litoestratigráficas, en la unidad A cuya base está en contacto concordante con la Formación Chulec, en la unidad B presenta secuencia rítmica decreciente con intercalaciones de estratos delgados de calizas y La unidad C, presenta secuencia rítmica creciente y decreciente, de calizas tabulares intercaladas con lutitas.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Unidades estratigráficas genéticas

Con el nombre genérico de unidades genéticas se denominan a los volúmenes de materiales que rellenan una cuenca sedimentaria separada por superficies que indiquen o reflejen acontecimientos representados en el conjunto de la cuenca. El rasgo estratigráfico más fácilmente constatable, tanto en observación de campo como en información de subsuelo (sísmica), son las discontinuidades estratigráficas reconocibles, esencialmente en el borde de las cuencas sedimentarias, que hacia el interior de las mismas pasan a superficies de continuidad correlativas (Marocco, 2009).

2.2.2. Unidades litoestratigráficas

Conjunto de estratos que constituyen una unidad, por estar compuesto predominantemente por un cierto tipo litológico o de una combinación de tipos litológicos, o por poseer otras características litológicas importantes en común, que sirvan para agrupar los estratos. Una unidad litoestratigráfica es, por tanto, un volumen reconocible de rocas y diferenciables de los volúmenes que lo rodean, por su litología (Hedberg, 1980).

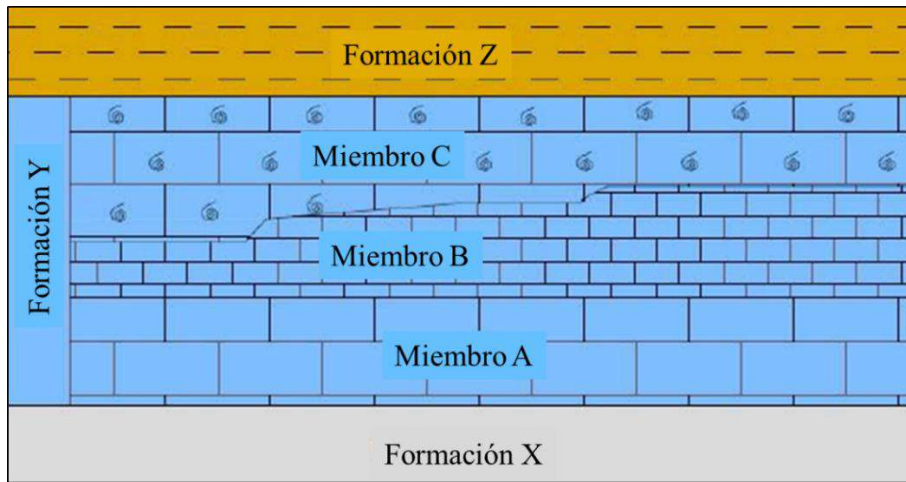


Figura 1. Formación Y está compuesta de tres miembros (A, B, C). En este ejemplo hay tres unidades litoestratigráficas, una de ellas es la Formación X (Vera, 1994).

2.2.3. Unidades bioestratigráficas

Es el conjunto de estratos que se constituyen en una unidad por su contenido fósil o características paleontológicas y que, por consiguiente, es posible diferenciar de los estratos adyacentes. Una biozona o zona bioestratigráfica es el término general que se aplica a cualquier tipo de unidad bioestratigráfica (Molina, 2017).

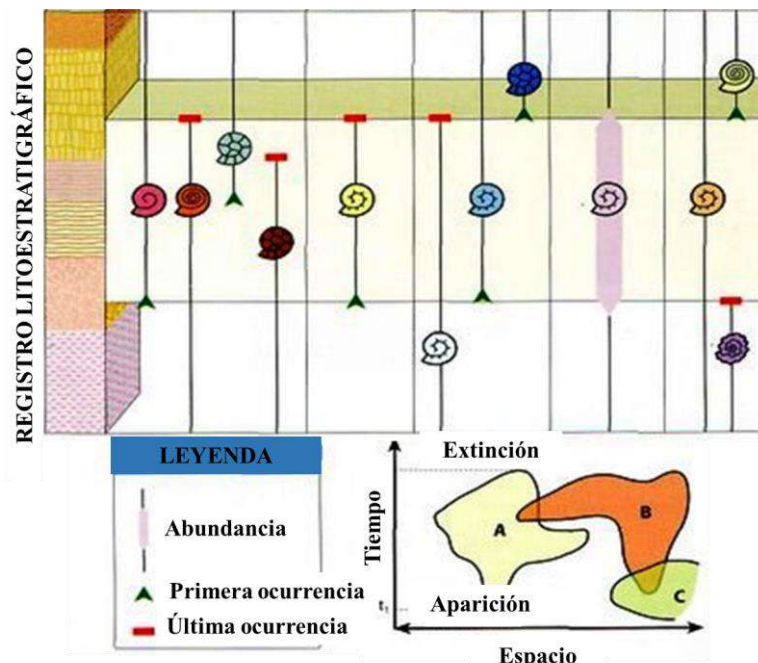


Figura 2. Unidades bioestratigráficas o biozonas, delimitadas en su primera y última aparición (Henriques, 2011).

2.2.4. Estructuras Sedimentarias

Una estructura sedimentaria es la organización geométrica de los elementos que constituyen un sedimento visto como consecuencia de los procesos que lo han estructurado y de los elementos que lo componen, es decir hay que volver a las fuentes en un proceso de ajuste de las observaciones constantes. Las estructuras sedimentarias, a diferencia de los fósiles o la litología, siempre se forman in situ y no pueden ser transportadas; también son el elemento clave en la comparación de sedimentos antiguos con medios sedimentarios actuales y estudiados experimentales bajo condiciones controladas (Arche, 2010).

Las estructuras sedimentarias pueden dividirse en tres categorías:

2.2.4.1. Estructuras Pre-sedimentarias

Las estructuras pre-sedimentarias se forman en el basamento antes de que se depositen los sedimentos. Por tanto, son siempre erosivas, y no deben confundirse con procesos de post-depósito que deforman la base de la capa, como los moldes de carga (load casts). Entre otras son los canales, marcas de escurridura (scour marks) y turboglifos (flute marks). Suelen observarse mucho mejor los moldes en la capa superior que las estructuras en sí mismas y dan buenas indicaciones sobre la dirección y/o el sentido de las corrientes que las originaron. También se pueden considerar incluidas en este grupo las superficies marinas de omisión o las superficies subaéreas con grietas de desecación y/o brechas autogénicas (Arche, 2010).

2.2.4.2. Estructuras Sin-sedimentarias

Las estructuras sin-sedimentarias son de tres tipos fundamentales: estratificación planar, estratificación cruzada, con sus variedades de surco y planar, y microlaminación de ripples. Cuando un sedimento granular se ve sometido a una corriente de velocidad ascendente, desarrolla configuraciones externas que se reflejan en una estructura interna con una secuencia regular: ripples o capas planas, dunas, capas planas de alta energía y antidunas (Arche, 2010).

2.2.4.3. Estructuras Post-sedimentarias

Las que significan una organización en la vertical de la estratificación, como los moldes de carga (load casts) y pseudonódulos, formados cuando capas de arenas se hundieron en capas arcillosas inferiores por diferencias de densidad y carga y las diversas estructuras de

fluidificación, producidas por movimientos de fluidos en el interior de sedimentos no consolidados por carga diferencial o un efecto tixiotrópico causado por sacudidas bruscas debidas a terremotos u otras vibraciones (Arche, 2010).

Tabla 1. Algunas de las estructuras sedimentarias de deposición comunes.

ESTRUCTURA SEDIMENTARIA	ESPESOR	CARACTERÍSTICA OBSERVABLES	PROCESOS
Laminación	Menos que 1 cm	La continuidad, la variación, el color	La variación en la compactación.
Estratificación	1 cm a metros	Continuidad, repeticiones, variación de espesor	Condiciones variables
Gradación	Variable	Normal o inversa	Corrientes crecientes y decrecientes
Olas formando ondulaciones	Cm	Tridimensional, escalada o no. Asociado a otras estructuras	Olas
Corrientes formando ondulaciones	Cm	Tridimensional, estructuras asociadas, paleocorrientes	Corrientes unidireccionales
Ondas de impacto	Cm	Tamaño, la orientación	Eólico
Estratificación lenticular	Cm	Ola o corriente que forma ripples. Cambios verticales y si es parte de un afinado o engrosamiento, tendencia hacia arriba.	Fluctuación entre las corrientes de transporte y depositación-sedimentación a partir de suspensión
Estratificación flaser	Cm		
Líneas de corriente	cm	Proporciona una medida directa de paleocorriente.	Régimen de flujo superior.
Laminación planar	mm a 1cm	La continuidad, la naturaleza (Composición o tamaño de grano), presencia de líneas de corriente.	Transporte por corrientes u olas (régimen de flujo superior o inferior)
Laminación sesgada	Menos que 1 cm	Estructura sedimentaria resultante de corriente u olas. Se interrumpe por una superficie erosional	Desaparición de las olas o corrientes que forman la ondulación
Grietas de desecación	Cm	Paleosuelos y otra evidencia de la exposición subaérea	Exposición subaérea

Fuente: Coe (2010).

Tabla 2. Algunas de las estructuras sedimentarias de erosión comunes y sus procesos de formación.

ESTRUCTURA	TAMAÑO	CARACTERÍSTICAS A OBSERVAR	PROCESOS
Flute casts	Cm	Orientación ofrece dirección paleocorriente	Remolinos turbulentos de una corriente turbia
Tool marks incluyendo a groove casts	Cm	Orientación de algunos proporciona paleocorriente dirección	Características producidas por la erosión y el arrastre de clastos más grandes por las corrientes.
Scours	m	Posible asociación con superficie de erosión	La erosión de las corrientes o las olas.
Canales	cm a m	Se evidencia a lo largo hasta el nivel-base, posible cambio de marino a fluvial o incisión submarina.	La erosión a gran escala a partir del flujo.

Fuente: Coe (2010).

Tabla 3. Algunas estructuras comunes pre y post-sedimentarias y sus procesos de formación.

ESTRUCTURA	TAMAÑO	CARACTERÍSTICAS	PROCESOS
Estructuras durante la sedimentación			
Nódulos (antes de diagénesis)	cm - m	Los nódulos antes de la diagénesis son ovoides y las láminas - estratos se vuelven poco a poco más separados cerca al centro del nódulo.	Los cambios en la química del agua intersticial unos pocos centímetros a metros debajo de la interfaz sedimento –agua.
Deformación, laminación convoluta	cm - m		Sedimentos debido a inestables ángulo de depositación, alta velocidad de sedimentación,
Slumps y slides	cm – km	Medida, cualquier sentido de dirección de movimiento, sea posible la erosión	cambio en la presión del agua intersticial o terremotos u otra perturbación estructural.
Estructuras de carga (load casts)	cm		Estructuras de evacuación de agua,
Estructuras almohadilladas (ball and pillow)	cm	Busque otros asociados característicos de deshidratación.	formadas donde la tasa de sedimentación es alta,

ESTRUCTURA	TAMAÑO	CARACTERÍSTICAS	PROCESOS
Estructuras durante la sedimentación			
Nódulos (post-diagénesis)	cm - m	El tamaño, composición. Los nódulos post- diagénesis tienen alta esfericidad. Ellos a menudo preservan otra sedimentación.	Los cambios en la química del agua intersticial de 10cm a 10m debajo de la interfaz sedimento-agua.
Estructuras post- sedimentación			
Anillos de leisegang	M	Otra evidencia de la diagénesis	Última etapa de circulación del fluido intersticial.
Dendritas	Cm		
Estructuras por presión de solución (ejemplo Estilolitas)	cm -m	Se extienden lateralmente y verticalmente.	Sedimentos compactados y movimiento de los fluidos. Su presencia depende de la química de los depósitos sedimentarios y el agua de poros, así como la cantidad de presión.

Fuente: Coe (2010).

2.2.5. Tipos de estratificación

Los criterios que se utilizan se basan en dos aspectos fundamentales: la geometría de los estratos y los rasgos distintivos de las asociaciones de estratos sucesivos.

2.2.5.1. Geometría de los estratos

Según Vera (1994) los estratos a partir de la geometría del techo y muro se clasifican en:

Tabulares. Cuando las dos superficies de estratificación son planas y paralelas entre sí.

Irregulares con muro erosivo. Son estratos con una gran extensión lateral, con un muro irregular y un techo plano, por lo que su espesor varía.

Acanalados. Con escasa extensión lateral y espesor muy variable, con una geometría interna semejante a la de la sección de un canal.

Forma de Cuña. Se trata de estratos limitados por superficies planas no paralelas entre sí, que terminan con la pérdida progresiva de espesor.

Lenticulares. Son discontinuos, con el muro plano y el techo convexo, su variante son estratos de forma biconvexa.

Ondulados. Se caracterizan por ser continuos con muro plano y techo ondulado, con estructuras de ripples de corrientes.

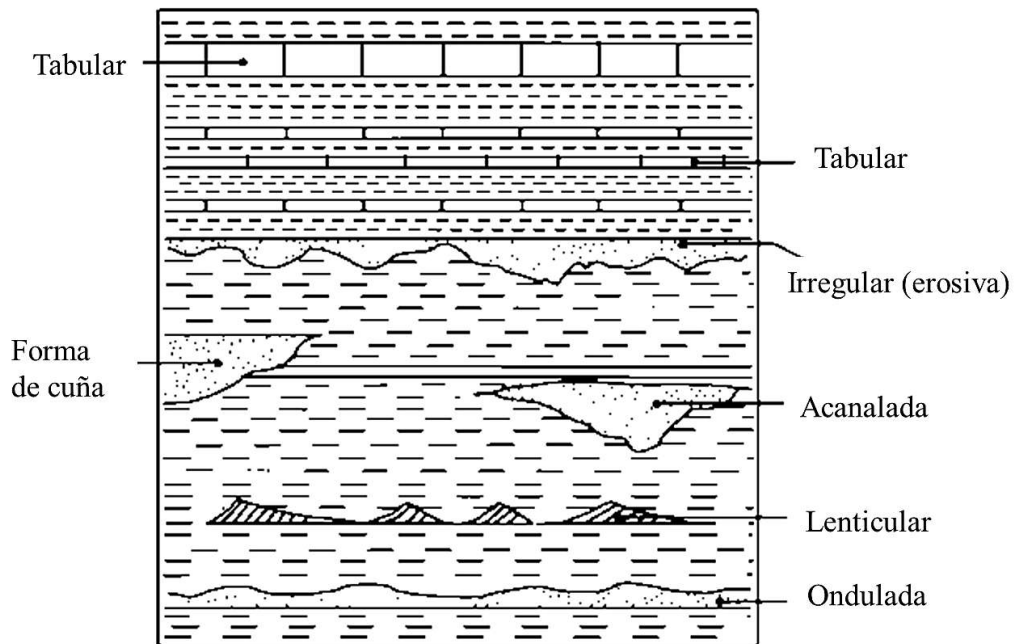


Figura 3. Geometría de los estratos, de acuerdo con su continuidad, forma de las superficies de estratificación y variación lateral de espesor (Vera, 1994).

Según Vera (1994), los estratos basada en criterios de tipo descriptivo se clasifican en:

Uniforme. Los espesores de los estratos sucesivos tienen unos valores análogos, con un valor real muy cercano a la media estadística de todos los espesores.

Aleatorio o de Espesor Variable. Los espesores de los diferentes estratos superpuestos son muy variables y no presentan ninguna ordenación definida.

Estrato Creciente (secuencia negativa). Los espesores tienen una ordenación en lotes de estratos con valores de espesores crecientes hacia el techo, dentro de cada lote.

Estrato Decreciente. Presenta disminución de los espesores de los estratos hacia el techo en cada lote. A este tipo de ordenamiento también se le conoce con el nombre de secuencia positiva.

En Haces. Los espesores de los estratos se distribuyen por lotes de estratos de espesores uniformes dentro de cada lote y diferentes entre lotes (Vera, 1994).

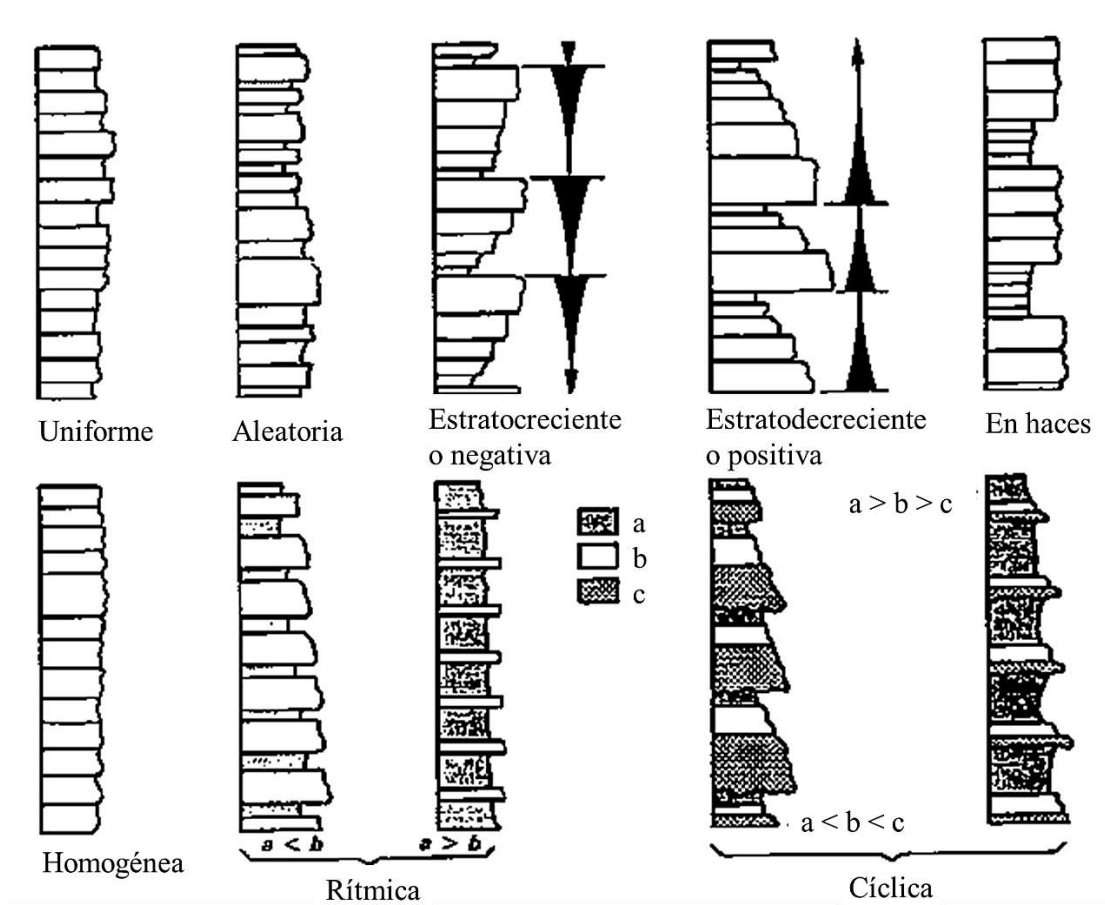


Figura 4. Tipos de asociación de estratos de acuerdo con la distribución de los espesores y de las litologías presentes (Vera, 1994).

2.2.6. Medida de estratificación

El estudio de la estratificación, bajo su aspecto geométrico, permite realizar la medida de tres valores, dirección (ángulo que forma con el norte geográfico la línea de intersección de la superficie de estratificación con un plano horizontal); buzamiento (ángulo que forma la superficie de un estrato con la horizontal, medido en un plano perpendicular a la dirección); y espesor de un estrato (distancia entre los planos de estratificación que lo limitan, medida perpendicularmente a ellos). En condiciones normales el espesor de un conjunto de estratos es la distancia entre sus límites medida perpendicularmente a ellos y representa el espesor actual de los estratos durante un intervalo de tiempo (Krumbein y Sloss, 1969).

