

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



TESIS

**LITOESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO QUILQUIÑAN EN EL CASERÍO
LUICHUPUCRO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO GEÓLOGO**

AUTOR:

Bach. Huamán Tucumango Luis Javier

ASESOR:

Dr. Quispe Mamani Crispín Zenón

CAJAMARCA-PERÚ

2026

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador : Luis Javier Huamán Tucumango
2. DNI : 75047155
3. Escuela Profesional : Ingeniería Geológica
4. Asesor : Crispín Zenón Quispe Mamani
Facultad : Ingeniería
5. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
6. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
7. Título de Trabajo de Investigación: LITOESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO QUILQUIÑAN EN EL CASERÍO LUICHUPUCRO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA.
8. Fecha de evaluación : 26 de enero de 2026
9. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
10. Porcentaje de Informe de Similitud : 12%
11. Código Documento : Trn: Oid: 3117: 549728844:
12. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO
13. Fecha Emisión : 26 de enero de 2026

 FIRMA DEL ASESOR Nombres y Apellidos: Crispín Zenón Quispe Mamani DNI : 29243825	 FIRMA DIGITAL UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI
--	--

Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258801 soft
Motivo: En señal de conformidad
Fecha: 26/01/2026 22:42:21-0500

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

ACTA N° 0021-2026

TÍTULO : LITOESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO QUILQUIÑAN EN EL CASERÍO LUICHUPUCRO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA.

ASESOR : Dr. Ing. Crispín Zenón Quispe Mamani.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Art. 35 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, da a conocer que, a los **veinte días del mes de febrero de 2026**, siendo las nueve horas (09:00 a.m.) en Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica (Ambiente 4J - 210), se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado.
Vocal : Dr. Ing. Alejandro Claudio Lagos Manrique.
Secretario : M.Cs. Ing. Víctor Ausberto Arapa Vilca.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada **LITOESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO QUILQUIÑAN EN EL CASERÍO LUICHUPUCRO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA**, presentado por el Bachiller en Ingeniería Geológica **LUIS JAVIER HUAMÁN TUCUMANGO**, asesorado por el Dr. Ing. Crispín Zenón Quispe Mamani, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante, debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA :03..... PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA :11..... PTS.
EVALUACIÓN FINAL :14..... PTSCATORCE (En letras)

En consecuencia, se lo declara **Aprobado** con el calificativo de **CATORCE** acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las **10.00 a.m.** horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado.
Presidente

Dr. Ing. Alejandro Claudio Lagos Manrique.
Vocal

M.Cs. Ing. Víctor Ausberto Arapa Vilca.
Secretario

Dr. Ing. Crispín Zenón Quispe Mamani.
Asesor

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a Dios quien nos da la vida y porque gracias a Él es posible la realización de la presente tesis. A mis docentes de mi Alma Máter, por brindarme sus conocimientos para mi formación como Ingeniero Geólogo.

Y de manera muy especial, mi agradecimiento va dirigido al Dr. Crispín Zenón Quispe Mamani, quien, como asesor, es un excelente orientador, además que me brindó sus consejos y conocimientos científicos para poder realizar la presente tesis.

L.J.H.T.

DEDICATORIA

Se lo dedico con acción de gracias a Dios por darme el don de valentía y las fuerzas para lograr mis objetivos. A mis padres Javier e Isabel por brindarme su apoyo incondicional en mi vida estudiantil

A mis hermanos Jhonatan, Gerald y familiares por sus consejos sabios para poder tomar decisiones correctas y animarme a poder terminar esta investigación.

L.J.H.T.

ABREVIATURAS

Az	: Azimut
Bz	: Buzamiento
et al.	: y otros.
Fm	: Formación
Gpo	: Grupo
GPS	: Sistema de Posicionamiento Global
Ks-q	: Grupo Quilquiñán
Ks	: Cretácico superior
Ks-cri	: Formación Coñor
Ks-ro	: Formación Romiron
Km	: Kilómetro
NE	: Noreste
NW	: Noroeste
Pág	: Página
Sc	: Secuencia
SIG	: Sistema de Información Geográfica.
UTM	: Universal Transversal Mercator
WGS-84	: Sistema geodésico mundial del año 1984

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA.....	iii
ABREVIATURAS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xi
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
2.1.1.	Internacionales.....	4
2.1.2.	Nacionales	5
2.1.3.	Locales	5
2.2.	BASES TEÓRICAS	7
2.2.1.	Estratigrafía:.....	7
2.2.2.	Estratificación:	7
2.2.2.1.	<i>Tipos de superficies de estratificación</i>	8
2.2.3.	Medidas de estratificación	10
2.2.4.	Principios básicos de la Estratigrafía.....	11
2.2.4.1.	<i>Principio de la horizontalidad original y continuidad lateral de los estratos</i>	12
2.2.4.2.	<i>Principio de la Superposición</i>	12
2.2.4.3.	<i>Principio del Uniformismo o Actualismo</i>	12

	Pág.
2.2.4.4 <i>Principio de la Sucesión Faunística o de la Correlación</i>	13
2.2.4.5 <i>Principio de la Simultaneidad de Eventos</i>	13
2.2.5. Cuencas Sedimentarias.....	13
2.2.5.1. <i>Relación entre cuenca sedimentaria y medio sedimentario</i>	14
2.2.6. Unidades Litoestratigráficas	15
2.2.7. Unidades de tiempo geológico	15
2.2.7.1 <i>Unidades de tiempo isocronas</i>	16
2.2.8. Clasificación de Rocas Carbonatadas.....	17
2.2.8.1 <i>Clasificación según Dunham (1962)</i>	17
2.2.8.1 <i>Clasificación según Folk (1959, 1962)</i>	18
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	20

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN.....	22
3.1.1 Geográfica	22
3.1.2. Política	22
3.1.3. Accesibilidad.....	22
3.2. PROCEDIMIENTOS	26
3.2.1. Metodología de Investigación	27
3.2.1.1. <i>Población de estudio</i>	28
3.2.1.2. <i>Muestra de estudio</i>	28
3.2.1.3. <i>Unidad de análisis</i>	28
3.2.2. Identificación de variables	28
3.2.3. Técnicas	29
3.2.4. Materiales y equipos.....	29
3.2.4.1 <i>Materiales</i>	29
3.2.4.2. <i>Equipos</i>	29

	Pág.
3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	30
3.3.1. Plegamientos.....	30
3.3.2. Marco Estratigráfico	32
3.3.2.1. Grupo Quilquiñan.....	32
3.3.3. Geología Local	34
3.4. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	37
3.4.1. Litoestratigrafía de la Formación Romirón en el Caserio Luichupucro	37
3.4.1.1. Estructuras Sedimentarias de la Formación Romirón	39
3.4.2. Clasificación Petrológica.....	43
3.4.2.1. Clasificación Petrológica de la Formación Romirón	43
3.4.3. Litoestratigrafía de la Formación Coñor en el Caserio Luichupucro	46
3.4.3.1. Facies Litoestratigráficas de la Formación Coñor.....	46
3.4.4. Estructuras Sedimentarias.....	48
3.4.4.1. Estructura Nodular.....	48
3.4.4.2. Estratificación Sesgada.....	49
3.4.5. Clasificación Petrológica.....	51
3.4.5.1. Clasificación Petrológica de la Formación Coñor.....	51