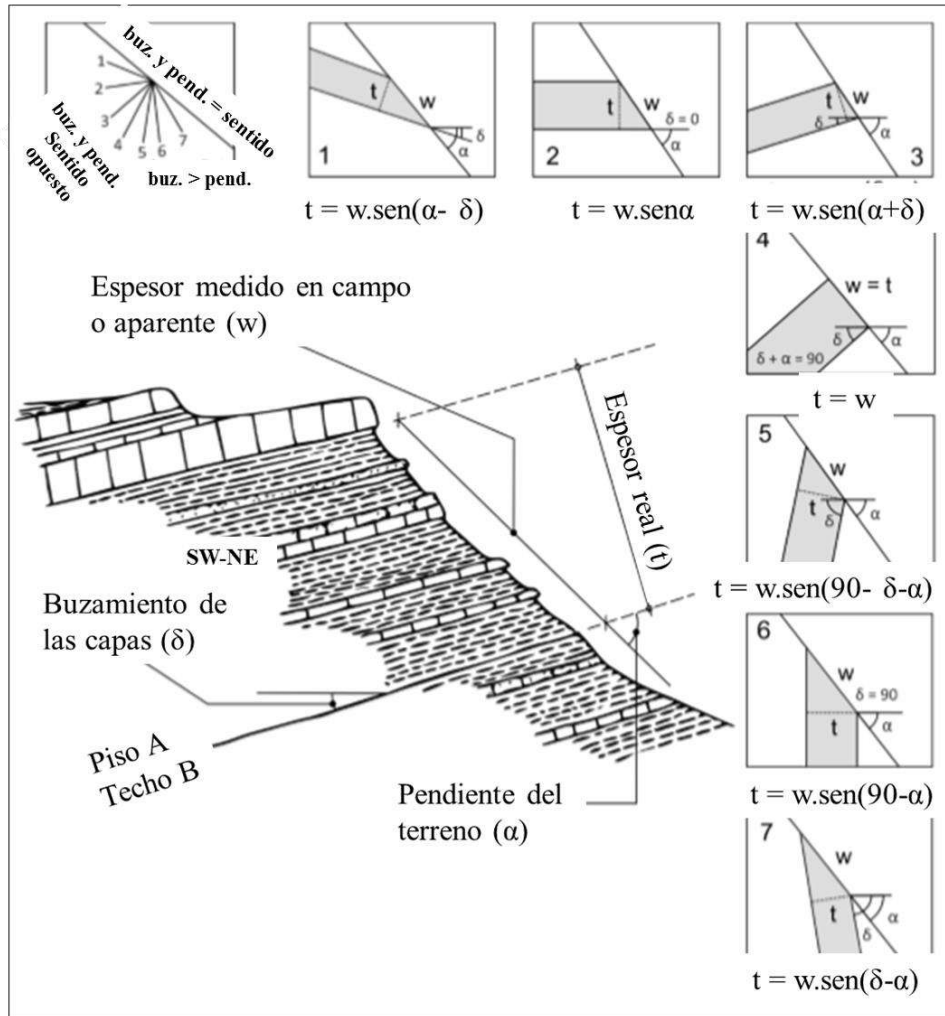


Figura 5. Medición de estratos inclinados a partir de un levantamiento hecho con brújula Brunton y flexómetro Modificado de Krumbein y Sloss (1969).

2.2.7. Facie Sedimentaria

El concepto de facies en Estratigrafía y en Sedimentología se introdujo para denominar a la suma total de los aspectos litológicos y paleontológicos de una unidad estratigráfica, es decir, para definir el aspecto de cada grupo de rocas (Vera, 1994).

En algunos casos el término facies se ha usado con una sola acepción doctrinal (acepción abstracta), la que corresponde a un conjunto de propiedades (por tanto, carente de dimensiones) que caracterizan a unos materiales estratificados, o sea, con el mismo sentido con el que fue utilizado originariamente. En otros casos, cada vez más frecuentes, se utiliza para denominar a un volumen de materiales caracterizados por unas propiedades y, por tanto, que si tiene dimensiones (acepción concreta).

Sea cual sea la aceptación utilizada, la definición de facies debe ser totalmente objetiva y debe basarse en los datos obtenidos en el campo al observar las rocas, es necesario combinar los datos geométricos (espesor y forma de los estratos) y los relativos a las propias rocas (litología, textura, estructuras sedimentarias, fósiles, color.) destacando aquellos que sean más representativos de su génesis. El reconocimiento de las facies constituye la herramienta básica del estudio estratigráfico y sedimentológico y la fuente de información en la que se puede basar cualquier tipo de interpretación posterior (Vera, 1994).

El término facies en geología, y particularmente en estratigrafía y sedimentología, tiene un significado ambiguo y por ello ha sido motivo de dudas y confusión. La razón es que, a lo largo del tiempo, y según sea el campo disciplinario, se lo ha empleado con muy distintas acepciones. En el caso del estudio del registro sedimentario pueden reconocerse diversos enfoques en la definición de una facies, algunos tienen un carácter interpretativo y otros, carácter descriptivo y objetivo.

Una definición clásica la señala como el conjunto de características litológicas y paleontológicas que definen una unidad estratigráfica o conjunto de estratos. Se hace extensivo el uso de este término para denominar al conjunto de características genéticas reinantes durante el depósito, que quedan reflejadas en los materiales y pueden ser deducidas de su estudio litológico y paleontológico.

Para distinguir los Tipos de Facies, según el tipo de propiedades se usan términos restrictivos del tipo de propiedades (litofacies y biofacies) o de la escala de observación (microfacies) (Vera, 1994).

2.2.7.1. Litofacies y Biofacies

El término litofacies se usa para aludir exclusivamente a los aspectos litológicos (no los paleontológicos) de un conjunto de estratos y correlativamente para las condiciones físico-químicas (no biológicas) que reinaron durante el depósito. Así, por ejemplo, se puede hablar de una litofacies de calizas oolíticas, o de areniscas glauconíticas (Vera, 1994).

El término biofacies es el complementario ya que se refiere a los aspectos paleontológicos (no los litológicos) y a las condiciones biológicas reinantes durante la depositación. Ejemplos de biofacies pueden ser facies de gasterópodos. Obviamente la suma de la

litofacies y la biofacies de unos materiales es simplemente la facies de los mismos (Vera, 1994).

2.2.7.2. Clasificación de las facies

Las facies se pueden clasificar estableciendo lotes con características (litológicas y estratigráficas) diferentes, que lógicamente tendrán un significado genético distinto. No es una clasificación de rocas ya que en ella se tiene en cuenta, además de la litología (composición, textura, color) otros rasgos como: las estructuras sedimentarias, la geometría y espesor de los estratos, el contenido fosilífero e incluso las tendencias de evolución vertical de ciertos caracteres (por ejemplo, aumento de tamaño de grano hacia el techo). Cada tipo de facies vendrá caracterizado por un conjunto de propiedades de los materiales, de las cuales se puede deducir su significado genético. En estas clasificaciones usualmente cada tipo de facies se denomina con una letra o una sigla. Las clasificaciones más utilizadas son, lógicamente, las de las facies más abundantes: las detríticas (tanto en materiales fluviales como en turbidíticos) y las carbonatadas (Vera, 1994).

Facies Carbonatadas: No existe una clasificación de uso general de facies carbonatadas. En la clasificación propuesta cada tipo de facies tiene una letra mayúscula alusiva al tipo textural (M.- mudstone, W.- wackestone, P.- packstone, G.- grainstone), mientras que para los diferentes tipos de calizas arrecifales se usa doble letra alusiva al tipo textural (BA. bafflestone, BI.- bindstone, FR.- framestone, FL.- floatstone, RU. Rudstone) y para rocas afines se usan de nuevo iniciales (B.- brechas, M.- margas, C.- calcarenita) (Vera, 1994).

CLASIFICACION DE CALIZAS (DUNHAM MODIFICADO)										
Textura deposicional reconocible										Textura Depositional no reconocible Caliza Cristalina o Dolomía
Componentes Originales no entrelazados durante el depósito						Componentes Originales entrelazados durante el depósito			BOUNDSTONE	
Partículas menores a 2 mm					Partículas mayores a 2 mm alóctonos					
Soportado por lodo <10% de partículas				Soportado por partículas >10% de partículas		Soportado por lodo >10% de lodo		Soportado por partículas <10% de lodo		
MUDSTONE		WACKSTONE		PACKSTONE		GRAINSTONE			FLOATSTONE	RUDSTONE
0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%		
MUDSTONE	MUDSTONE - WACKSTONE	WACKSTONE - MUDSTONE	WACKSTONE	WACKSTONE - PACKSTONE	PACKSTONE - WACKSTONE	PACKSTONE	PACKSTONE - GRAINSTONE	GRAINSTONE - PACKSTONE	GRAINSTONE	
BAFFLESTONE		BINDSTONE		FRAMESTONE			Crecimiento primordal vertical		Crecimiento primordal horizontal	
							Crecimientos vertical y horizontal			

Figura 6. Clasificación de rocas carbonatadas según Dunham 1962 modificado por Embry y Klovan, (1971).

2.2.7.3. Asociaciones de facies

Es la distribución ordenada de varias facies elementales, genéticamente relacionadas (Vera, 1994). Una asociación de facies debe cumplir dos condiciones:

Que se trate de facies que se encuentren juntas.

Que estén genéticamente (ambientalmente) relacionadas entre sí.

Al estudiar secciones estratigráficas detalladas, las asociaciones de facies se reconocen a partir de su expresión vertical, a la que se llama secuencia de facies o secuencia elemental, la cual consiste en un módulo formado por la superposición vertical de dos o más facies genéticamente relacionadas que se repite periódicamente. Una facies individual puede tener poco valor en una interpretación genética, sin embargo, el análisis de las asociaciones de facies y secuencias de facies permite la reconstrucción de la historia sedimentaria de unos materiales (Vera, 1994).

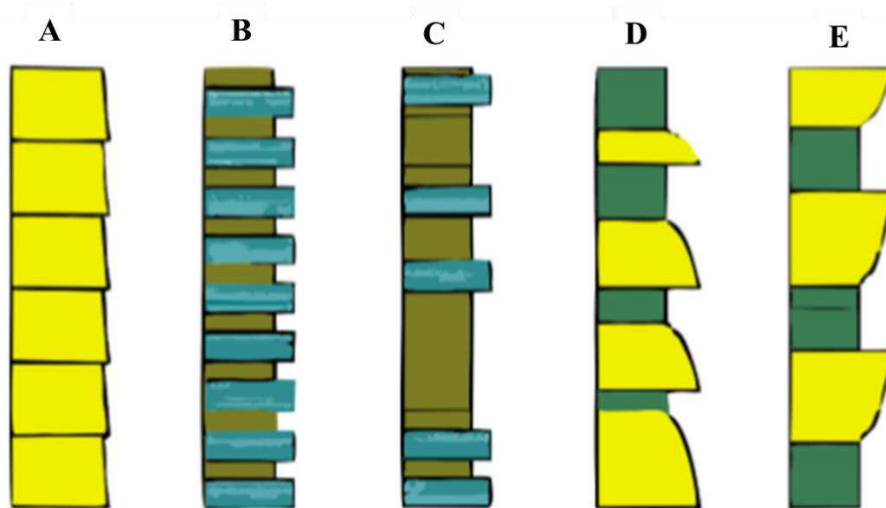


Figura 7. Tipos de asociación de facies encontramos A: Multiepisódica, B: Bandeada, C: Bandeada Discíclica, D: Asimétrica Positiva (Granodecreciente), E: Asimétrica Negativa (Granocreciente) (Buatois, 2002).

2.2.7.4. Secuencias de facies

Con el nombre de secuencia de facies se denomina a la sucesión vertical que refleja la ordenación temporal de las facies en dispositivos sedimentarios e intervalos de tiempo en los que se cumple la ley de Walther. Las secuencias de facies son la expresión en la vertical de las asociaciones de facies.

Entre los principales tipos de secuencias de facies, tenemos: secuencias granodecrecientes, secuencias granocrecientes, secuencias de somerización, y secuencias de profundización.

La Ley o Regla de Walther: La ley de Walther es una expresión del concepto general de polaridad sedimentaria antes aludido y se refiere, exclusivamente, a las asociaciones de facies en las que no meden discontinuidades estratigráficas y para materiales dentro de una misma región y genéticamente relacionados. Plantea que en esas condiciones con gran frecuencia las facies que se encuentran superpuestas se encuentran también yuxtapuestas con la misma ordenación (Walther, 1892).

De acuerdo con esta ley, cuando tienen lugar cambios oblicuos, las facies se presentan ordenadas simultáneamente en sentido lateral y vertical, de manera que las facies en la actualidad se encuentran yuxtapuestas se disponen, además, superpuestas formando una asociación de facies, que en la vertical se refleja en una secuencia de facies.

Los términos negativo y positivo, utilizados como sinónimos de granocreciente y granodecreciente, respectivamente, se utilizan con las acepciones originales. Al estudio específico de las secuencias, incluyendo su reconocimiento, su distribución vertical y su interpretación se le denomina análisis secuencial (Vera, 1994).

2.2.8. Ambientes sedimentarios

Un ambiente depositacional o ambiente sedimentario es simplemente un punto geográfico donde se acumulan los sedimentos. Cada lugar se caracteriza por una combinación particular de procesos geológicos y condiciones ambientales. Algunos sedimentos, como los sedimentos químicos que precipitan en cuerpos acuáticos, son únicamente el producto de su ambiente sedimentario. Es decir, los minerales que los componen se originaron y se depositaron en el mismo lugar. Otros sedimentos se forman lejos del lugar donde se acumulan (Tarbuck, 2005).

Tabla 4. Ambientes sedimentarios clásticos, químicos y bioquímicos.

AMBIENTES SEDIMENTARIOS CLÁSTICOS		
Ambiente	Agente de transporte y depósito	Sedimento
Continental		
Aluvial	Ríos	Arena, grava, lodo
Desértico	Viento	Arena, polvo
Lacustre	Corrientes de lago	Arena, lodo
Glaciar	Hielo	Arena, grava
Costero		
Delta	Ríos, corrientes marinas	Arena, lodo
Playa	Oleajes, mareas	Arena, grava
Planicies de inundación	Corrientes	Arena, lodo
Marino		
Plataforma continental	Oleaje, mareas	Arena, lodo
Margen continental	Corrientes marinas	Lodo, arena
AMBIENTES SEDIMENTARIOS QUÍMICOS Y BIOQUÍMICOS		
Continental		
Evaporítico	Evaporación de agua lacustre	Halita, nitratos, sales
Pantanosos	Vegetación	Turba
Costero y marino		
Carbonatado	Esqueletos de organismos	Arenas y lodos carbonatados
Evaporítico	Evaporación de aguas marinas	Yeso, anhidrita, sal
Silíceo: marino profundo	Esqueletos de organismos	Sílice

Fuente: Pisconte (2014).

2.2.9. Sección estratigráfica o columna estratigráfica

Una Sección Estratigráfica es la sucesión cronológica de todas las unidades estratigráficas presentes en una región, ordenadas de más antigua a más moderna, esto es, en el orden que ocurrió su depositación.

En la interpretación de secciones estratigráficas se usa el término secuencia elemental (secuencia de facies) y en la interpretación de una cuenca sedimentaria se utiliza secuencia deposicional, para denominar a unidades estratigráficas genética se utiliza el término sucesión o columna estratigráfica; se usa para nombrar a la parte esencial de la representación gráfica de las secciones estratigráficas, concretamente aquella que muestra la sucesión de conjuntos de estratos (Hedberg, 1980).

2.2.9.1. Sección estratigráfica local

La sección estratigráfica local es la ordenación temporal de las diferentes unidades litoestratigráficas de una área concreta, se representa con un gráfico a escala en el que cada unidad litoestratigráfica se dibuja con los signos convencionales y al que con frecuencia se añade los datos relativos a texturas, estructuras sedimentarias y contenido fosilífero de manera que en la mínima extensión del dibujo se exprese el máximo de datos de las litologías, lo que facilita su posterior interpretación (Vera, 1994).

2.2.10. Bioestratigrafía

Según Blandon (2002), es elemento de la estratigrafía que tiene que ver con la distribución de fósiles en el registro estratigráfico y la organización de los estratos en unidades con base en su contenido de fósiles.

2.2.10.1. Clasificación bioestratigráfica

La subdivisión y organización sistemática de la sección estratigráfica en unidades nombradas con base en su contenido de fósiles (Blandon, 2002).

2.2.10.2. Zona bioestratigráfica (biozona)

Un término general para cualquier clase de unidad bioestratigráfica prescindiendo del espesor o la extensión geográfica. Después del uso inicial de un término formal tal como la biozona de extensión de taxón *Globigerina brevis*, una versión simplificada de la

nomenclatura formal se puede usar, por ejemplo: zona *Globigerina brevis*. Las biozonas varían mucho en el espesor, extensión geográfica y espacio de tiempo que representan (Blandon, 2002).

2.2.10.3. Horizonte bioestratigráfico (biohorizonte)

Un límite estratigráfico, superficie o interface a través del cual hay un cambio importante en el carácter bioestratigráfico. Un biohorizonte no tiene espesor y no se debería usar para describir unidades estratigráficas muy delgadas que son especialmente distintivas (Blandon, 2002).

2.2.10.4. Sub-biozona (subzona)

Una subdivisión de una biozona (Blandon, 2002).

2.2.10.5. Super-biozona (superzona)

Un agrupamiento de dos o más biozonas con atributos bioestratigráficos relacionados (Blandon, 2002).

2.2.10.6. Zónula

Se usa como una subdivisión de una biozona o una sub-biozona (Blandon, 2002).

2.2.10.7. Intervalo estéril

Intervalo estratigráfico sin fósiles comunes en la sección estratigráfica (Blandon, 2002).

2.2.11. Paleontología

Ciencia que estudia los restos de los seres que existieron en el pasado. Los restos orgánicos la mayoría de las veces fragmentados y otros completos, son atrapados conjuntamente con los sedimentos que se depositaron en la misma época, es decir, coetáneos o singenéticos y con el transcurso del tiempo se litificaron o silicificaron (se transforman en sílice o roca) conservando sus formas orgánicas, a los cuales se les denomina fósiles (Dávila, 2011).

2.2.11.1. Fósil

Son restos de organismos completos o de parte de ellos. Los esqueletos conchas, huesos de los individuos preservados pueden conservarse total individuos completos ó parcialmente individuos incompletos (López y Dolores, 2001).

2.2.11.2. Importancia y Utilidad de los fósiles

Un fósil representa una forma de vida anterior y nos permite reconstruir la vida del pasado.

- Mediante el estudio de los fósiles se conoce el proceso evolutivo.
- Los fósiles permiten conocer la Paleogeografía, o sea, la geografía del pasado:
- Áreas marinas y terrestres.
- Determinan también el Paleoclima, indicándonos el clima del pasado, si era cálido o frío.
- Nos indican la Correlación Estratigráfica, establecen la contemporaneidad de dos estratos a distancia.

Permite deducir estructuras, como fallas y plegamientos (Vera, 1968).

2.2.11.3. Color de los Fósiles

Según Vera (1968), generalmente no conservan su color, conservan el color de la materia fosilizante o del sedimento. Los únicos que conservan su color son los insectos en ámbar.

Color rojizo: Lo provoca la hematita en clima seco ó árido.

Color amarillento: Debido al hidróxido de hierro o limonita en clima húmedo.

Color verdoso: Glauconita en un ambiente marino.

Color azulado: Por la presencia de sulfuro o piritita finamente dividida.

Color negruzco: Materia carbonosa o proceso de carbonización, Óxido de manganeso (pirolusita) o algún sulfuro de hierro.

Raramente aparecen ejemplares en que el color original ha perdurado, al menos en parte, especialmente cuando se conservan en calizas pizarrosas o de coloraciones vivas.

2.2.11.4. Sistemática o Taxonomía

Es la clasificación de los fósiles, según el sistema de Carlos Linneo. Se tienen los siguientes taxones: (Alvarado, 1990).

Reino: Unidad más amplia.

Phylum: Viene a ser la base de la sistemática biológica.

Clase: División que resulta del Phylum y que es un plano fundamentalmente básico.

Orden: Organismos que pertenecen a la misma Clase, pero tiene alguna diferencia que permite su separación.

Familia: Otra categoría que, perteneciendo a la misma Clase, tiene características morfológicas diferentes.

Género: Categoría en que los organismos de la misma Familia se diferencian por algunas características.

Especie: Categoría en que los individuos que, perteneciendo al mismo Género, tiene características específicas; indican el carácter básico de diferenciación.