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
4.1.1. Interpretación Geológica.....	54
4.1.2. Litoestratigrafía.....	55
4.1.3. Asociación de Facies y Ambiente Depositacional.....	58
4.1.4. Relación entre las Formaciones Romirón y Coñor.....	58
4.1.5. Importancia Geológica y Económica.....	59
4.2. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	61

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
---------------------------------	----

ANEXOS

ANEXOS PARA ELABORACIÓN DE COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS	66
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Coordenadas del área de investigación.	22
Tabla 2: Accesibilidad a la zona de estudio.....	23
Tabla 3: Representación de la metodología según su finalidad, objetivo, naturaleza, diseño y periodo	28
Tabla 4: Clasificación petrológica de caliza P de la parte Inferior de la Fm. Romirón de la zona Luichupucro.....	44
Tabla 5: Clasificación petrológica de caliza P, con presencia de venillas de calcita de la parte Inferior de la Fm. Romirón de la zona Luichupucro.....	44
Tabla 6: Clasificación petrológica de caliza W, con presencia de microfósiles de la parte Superior de la Fm. Romirón de la zona Luichupucro.....	45
Tabla 7: Clasificación petrológica de caliza M, de la Fm. Romirón en la zona Luichupucro.....	45
Tabla 8: Clasificación petrológica de caliza M, de la Fm. Coñor de la zona de Luichupucro.....	51
Tabla 9: Clasificación petrológica de caliza M, con presencia de venillas de calcita de la Fm. Coñor en la zona de Luichupucro.....	52
Tabla 10: Clasificación petrológica de caliza W, de la Fm. Coñor en la zona de Luichupucro.....	52
Tabla 11: Clasificación petrológica de arcillita, de la Fm. Coñor en la zona de Luichupucro.....	53
Tabla 12: Descripción litoestratigráfica de la Formación Romirón y Coñor.....	56
Tabla 13: Ubicación estratigráfica del Grupo Quilquiñan (Adaptación de Cacya D. et al., 2021).....	57
Tabla 14: Datos para la elaboración de la primera columna estratigráfica (Litología)	67
Tabla 15: Datos de estructuras para la elaboración de la primera columna estratigráfica.....	69
Tabla 16: Datos para la elaboración de la segunda columna estratigráfica (Litología)	71
Tabla 17: Datos de estructuras para la elaboración de la segunda columna estratigráfica.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Rasgos de los estratos y medidas de la estratificación, (Vera, 1994).	.8
Figura 2: Se observa los tipos de superficies de estratificación descrita por Vera, 1994.....	10
Figura 3: Medida de estratos inclinados en campo (Blandón, 2002).....	11
Figura 4: Se muestra la relación entre cuenca sedimentaria y medios sedimentarios (Vera, 1994).	14
Figura 5: Se muestran los rangos de unidades litoestratigráficas. Se representan tres formaciones (X, Y, Z) y en una de ellas (Formación Y) se diferencian tres miembros (A, B, C). Se muestran dos ejemplos de capa: la capa 1 es una unidad litoestratigráfica de rango menor diferenciada directamente dentro de una formación, mientras que la capa 2 es una unidad, del menor rango, dentro de un miembro.	15
Figura 6: Principales tipos de unidades de tiempo geológico y su relación a las clases de unidades de roca de referencia en las se basa (Blandón, 2002)	16
Figura 7: Clasificación de las rocas carbonatadas según Dunhan (1962).....	18
Figura 8: Clasificación de las rocas carbonatadas según Folk (López, 2002)...	19
Figura 9: Ubicación política.	24
Figura 10: Accesibilidad al Caserío Luichupucro.....	25
Figura 11: Columna estratigráfica de la región de Cajamarca, ubicando al Grupo Quilquiñan.	35
Figura 12: Datos de la columna estratigráfica del tipo de rocas y estructuras de la Formación Romiron, obtenidas en campo.....	43
Figura 13: Datos de la columna estratigráfica de la litología y estructuras de la Formación Coñor, obtenidas en campo.	50
Figura 14: Ambiente marino somero según (Nichols, 2009)	58

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Foto 1: Anticlinal generado por esfuerzos compresionales, con una dirección W-E en la Formación Mujarrúm con coordenadas E: 786913, N: 9215421.	31
Foto 2: Monoclinal en forma de rampa inclinado en una sola dirección ubicado en el Grupo Quilquiñan, conformado por calizas y niveles de lutitas, con coordenadas E: 785956, N: 9214713.	31
Foto 3: Contacto entre el Grupo Quilquiñan y Fm. Cajamarca, , con coordenadas N: 789005, N: 9214506.	33
Foto 4: Contacto inferido entre la Fm. Mujarrún y Romirón, con coordenadas, N: 9215418 y E: 786906.	33
Foto 5: Contacto inferido entre la Formación Romirón y la Coñor, con coordenadas, E: 789105, N: 9214608.	36
Foto 6: Contacto inferido entre la Formación Coñor y Romirón, con coordenadas: E:789206, N: 9214507.	38
Foto 7: Contacto inferido entre la Formación Romirón y Coñor, en la Fm. Romirón se aprecia que está cubierto por cuaternario fluvial, , con coordenadas, E: 786934, N: 9215333.	38
Foto 8: Intercalación de calizas wackstone estratificadas con arcillolitas, con coordenadas, E. 786949, N: 9215368.	39
Foto 9: Estratificación paralela entre rocas calizas y arcillolitas, con coordenadas, E: 786973, N: 9215420.	40
Foto 10: Estratificación paralela con alto grado de fracturamiento, roca caliza de gris a plomo, con coordenadas, E: 786985, N: 9215451.	41
Foto 11: Estratificación sesgada identificado en la Formación Romirón de rocas arcillolitas, con coordenadas, E: 786993, N: 9215459.	42
Foto 12: Intercalación de calizas masivas con margas en el miembro inferior de la Fm. Coñor, con coordenadas: E: 789100, N: 9214608.	46
Foto 13: Calizas mudstone en el miembro inferior de la Fm. Coñor, con coordenadas: E: 789074, N: 9214656.	47
Foto 14: Secuencia inversa en rocas caliza mudstone en la Formación Coñor, con coordenadas: E: 789065, N: 9214559.	48

Foto 15:	Estratos de calizas nodulares en la parte inferior de la Formación Coñor, con coordenadas: E: 789300, N: 9214573.	49
Foto 16:	Estratificación sesgada, con la presencia de rocas margas y arcillolitas, con coordenadas, E: 787030, N: 9215534.	50

ÍNDICE DE COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS

	Pág.
Columna N° 1: Columna Estratigráfica A-1	74
Columna N° 2: Columna Estratigráfica A-2	75

ÍNDICE DE PLANOS

ANEXO 01. Plano 01: Ubicación.....	76
ANEXO 02. Plano 02: Accesibilidad.....	77
ANEXO 03: Plano 03: Topográfico	78
ANEXO 04: Plano 04: Geológico	79
ANEXO 05: Plano 05: Columna Estratigráfica Representativa	80
ANEXO 06: Plano 06: Columna Estratigráfica Representativa	81

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Grupo Quilquiñan, que comprende las Formaciones Romirón y Coñor, del Cenomaniano Tardío y Turoniano Inferior, en el caserío Luichupucro, distrito de la Encañada. Este grupo no presenta estudios detallados sobre el medio de depositación; por lo cual es necesaria la aplicación de la Litoestratigrafía. Este estudio busca describir las características litoestratigráficas, identificar las texturas y estructuras de estos depósitos, con el fin de interpretar su ambiente de despositación y, así, contribuir al conocimiento geológico regional. Litológicamente están compuestas principalmente por calizas masivas, calizas nodulares, horizontes de margas y arcillolitas. La Formación Romirón tiene un espesor aproximado de 150 metros y se caracteriza por la presencia de arcillolitas oxidadas y calizas. Se identificaron dos miembros: El inferior, que se compone de facies de calizas nodulares intercaladas con arcillolitas, y el superior, que presenta arcillolitas y calizas wackestone a packstone. La Formación Coñor también presenta un espesor cercano a los 150 metros y se identificó como un único miembro. Esta Formación se caracteriza por la presencia de calizas masivas con margas y calizas mudstone, intercaladas con horizontes de calcita. En cuanto a las técnicas de recolección de datos, se incluyó observaciones directas en campo y toma de muestras para análisis posteriores. La información obtenida se procesó para elaborar columnas estratigráficas, detallando la litología, texturas, estructuras sedimentarias y la presencia de bivalvos fosilíferos. Toda esta información se analizó para poder determinar que el ambiente de depositación de este Grupo es un ambiente marino de poca profundidad.

Palabras Clave: Litoestratigrafía, Estructuras, Facie sedimentaria, Ambiente de depositación, Columna estratigráfica

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Quilquiñan Group, which includes the Romirón and Coñor Formations, from the Late Cenomanian and Lower Turonian, in the Luichupucro hamlet, La Encañada district. This group does not present detailed studies on the depositional environment; therefore, the application of lithostratigraphy is necessary. This study seeks to describe the lithostratigraphic characteristics, identify the textures and structures of these deposits, in order to interpret their depositional environment and, thus, contribute to regional geological knowledge. Lithologically, they are mainly composed of massive limestones, nodular limestones, marl horizons and claystones. The Romirón Formation is approximately 150 meters thick and is characterized by the presence of oxidized claystones and limestones. Two members were identified: The lower one, which is composed of facies of nodular limestones intercalated with claystones, and the upper one, which presents claystones and wackestone to packstone limestones. The Coñor Formation also has a thickness close to 150 meters and was identified as a single member. This Formation is characterized by the presence of massive limestones with marls and mudstone limestones, intercalated with calcite horizons. Data collection techniques included direct field observations and sampling for subsequent analysis. The information obtained was processed to elaborate stratigraphic columns, detailing lithology, textures, sedimentary structures and the presence of fossiliferous bivalves. All this information was analyzed to determine that the depositional environment of this Group is a shallow marine environment.

Keywords: Lithostratigraphy, Structures, Sedimentary facies, Depositional environment, Stratigraphic column.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La litoestratigrafía de secuencias del sistema Cretácico superior en el caserío Luichupucro, distrito la Encañada ha sido utilizada para ilustrar los procesos depositacionales y describir la ocurrencia, además de la extensión y geometría de las facies sedimentarias. Para ello es necesario conocer los diferentes factores que afectan directamente a la depositación de sedimentos.

La investigación, presenta varios desafíos que dificultan su interpretación próxima y la comprensión de su relación con otras unidades litoestratigráficas, y es debido a que en la actualidad no existen estudios íntegramente detallados y específicos de las principales características, solo hay estudios regionales donde indican sus características generales, por lo cual es necesario realizar una caracterización litoestratigráfica detallada in situ para hacer la respectiva interpretación geológica utilizando diversos softwares como ArcGis 10.8, Strater 10 y AutoCad 2021, y así sirva como base para futuros estudios de secuencias estratigráficas en el ambiente marino.

La investigación abarca la zona Luichupucro, donde tiene afloramientos de facies estratigráficas del Cretácico superior, está constituida por secuencias de calizas nodulares macizas, margas y arcillolitas pardo amarillentas fosilíferas.

Para la investigación se ha formulado la siguiente interrogante; ¿Cuál es la caracterización litoestratigráfica del Grupo Quilquiñan en el caserío Luichupucro?, de esta manera se pretende que los resultados obtenidos y recomendaciones en esta investigación, pueden ser utilizados como base para estudios posteriores en el ámbito de la Estratigrafía y Sedimentología.

Los afloramientos de rocas carbonatadas del Grupo Quilquiñan en el caserío Luichupucro, perteneciente al Cretácico superior de la edad Cenomaniano Tardío y Turoniano inferior, evidencian una depositación en un ambiente marino epicontinental de poca profundidad en respuesta a un proceso transgresivo de corta duración. Esta relación se infiere a partir de la descripción de características

litoestratigráficas, identificación de texturas y estructuras sedimentarias y la presencia de rocas calizas nodulares macizas, margas y arcillolitas pardo amarillentas fosilíferas, en conjunto con restos terrígenos, fósiles en biozonas y estructuras sedimentarias.

La justificación de la investigación del presente estudio pretende dar un aporte a la rama de la Estratigrafía y Sedimentología. El Grupo Quilquiñan en el caserío Luichupucro, carece de investigaciones y material bibliográfico a detalle a nivel local sobre estratigrafía por lo que surge la necesidad de realizar la investigación para tener una mejor interpretación de la caracterización litoestratigráfica de las Formaciones Romiron y Coñor, la cual contribuirá para conocer las condiciones del ambiente de depositación que están evidenciadas en el registro del tiempo Geológico; todos estos datos y resultados servirán para realizar columnas estratigráficas detalladas, identificar la litología, estructuras sedimentarias, facies. Esta investigación abarca conocimientos y procedimientos adecuados para efectuar una caracterización litoestratigráfica determinada de acuerdo con los fenómenos sucedidos en el tiempo cronoestratigráfico y además servirá como estudio base para futuras investigaciones.

El trabajo de investigación detallado ayudará como base para futuros estudios e investigaciones litoestratigráficas en el Grupo Quilquiñan, cuya finalidad es brindar mayor conocimiento de las características litoestratigráficas de las Formaciones Romiron y Coñor pertenecientes al caserío Luichupucro, por ello es vital elaborar columnas estratigráficas en ambas zonas para identificar secuencias de litofacies y las condiciones de depositación.

La investigación se realizará en 9 meses, teniendo como objetivo principal, caracterizar la litoestratigrafía del Grupo Quilquiñan en el caserío Luichupucro y como objetivos específicos, describir las unidades litoestratigráficas, identificar las texturas y estructuras sedimentarias, elaborar las columnas estratigráficas y corroborar el ambiente de formación.