2.2.11.5. Fíllum Mollusca

La palabra mollusca procede del latín mollis, que significa blando, y se refiere al cuerpo del animal. Sin embargo, los moluscos se caracterizan por la posesión de un esqueleto calcáreo, generalmente externo (concha), aunque también puede ser interno o inexistente. Las formas adoptadas por este esqueleto son muy variadas y las funciones que pueden cumplir son diversas. Por su abundancia en especies actuales, el fíllum Mollusca es el segundo más grande de los invertebrados, por detrás de los artrópodos. Si se considera no sólo el momento actual, sino desde la aparición de la vida en la Tierra, los moluscos superan el 10% de todas las especies animales conocidas, y su registro fósil comprende desde el Cámbrico inferior hasta la actualidad (Doménech, 1996).

El Fíllum Mollusca se divide en ocho clases con representantes actuales y dos exclusivamente fósiles que son:

Tabla 5. Clases del Fíllum Mollusca.

Clase Aplacophora	(Cámbrico superior-actualidad)
Clase Solenogastra	(Cámbrico superior-actualidad)
Clase Rostroconchia	(Cámbrico inferior-Pérmico)
Clase Polyplacophora	(Cámbrico superior-actualidad)
Clase Bivalvia	(Cámbrico inferior-actualidad)
Clase Monoplacophora	(Cámbrico inferior-actualidad)
Clase Scaphopoda	(Ordovícico medio-actualidad)
Clase Gastropoda	(Cámbrico inferior-actualidad)
Clase Cephalopoda	(Cámbrico superior-actualidad)
Clase Hyolitha	(Cámbrico inferior-Pérmico superior)

Fuente: Doménech (1996).

Clase Bivalvia

A la clase Bivalvia se la denomina también Lamellibranchia o Pelecypoda, en referencia respectivamente, a la forma de las branquias de la mayoría de los representantes del grupo y al pie con aspecto de hoja de hacha que tienen otros. Sin embargo, la única característica común a todos los individuos de la clase es la posesión de un esqueleto externo carbonatado formado por dos valvas.

Los bivalvos son moluscos que sólo habitan en medios acuáticos. Su cuerpo presenta simetría bilateral, comprimida lateralmente, y una concha bivalvada que cierra por acción de músculos aductores y que en general, es suficientemente grande para albergar el animal entero en su interior (Martinell, 1996).

Sistemática: Las más usadas en Paleontología se basan fundamentalmente en la estructura de la concha, la charnela, los músculos aductores, el ligamento, la línea paleal y las branquias. La que aquí se sigue considera, especialmente, las relaciones filogenéticas entre los diferentes grupos.

Esto la hace especialmente valiosa para el registro fósil. Las sistemáticas más difundidas entre los neontólogos se basan sobre todo en las partes blandas de los organismos, y por este motivo existen ciertas diferencias entre ellas (Martinell, 1996).

Tabla 6. Sistema de la Clase Bivalvia.

Subclase	Paleotaxodonta	
	Orden Nuculoida	(Cámbrico inferior-actualidad)
	Orden Solemyoida	(Devónico-actualidad)
Subclase	Isofilibranchia	
	Orden Mytiloida	(Cámbrico superior-actualidad)
	Orden Modiomorphoida	(Cámbrico inferior-actualidad)
Subclase	Hereoconchia	
	Orden Unionoida	(Devónico medio-actualidad)
	Orden Trigonioida	(Triásico medio-actualidad)
	Orden Veneroida	(Ordovícico medio-actualidad)
	Orden Myoida	(Carbonífero-actualidad)
	Orden Hippuritoida	(Silúrico medio-Cretácico superior)
Subclase	Pteriomorphia	
	Orden Arcoida	(Ordovícico inferior-actualidad)
	Orden Pterioidea	(Ordovícico-actualidad)
Subclase	Anomalodesmata	
	Orden Pholadomyoida	(Ordovícico inferior-actualidad)

Fuente: Martinell (1996).

Clase Cephalópoda

Los cefalópodos deben el nombre a su característica más notable, que es la posesión de un número variable de brazos o tentáculos alrededor de la cabeza.

Se trata de moluscos más especializados y de organización más elevada. Cabe destacar sus ojos, comparables en complejidad a los de los vertebrados.

Los cefalópodos aparecieron durante el Cámbrico y tuvieron su máxima importancia en el Paleozoico y Mesozoico. En el registro fósil destacan los ortoceras, los ammonites y los belemnites como representantes más característicos.

Son animales exclusivamente marinos, la mayoría nectónicos y algunos, bentónicos. Se desplazan por expulsión del agua y/o los gases contenidos en la cavidad paleal. Como elemento morfológico de los cefalópodos la concha tiene un papel doble: servir de protección de las partes blandas y de aparato hidrostático para la flotación, el equilibrio y el desplazamiento dentro del agua (Martinell, 1996).

Sistemática: Los cefalópodos se clasifican en cinco subclases, de las cuales sólo dos tienen representantes actuales:

Tabla 7. Sistemática de la Clase Cephalópoda.

Subclase	Orthoceratoidea	(Cámbrico superior-Triásico superior)
	Orden Orthoceratoidea	
Subclase	Nautiloidea	(Ordovícico medio-actualidad)
	Orden Ellesmerocerida	
	Orden Actinocerida	
	Orden Oncocerida	
	Orden Endocerida	
	Orden Tarphycerida	
	Orden Oncocerida	
Subclase	Ammonoidea	(Devónico inferior-Cretácico superior)
	Orden Anarcestida	
	Orden Clymeniida	
	Orden Goniatitida	
	Orden Prolecanitida	
	Orden Ceratitida	
	Orden Phylloceratida	
	Orden Ammonitida	
	Orden Lytoceratida	
Subclase	Coleoidea	(Carbonífero inferior-actualidad)
	Orden Aulacocerida	
	Orden Belemnitida	
	Orden Sepiida	
	Orden Octopodida	
Subclase	Endoceratoidea	(Ordovícico inferior-Silúrico medio)
Subclase	Actinoceratoidea	(Ordovícico medio-Carbonífero superior)
Subclase	Bactritoidea	(Silúrico superior-Triásico superior)

Fuente: Martinell (1996).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Agradación: Proceso geológico, mediante el cual se realiza la acumulación de sedimentos en las zonas de depresión. Es la etapa final del proceso de gradación que comprende tres etapas: 1.- Degradación (erosión, denudación); 2.- Transporte y 3.- Agradación (sedimentación, deposición). Mediante el proceso de agradación las superficies deprimidas tienden a rellenarse (Dávila, 2011).

Estrato guía: Estrato con características suficientemente distintivas, sirve de base para la determinación de una secuencia dada. El estrato guía posee una característica particular y además posee fósiles determinantes para datar la secuencia (Dávila, 2011).

Estratificación concordante: Aquella en la que las capas se disponen paralelamente y unas sobre otras (Dávila, 2011).

Facies Sedimentarias. Conjunto de rocas sedimentarias que puede ser definido y separado de otros por su geometría, litología, estructuras sedimentarias, distribución de paleocorrientes y fósiles (Selley, 1994).

Laminación: Proceso geológico mediante el cual las rocas de textura fina (arcillas) por acción de las fuertes presiones se adelgazan llegando a formar estratos (Dávila, 2011).

Tiempo cronoestratigráfico: Periodo de tiempo en el que se produce la sedimentación de la unidad litoestratigráfica (Vera, 1968).

Secron: Intervalo máximo de tiempo geológico ocupado por una secuencia deposicional, definida en los puntos donde los alrededores cambian lateralmente a partir de disconformidades a conformidades a lo largo del cual existe un hiato (Dávila, 2011).

Fósiles guía. Fósiles que indican el techo y el muro de una unidad litoestratigráfica (Vera, 1968).

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Geográfica

Geográficamente la zona de investigación se ubica en la parte Noroccidental del territorio peruano; en el flanco occidental de la Cordillera de los Andes, a una altitud de 2750 msnm. Con respecto a la ciudad de Cajamarca se encuentra al sureste. Delimitada por las coordenadas del sistema de Unidad Técnica de Medida (UTM.) datum WGS-84.

Tabla 8. Coordenadas de los puntos limítrofes para la investigación.

COORDENADAS		
Vértices	Longitud	Latitud
1	792400	9216700
2	796450	9216700
3	796450	9211600
4	792400	9211600

3.1.2. Política

Se encuentra localizado en el distrito de la Encañada, en la provincia y región de Cajamarca al norte del Perú; correspondiente al Cuadrángulo de San Marcos (15-g) en la zona 17S.

3.1.3. Accesibilidad

Para acceder al área de estudio se cuenta con una vía de acceso por la carretera Cajamarca–Encañada (asfaltada) a una hora aproximadamente

Tabla 9. Accesibilidad desde Cajamarca a la zona de estudio.

TRAMO	TIPO DE VÍA	DISTANCIA	TIEMPO
Cajamarca-Encañada	Asfaltada	32.4 Km.	55 min.

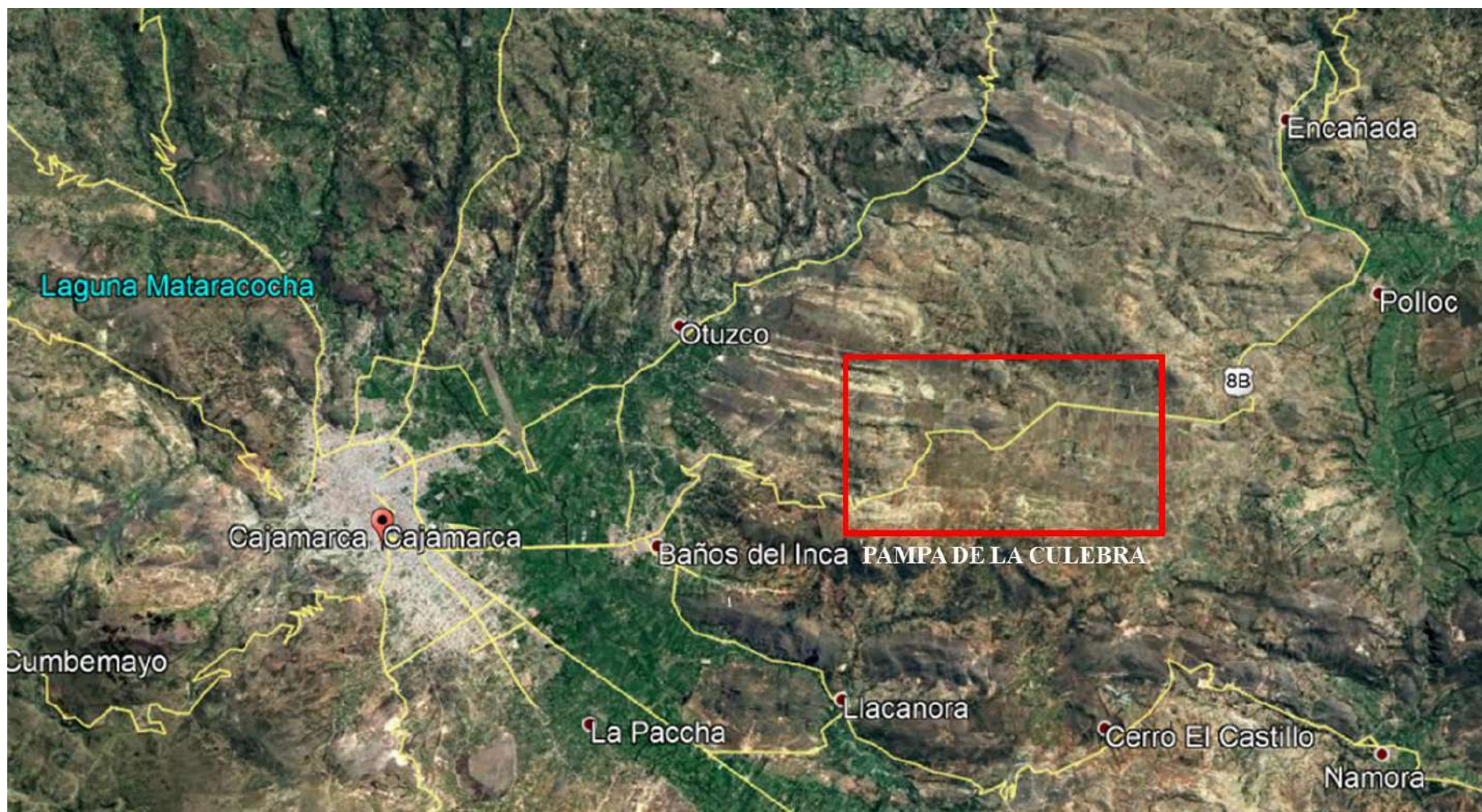


Figura 8. Imagen satelital con accesibilidad al área de estudio (Google Maps, 2019).

3.2. TIPO, NIVEL, DISEÑO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación: El tipo de investigación es descriptiva – comparativa, ya que se describirá aspectos en campo para compararlos según la litología, cambios de facies, la ubicación y posición de las secuencias bioestratigráficas, ya que se centra en la observación directa en campo de parámetros geológicos.

Nivel de investigación: El nivel de investigación es correlativa – explicativa, porque nos permitirá determinar la relación y correspondencia lito y bioestratigráficas que existe en la zona de estudio para luego explicar cómo ocurrieron ciertos eventos y en qué condiciones se formaron ciertas características encontradas en el área de estudio.

Diseño de investigación: No experimental porque se observará los fenómenos tal y como ocurre naturalmente. Transversal, debido a que se estudia en un momento determinado de tiempo.

Método de investigación: Inductivo – deductivo, porque induce de principios explicativos a partir de los eventos observados, y después en una segunda etapa, se construye enunciados que los contengan y se refieren a los eventos.

Tabla 10. Metodología de la investigación

CRITERIO	METODOLOGÍA
Tipo	Descriptiva – Comparativa
Nivel	Correlativa – Explicativa
Diseño	No experimental
Método	Inductivo – deductivo

Fuente: Supo (2016).

3.2.1. Población de estudio

Formación Pariatambo y Chúlec entre las localidades de Pampa de la Culebra y Polloc - La Encañada, en un área de 50 hectáreas aproximadamente.

3.2.2. Muestra

Espesor de los estratos, litología, paleontología, tiempo cronoestratigráfico, estructuras, texturas y ambientes.

3.2.3. Unidad de análisis

Características bioestratigráficas, biozonas, registro del tiempo de fósiles y Albiano.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se ha realizado en 3 etapas. En la primera, se obtuvo la información bibliográfica referente a la investigación, involucró la búsqueda y revisión de informes y trabajos realizados sobre el área de estudio, además se procedió a la elaboración y obtención de imágenes satelitales, planos topográficos y planos geológicos, los cuales fueron procesados en softwares como el ArGis v10.3, así como a la obtención y revisión del estado de los equipos a emplear (GPS, Cámara). En la segunda etapa se realizó varias visitas al campo para la recopilación de datos, necesarias para la elaboración de la columna estratigráfica de las unidades Lito-Bioestratigráficas que conforman la Formación Pariatambo y Chúlec. En la última etapa se ha realizado la elaboración de la columna estratigráfica y posterior análisis de los datos obtenidos de campo, así como la redacción del informe final.

3.3.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas empleadas para el acopio de la información serán:

Análisis documental y observación dirigida. Recopilación de información de ambientes lito y bioestratigráficas.

Cartografiado geológico. Se ha efectuado por la ubicación y contactos de las estructuras y tipo de litología.

Tomas fotográficas. En cada estación estratigráfica, se ha tomado fotografías para la descripción y análisis correspondiente.

Muestreo litológico. Se realizó la descripción macroscópica de la litología de la Formación Chúlec y Pariatambo.

Elaboración de columnas estratigráficas. Se realizó la elaboración de cinco columnas lito y bioestratigráficas mediante el software AutoCAD v. 2017.

3.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Los Materiales y Equipos utilizados durante la toma de datos en campo son:

- GPS (Sistema Global de Posicionamiento): Sirve para la ubicación en la zona donde se realiza el trabajo de campo a través del sistema de coordenadas Unidad Técnica de Medida (UTM), Datum WGS-84.
- Brújula tipo Brunton: Sirve para medir los rumbos y buzamientos de estratos, para la realización de las columnas estratigráficas.
- Protactor 1/1500 y 1/2000: Para plasmar y ubicar en puntos precisos, en los diferentes planos, datos obtenidos en campo.
- Lupa 20X (20 aumentos): Equipo que sirvió para el reconocimiento mineralógico y petrográfico en la estratigrafía de las Formaciones Chúlec y Pariatambo.
- Lápiz de dureza: Instrumento utilizados para el reconocimiento de las propiedades físicas de las muestras.
- Martillo de geólogo (Picota): Instrumento utilizado para extracción de muestras en cada salida de campo.
- Flexómetro: Instrumento para medir longitudes cortas de 3 m, 5 m y hasta 8 m, las cintas son metálicas.
- Wincha: Instrumento que consiste en una cinta flexible graduada y que se puede enrollar, haciendo que el transporte sea más fácil. Con ella se pueden medir líneas y superficies.
- Cámara digital de 13 Mpx: Utilizado para capturar imágenes o fotografías.
- Tablas de levantamiento estratigráfico: Para realizar los registros lito-estratigráficos.
- Libreta: Utilizada para la toma de datos de campo y la para la realización de los diferentes croquis o dibujos observados en el campo.
- Colores: Utilizados principalmente para diferenciar los tipos de estratos, color de la litología en otros.
- Software Office 2016: Paquete de programas usados para la recolección, diseño y elaboración de textos diseñado para ayudarle a crear documentos de calidad profesional.
- Software ArcGis v10.3: Programa usado para la elaboración de planos topográficos, geológicos y Satelitales.

- Software Google Earth Pro y Sas Planet: Programa diseñado para ver y descargar imágenes de satélite de alta resolución y mapas convencionales de servidores como: Google Earth. Google Maps.
- Software AutoCAD v. 2017: Programa usado para la elaboración de columnas lito y bioestratigráficas.
- Software GoogleMaps: Programa usado para descargar imágenes satelitales desplazables.
- Software Global Mapper v18: Usado para generar curvas de nivel (cada 50 m.), que seguidamente serán usadas para la elaboración del plano topográfico.

3.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES

Para la investigación se ha identificado las siguientes variables como independientes, litología, ambientes sedimentarios, tiempo geológico, textura, y estructura las cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 11. Variables de la investigación.

VARIABLE INDEPENDIENTES	VARIABLE DEPENDIENTE
Litología	Lito-Bioestratigrafía
Estructura	
Textura	
Ambiente	
Cronoestratigrafía	

3.5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

El procedimiento para el análisis de datos se ha realizado en gabinete, en donde se ordenan sistemáticamente y clasifican los datos. Primero se ordenó los datos obtenidos en campo, ingresándolos detalladamente a la hoja de cálculo Excel y Word. Luego se clasificó para su correcta utilización e importación a los softwares Arcgis y Autocad para la realización de mapas temáticos, perfiles y columna estratigráfica. Finalmente se tendrá conclusiones, sólidas, confiables, consistentes y que se pueden verificar.

3.6. PROCEDIMIENTO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

El proyecto de tesis se le divide en tres etapas:

3.6.1. Etapa Preliminar de Gabinete

Se eligió la localidad ubicada en el distrito La Encañada, el cual presenta zonas aflorantes que son apropiadas para la realización de dicho estudio. Se obtuvo la compilación bibliográfica que consistió en la búsqueda, revisión y análisis de las informaciones existentes de la zona elegida, así como también trabajos realizados con el mismo propósito. También se seleccionó la bibliografía sobre temas de Estratigrafía, Rocas Sedimentarias y Paleontología. Recopilación de planos topográficos y geológicos. Se determinó los instrumentos a utilizar; así como también se determinó la metodología a seguir para la realización de la investigación.

3.6.2. Etapa de Campo

Se fijó las zonas apropiadas para la recolección de datos necesarios para el estudio.

La litología se determina mediante la observación directa de los afloramientos de la Formación Chúlec y Pariatambo, específicamente, a las características petrográficas como: color, textura, fábrica, componentes.

El contenido fosilífero se determina mediante la observación directa de los fósiles encontrados en la Formación Chúlec y Pariatambo, específicamente, a las características fosilíferas de ellos, como: tamaño, ornamentación, condición de la muestra, edad relativa, así como la sistemática de cada una de las muestras (ver tablas 12, 13, 14, 15 y 16).