La investigación está constituida por cinco capítulos; el capítulo II es marco teórico donde se detallan los antecedentes internacional, nacional y local, bases teóricas, fundamentos teóricos de acuerdo a la línea de investigación y definición de términos básicos; capítulo III materiales y métodos se consideran los procedimientos,

metodología y tratamiento y análisis de la investigación; capítulo IV análisis y discusión de resultados se describen los resultados de acuerdo a los objetivos planteados y la contrastación de la hipótesis; capítulo V conclusiones y recomendaciones donde se establece las conclusiones de acuerdo a los objetivos inicialmente planteados y como recomendaciones lo que faltó en la investigación.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Internacionales

Bilmes, (2013), Caracterización Estratigráfica, Sedimentológica y Estructural del Sistema de Bajos Neógenos de Gastre, Provincias de Río Negro y del Chubut. La cuenca de Gastre constituye, a más de 500 km al este de la trinchera, localizada en el centro- norte de Chubut y centro-sur de la Provincia de Río Negro. La adquisición de datos se realizó mediante mapeo geológico y estructural, levantamiento de perfiles estratigráficos y sedimentológicos, adquisición de imágenes de pozo, mapeo geomorfológico, análisis de dataciones radiométricas preexistentes y nuevos estudios de superficies cuaternarias. Las relaciones entre la tectónica y la sedimentación, apoyadas con nuevos datos bioestratigráficos y geocronológicos, indican que la estructuración principal habría tenido lugar en un lapso relativamente breve durante el Mioceno Medio, previamente a los $14,86 \pm 0.13$ Ma, sin reactivaciones posteriores.

Navarro (2015), record of “Albian to early Cenomanian environmental perturbation in the eastern sub- equatorial Pacific”. Menciona que la estratigrafía secuencial es la rama de la estratigrafía que intenta subdividir el registro sedimentario en unidades genéticamente vinculadas y limitadas por superficies con significado Cronoestratigráfico en el norte del Perú y Europa. dando la siguiente conclusión, el Aptiano superior y el Albiano inferior tuvo un cambio importante de sedimentación siliciclástica a carbonatos. Esta investigación hace una comparación de la estratigrafía de isótopos de carbono obtenida en Perú con secciones publicadas del Pacífico central y occidental, el Atlántico occidental y el norte y oeste de Tethys, el cual revela un buen acuerdo general que respalda la naturaleza global de los patrones de isótopos descritos en esta investigación. Los resultados demostraron una notable sincroneidad que valida la naturaleza global de los cambios climáticos y oceanográficos registrados. Adicionalmente, el estudio determinó que estas variaciones controlaron la evolución deposicional de un sistema de rampa mixta carbonato-siliciclástica, evidenciando cómo las fluctuaciones eustáticas y las crisis

ambientales influyeron directamente en las asociaciones de facies locales. Además, se documenta el desarrollo de la rampa carbonato-siliciclástica en la Plataforma Occidental del Perú y sus correspondientes asociaciones de facies sedimentarias del Cretácico inferior y superior

2.1.2. Nacionales

Torres, (2011). Estratigrafía, Sedimentología y Tectónica de la Cuenca Condoroma (Mioceno), Arequipa - sur del Perú. El área de estudio se encuentra ubicada en la provincia de Cailloma, al noreste del departamento de Arequipa; particularmente en las 4 localidades de Chichas y Huilacucho, en la represa Condoroma. Morfológicamente se localiza en el borde sur central de la Cordillera Occidental, donde se ha emplazado la cuenca Condoroma. El substrato de la cuenca Condoroma presenta rocas que pertenecen al Grupo Tacaza (Oligoceno) y al dominio tectónico-paleogeográfico del Alto Estructural Condoroma-Cailloma (Carlotto et al, 2002; Velarde et al, 2004), representadas por las formaciones mesozoicas Hualhuani, Arcurquina y Murco.

León; et al. (2008), en el documento publicado por el INGEMMET, titulado Estratigrafía, Sedimentología y Evolución Tectónica de la Cuenca Pisco Oriental. Las rocas Mesozoicas del área estudiada tienen edades que van del Jurásico Medio hasta el Cretácico Tardío. Además, donde se identificó cuatro eventos compresivos: Cretáceo Tardío – Paleoceno, Eoceno Medio, Mioceno Tardío y Plioceno Medio y dos episodios extensionales durante el Eoceno Medio y el Plioceno Tardío; obtiene de los estudios de campo, medición de secciones estratigráficas y sedimentológicas, cartografiado geológico, construcción de secciones estructurales y estudios de micropaleontología.

2.1.3. Locales

Escobedo (2017), estratigrafía secuencial de la Formación Pariatambo en el Centro Poblado Puylucana, Distrito de Baños del Inca – Cajamarca. Perú. Señala que la Formación Pariatambo del Centro Poblado de Puylucana, se subdivide en tres unidades litoestratigráficas, en la unidad A cuya base está en contacto concordante con la Formación Chúlec, 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 arcillitas.

Mendoza (2021), en su tesis Correlación Litoestratigráfica de la Formación Yumagual en las Zonas de Matara, San Marcos y Otuzco, utilizando el Sistema Gráfico de Correlación de Shaw se realizó la Correlación Litoestratigráfica de la Formación Yumagual, determinando las condiciones de depositación, los espesores de los estratos, las facies sedimentarias, la elaboración de columnas estratigráficas, y concluyendo que pertenece a un ambiente marino nerítico de plataforma carbonatada con entornos de rampa media de mar abierto y de rampa interna con aguas poco profundas. Además, que las condiciones de depositación de la Formación Yumagual mediante la litología pertenece al Albiano superior y cenomaniano inferior y consiste en una secuencia de margas y calizas, calizas y arcillitas, y arcillitas y margas. La evaluación estratigráfica de la Formación Yumagual permitió determinar la potencia de sus unidades en tres localidades clave, registrando en Otuzco un espesor total de 618 m (distribuido en 303 m, 212 m y 103 m para los miembros Superior, Medio e Inferior, respectivamente); en Matara una potencia de 514 m (206 m, 144 m y 164 m para los mismos miembros); y en San Marcos un acumulado de 607 m (Miembro Superior: 245 m., Miembro Medio: 166 m. y Miembro Inferior: 196 m.). Simultáneamente, desde una perspectiva sedimentológica, se identificaron y caracterizaron asociaciones de litofacies definidas por intercalaciones de calizas nodulares con arcillitas, así como alternancias pelíticas de arcillitas y margas.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Estratigrafía: Es el estudio de las rocas como estratos, es decir las rocas cuanto están sucesivamente formadas, el conocimiento del orden y condiciones de formación de los estratos y, también, de la correlación entre unidades establecidas en distintas áreas de una cuenca y además, es el conocimiento detallado de la naturaleza de las rocas (litología, propiedades geoquímicas y geofísicas), geometría y disposición tridimensional, así como su contenido fósil de manera que a partir de ello se pueda deducir su génesis (Vera, 1994).

Koutsoukos (2005), define a la Estratigrafía como el estudio de las sucesiones de roca y la correlación de eventos y procesos geológicos en tiempo y espacio. Si no existe alguna deformación de las rocas posterior a su depositación, los estratos permanecerán horizontales.

Navarrete (2016), en términos sencillos define a la Estratigrafía como la ciencia que se ocupa de la descripción de mantos, capas o estratos.

Corrales et al. (1977), mencionan que es un estudio e interpretación de los procesos registrados en las sucesiones sedimentarias, esto con la finalidad de conocer la naturaleza y disposición de las rocas estratificadas, la correlación, tanto de los materiales como de los sucesos, y conocer el correcto orden temporal de la secuencia de materiales y sucesos.

2.2.2. Estratificación: La estratificación es un fenómeno ligado a la sedimentación en lo cual los sedimentos se depositan en un medio sedimentario formando capas apiladas unas encima de las otras que se denominan estratos horizontales y que constituyen secuencias estratigráficas (Vera, 1994).

Según Navarrete (2016), para el estudio de la estratificación deben destacar tres aspectos principales:

a. Superficies de estratificación son los límites superior e inferior de cada estrato y representan una pequeña interrupción (de duración variable) en la sedimentación.

b. **Espesor de los estratos** es la distancia entre las dos superficies de estratificación limitantes, medida perpendicularmente a ellas. El espesor es variable.

c. **Interior de los estratos** es la parte interna del estrato, su estudio detallado sirve para obtener los datos básicos para la interpretación de la historia sedimentaria de la cuenca.

Además, menciona que se deben de tomar en cuenta tres factores:

a. **Litología:** tipo de roca. Ejemplo: arenisca, caliza, etc.

b. **Estructura interna del estrato:** parte interna del estrato. Ejemplo: granuloclasificación, etc.

c. **Contenido fosilífero:** fósiles presentes en el estrato que proporcionan datación y condiciones paleoecológicas. Ejemplo: trilobites, foraminíferos, ammonites.

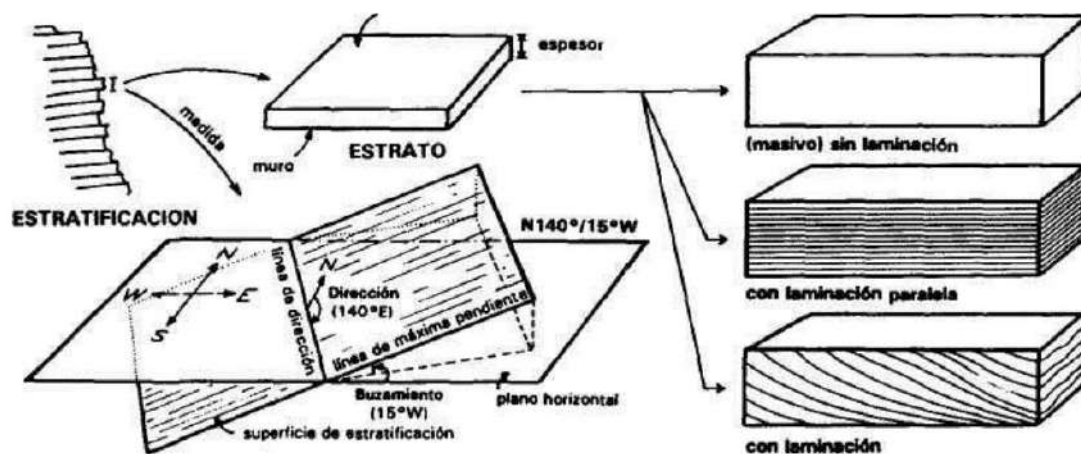


Figura 1. Rasgos de los estratos y medidas de la estratificación, (Vera, 1994).

2.2.2.1. Tipos de superficies de estratificación

Las superficies de estratificación se observan principalmente en afloramientos que no han sufrido interrupción alguna, donde se puede apreciar las diferentes litologías marcadas entre capas y además cuando la erosión más moderna erosiona a los materiales más blandos o solubles.

Para Vera (1994), las superficies de estratificación pueden ser netas o difusas. Las superficies netas son materiales con la misma litología tanto en el techo como en el piso, pero existen casos donde los estratos son separados con diferente litología.

En los contactos difusos existe una franja paralela que separa a la superficie de estratificación en la que tiene lugar el cambio gradual o continuo entre los dos términos litológicos o texturales. En la naturaleza es muy común ver a los estratos con muros netos y los techos difusos.

Para diferenciar los tipos de superficies de estratificación se debe de observar con detenimiento las:

- a) superficies con estructuras de corrientes.
- b) superficies con pistas de organismos.
- c) superficies con estructuras de carga.
- d) superficies onduladas como en el caso de techos de estratos, un claro ejemplo las estructuras de ripples.
- e) superficies bio-turbadas afectadas por el accionar de los organismos que destruyen parcialmente la estructura interna del estrato.
- f) superficies nodulosas, observable en el techo de ciertos bancos de rocas calizas.

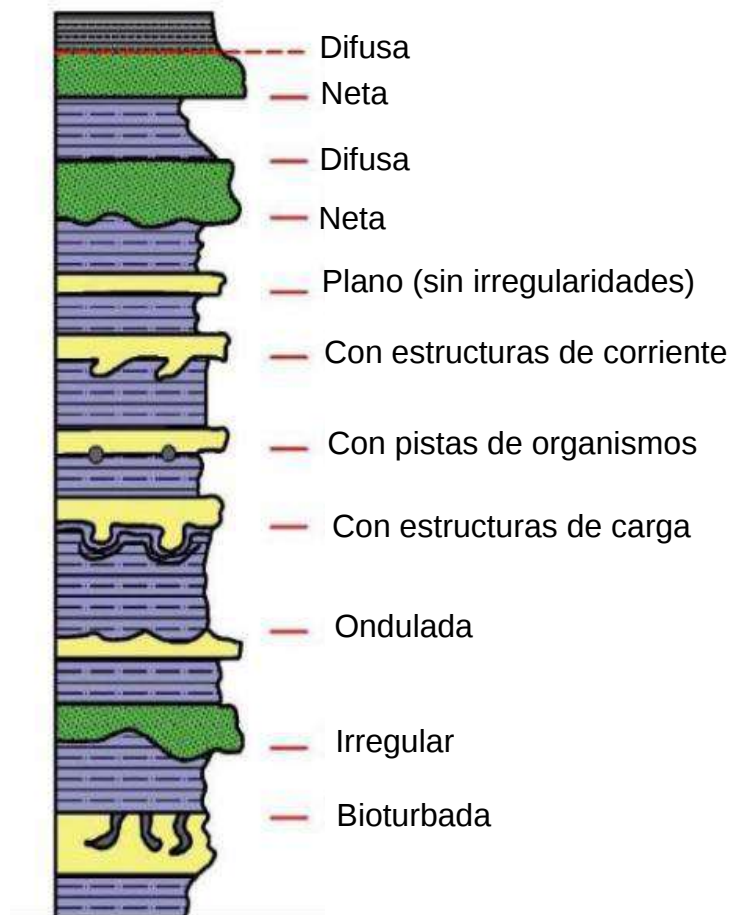


Figura 2. Se observa los tipos de superficies de estratificación descrita por Vera, 1994.