Medición del rumbo y buzamiento de los estratos y toma de coordenadas con el GPS en el sistema UTM. Datum: WGS-84 (Ver en anexo Columna Lito-Bioestratigráfica del Grupo Crisnejas)

Se midió el espesor de la secuencia estratigráfica señalando los niveles en que cambia su carácter litológico, color y facies.

Procesamiento de la información registrada representándola en una columna estratigráfica y perfil geológico.

3.6.3. Etapa final de Gabinete

Se procesó los datos obtenidos en campo haciendo uso del software AutoCAD v. 2017 para la elaboración del perfil y columna estratigráfica; ArcGis v. 10.3 para realizar los mapas temáticos.

Análisis y descripción macroscópica de rocas como su litología, textura, tamaño de grano, composición de granos, determinación de la matriz cementante.

Análisis, comparación, reconocimiento y determinación taxonómica de los fósiles.

3.6.4. Procedimiento para la recolección de datos

Obtención de datos de campo

Se realiza el reconocimiento de la unidad litoestratigráfica, Grupo Crisnejas, Formación Pariatambo y Formación Chulec, de acuerdo a las descripciones estratigráficas según (Benavides 1956) y con el apoyo de la Carta Geológica del cuadrángulo de San Marcos a escala 1:100 000 (Reyes, 1980).

Reconocimiento de litología y color

Se realiza la diferenciación de la unidad litoestratigráfica del Grupo Crisnejas de acuerdo al color amarillento, presencia de margas, calizas y abundantes fósiles.

Reconocimiento de texturas

Se realiza el reconocimiento de las texturas en los estratos de calizas de acuerdo a la tabla de texturas en rocas carbonatadas según (Dunham, 1999).

Reconocimiento de estructuras sedimentarias de ordenamiento interno

Se realiza el reconocimiento de las principales estructuras de ordenamiento interno: laminación paralela, cruzada, gradada, flaser, lenticular, nodulación de calizas, estrato decreciente, y falla sin sedimentaria.

Reconocimiento de estructuras sedimentarias de las superficies de estratificación

Se realiza el reconocimiento de marcas de origen físico en el techo como grietas de desecación, huellas de gotas de lluvia, huellas de burbujas, huellas de cristales, marcas de corriente y bioturbaciones hechas en el piso y techo de los estratos.

Reconocimiento de estructuras sedimentarias de deformación

Se realiza el reconocimiento de deformaciones por carga, escape de agua, fallas postsedimentarias.

Reconocimiento de fósiles

Se realiza el reconocimiento de los fósiles a nivel de clase y subclase en los estratos la Formación Pariatambo y Chulec.

Medición de espesor de los estratos

Con la ayuda de un flexómetro se realiza la medición directa del espesor de los estratos de la Formación Pariatambo y Chulec en el distrito de La Encañada y también a través de cálculos indirectos trigonométricos.

3.7. CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL DISTRITO DE LA ENCAÑADA.

El Grupo Crisnejas se encuentra en las márgenes del río de La Encañada, aflorando entre los centros poblados de La Pampa de la Culebra y Polloc; está conformado por la Formación Chulec y Pariatambo las cuales están en un contacto concordante.

3.7.1. Formación Chulec

La Formación Chulec aflora en contacto con la Formaciones Inca por el piso y Pariatambo en el techo, ésta unidad litoestratigráfica representada por el miembro inferior, intermedio y superior, los cuales están afectados por fallamientos que se han dado producto de los diferentes eventos tectónicos, esta serie sedimentaria se ha identificado en la carretera La Pampa de La Culebra.

El espesor de la Formación Chulec medido en la Pampa de la Culebra aplicando el método directo es de 204 m. En la Formación Chulec se encuentra una facie fosilífera de rocas calizas grisáceas, margas parduzcas intercaladas con arcillita, indican un Ambiente Marino poco profundo (Ver foto 2).

3.7.1.1. Unidades Litoestratigráficas del Miembro Inferior

Se encuentra en el contacto entre la Formación Inca y la Formación Chúlec. Presenta calizas nodulosas intercalado con limolita de unos 20 m. siendo los estratos de mayor espesor las calizas packstone de 24 m. este miembro tiene un espesor promedio de 44 m.



Foto 1. Contacto concordante inferido entre la Fm. Inca y Chúlec por el cambio de coloración. Coordenadas E: 788371, N: 9207475.

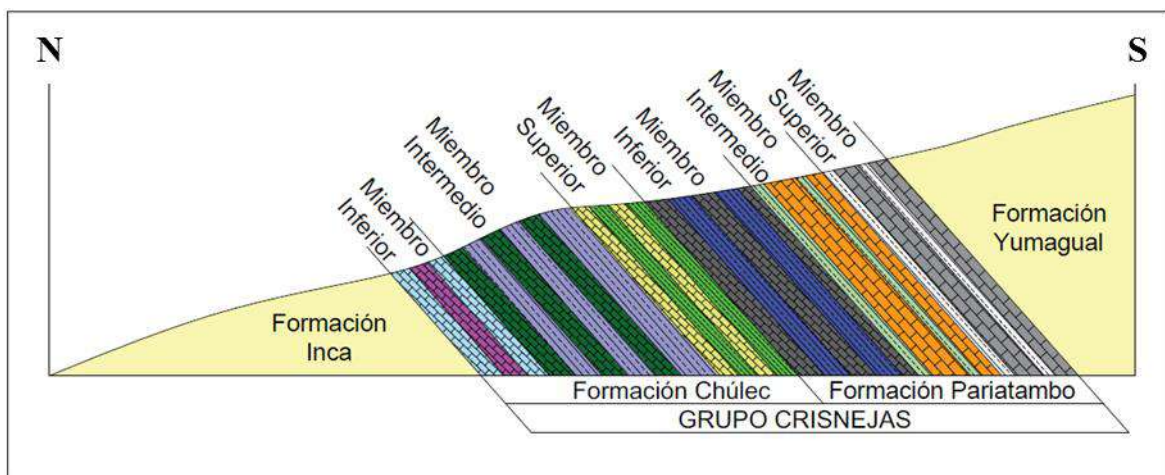


Figura 9. Perfil longitudinal del Grupo Crisnejas, mostrando la Fm. Chúlec y Pariatambo cada uno subdividido con sus miembros.

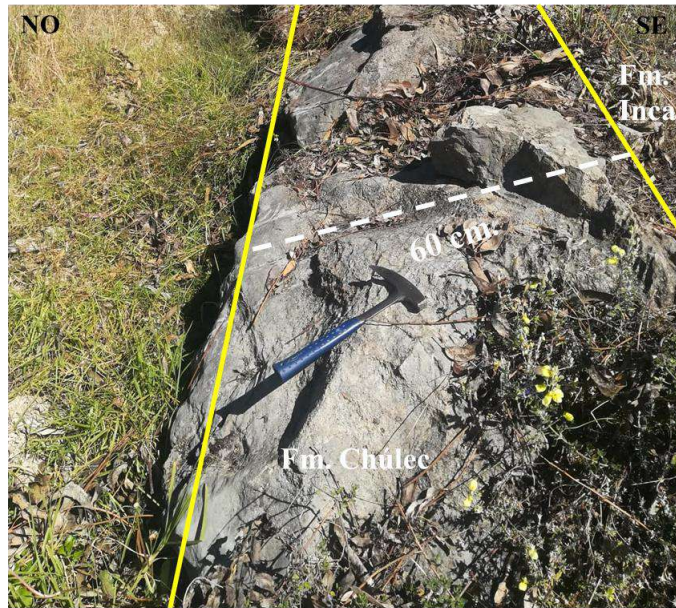


Foto 2. Afloramiento de caliza packstone de 60 cm. de espesor, formando una geometría de estrato tipo cuña, cerca al contacto entre la Formación Inca y la Formación Chulec.

3.7.1.2. Unidades Litoestratigráficas del Miembro Intermedio

En este miembro las rocas han sufrido meteorización, litológicamente está caracterizado por rocas caliza gris con una laminación paralela al rumbo de la estratificación, margas intercaladas con limolita y arcillita calcárea; tiene un espesor promedio de 109 m. Presenta fósiles como *Lyelliceras* sp (Lisson, 1854), encontrando solo la marca del fósil en la roca marga.

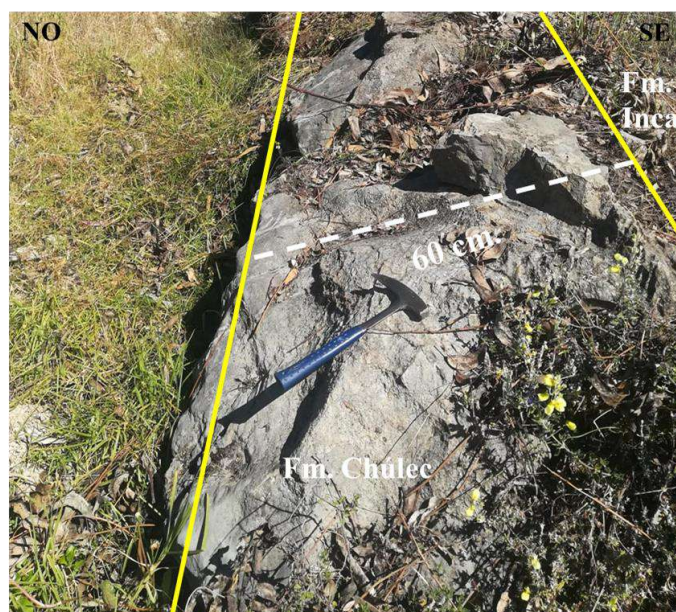


Foto 3. Estratos de calizas packstone gris parduzcas de 1 a 2 cm. aproximadamente.

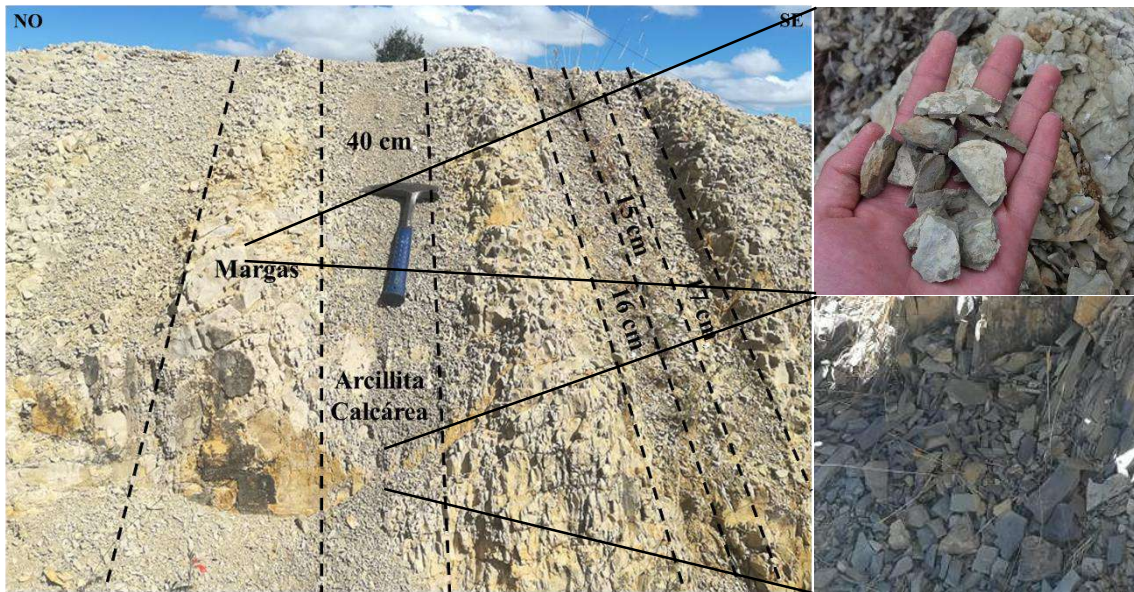


Foto 4. Intercalaciones de arcillitas calcáreas y margas grisáceas; en espesores variables entre 40 y 16 cm. aproximadamente.

3.7.1.3. Unidades Litoestratigráficas del Miembro Superior.

Dicho miembro se encuentra el contacto concordante entre la Formación Pariatambo y la Formación Chúlec, el contacto concordante presenta calizas nodulosas, intercalado con arcillita, en estratos uniformes, este miembro tiene un espesor promedio de 51 m.

Este miembro presenta fósiles como *Nucula turgida* (Gould, 1846), encontrando el fósil en la limolita (Ver foto 17).



Foto 5. Se observa el contacto concordante inferido entre la Fm. Pariatambo y Chúlec, localizado en la Pampa de la Culebra. Coordenadas E: 788015, N: 9208257.

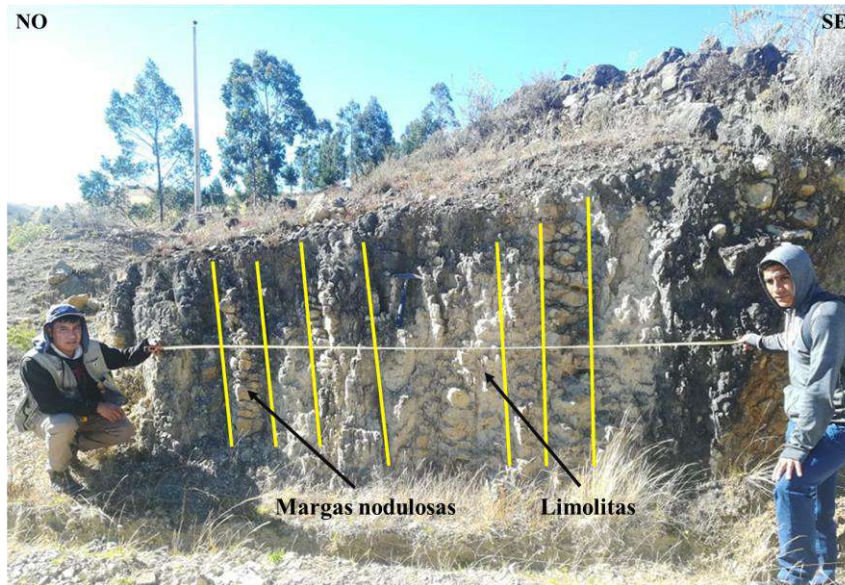


Foto 6. Intercalaciones de margas nodulares y limolitas de 20 cm. de espesor aproximadamente.

3.7.2. Formación Pariatambo

La Formación Pariatambo aflora en contacto concordante con la Formaciones Chúlec por el piso e infrayace con suave discordancia a la Formación Yumagual, ésta unidad litoestratigráfica presenta tres miembros, los cuales están afectados por fallamientos y plegamientos, que se han dado producto de los diferentes eventos tectónicos, esta serie sedimentaria se ha identificado en la carretera La Encañada- Celendín.

El espesor de la Formación Pariatambo medido en las localidades de Pampa de la Culebra y Polloc - La Encañada, aplicando el método directo es de 180 m.

La Formación Pariatambo constituida por rocas calizas grisáceas intercaladas con limolitas, indican un ambiente marino reductor profundo con agua poco oxigenadas.

3.7.2.1. Unidades Litoestratigráficas del Miembro Inferior

Dicho miembro se encuentra en el contacto entre la Formación Chúlec, el contacto concordante entre calizas de estratos de ambas formaciones. Presenta calizas nodulosas, calizas micríticas de grano fino intercalado con arcillita y margas, en estratos uniformes, este miembro tiene un espesor promedio de 77 m.

Este miembro presenta el fósil guía *Oxitropidoceras carbonarium* (Benavides, 1956); encontrando solo la marca del fósil en la roca caliza que tiene como registro cronoestratigráfico del Albiano (Ver foto 20).

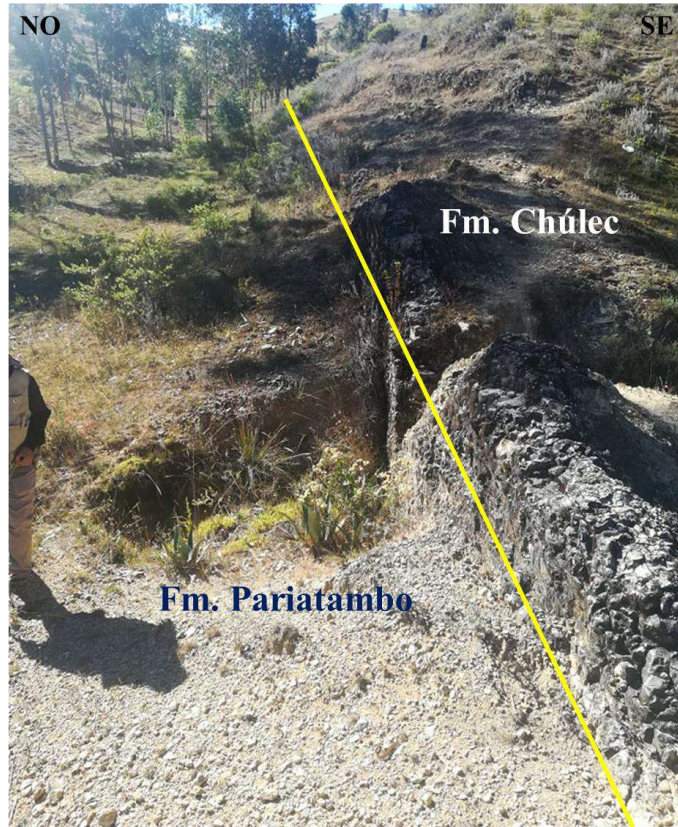


Foto 7. Se observa el contacto concordante entre la Fm. Chúlec y Pariatambo, pertenecientes al sistema Cretácico Inferior. Coordenadas E: 788014, N: 9208269.

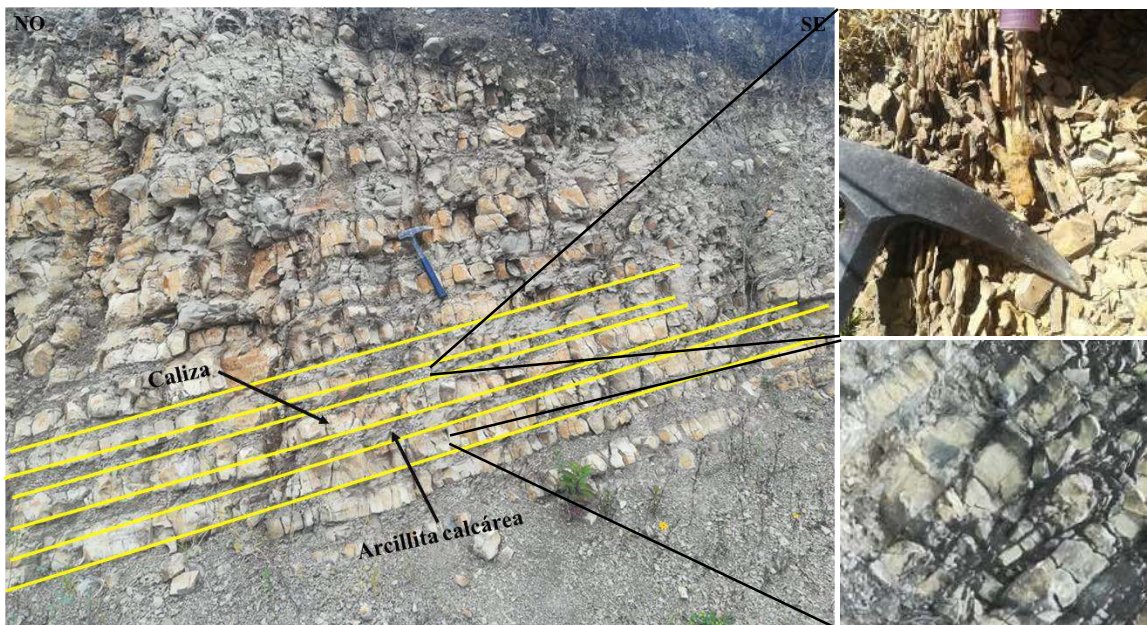


Foto 8. Intercalaciones de calizas gris-parduzcas y arcillitas calcáreas los cuales se encuentran formando una secuencia rítmica de estratificación. Coordenadas E: 788024, N: 9207599.