2.2.3. Medidas de estratificación

Por lo general los estratos se depositan subhorizontalmente, pero vemos en la naturaleza posiciones geométricas muy diversas, debido a deformaciones posteriores a su sedimentación, especialmente a basculamiento y plegamiento. Para saber el espesor de un estrato, se recurren a dos medidas, la dirección (ángulo que forma la línea de intersección u horizontal de la superficie de estratificación en un mismo plano horizontal con el norte geográfico) y buzamiento (ángulo que forma la superficie de un estrato con la horizontal, medido en un plano perpendicular a la dirección) en condiciones normales el espesor de un conjunto de estratos, será la distancia entre sus límites medida perpendicular a ellos y representa el espesor actual de los materiales sedimentarios durante un determinado intervalo de tiempo, estas medidas son obtenidas a través de brújula y cinta métrica.

Para obtener la distancia de la pendiente del afloramiento, es posible realizarlo extendiendo la cinta métrica a través de las subunidades a ángulos rectos a la estratificación. Posteriormente con la medida del ángulo del buzamiento y pendiente, el espesor de la subunidad se puede calcular trigonométricamente o gráficamente; con el cálculo de esta medida se puede realizar el levantamiento de columnas estratigráficas (Vera, 1994).

A continuación, se muestra un ejemplo de cálculo de espesor de un estrato inclinado.

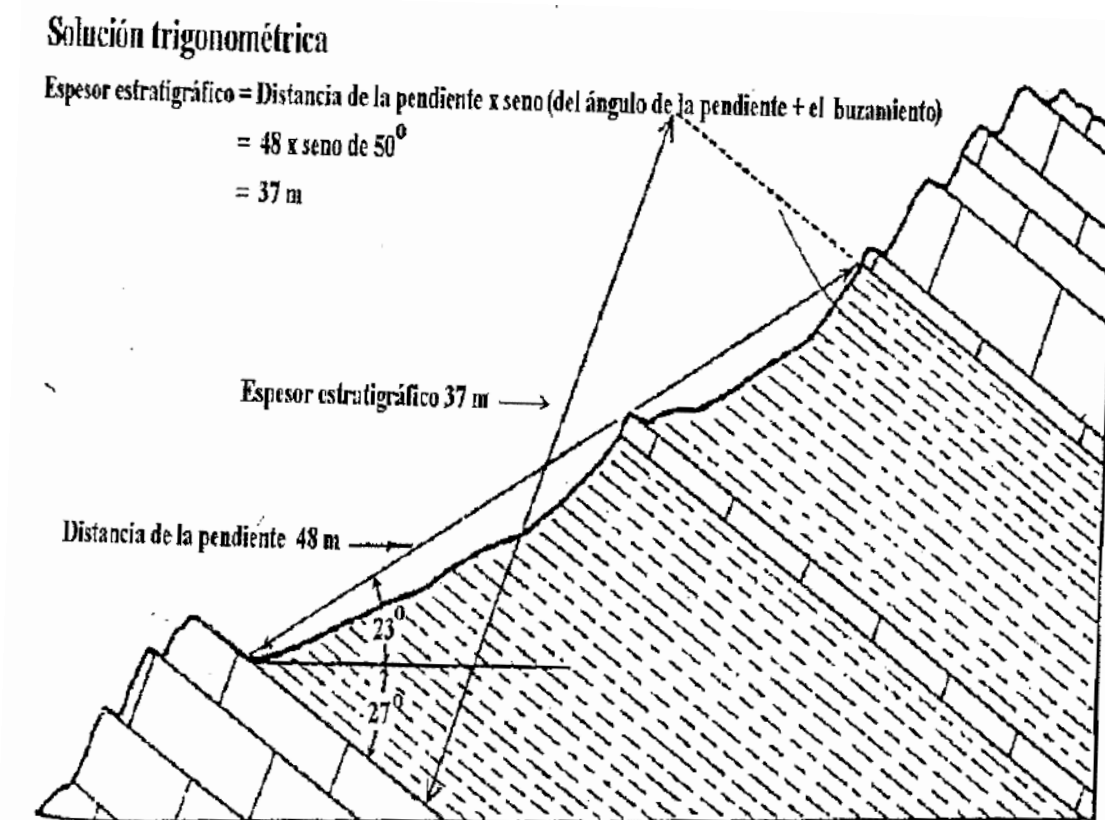


Figura 3. Medida de estratos inclinados en campo (Blandón, 2002).

2.2.4. Principios básicos de la Estratigrafía

Estos principios consisten o son similares a las leyes que rigen otras ciencias, pero con la diferencia que no tienen el mismo carácter general que aquellas (Navarrete, 2016).

2.2.4.1. Principio de la horizontalidad original y continuidad lateral de los estratos

Principio emitido gracias a Nicolás Steno, quien se dio cuenta que en una serie estratigráfica al momento de su depósito los estratos permanecen horizontales y paralelos a la superficie (muestran continuidad lateral), con poco o casi nada deformación. Existen excepciones, gracias a los estudios de la geometría de los estratos hechos en campo, por técnicas del subsuelo donde permite conocer que los estratos han sufrido procesos erosivos sedimentarios en cuencas fluviales o por deformaciones tectónicas donde los estratos han sufrido una ligera inclinación (Vera, 1994).

2.2.4.2. Principio de la superposición

Este principio planteado por Steno y desarrollado por Lehmann, establece que en una sucesión de estratos los que son encontrados en la parte inferior son más antiguos con respecto a los que se encuentran en la parte superior, es un principio que ayuda a conocer el orden temporal de los estratos. Existen excepciones donde los estratos sufren erosiones, dando como consecuencia que no se cumpla este principio ya que los sedimentos nuevos se depositan muchas veces en cavidades excavadas de los otros estratos antiguos, esto es por la erosión de materiales previos (Vera, 1994).

2.2.4.3. Principio del uniformismo o actualismo

Enunciado primeramente por James Hutton, pero difundido y desarrollado por Charles Lyell, menciona que los procesos físicos que han tenido lugar a lo largo de la historia de la Tierra, habían sido uniformes y semejantes a los actuales (continuos), esto quiere decir que los estudios de las condiciones actuales nos sirven para la comparación e interpretación de lo que pasó en el pasado. Este principio no es del todo aceptable ya que los procesos no son totalmente uniformes, sino que han cambiado durante el tiempo en el ritmo e intensidad, y además en ellos hay un factor no repetible como es los organismos que han ido cambiando de

manera lineal (no cíclica) de acuerdo con las pautas establecidas en la teoría de la evolución (Vera, 1994).

2.2.4.4. *Principio de la sucesión faunística o de la correlación*

Principio emitido por William Smith y desarrollado por Cuvier, donde consiste que las capas o formaciones en un intervalo de tiempo tienen el mismo contenido fosilífero, aunque su litología será diferente. Es de mucha ayuda este principio ya que ayuda a poder correlacionar materiales de una misma edad de contextos geográficos muy distantes ya que muchos de los organismos tenían una extensión horizontal prácticamente mundial (Vera, 1994).

2.2.4.5. *Principio de la simultaneidad de eventos*

Principio emitido hace muy poco tiempo, basándose en la doctrina del "catastrofismo actualista" o "nuevo uniformismo". Consiste en aceptar que en el tiempo pasado en la naturaleza ocurrieron fenómenos normales como los que se puede apreciar en la actualidad y además eventos raros que la mayoría coincide con las grandes catástrofes, por ejemplo, cambios climáticos, grandes terremotos, etc., que quedan reflejados en los estratos de diferentes localidades y son un excelente criterio de correlación, a veces a escala mundial (Vera, 1994).

2.2.5. Cuencas sedimentarias

Las cuencas sedimentarias son espacios donde se han acumulado grandes cantidades de sedimentos durante un largo intervalo de tiempo. Toda cuenca sedimentaria tiene límites definidos, y además ha estado sometido durante un tiempo a subsidencia. En toda cuenca sedimentaria existe áreas adyacentes sometidas a denudación y que constituyen el medio generador de la propia cuenca, en otras palabras, las áreas a partir de las cuales proceden los materiales que se depositan en la cuenca. La existencia de la cuenca depende de la actividad tectónica, subsidencia y elevación de la zona de aportes, por lo que se puede concluir que el factor tectónico es en definitiva el que rige tanto la sedimentación en la cuenca como la destrucción de los relieves adyacentes (Vera, 1994).

2.2.5.1. Relación entre cuenca sedimentaria y medio sedimentario

Una cuenca sedimentaria y un medio sedimentario son totalmente diferentes ya que una cuenca se basa en el contexto tectónico (subsistencia) de un área delimitado geográficamente y con límites de tiempo definidos, y, además, en una cuenca en un intervalo de tiempo se pueden formar diferentes medios sedimentarios. En cambio, un medio sedimentario se refiere a un intervalo de tiempo concreto, siendo el lugar y conjunto de condiciones físicas, químicas y biológicas en que se realiza la acumulación de sedimentos, sin tectonismo.

En la figura 3 se muestra claramente esta relación. En ella se representa una parte de una cuenca de tipo margen continental. Su límite se sitúa en la línea que marca la separación entre el sector que se eleva tectónicamente (área fuente) y el sector subsidente (cuenca) (Vera, 1994).

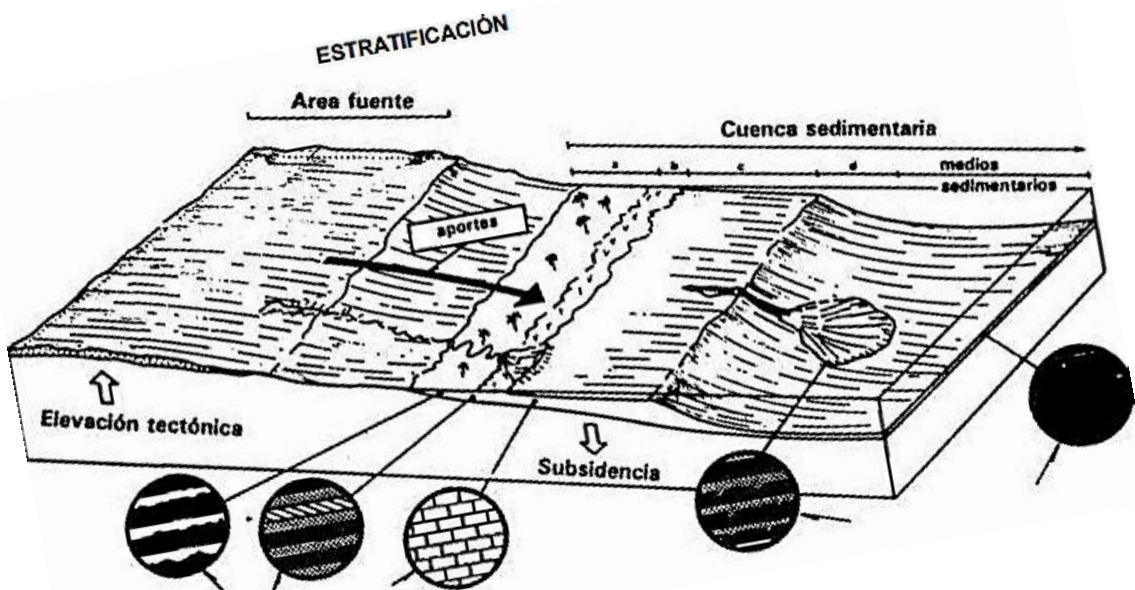


Fig. 199. Relación entre cuenca sedimentaria y medios sedimentarios (Vera, 1994).

Se diferencian tres grandes grupos de medios sedimentarios:

- Medios sedimentarios continentales: destacan los medios aluviales, fluviales y lacustres, con menor volumen se encuentran los glaciales y los eólicos.
- Medios costeros: se encuentran los deltas, las llanuras de mareas y estuarios (incluyendo bahías y golfos).

- c. En los medios marinos: Según su contexto destacan los de mares cerrados (Mediterráneo, Negro, etc.) y de mares abiertos (océanos), también se encuentran por batimetría y distancia al continente las plataformas continentales y medios pelágicos.

2.2.6. Unidades litoestratigráficas

De acuerdo con la Guía Estratigráfica Internacional (GEI, 1980) se define como unidad litoestratigráfica a un "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 en términos sencillos son cuerpos de rocas, estratificados o no que se caracterizan por sus propiedades litológicas y relaciones estratigráficas y se reconocen por sus rasgos físicos y no por su edad.

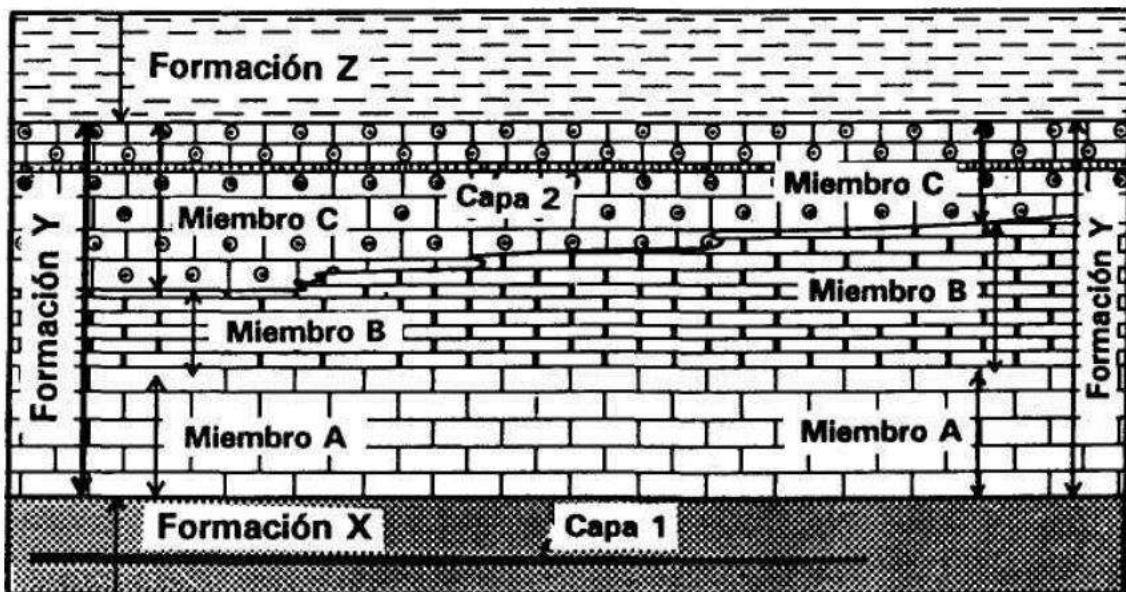


Figura 5. Se muestran los rangos de unidades litoestratigráficas. Se representan tres formaciones (X, Y, Z) y en una de ellas (Formación Y) se diferencian tres miembros (A, B, C). Se muestran dos ejemplos de capa: la capa 1 es una unidad litoestratigráfica de rango menor diferenciada directamente dentro de una formación, mientras que la capa 2 es una unidad, del menor rango, dentro de un miembro.