Foto 9. Intercalación de calizas gris-parduzcas y arcillitas calcáreas formando una estratificación paralela. Coordenadas E: 793549, N: 9216240.

3.7.2.2. Unidades Litoestratigráficas del Miembro Intermedio

En este miembro las rocas han sufrido un gran deformación producto del plegamientos y fallas, litológicamente está caracterizado por rocas calizas intercaladas con limolitas; este miembro tiene un espesor promedio de 53.5 metros



Foto 10. Intercalaciones de calizas (8 a 10 cm.) con arcillitas (6 a 7 cm.) formando un micropliegue. Coordenadas E: 794227, N: 9216129.



Foto 11. Se observan estratos ondulados de la Fm. Pariatambo en una secuencia de arcillitas. Coordenadas 794257 E, 9216189 N.

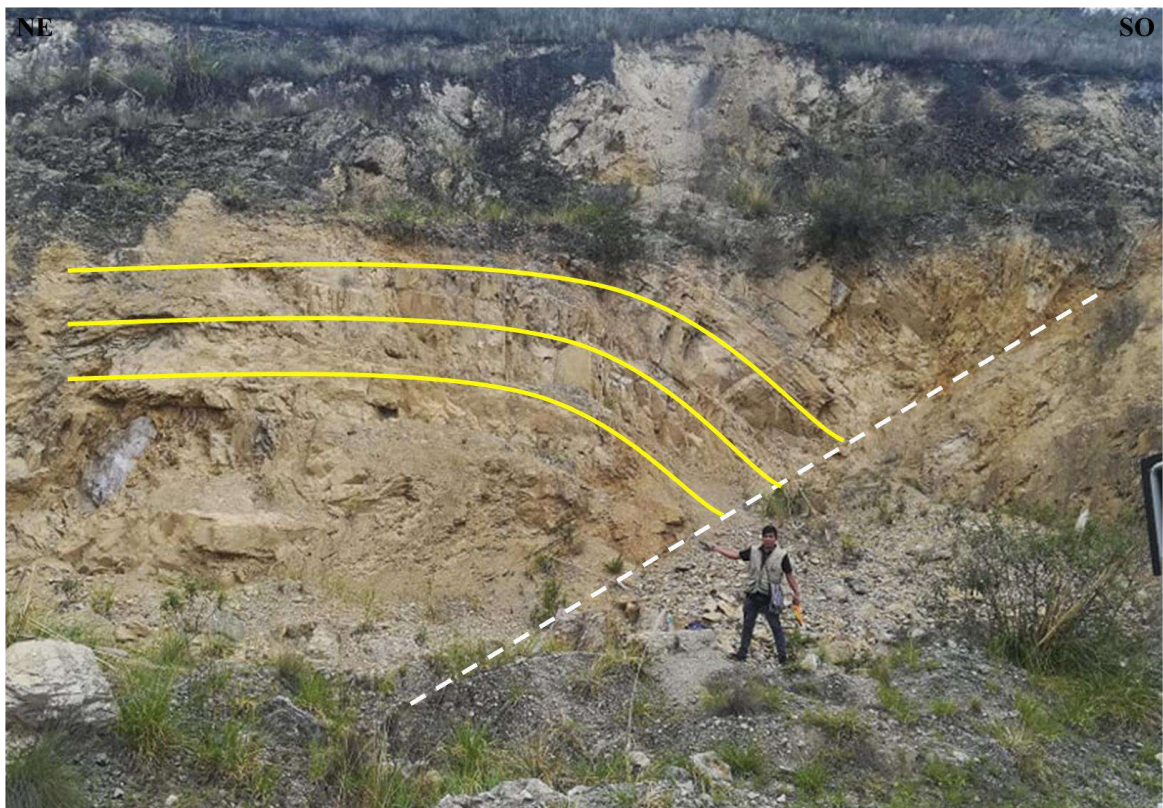


Foto 12. Facie de margas gris-parduscas, meteorizada por un plegamiento, se evidencia un desplazamiento, identificado como una falla inferida con las líneas punteadas de color blanco.



Foto 13. Intercalaciones de entre calizas nodulares y arcillita formando una estratificación rítmica, aproximadamente de entre 7 a 8 cm. de espesor.

3.7.2.3. Unidades Litoestratigráficas del Miembro Superior.

Dicho miembro se encuentra en el contacto entre la Formación Yumagual, el contacto concordante y paralelo entre calizas de estratos en ambas formaciones. Presenta calizas nodulosas, intercalado con arcillita y margas, en estratos uniformes, este miembro tiene un espesor promedio de 49.5 m. aproximadamente.



Foto 14. La línea punteada indica la dirección del contacto inferido entre la Fm. Pariatambo y Yumagual; ambas pertenecientes al periodo Cretácico. Coordenadas E: 794071, N: 9216887.



Foto 15. Calizas gris-parduzcas con intercalaciones de arcillitas, pertenecientes a la Fm. Pariatambo.



Foto 16. Intercalaciones de calizas gris-parduzcas y margas de la Fm. Pariatambo del miembro superior, formando una secuencia rítmica, estratos de calizas de 32 cm. aproximadamente.

3.8. BIOESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO CRISNEJAS

Los fósiles que se encuentran en la Formación Chúlec y Pariatambo, son del Fillum Mollusca, Clase Bivalvia y Clase Cephalopoda.

Tabla 12. Clasificación sistemática de *Nucula turgida*.

Ubicación (Coordenadas)	Norte	9208228
	Este	0787995
	Cota	2862
Procedencia estratigráfica	Formación	Chúlec
	Localidad	Pampa de la Culebra
	Tipo de roca	Margas gris parduzcas intercaladas con limolitas
	Estratificación	Masivo
Fósil	Condición	Bien conservados
	Tipo de fosilización	Preservación autigénica
	Ornamentación	Presenta lineaciones concéntricas ligeramente visibles
	Edad relativa	Albiano-Cretácico Inferior (CSI, 2019)
Sistemática (Linneo, 1731)	Reino	Animalia
	Phyllum	Mollusca
	Clase	Bivalvia
	Orden	Nucula
	Familia	Nuculidae
	Genero	Nucula
	Especie	<i>Nucula turgida</i>



Foto 17. Fm. Chúlec, calizas nodulares gris parduzcas fosilíferas de la especie *Nucula turgida*. Coordenadas E: 787995, N: 9208228.



Vista lateral

Vista superior

Vista frontal

Fuente: Benavides (1956).

Tabla 13. Clasificación sistemática de *Nucula turgida* en biozona.

Ubicación (Coordenadas)	Norte	9208328
	Este	0787984
	Cota	2862
Procedencia estratigráfica	Formación	Chúlec
	Localidad	Pampa de la Culebra
	Tipo de roca	Margas gris parduzcas intercaladas con limolitas
	Estratificación	Masivo
Fósil	Condición	Bien conservados
	Tipo de fosilización	Preservación autigénica
	Ornamentación	Presenta lineaciones concéntricas ligeramente visibles
	Edad relativa	Albiano-Cretácico Inferior (CSI, 2019)
Sistemática (Linneo, 1731)	Reino	Animalia
	Phyllum	Mollusca
	Clase	Bivalvia
	Orden	Nucula
	Familia	Nuculidae
	Genero	Nucula
	Especie	<i>Nucula turgida</i>



Foto 18. Fm. Chúlec, calizas nodulares gris parduzcas fosilíferas de la especie *Nucula turgida*. Coordenadas E: 787984, N: 9208328.



Vista lateral

Vista superior

Vista frontal

Fuente: Benavides (1956).

Tabla 14. Clasificación sistemática de *Knemiceras syriacum*.

Ubicación (Coordenadas)	Norte	9208138
	Este	0788019
	Cota	2250
Procedencia estratigráfica	Formación	Pariatambo
	Localidad	Pampa de la Culebra
	Tipo de roca	Margas gris parduzcas intercaladas con limolitas
	Estratificación	Masivo
Fósil	Condición	Bien conservados
	Tipo de fosilización	Preservación autigénica
	Ornamentación	Costillas cóncavas
	Edad relativa	Albiano-Cretácico Inferior (CSI, 2019)
Sistemática (Linneo, 1731)	Reino	Animalia
	Phyllum	Mollusca
	Clase	Cephalopoda
	Orden	Ammonoidea
	Familia	Hoplitaceae
	Genero	Engonoceratidae
	Especie	<i>Knemiceras syriacum</i>



Foto 19. Fm. Chúllec, calizas nodulares gris parduzcas fosilíferas de la especie *Knemiceras syriacum* (Buch, 1848). E: Coordenadas 788019, N: 9208138.



Vista lateral

Vista superior

Vista frontal

Fuente: Benavides (1956).

Tabla 15. Clasificación sistemática de *Oxytropidoceras Carbonarium*.

Ubicación (Coordenadas)	Norte	9208168
	Este	0787986
	Cota	2250
Procedencia estratigráfica	Formación	Pariatambo
	Localidad	Pampa de la Culebra
	Tipo de roca	Calizas nodulosas intercalado con arcillita y margas
	Estratificación	Masivo
Fósil	Condición	Mal conservados
	Tipo de fosilización	Preservación autigénica
	Ornamentación	Presenta costillas
	Edad relativa	Albiano medio (CSI, 2019)
Sistemática (Linneo, 1731)	Reino	Animalia
	Phyllum	Mollusca
	Clase	Cephalopoda
	Orden	Ammonoidea
	Familia	Diploceatidae
	Genero	<i>Oxytropidoceras</i>
	Especie	<i>Oxytropidoceras Carbonarium</i>



Foto 20. Fm. Pariatambo, calizas gris parduzcas fosilíferas intercalada con limolitas de la especie *Oxytropidoceras carbonarium*. Coordenadas E: 787986, N: 9208168.

Fuente: Benavides (1956).

Tabla 16. Clasificación sistemática de *Oxytropidoceras Carbonarium*.

Ubicación (Coordenadas)	Norte	9208178
	Este	0788025
	Cota	2250
Procedencia estratigráfica	Formación	Pariatambo
	Localidad	Pampa de la Culebra
	Tipo de roca	Calizas nodulosas intercalado con arcillita y margas
	Estratificación	Masivo
Fósil	Condición	Mal conservados
	Tipo de fosilización	Preservación autigénica
	Fósiles asociados	Ninguno
	Edad relativa	Albiano medio (CSI, 2019)
Sistemática (Linneo, 1731)	Reino	Animalia
	Phylum	Mollusca
	Clase	Cephalopoda
	Orden	Ammonoidea
	Familia	Diploceatidae
	Genero	<i>Oxytropidoceras</i>
	Especie	<i>Oxytropidoceras Carbonarium</i>

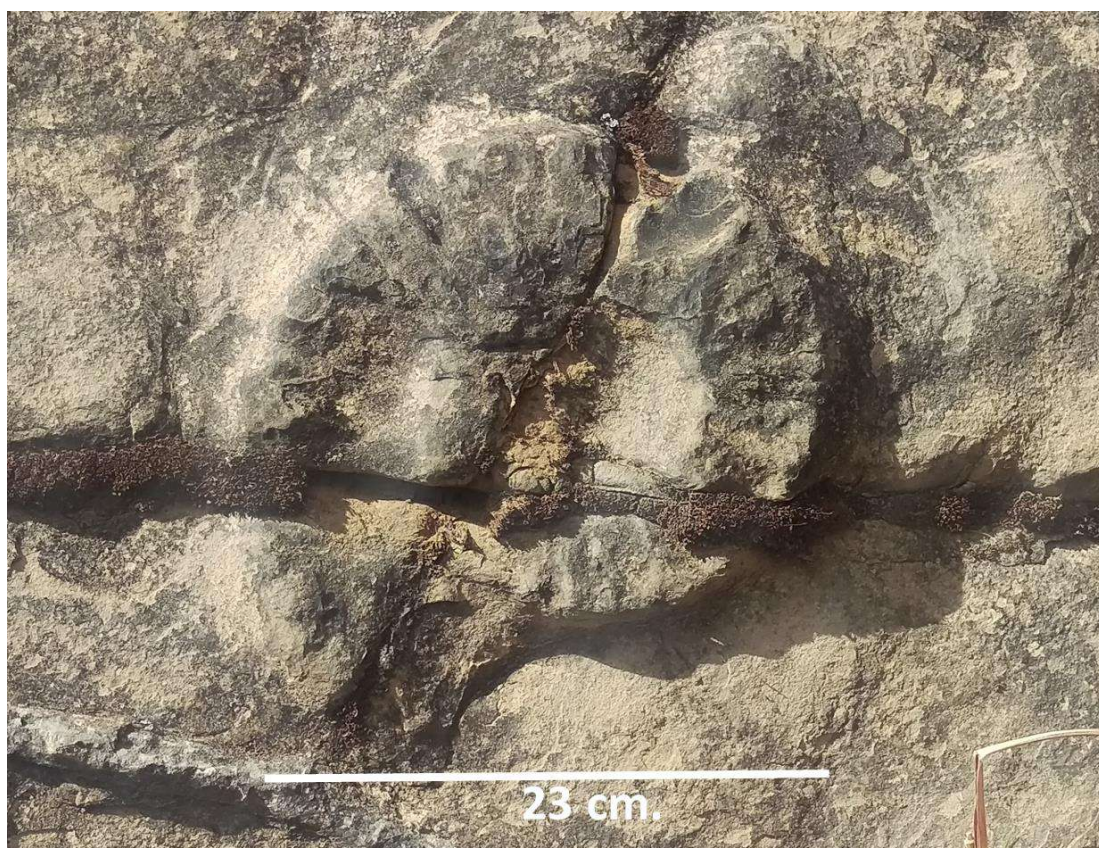


Foto 21. Fm. Pariatambo, calizas gris parduzcas fosilíferas intercalada con limolitas de la especie *Oxytropidoceras carbonarium*. Coordenadas E: 788025, N: 9208178.

Fuente: Benavides (1956).

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. LA LITO-BIOESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO CRISNEJAS EN LA PAMPA DE LA CULEBRA, POLLOC Y LA ENCAÑADA

Se caracterizó al Grupo Crisnejas perteneciente al Cretácico inferior, que consta de la Formación Chúlec y la Formación Pariatambo, identificando la base y techo de cada Formación (Ver en anexo Columna Lito-Bioestratigráfica del Grupo Crisnejas).

4.2. LAS UNIDADES LITO-BIOESTRATIGRÁFICAS

Se determinó la litología para la Formación Chúlec que consta de margas, calizas packstone fosilíferas intercaladas con arcillita y limolita, la Formación Pariatambo que consta de margas, calizas musdtone y wackstone (fosilíferas) y margas, ambas formaciones constituyen el Grupo Crisnejas (Ver en anexo 4 fichas sedimentarias).

4.3. LAS ESTRUCTURAS Y TEXTURAS SEDIMENTARIAS

Se identificó estructuras sedimentarias como estratificación sesgada y estructuras de carga en estratos de calizas en la Formación Pariatambo y texturas en calizas mudstone y wackstone (Ver en anexo Columna Lito-Bioestratigráfica del Grupo Crisnejas).

4.4. LA COLUMNA LITO-BIOESTRATIGRÁFICA Y PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL GRUPO CRISNEJAS

Se ha elaborado la columna Lito-Bioestratigráfica teniendo un espesor de 384 m. a una escala de 1100 (Ver en anexo Columna Lito-Bioestratigráfica del Grupo Crisnejas).

4.5. EL AMBIENTE Y FACIES DE SEDIMENTACIÓN

Por el tipo de roca y el registro fósil que presentan las unidades litoestratigráficas se determinó que pertenecen a un ambiente marino, teniendo una primera facie de intercalación por roca caliza nodular packstone con limolita y arcillita fosilíferas perteneciente a la Formación Chúlec; luego una segunda facie en la parte superior donde aflora calizas macizas musdtone y wackstone, una última facie en la parte superior de calizas nodulares wackstone fosilíferas perteneciente a la Formación Pariatambo. (Ver en anexo Columna Lito-Bioestratigráfica del Grupo Crisnejas).

4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Benavides (1956), considera que la Formación Chúlec presenta tres miembros: miembro inferior es de margas fosilíferas amarillentas y parduzcas, intercaladas con lechos muy gruesos de roca caliza gris oscuro fosilífera. Miembro intermedio, hay lechos gruesos de lutitas, blandas, friables, fosilíferas, parduzcas, intercaladas con lechos masivos de roca caliza y el miembro superior es de margas y rocas calizas de capa delgada, algo nodulares. En el contenido fosilífero presentan clases de Cephalopoda, Pelecypoda y Echinoidea; sin embargo en esta investigación solo pudimos encontrar fósiles de la clase Bivalvia. Para la Formación Chúlec, el miembro inferior presenta calizas nodulosas intercalado con limolita, el miembro intermedio caracterizado por rocas caliza gris con una laminación paralela al rumbo de la estratificación, margas intercaladas con limolita y arcillita calcárea y el miembro superior presenta calizas nodulosas, intercalado con arcillita. En el contenido fosilífero presentan clases de Cephalopoda y Pelecypoda; sin embargo solo pudimos hallar fósiles de la clase Cephalopoda.

Bazán (2016), determina que la Formación Pariatambo comprende tres miembros, el miembro inferior está compuesto por una intercalación rítmica de calizas bituminosas, negras y lajosas y lutitas negras, el miembro medio está compuesto por una intercalación de calizas bituminosas y lutitas negras con mayor espesor, el miembro superior está caracterizado por pequeños bancos de calizas nodulares intercaladas con lutitas negras. Sin embargo para nuestra investigación el miembro inferior presenta calizas nodulosas, calizas micríticas de grano fino intercalado con arcillita y margas, el miembro intermedio caracterizado por rocas calizas intercaladas con limolitas y el miembro superior presenta calizas nodulosas, intercalado con arcillita y margas, en estratos uniformes.

Tafur (1950), quien señala que la Formación Chúlec se superpone de manera concordante a la Formación Inca y subyace a la Formación Pariatambo; mencionamos que la Formación Chúlec es fosilífera por excelencia, estos fósiles se encuentran distribuidos en la parte baja del Albiano medio y en el Albiano inferior, por lo que a la Formación Chúlec se le correlaciona con la parte inferior de la Formación Crisnejas. Litológicamente consta de una secuencia bastante fosilífera de calizas arenosas, arcillitas calcáreas y margas, la cual es semejante a nuestra litología descrita macroscópicamente. Ésta Formación se extiende por los Andes centrales del Perú.

Torres (2014), quien concluye una predominancia de la clase Bivalvia de las especies *Tellina* sp. y *Neithea* sp., para nuestra investigación señalamos la presencia de fósiles de la clase Bivalvia y de la especie *Nucula turgida*.

Ascencio (2014), concluye que la Formación Chúlec presenta un ambiente de depositación terrígeno – marino litoral. Para nuestra investigación señalamos que se ha depositado en un ambiente sedimentario marino de poca profundidad en la zona de oxidación y abundantes fósiles y la Formación Pariatambo, en un ambiente marino de mayor profundidad y en condiciones euxínicas.

4.7. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Como hipótesis mencionamos que Las características Litológicas y Bioestratigráficas que presentan las rocas del Grupo Crisnejas, pertenecientes al Albiano, en las localidades de Pampa de la Culebra y Polloc, indican que la Formación Chúlec se ha depositado en un ambiente sedimentario marino de poca profundidad en la zona de oxidación y abundantes fósiles y la Formación Pariatambo, en un ambiente marino de mayor profundidad y en condiciones euxínicas, evidenciado por el escaso contenido fosilífero y alto contenido de materia orgánica en las rocas carbonatadas.

Contrastamos que en la Formación Chúlec, corresponde a un ambiente marino somero, por las secuencias de calizas arenosas, arcillitas calcáreas y margas, bastante fosilíferas, entre ellas del género *Exogira* y *Nucula*; en la Formación Pariatambo, correspondiente a un ambiente marino más profundo, determinado por la secuencia de arcillitas y calizas bituminosas, además de encontrar en los afloramientos de dicha formación fósiles como *Oxitropidoceras carbonarium*. Por tanto, se confirma la hipótesis inicialmente plantada en la investigación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La Lito-bioestratigrafía del Grupo Crisnejas en la Pampa de La Culebra, Polloc y La Encañada, se compone por la intercalación de calizas mudstone, wackstone y packstone fosilíferas con horizontes de margas, arcillitas calcáreas y limolitas.

La unidad Lito-Bioestratigráfica de la Formación Chúlec está caracterizado por facies de calizas packstone y margas fosilíferas de la clase bivalvia, *Nucula turgida* (Goud, 1846), cephalopoda, *Lyelliceras* sp. (Lisson, 1854); para la Formación Pariatambo, por calizas mudstone y wackstone fosilíferas con horizontes de arcillita y limolita; los fósiles pertenece a la clase cephalopoda, *Oxitropidoceras carbonarium* (Benavides, 1956), siendo éste el fósil guía de dicha Formación.

Las estructuras sedimentarias primarias son las estratificaciones laminares, estratificación sesgada y estructuras de carga; los estratos de las unidades lito estratigráficas presentan una secuencia rítmica en el miembro superior, una secuencia directa en el miembro medio y una secuencia inversa en el miembro inferior de la Formación Pariatambo, la Formación Chúlec presenta una secuencia inversa en su miembro superior, una secuencia inversa y rítmica en su miembro medio y una secuencia directa en su miembro inferior.

La columna Lito-Bioestratigráfico del Grupo Crisnejas tiene un espesor de 384 m. presentando en la parte inferior la Formación Chúlec con un espesor de 204 m. y en la parte superior la Formación Pariatambo con un espesor de 180 m.

El *Oxitropidoceras carbonarium*, fósil identificado en la Formación Pariatambo, indican un ambiente marino y una edad relativa de 109.0 - 99.6 millones de años de antigüedad perteneciente al piso Albiense– Cenomaniense.

5.2. RECOMENDACIONES

Realizar dataciones geo-cronológicas en las Formaciones Chúlec y Pariatambo para conocer con más exactitud sus edades de formación.

Realizar un estudio de isótopos de carbono, usado en la datación radiométrica, para reconstruir las condiciones climáticas y ambientales en la que se depositaron las diferentes litologías de la Formación Chúlec y Pariatambo.

Realizar estudios micropaleontológicos en secciones delgadas para la flora y fauna microfósil presente en las Formaciones del Grupo Crisnejas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASCENCIO, R. 2014. Característica estratigráfica de la Formación Chulec en la cuenca Cajamarca. Tesis para obtener el título de Ingeniero Geólogo. Universidad Nacional de Cajamarca - Perú. 66 p.
- BAZÁN, J. 2016. La Formación Pariatambo en los alrededores de Cajamarca y su relación con el evento anóxico oceánico del albiano en el Perú mediante el análisis de secciones delgadas. Universidad Nacional de Cajamarca - Perú. 132 p.
- BENAVIDES, V. 1956. Cretaceous system of northern Perú. Bulletin American Museum, Natural History. New York, Vol. 108.
- BUATOIS, L. 2002. Variaciones del nivel del mar, superficies de discontinuidad y patrones de apilamiento estratal en valles estuarinos incisos: la Arenisca Morrow en el subsuelo de Kansas. IX Reunión Argentina de sedimentología. Córdoba. 50 p.
- COE, A. 2010. Geological Field Techniques. Malaysia. Consulta: 6 de junio de 2018. <http://funnel.sfsu.edu/students/frankv/gcourses/Students/Nolen%20Brown/FIELD%20METHODS/Geological%20Field%20Techniques.pdf>. 337 p.
- ESCOBEDO, B. 2017. Estratigrafía Secuencial de la Formación Pariatambo, en la localidad de Puyllucana y Baños del Inca. Tesis para obtener el título de Ingeniero Geólogo. Universidad Nacional de Cajamarca- Perú.
- HEDBERG, H. 1980. Guía Estratigráfica Internacional. Consulta: 29 de mayo de 2018. https://books.google.com.pe/books/about/Gu%C3%ADa_estratigr%C3%A1fica_internacional.html?id=U0UM6XC38K0C&redir_esc=y. 205 p.
- LAGOS, A; QUISPE, Z. 2007. Aportes al análisis de Cuencas Sedimentarias en los Alrededores de las localidades de los Baños del Inca, Cruz Blanca, Otuzco. Distrito de Cajamarca.
- LAGOS, A., QUISPE, Z. 2008. Modelamiento estructural de los Cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Bolívar. PERUMIN. 29 Convención Minera de Arequipa.
- MEDINA, S. 2014. Estratigrafía Secuencial de la Formación Yumagual en el distrito Minero de Hualgayoc- Cajamarca.

- MOLLUSCABASE, 2019. *Nucula turgida* Gould, 1846. Accessed through: World Register of Marine Species. Recuperado el 20 de julio del 2019 de la extensión: <http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=152274> en 2019-07-25
- MAROCCO, R. 2008. *Introducción a la Estratigrafía Secuencial*. Instituto de Investigación para el Desarrollo. Lima-Perú.
- KRUMBEIN, W.; SLOSS, L. 1969. *Estratigrafía y Sedimentación*. México. Consulta: Recuperado el 10 de junio de 2018 de la extensión. https://books.google.com.pe/books?id=Phot_MmR7IwC&pg=PA179&lpg=PA179&dq=Krumbein+%26+Sloss+1969&source=bl&ots=4vujFhKDz8&sig=FpxAD OoXwrOhU9Mm7mRCTin9nmI&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwiwyefquNDcAhWO3FMKHceEAzwQ6AEwDXoECAMQAQ#v=onepage&q=Krumbein%20%26%20Sloss%201969&f=false. 778 p.
- REYES, L. 1980. Geología de los cuadrángulos de Cajamarca (15-f), San Marcos (15-g) y Cajabamba (16-g). Boletín N°31 INGEMMET.
- TAFUR, I.1950. Nota preliminar sobre la Geología de Cajamarca. Lima, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado el 26 de abril de 2016
- TARBUCK, E. 2005. *Una introducción a la Geología Física*. Madrid: Pearson Educación S.A. Consulta: 06 de mayo de 2018. <https://www.osop.com.pa/wp-content/uploads/2014/04/TARBUCK-y-LUTGENS-Ciencias-de-la-Tierra-8va-ed.-1.pdf>
- TERRONES, L. 2014. *Cajamarca, Estudio Litológico y Paleontológico de la Formación Yumagual en el Distrito de Cajamarca*. 10. Recuperado el 25 de abril de 2016
- VERA, J. 1994. *Estratigrafía principios y métodos*. Editorial Rueda. Madrid España. 133 p.
- WALTHER, J. 1892. *Facies Modelos: Respuesta a los cambios del nivel del mar*. Geology Association Canadá, Dep. Earth Soc. Mem., Universidad Newfound - Tierra, Canadá. 40 p.

ANEXOS

1. Análisis físico químicos de muestras de óxido de calcio

- 1.1. Análisis N° 1
- 1.2. Análisis N° 2
- 1.3. Análisis N° 3
- 1.4. Análisis N° 4
- 1.5. Análisis N° 5
- 1.6. Análisis N° 6
- 1.7. Análisis N° 7
- 1.8. Análisis N° 8
- 1.9. Análisis N° 9

2. Planos

- 2.1. Plano de ubicación e imagen satelital
- 2.2. Plano geológico

3. Columnas lito y bioestratigráficas

- 3.1. Columna lito y bioestratigráfica N° 1 del Grupo Crisnejas en el sector SO de Pampa de la culebra
- 3.2. Columna lito y bioestratigráfica N° 2 del Grupo Crisnejas en el sector SE de Pampa de la culebra
- 3.3. Columna lito y bioestratigráfica N° 3 del Grupo Crisnejas en el sector NO de Polloc
- 3.4. Columna lito y bioestratigráfica N° 4 del Grupo Crisnejas en el sector Chaquil
- 3.5. Columna lito y bioestratigráfica N° 5 del Grupo Crisnejas en el sector NO de La Encañada
- 3.6. Correlación lito y bioestratigráfica del Grupo Crisnejas entre las localidades de Pampa de la Culebra, Polloc y La Encañada

4. Fichas sedimentarias

- 4.1. Ficha sedimentaria de roca arcillita
- 4.2. Ficha sedimentaria de roca marga
- 4.3. Ficha sedimentaria de roca packstone
- 4.4. Ficha sedimentaria de roca mudstone
- 4.5. Ficha sedimentaria de roca wackstone

5. Bloque de fotos

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE ÓXIDO DE CALCIO

SOLICITA : OSWALDO LÓPEZ POMPA **DNI:** 46735978

TESIS : ESTUDIO LITO Y BIOESTRATIGRÁFICO DEL GRUPO CRISNEJAS ENTRE LAS LOCALIDADES DE PAMPA DE LA CULEBRA Y POLLOC – LA ENCAÑADA

PROCEDENCIA : N° 1 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR SO DE PAMPA LA CULEBRA
MUESTRA : M-1 Fm. Pariatambo

COORDENADAS : COORDENADAS UTM - WGS 84
E: 788210 N: 9207913

FECHA : 22/08/2019

I. ANALISIS QUIMICO

DETERMINACION QUIMICA	RESULTADOS
% Oxido de calcio CaO	44.90
Oxido férrico Fe ₂ O ₃	0.065
Oxido de magnesio MgO	0.630
Oxido de silicio SiO ₂	2.06
Oxido de aluminio Al ₂ O ₃	0.64
Impurezas de carbón	0.19

II. ANALISIS FISICO

DETERMINACION FISICA	RESULTADOS
Color	Pardo
Granulometría pasante en malla 100	50%
Aspecto físico	Bueno

Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis.



Ing. MSc. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE ÓXIDO DE CALCIO

SOLICITA : OSWALDO LÓPEZ POMPA **DNI:** 46735978

TESIS : ESTUDIO LITO Y BIOESTRATIGRÁFICO DEL GRUPO CRISNEJAS ENTRE LAS LOCALIDADES DE PAMPA DE LA CULEBRA Y POLLOC – LA ENCAÑADA

PROCEDENCIA : N° 1 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR SO DE PAMPA LA CULEBRA
MUESTRA : M-1 Fm. Chúlec

COORDENADAS : COORDENADAS UTM - WGS 84
E: 788210 N: 9207913

FECHA : 22/08/2019

I. ANALISIS QUIMICO

DETERMINACION QUIMICA	RESULTADOS
% Oxido de calcio CaO	46.90
Oxido férrico Fe ₂ O ₃	0.074
Oxido de magnesio MgO	0.540
Oxido de silicio SiO ₂	3.08
Oxido de aluminio Al ₂ O ₃	0.82
Impurezas de carbón	0.24

II. ANALISIS FISICO

DETERMINACION FISICA	RESULTADOS
Color	Pardo
Granulometría pasante en malla 100	50%
Aspecto físico	Bueno

Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis.



Ing. MSc. Hugo Mosqueira Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE ÓXIDO DE CALCIO

SOLICITA : OSWALDO LÓPEZ POMPA **DNI:** 46735978

TESIS : ESTUDIO LITO Y BIOESTRATIGRÁFICO DEL GRUPO CRISNEJAS ENTRE LAS LOCALIDADES DE PAMPA DE LA CULEBRA Y POLLOC – LA ENCAÑADA

PROCEDENCIA : N° 2 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR SE DE PAMPA LA CULEBRA
MUESTRA : M-2 Fm. Pariatambo

COORDENADAS : COORDENADAS UTM - WGS 84
E: 792920 N: 9208024

FECHA : 22/08/2019

I. ANÁLISIS QUÍMICO

DETERMINACION QUIMICA	RESULTADOS
% Oxido de calcio CaO	47.92
Oxido férrico Fe_2O_3	0.062
Oxido de magnesio MgO	0.730
Oxido de silicio SiO_2	1.06
Oxido de aluminio Al_2O_3	0.70
Impurezas de carbón	0.30

II. ANÁLISIS FÍSICO

DETERMINACION FISICA	RESULTADOS
Color	Pardo
Granulometría pasante en malla 100	50%
Aspecto físico	Bueno

Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis.



Ing. Nilsa Hugo Mosqueira Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE ÓXIDO DE CALCIO

SOLICITA : OSWALDO LÓPEZ POMPA **DNI:** 46735978

TESIS : ESTUDIO LITO Y BIOESTRATIGRÁFICO DEL GRUPO CRISNEJAS ENTRE LAS LOCALIDADES DE PAMPA DE LA CULEBRA Y POLLOC – LA ENCAÑADA

PROCEDENCIA : N° 2 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR SE DE PAMPA LA CULEBRA
MUESTRA : M-2 Fm. Chúlec.

COORDENADAS : COORDENADAS UTM - WGS 84
E: 792920 N: 9208024

FECHA : 22/08/2019

I. ANALISIS QUIMICO

DETERMINACION QUIMICA	RESULTADOS
% Oxido de calcio CaO	42.90
Oxido férrico Fe_2O_3	0.077
Oxido de magnesio MgO	0.640
Oxido de silicio SiO_2	2.51
Oxido de aluminio Al_2O_3	0.99
Impurezas de carbón	0.35

II. ANALISIS FISICO

DETERMINACION FISICA	RESULTADOS
Color	Pardo
Granulometría pasante en malla 100	50%
Aspecto físico	Bueno

Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis.



Ing. MSc. Hugo Mosquera Estrayer
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE ÓXIDO DE CALCIO

SOLICITA : OSWALDO LÓPEZ POMPA **DNI:** 46735978

TESIS : ESTUDIO LITO Y BIOESTRATIGRÁFICO DEL GRUPO CRISNEJAS ENTRE LAS LOCALIDADES DE PAMPA DE LA CULEBRA Y POLLOC – LA ENCAÑADA

PROCEDENCIA : N° 3 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR NO DE POLLOC

MUESTRA : M-3 Fm. Pariatambo

COORDENADAS : COORDENADAS UTM - WGS 84
E: 793987 N: 9210532

FECHA : 22/08/2019


I. ANALISIS QUIMICO

DETERMINACION QUIMICA	RESULTADOS
% Oxido de calcio CaO	51.00
Oxido férrico Fe_2O_3	0.067
Oxido de magnesio MgO	0.240
Oxido de silicio SiO_2	3.78
Oxido de aluminio Al_2O_3	0.77
Impurezas de carbón	0.42

II. ANALISIS FISICO

DETERMINACION FISICA	RESULTADOS
Color	Pardo
Granulometría pasante en malla 100	50%
Aspecto físico	Bueno

Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis.



Ing. MSc. Hugo Mosqueira Estrover
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE ÓXIDO DE CALCIO

SOLICITA : OSWALDO LÓPEZ POMPA **DNI:** 46735978

TESIS : ESTUDIO LITO Y BIOESTRATIGRÁFICO DEL GRUPO CRISNEJAS ENTRE LAS LOCALIDADES DE PAMPA DE LA CULEBRA Y POLLOC – LA ENCAÑADA

PROCEDENCIA : N° 3 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR NO DE POLLOC

MUESTRA : M-3 Fm. Chúlec.

COORDENADAS : COORDENADAS UTM - WGS 84
E:793987 N:9210532

FECHA : 22/08/2019

I. ANALISIS QUIMICO

DETERMINACION QUIMICA	RESULTADOS
% Oxido de calcio CaO	49.00
Oxido férrico Fe_2O_3	0.077
Oxido de magnesio MgO	0.630
Oxido de silicio SiO_2	5.51
Oxido de aluminio Al_2O_3	0.81
Impurezas de carbón	0.43

II. ANALISIS FISICO

DETERMINACION FISICA	RESULTADOS
Color	Pardo
Granulometría pasante en malla 100	50%
Aspecto físico	Bueno

Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis.



Ing. MSc. Hugo Mosqueira Estrayer
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE ÓXIDO DE CALCIO

SOLICITA : OSWALDO LÓPEZ POMPA **DNI:** 46735978

TESIS : ESTUDIO LITO Y BIOESTRATIGRÁFICO DEL GRUPO CRISNEJAS ENTRE LAS LOCALIDADES DE PAMPA DE LA CULEBRA Y POLLOC – LA ENCAÑADA

PROCEDENCIA : N° 4 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR CHAQUIL

MUESTRA : M-4 Fm. Pariatambo

COORDENADAS : COORDENADAS UTM - WGS 84
E:790967 N:9212028

FECHA : 22/08/2019

I. ANALISIS QUIMICO

DETERMINACION QUIMICA	RESULTADOS
% Oxido de calcio CaO	48.02
Oxido férrico Fe_2O_3	0.055
Oxido de magnesio MgO	0.330
Oxido de silicio SiO_2	3.22
Oxido de aluminio Al_2O_3	0.71
Impurezas de carbón	0.40

II. ANALISIS FISICO

DETERMINACION FISICA	RESULTADOS
Color	Pardo
Granulometría pasante en malla 100	50%
Aspecto físico	Bueno

Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis.



Ing. MSc. Hugo Mosqueira Estrayer
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE ÓXIDO DE CALCIO

SOLICITA : OSWALDO LÓPEZ POMPA **DNI:** 46735978

TESIS : ESTUDIO LITO Y BIOESTRATIGRÁFICO DEL GRUPO CRISNEJAS ENTRE LAS LOCALIDADES DE PAMPA DE LA CULEBRA Y POLLOC – LA ENCAÑADA.

PROCEDENCIA : N° 4 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR CHAQUIL

MUESTRA : M-4 Fm. Chúlec.

COORDENADAS : COORDENADAS UTM - WGS 84
E: 790967 N: 9212028

FECHA : 22/08/2019

I. ANALISIS QUIMICO

DETERMINACION QUIMICA	RESULTADOS
% Oxido de calcio CaO	51.00
Oxido férrico Fe_2O_3	0.062
Oxido de magnesio MgO	0.890
Oxido de silicio SiO_2	6.57
Oxido de aluminio Al_2O_3	0.92
Impurezas de carbón	0.24

II. ANALISIS FISICO

DETERMINACION FISICA	RESULTADOS
Color	Pardo
Granulometría pasante en malla 100	50%
Aspecto físico	Bueno

Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis



Ing. MSc. Hugo Mosqueira Estrover
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE ÓXIDO DE CALCIO

SOLICITA : OSWALDO LÓPEZ POMPA **DNI:** 46735978

TESIS : ESTUDIO LITO Y BIOESTRATIGRÁFICO DEL GRUPO CRISNEJAS ENTRE LAS LOCALIDADES DE PAMPA DE LA CULEBRA Y POLLOC – LA ENCAÑADA.

PROCEDENCIA : N° 5 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR NO DE LA ENCAÑADA

MUESTRA : M-5 Fm. Pariatambo

COORDENADAS : COORDENADAS UTM - WGS 84
E:790967 N:9212028

FECHA : 22/08/2019

I. ANALISIS QUIMICO

DETERMINACION QUIMICA	RESULTADOS
% Oxido de calcio CaO	49.99
Oxido férrico Fe_2O_3	0.034
Oxido de magnesio MgO	0.660
Oxido de silicio SiO_2	4.11
Oxido de aluminio Al_2O_3	0.83
Impurezas de carbón	0.60

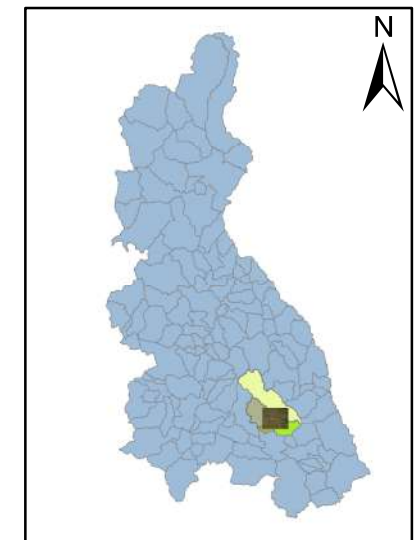
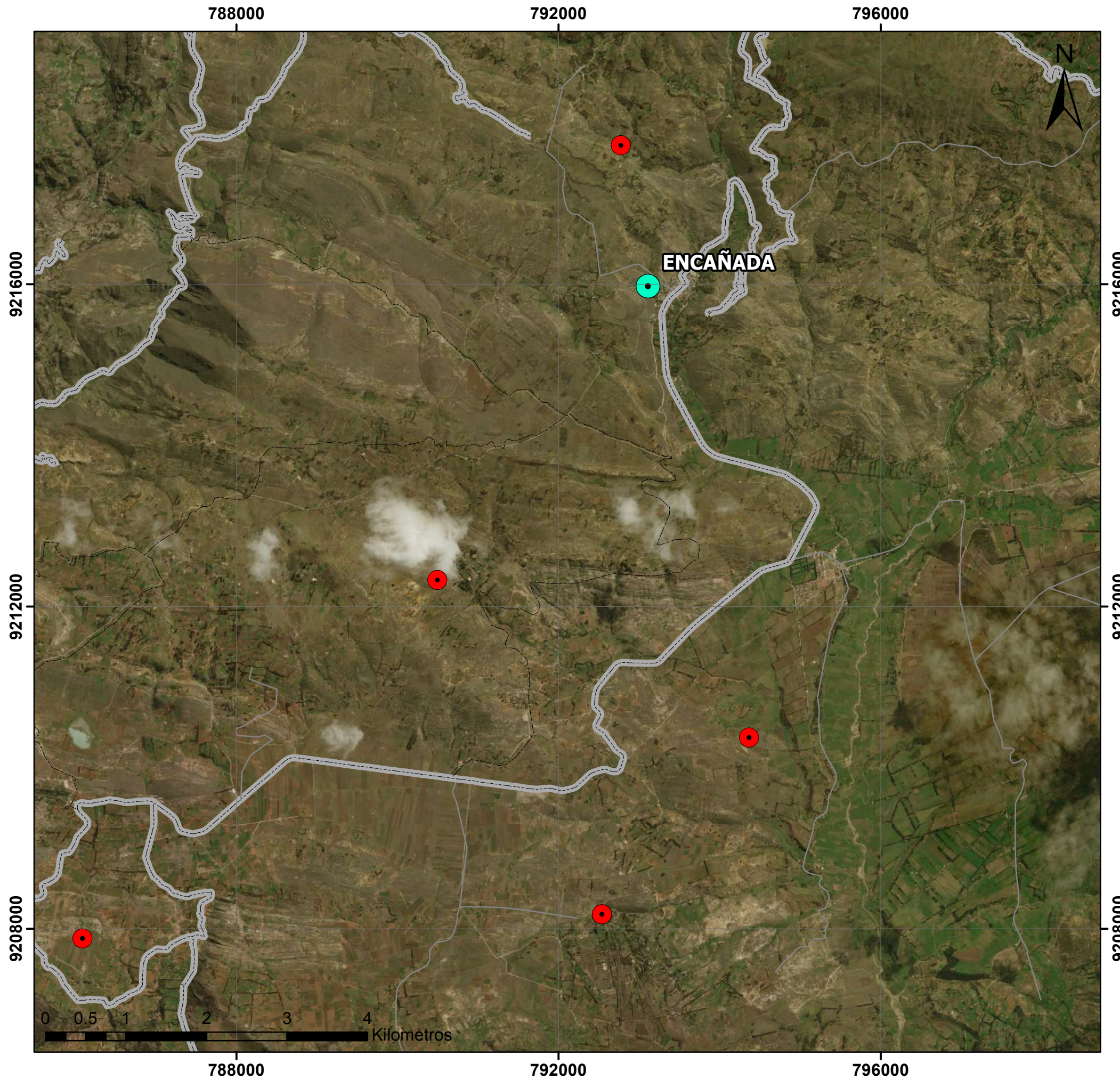
II. ANALISIS FISICO

DETERMINACION FISICA	RESULTADOS
Color	Pardo
Granulometría pasante en malla 100	50%
Aspecto físico	Bueno

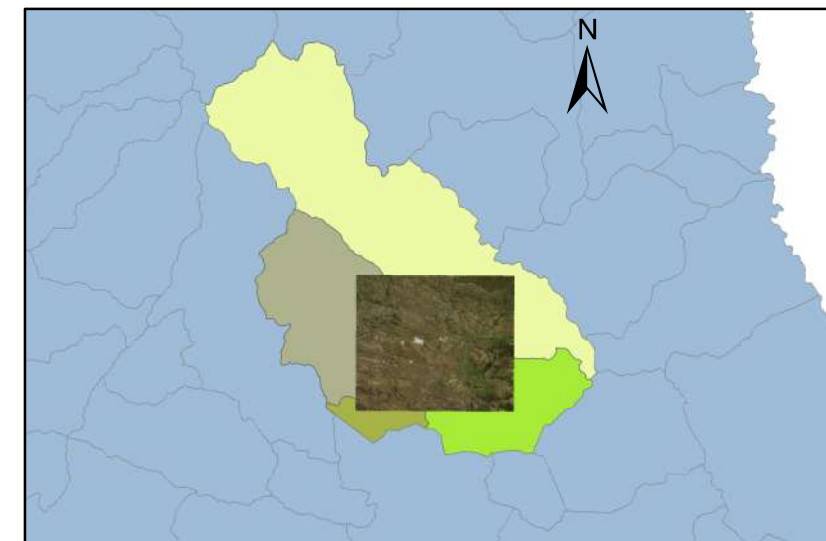
Nota: la muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado para su respectivo análisis.



Ing. MSc. Hugo Mosqueira Estróver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



Departamento de Cajamarca



Districtos de La Encañada, Llacanora, Los Baños del Inca, Namora.

SIMBOLOGÍA

- Puntos de control
- C.P. La Encañada
- Afirmado
- - - Sin afirmar
- Trocha carrozable

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
 Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica

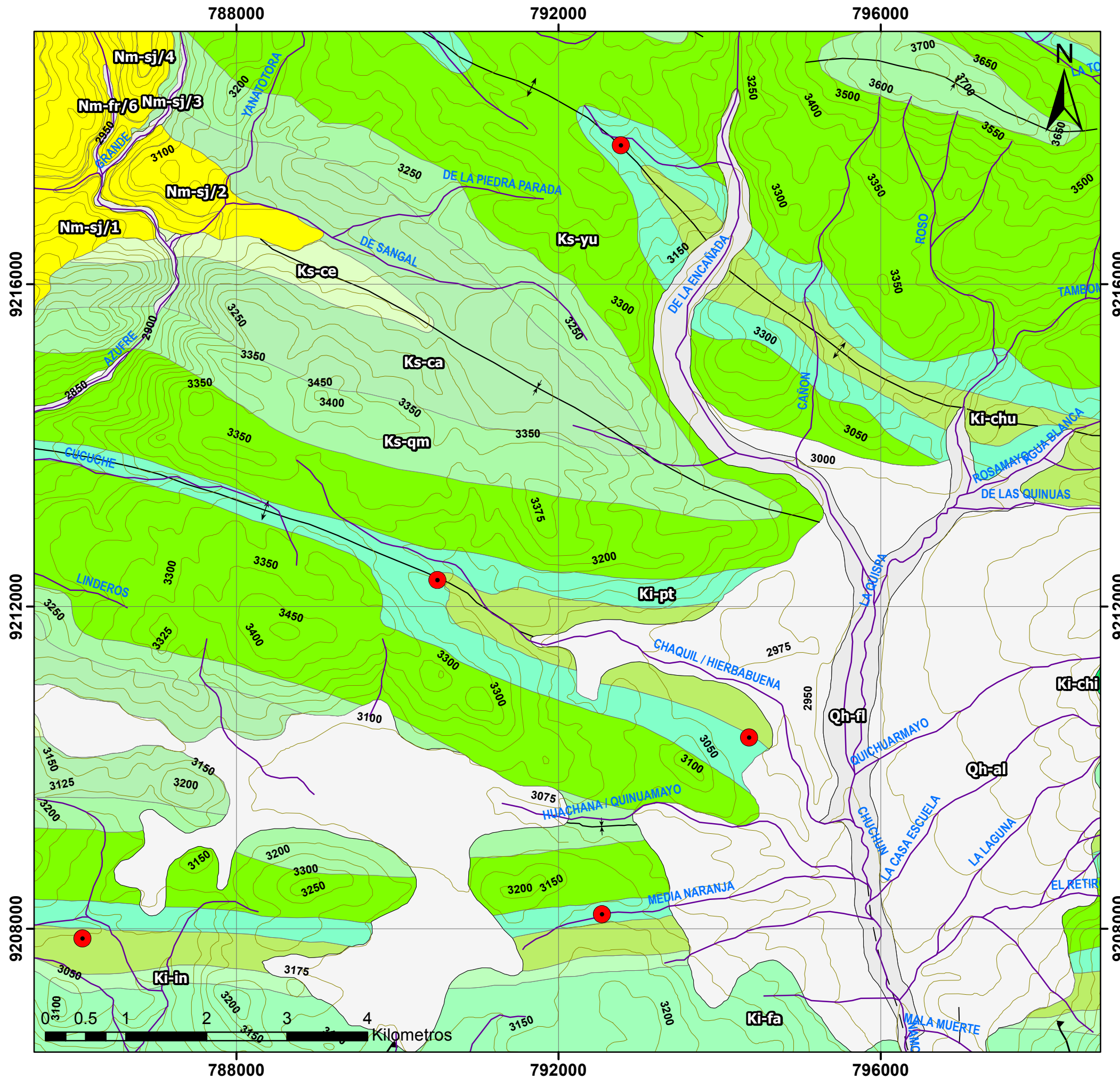


TESIS: ESTUDIO LITO Y BIOESTRATIGRÁFICO DEL GRUPO CRISNEJAS ENTRE LAS LOCALIDADES DE PAMPA DE LA CULEBRA Y POLLOC - LA ENCAÑADA

PLANO: Sate lital
 TESISTA: Bach. Oswaldo López Pompa
 ASESOR: Dr. Claudio Alejandro Lagos Manrique



DATUM: UTM-WGS 84 ESCALA: 1/50 000 FECHA: 18/03/2021 PLANO N°: 01



LEYENDA					
Eratema	Sistema	Serie	Unidad litoestratigráfica		
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	DEPÓSITOS ALUVIALES	Qh-al	
			DEPÓSITOS FLUVIALES	Qh-fl	
	NEÓGENO	MIOCENO	GRUPO CALIPUY	Nm-ca	
MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	FORMACIÓN CELENDÍN	Ks-ce	
			FORMACIÓN CAJAMARCA	Ks-ca	
			GRUPO QUILQUIÑÁN-MUJARRÚN	Ks-qm	
			FORMACIÓN YUMAGUAL	Ks-yu	
			FORMACIÓN PARIATAMBO	Ki-pt	
	INFERIOR	CRETÁCICO	FORMACIÓN CHÚLEC	Ki-chu	
			FORMACIÓN INCA	Ki-i	
			FORMACIÓN FARRAT	Ki-f	
			FORMACIÓN CARHUÁZ	Ki-ca	
			FORMACIÓN SANTA	Ki-s	
			FORMACIÓN CHIMÚ	Ki-chi	



























SIMBOLOGÍA	
	Puntos de control
	Drenajes
	Curvas de nivel
	Falla inversa
	Falla inferida
	Anticlinal
	Sinclinal
	Anticlinal volcado

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica			
TESIS: ESTUDIO LITO Y BIOESTRATIGRÁFICO DEL GRUPO CRISNEJAS ENTRE LAS LOCALIDADES DE PAMPA DE LA CULEBRA Y POLLOC - LA ENCAÑADA			
PLANO: Geológico			
TESISTA: Bach. Oswaldo López Pompa			
ASESOR: Dr. Claudio Alejandro Lagos Manrique			
DATUM: UTM-WGS 84	ESCALA: 1/50 000	FECHA: 18/03/2021	PLANO N°: 02

COLUMNA LITO Y BIOESTRATIGRÁFICA N° 1 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR SO DE PAMPA LA CULEBRA

**COORDENADAS
UTM WGS-84**












E: 788810
N: 9207913

ERA	PERÍODO	ÉPOCA	EDAD	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	MIEMBRO	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURAS Y FÓSILES	SECUENCIA	TERRÍGENOS (%)	CONTENIDO DE CaO (%)	AMBIENTE
							mud wacke pack grain rud & bound Clay Silt Vf f m c c Gran pebb cobbl bould						
MESOZOÍCA	CRETÁCICO	INFERIOR	ALBIANO	GRUPO CRISNEJAS	FORMACIÓN PARIATAMBO	SUPERIOR	92	Intercalaciones de arcillitas grises con calizas wackstone en una secuencia rítmica de estratos, presentando además estratificaciones de carga con nódulos y amonites 	  			44.9 %	MARINO
					SUPERIOR	48	Intercalaciones de calizas nodulares con arcillitas arenosas en una secuencia rítmica de estratos. 	  			46.9 %		
					INTERMEDIO	89	Intercalaciones de arcillitas calcáreas de gran espesor con calizas fosilíferas en una secuencia directa e inversa de estratos, presentando además estratificación sesgada y ondulada con presencia de amonites en las calizas. 	   	  		46.9 %		
					INFERIOR	67	Intercalaciones de calizas packstone con calizas limosas en una secuencia directa de estratos. 		 		46.9 %		

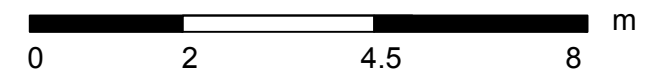
LEYENDA

 Calizas Wackstone	 Arcillitas Grises	 Calizas Nodulares
 Calizas Packstone	 Arcillitas Calcáreas	 Arcillitas Arenosas
 Calizas Limosas	 Calizas Fosilíferas	

SIMBOLOGÍA

 Estratificación Sesgada	 Ammonite
 Estratificación Paralela	 Bivalvo
 Estratificación Ondulada	 Nódulos
 Secuencia Inversa	 Estructura de Carga
 Secuencia Rítmica	 Secuencia Directa
 Cantidad de terrígenos (%)	

ESCALA VERTICAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



COLUMNA LITO Y BIOESTRATIGRÁFICA N° 1 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR SO DE PAMPA LA CULEBRA

ASESOR : Dr. LAGOS MANRIQUE, Alejandro

TESISTA : LOPEZ POMPA, Oswaldo

ESCALA: 1/1400 FECHA: Cajamarca, junio del 2020

COLUMNA LITO Y BIOESTRATIGRÁFICA N° 2 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR SE DE PAMPA LA CULEBRA

**COORDENADAS
UTM WGS-84**

E: 792920
N: 9208024

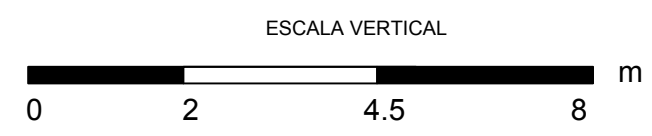
ERA	PERÍODO	ÉPOCA	EDAD	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	MIEMBRO	ESPESOR (m)	LITOLÓGIA	LIMESTONES	DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURAS Y FÓSILES	SECUENCIA	TERRÍGENOS (%)	CONTENIDO DE CaO (%)	AMBIENTE			
								Clay mud Silt wacke Vf pack n c vc Gran pabb cob bould				25 50 75					
MESOZOÍCA	CRETÁCICO	INFERIOR	ALBIANO	GRUPO CRISNEJAS	FORMACIÓN PARIATAMBO		INTERMEDIO	70		Intercalaciones de arcillitas parduzcas con margas grises, presentando además estratificación sesgada.		⊕		47.92 %	MARINO		
					INFERIOR	50		Intercalaciones de calizas grises con arcillitas bituminosas en una secuencia rítmica.		⊕	⊕						
					FORMACIÓN CHÚLEC		INTERMEDIO	104		Intercalaciones de arcillitas calcáreas de gran espesor con calizas fosilíferas en una secuencia directa e inversa de estratos, presentando además estratificación ondulada con presencia de Bivalvos.		⊕	⊕				42.9 %
					INFERIOR	81		Intercalaciones de calizas packstone con calizas limosas en una secuencia directa de estratos, presentando además estratificación paralela y ondulada.		⊕	⊕						

LEYENDA

	Margas Grises		Arcillitas Parduzcas		Calizas Grises
	Calizas Packstone		Arcillitas Calcáreas		Arcillitas Bituminosas
	Calizas Limosas		Calizas Fosilíferas		

SIMBOLOGÍA

	Estratificación Paralela		Bivalvo
	Estratificación Sesgada		Ammonite
	Estratificación Ondulada		Nódulos
	Secuencia Inversa		Estructura de Carga
	Secuencia Rítmica		Secuencia Directa
	Cantidad de terrígenos (%)		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

COLUMNA LITO Y BIOESTRATIGRÁFICA N° 2 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR SE DE PAMPA LA CULEBRA

ASESOR : Dr. LAGOS MANRIQUE, Alejandro
TESISTA : LOPEZ POMPA, Oswaldo
ESCALA: 1/1400 FECHA: Cajamarca, junio del 2020

COLUMNA LITO Y BIOESTRATIGRÁFICA N° 3 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR NO DE POLLOC

**COORDENADAS
UTM WGS-84**

E: 793987
N: 9210532

ERA	PERÍODO	ÉPOCA	EDAD	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	MIEMBRO	ESPESOR (m)	LITOLÓGIA	LIMESTONES								DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURAS Y FÓSILES	SECUENCIA	TERRÍGENOS (%)	CONTENIDO DE CaO (%)	AMBIENTE					
								Clay	Silt	Vf	wacke	pack	grain	rud	bound							Gran	pebb	cobb	bould	
MESOZOICA	CRETÁCICO	INFERIOR	ALBIANO	GRUPO CRISNEJAS	FORMACIÓN PARIATAMBO	SUPERIOR	82														Intercalaciones de arcillitas grises con calizas wackstone en una secuencia inversa de estratos, presentando además estratificaciones de carga y nódulos con presencia de amonites.		◀	51%	MARINO	
					INTERMEDIO	77																Intercalaciones de arcillitas parduzcas con margas grises en una secuencia directa de estratos, presentando además estratificación sesgada y de carga.		▶		
					FORMACIÓN CHÚLEC	INTERMEDIO	130																Intercalaciones de arcillitas calcáreas con calizas fosilíferas en una secuencia rítmica y directa de estratos, presentando además estratificación ondulada y paralela con presencia de Bivalvos.			▶

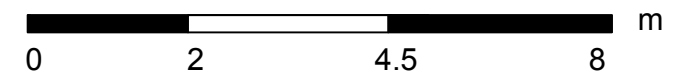
LEYENDA

	Margas Grises		Arcillitas Parduzcas
	Calizas Wackstone		Arcillitas Grises
	Calizas Limosas		Calizas Fosilíferas

SIMBOLOGÍA

	Estratificación Sesgada		Ammonite
	Estratificación Paralela		Bivalvo
	Estratificación Ondulada		Nódulos
	Secuencia Inversa		Estructura de Carga
	Secuencia Rítmica		Secuencia Directa
	Cantidad de terrígenos (%)		

ESCALA VERTICAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

COLUMNA LITO Y BIOESTRATIGRÁFICA N° 3
DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR NO DE
POLLOC

ASESOR : Dr. LAGOS MANRIQUE, Alejandro
TESISTA : LOPEZ POMPA, Oswaldo
ESCALA: 1/1400 FECHA: Cajamarca, junio del 2020

COLUMNA LITO Y BIOESTRATIGRÁFICA N° 4 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR CHAQUIL

COORDENADAS
UTM WGS-84

E: 790967
N: 9212028

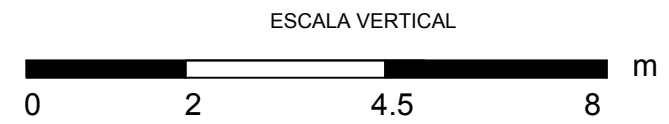
ERA	PERÍODO	ÉPOCA	EDAD	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	MIEMBRO	ESPESOR (m)	LITOLÓGIA	LIMESTONES							DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURAS Y FÓSILES	SECUENCIA	TERRÍGENOS (%)	CONTENIDO DE CaO (%)	AMBIENTE								
								Clay	Silt	Yr	m	fc	vc	Gran							pebb	rud &	bound					
MESOZOÍCA	CRETÁCICO	INFERIOR	ALBIANO	GRUPO CRISNEJAS	FORMACIÓN PARIATAMBO	INTERMEDIO	62											Intercalaciones de arcillitas con margas grises en una secuencia rítmica, presentando además estratificación sesgada y paralela.		└		Blue bar						
					INFERIOR	94													Intercalaciones de calizas grises con arcillitas bituminosas en una secuencia directa de estratos, presentando además estratificación paralela, de carga y sesgada acompañado de amonites en la base.		└		○	⊙	Red triangle		48.02 %	
					SUPERIOR	135															Intercalaciones de calizas nodulares con arcillitas arenosas en la base del miembro y en la parte superior intercalación de arcillitas arenosas con margas blanquecinas en una secuencia inversa y rítmica de estratos, presentando además estratificación paralela con nódulos y bivalvos en las arcillitas.		○	○	○	⊙	Blue bar	Blue triangle
				FORMACIÓN CHÚLEC																○	○	○	⊙	Blue triangle	Orange bar			

LEYENDA

	Margas Grises		Arcillitas Parduzcas		Calizas Grises
	Margas Blanquecinas		Arcillitas Arenosas		Arcillitas Bituminosas
	Calizas Nodulares				

SIMBOLOGÍA

	Estratificación Sesgada		Ammonite
	Estratificación Paralela		Bivalvo
	Estratificación Ondulada		Nódulos
	Secuencia Inversa		Estructura de Carga
	Secuencia Rítmica		Secuencia Directa
	Cantidad de terrigenos (%)		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

COLUMNA LITO Y BIOESTRATIGRÁFICA N° 4 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR CHAQUIL

ASESOR : Dr. LAGOS MANRIQUE, Alejandro
TESISTA : LOPEZ POMPA, Oswaldo
ESCALA: 1/1400 FECHA: Cajamarca, junio del 2020

COLUMNA LITO Y BIOESTRATIGRÁFICA N° 5 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR NO DE LA ENCAÑADA

ERA	PERÍODO	ÉPOCA	EDAD	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	MIEMBRO	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	LIMESTONES										DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURAS Y FÓSILES	SECUENCIA	TERRÍGENOS (%)	CONTENIDO DE CaO (%)	AMBIENTE											
								Clay	Silt	Vf	f	m	c	vc	Gran	pebb	cobb							bould	mud	wacke	pack	grain	rud & bound					
MESOZOICO	CRETÁCICO	INFERIOR	ALBIANO	GRUPO CRISNEJAS	FORMACIÓN PARIATAMBO	SUPERIOR	49.5																		Intercalaciones de arcillitas grises y calizas wackstone con secuencia rítmica.		○ ○ ○ ○			49.99 %	MARINO			
						INTERMEDIO	53.5																					Intercalaciones de margas grises y arcillitas parduzcas con secuencia directa						
						INFERIOR	77																									Intercalaciones de calizas grises y arcillitas bitumionosas con secuencia inversa.		○ ○ ○ ○

COORDENADAS UTM WGS-84 E: 790967 N: 9212028

LEYENDA			
	Calizas Grises		Arcillitas Bituminosas
	Calizas Wackstone		Arcillitas Grises
	Arcillitas Parduzcas		Margas Grises

SIMBOLOGÍA			
	Estratificación Sesgada		Ammonite
	Estratificación Paralela		Nódulos
	Secuencia Inversa		Estructura de Carga
	Secuencia Rítmica		Cantidad de terrígenos (%)
	Secuencia Directa		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA	
COLUMNA LITO Y BIOESTRATIGRÁFICA N° 5 DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL SECTOR NO DE LA ENCAÑADA	
ASESOR : Dr. LAGOS MANRIQUE, Alejandro	
TESISTA : LOPEZ POMPA, Oswaldo	
ESCALA: 1/850	FECHA: Cajamarca, junio del 2020

**COLUMNA LITO Y BIOESTRATIGRÁFICA N° 3
DEL GRUPO CRISNEJAS EN EL
SECTOR NO DE POLLOC**
COORDENADAS UTM - WGS 84
E:793987
N:9210532



Fósil: Nuclea Turgida



Afloramiento: Margas blancuecinas con calizas nodulares



Fósil: Oxitropidoceras Carbonarium



Afloramiento: Calizas grises con arcillitas bituminosas



Afloramiento: Arcillitas grises con calizas wackstone

**COLUMNA LITO Y BIOESTRATIGRÁFICA N° 2
DEL GRUPO CRISNEJAS
EN EL SECTOR SE DE PAMPA LA CULEBRA**

COORDENADAS UTM - WGS 84
E:792920
N:9208024

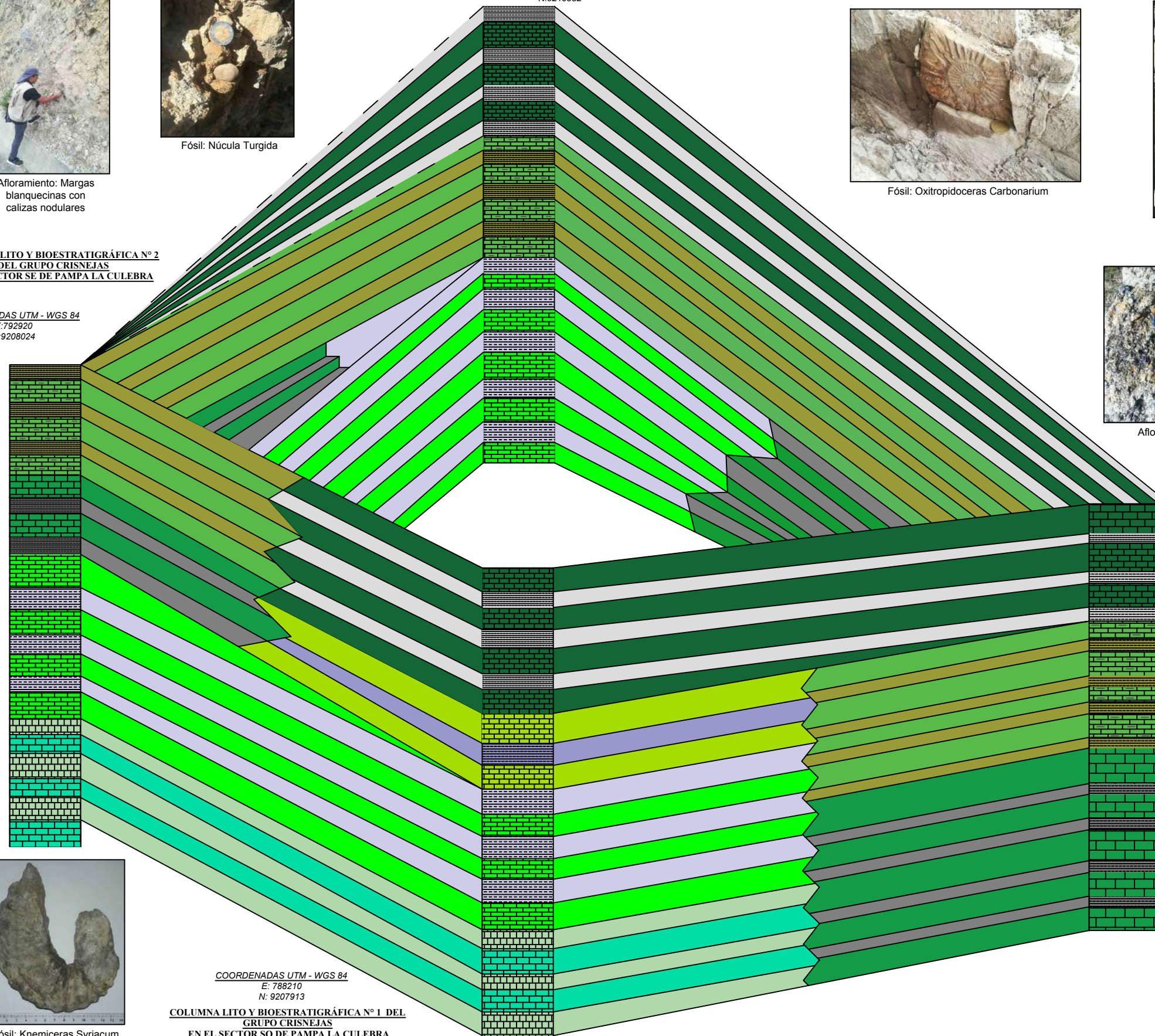


Afloramiento: Calizas packstone



Afloramiento: Arcillitas calcáreas y calizas fosilíferas

**COLUMNA LITO Y BIOESTRATIGRÁFICA N° 4
DEL GRUPO CRISNEJAS
EN EL SECTOR NO DE LA ENCAÑADA**
COORDENADAS UTM - WGS 84
E:793052
N:9217641



LEYENDA

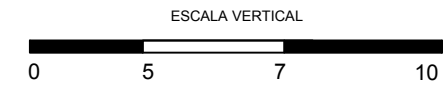
Margas Grises	Arcillitas Parduzcas	Calizas Grises	Calizas Wackstone
Margas Blanquecinas	Arcillitas Arenosas	Arcillitas Bituminosas	Calizas Masivas
Calizas Nodulares	Calizas Limosas	Calizas Fosilíferas	Arcillitas Grises
Arcillitas Calcáreas			



Fósil: Knemiceras Syriacum

COORDENADAS UTM - WGS 84
E: 788210
N: 9207913

**COLUMNA LITO Y BIOESTRATIGRÁFICA N° 1 DEL
GRUPO CRISNEJAS
EN EL SECTOR SO DE PAMPA LA CULEBRA**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA


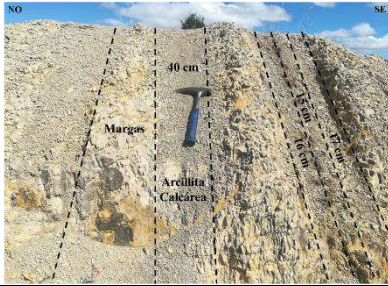
CORRELACIÓN LITO Y BIOESTRATIGRÁFICA DEL GRUPO CRISNEJAS ENTRE LAS LOCALIDADES DE PAMPA DE LA CULEBRA Y POLLOC - LA ENCAÑADA

ASESOR : Dr. LAGOS MANRIQUE, Alejandro
TESISTA : LOPEZ POMPA, Oswaldo

ESCALA: 1/2850 FECHA: Cajamarca, junio del 2020



Para el presente estudio se utilizó los formatos de clasificación de rocas sedimentarias de Arapa V. (2019).

Tabla 4.1. Ficha sedimentaria de roca arcillita

FORMATO DE CLASIFICACIÓN DE ROCAS NO CLASTICAS				
Fecha: 25/08/2020	Coordenadas	N: 9209146		
N° Muestra: 01		E: 0782519		
N°Carta: 15-g	DATUM: WGS84			
Nombre de la Carta: San Marcos	Región: Cajamarca			
Localidad: Pampa de la Culebra	Nombre de la Roca: ARCILLITAS			
I.ASPECTOS GENERALES				
Color de sup. intemperizada: Gris oscuro				
Color de sup. fresca: Gris verdoso				
Brillo: mate				
Dureza: 3				
Porosidad: Si Presenta				
Raya: Blanca				
Fractura: Irregular				
Reacción con HCL: SI				
II.ELEMENTOS TEXTURALES Y ESTRUCTURALES				
Clasificación petrogenética: No clástica				
Fábrica: Organógena				
cementante y/o matriz: Matriz Calcárea				
componentes : Granos cubiertos (Coated Grains)				
Elementos Texturales: -----				
Tamaño de grano: 0.25				
Estructuras primarias: Estrato				
Estructuras Secundarias: Fracturas				
Distancia de afloramiento: 51 m.				
Unidad estratigráfica: Formación Pariatambo				
Edad: Cretáceo Inferior	Morfología y distribución: -----			
III.COMPOSICIÓN (%)				
Componentes esqueléticos :	Ambiente de depósito: Marino			
Granos cubiertos(Coated Grains): 5%	Observaciones:			
Litoclasto Intraclasto :-----	Qz:-----			
Litoclasto Extraclasto : 1%	Feldespatos:-----			
Peloides y Pellets :-----	Pirita:-----			
Granos Compuestos :-----	Fragmento de Roca:2%			
Glauconita :-----	Ox.de fe: 2%			
Adaptado por: OSWALDO LÓPEZ POMPA	Ox de Mn:-----			
	Otros: Calcita: 5%, Matriz Calcárea 85%			

Fuente: Arapa V. (2019)

Tabla 4.2. Ficha sedimentaria de roca marga

FORMATO DE CLASIFICACIÓN DE ROCAS NO CLASTICAS				
Fecha: 25/08/2020	Coordenadas	N: 9209146		
N° Muestra: 02		E: 0782519		
N°Carta: 15-g	DATUM: WGS84			
Nombre de la Carta: San Marcos	Región: Cajamarca			
Localidad: Pampa de la Culebra	Nombre de la Roca: MARGAS			
I.ASPECTOS GENERALES				
Color de sup. intemperizada: Gris oscuro				
Color de sup. fresca: Gris verdoso				
Brillo: mate				
Dureza: 3				
Porosidad: Si Presenta				
Raya: Blanca				
Fractura: Irregular				
Reacción con HCL: SI				
II.ELEMENTOS TEXTURALES Y ESTRUCTURALES				
Clasificación petrogenética: No clástica				
Fábrica: Organógena				
cementante y/o matriz: Matriz Calcárea				
componentes : Granos cubiertos (Coated Grains)				
Elementos Texturales: -----				
Tamaño de grano: 0.25				
Estructuras primarias: Estrato				
Estructuras Secundarias: Fracturas				
Distancia de afloramiento: 51 m.				
Unidad estratigráfica: Formación Pariatambo				
Edad: Cretáceo Inferior	Morfología y distribución: -----			
III.COMPOSICIÓN (%)	Ambiente de depósito: Marino			
Componentes esqueléticos : -----	Observaciones:			
Granos cubiertos(Coated Grains): 4%	Qz:-----			
Litoclasto Intraclasto :-----	Feldespatos:-----			
Litoclasto Extraclasto : 2%	Pirita:-----			
Peloides y Pellets :-----	Fragmento de Roca:2%			
Granos Compuestos :-----	Ox.de fe: 2%			
Glaucionita :-----	Ox de Mn:-----			
Adaptado por: OSWALDO LÓPEZ POMPA	Otros: Calcita: 5%, Matriz Calcárea 85%			

Fuente: Arapa V. (2019)

Tabla 4.3. Ficha sedimentaria de roca caliza packstone

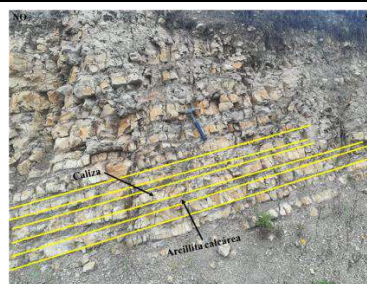
FORMATO DE CLASIFICACIÓN DE ROCAS NO CLASTICAS		
Fecha: 25/08/2020	Coordenadas	N: 9208257
N° Muestra: 03		E: 788015
N°Carta: 15-g	DATUM: WGS84	
Nombre de la Carta: San Marcos	Región: Cajamarca	
Localidad:	Nombre de la Roca: CALIZA PACKSTONE	
I.ASPECTOS GENERALES		
Color de sup. intemperizada: Gris oscuro		
Color de sup. fresca: Gris verdoso		
Brillo: mate		
Dureza: 4-5		
Porosidad: Si Presenta		
Raya: Blanca		
Fractura: Irregular		
Reacción con HCL: SI		
II.ELEMENTOS TEXTURALES Y ESTRUCTURALES		
Clasificación petrogenética: No clástica		
Fábrica: Organógena		
cementante y/o matriz: Matriz Calcárea		
componentes : Bioclastos		
Elementos Texturales: Lodo calcáreo		
Tamaño de grano: 0.25		
Estructuras primarias: Estrato		
Estructuras Secundarias: Fracturas		
Distancia de afloramiento: 24 m.		
Unidad estratigráfica: Formación Chulec		
Edad: Cretáceo Inferior		
III.COMPOSICIÓN (%)		
Componentes esqueléticos : Fósiles 10%		Morfología y distribución: -----
Granos cubiertos(Coated Grains): 2%		Ambiente de depósito: Marino
Litoclasto Intraclasto :-----		Observaciones:
Litoclasto Extraclasto :		Qz:-----
Peloides y Pellets :-----		Feldespato:-----
Granos Compuestos :-----		Pirita:-----
Glauconita :-----		Fragmento de Roca:2%
Adaptado por: OSWALDO LÓPEZ POMPA		Ox.de fe: 3%
		Ox de Mn:-----
		Otros: Calcita: 5%, Matriz Calcárea 78%



Fuente: Arapa V. (2019)

Tabla 4.4. Ficha sedimentaria de roca caliza mudstone

FORMATO DE CLASIFICACIÓN DE ROCAS NO CLASTICAS		
Fecha: 25/08/2020	Coordenadas	N: 9207599
N° Muestra: 04		E: 788024
N° Carta: 15-g	DATUM: WGS84	
Nombre de la Carta: San Marcos	Región: Cajamarca	
Localidad: Polloc	Nombre de la Roca: CALIZA MUDSTONE	
I.ASPECTOS GENERALES		
Color de sup. intemperizada: Gris oscuro		
Color de sup. fresca: Gris		
Brillo: mate		
Dureza: 4-5		
Porosidad: No		
Raya: Blanca		
Fractura: Irregular		
Reacción con HCL: SI		
II.ELEMENTOS TEXTURALES Y ESTRUCTURALES		
Clasificación petrogenética: No clástica		
Fábrica: Organógena		
cementante y/o matriz: Matriz Calcárea		
componentes : Esparita, Pisolitos		
Elementos Texturales: Lodo calcáreo		
Tamaño de grano: 0.1		
Estructuras primarias: Estrato		
Estructuras Secundarias: Fracturas		
Distancia de afloramiento: 24 m.		
Unidad estratigráfica: Formación Pariatambo		
Edad: Cretáceo Inferior		
III.COMPOSICIÓN (%)		
Componentes esqueléticos : Esparita, Pisolitos 10%	Morfología y distribución: -----	
Granos cubiertos(Coated Grains): 2%	Ambiente de depósito: Marino	
Litoclasto Intraclasto :-----	Observaciones:	
Litoclasto Extraclasto :	Qz:-----	
Peloides y Pellets :-----	Feldespatos:-----	
Granos Compuestos :-----	Pirita:-----	
Glauconita :-----	Fragmento de Roca:3%	
Adaptado por: OSWALDO LÓPEZ POMPA	Ox.de fe: 2%	
	Ox de Mn:-----	
Otros: Calcita: 3%, Matriz Calcárea 85%		



Fuente: Arapa V. (2019)

Tabla 4.5. Ficha sedimentaria de roca caliza wackstone

FORMATO DE CLASIFICACIÓN DE ROCAS NO CLASTICAS				
Fecha: 25/08/2020	Coordenadas	N: 9216129		
N° Muestra: 05		E: 794227		
N°Carta: 15-g	DATUM: WGS84			
Nombre de la Carta: San Marcos	Región: Cajamarca			
Localidad: Polloc	Nombre de la Roca: CALIZA WACKSTONE			
I.ASPECTOS GENERALES				
Color de sup. intemperizada: Amarilla				
Color de sup. fresca: Plomo grisáceo				
Brillo: mate				
Dureza: 4-5				
Porosidad: Si Presenta				
Raya: Blanca				
Fractura: Irregular				
Reacción con HCL: SI				
II.ELEMENTOS TEXTURALES Y ESTRUCTURALES				
Clasificación petrogenética: No clástica				
Fábrica: Organógena				
cementante y/o matriz: Matriz Calcárea				
componentes : Esparita				
Elementos Texturales: Lodo calcáreo				
Tamaño de grano: 0.2				
Estructuras primarias: Estrato				
Estructuras Secundarias: Fracturas				
Distancia de afloramiento: 24 m.				
Unidad estratigráfica: Formación Pariatambo				
Edad: Cretáceo Inferior	Morfología y distribución: -----			
III.COMPOSICIÓN (%)				
Componentes esqueléticos : Esparita 3%	Ambiente de depósito: Marino			
Granos cubiertos(Coated Grains): 1%	Observaciones:			
Litoclasto Intraclasto :-----	Qz:-----			
Litoclasto Extraclasto :	Feldespatos:-----			
Peloides y Pellets :-----	Pirita:-----			
Granos Compuestos :-----	Fragmento de Roca:			
Glauconita :-----	Ox.de fe: 2%			
Adaptado por: OSWALDO LÓPEZ POMPA	Ox de Mn:-----			
	Otros: Calcita: 5%, Matriz Calcárea 89%			

Fuente: Arapa V. (2019)

BLOQUE DE FOTOS
Fm. Pariatambo y Fm. Chúlec