2.2.7. Unidades de tiempo geológico

Son unidades de rocas reales, muchas de estas unidades de tiempo geológico se basan en unidades materiales. Se conocen dos tipos de unidades estratigráficas formales que se distinguen por la edad geológica:

- a. Unidades que se basan en materiales de referencia
- b. Unidades independientes de materiales de referencia

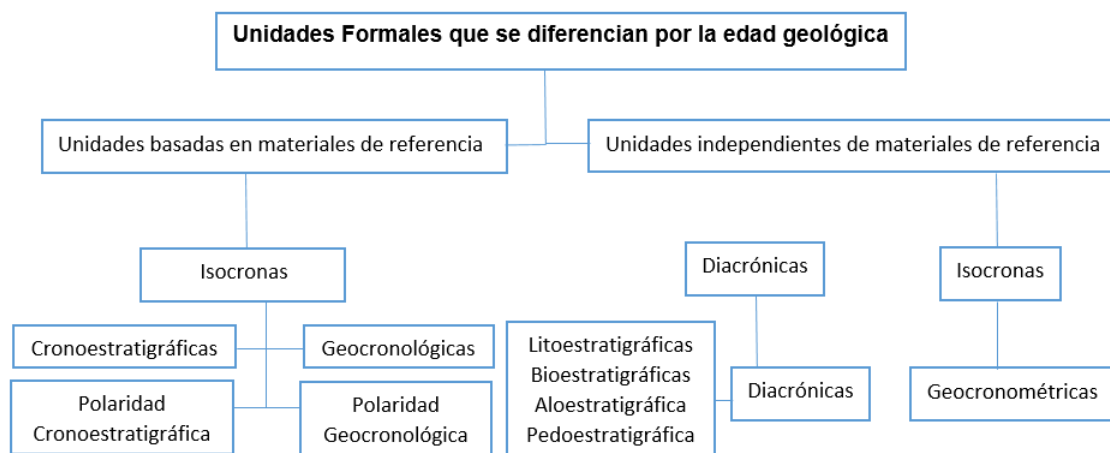


Figura 6. Principales tipos de unidades de tiempo geológico y su relación a las clases de unidades de roca de referencia en las se basa (Blandón, 2002)

Los cuerpos de roca de referencia para unidades de tiempo geológico, son unidades formadas durante el mismo espacio de tiempo, limitado por superficies sincrónicas, es decir todos los puntos tienen la misma edad. Aunque las unidades de tiempo han sido reconocidas como isócronas, el Código Estratigráfico Norteamericano de 1983, reconoce ciertos cuerpos de roca diacrónicos, como guía para unidades de tiempo geológico. Una unidad de tiempo geológico diacrónico, es aquella que comprende, espacios desiguales de tiempo, varía en edad en diferentes áreas.

2.2.7.1. *Unidades de tiempo isócronas*

La GEI reconoce dos tipos de únicas isócronas de tiempo geológico:

- a. Las unidades cronoestratigráficas: Son macizos rocosos seleccionados por especialistas, generalmente geólogos, sirven como material de referencia para todas las rocas que fueron formadas en un mismo intervalo de tiempo.

- b. Las unidades geocronológicas: Son divisiones de tiempo que se diferencian teniendo en cuenta el registro de rocas como es el caso de las unidades cronoestratigráficas.

Hedberg (1976), menciona que las unidades cronoestratigráficas han sido comparadas durante un cierto tiempo con las arenas que fluyen a través de un reloj de arena. Mientras que, las unidades geocronológicas pueden compararse al intervalo de tiempo durante el cual la arena fluye.

2.2.8. Clasificación de rocas Carbonatadas

Existen varios métodos para clasificar las rocas carbonatadas, por ejemplo, según la composición química y mineralógica de Chilingar (1960) o según parámetros físicos especiales (porosidad) de Choquette & Pray (1978), pero los más empleados son las de Dunham y Folk, ya que se centran más en el estudio descriptivo de la masa básica (matriz) y de sus componentes (granos, bioclastos).

2.2.8.1. Clasificación según Dunham (1962)

Dunham (1962), en su clasificación distingue dos tipos generales de carbonatos (rocas y sedimentos carbonatados); los que presentan textura deposicional reconocible, y de textura cristalina la cual no es posible reconocer su textura deposicional. Dunham no hace referencia al tamaño de los granos ni al tipo de estos, sin embargo, esta clasificación es de fácil utilización en el terreno. Dunham diferencia dos grupos de calizas:

Calizas alóctonas: como su mismo nombre lo menciona los componentes que componen a la roca no se originaron en el lugar de deposición, dentro de las calizas alóctonas se encuentran las siguientes denominaciones: Mudstone, Wackestone, Packstone, Grainstone, Floatstone y Rudstone

Calizas autóctonas: sus componentes se formaron “in situ”, en el mismo lugar de la sedimentación; estas calizas se dividen en tres grupos: Bafflestone, Bindstone y Framestone (López, 2002).

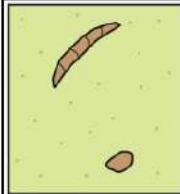
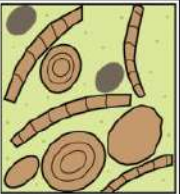
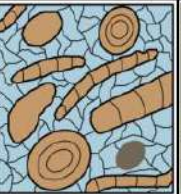
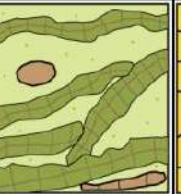
Textura deposicional es reconocible					Textura deposicional no es reconocible
No evidencian que los componentes originales fueron unidos juntos en el momento de la deposición			Evidencian que los componentes originales fueron unidos juntos en el momento de la deposilación		
Contiene 1% o mas de barro (partículas de arcilla y limo fino < 20um)		Contiene < 1% de barro			
Barro - soportado		Grano - soportado			
Menores de 10% de granos	Mayores de 10% de granos				
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Caliza/Dolomita cristalinas
					

Figura 7. Clasificación de las rocas carbonatadas según Dunhan (1962).

2.2.8.1. Clasificación según Folk (1959, 1962)

En esta clasificación Folk supone que las rocas carbonatadas pueden ser comparadas con rocas clásticas (areniscas). Otra característica importante es que son poco usadas en muestra de mano o en campo, su terminología no nos dice mucho sobre el empaquetamiento y orden de los componentes en la muestra. Sin embargo, es posible saber el tipo de componentes y matriz que la componen gracias al nombre dado a dicha muestra.

La clasificación de Folk se diferencia por rocas calcáreas ricas en componentes (aloquímicas) de los carbonatos sin componentes (ortoquímicas). Por lo que, si una roca carbonatada rica en micrita, es decir sin componentes o carbonatos pobres, el nombre que se le da a esta roca es Micrita; en cambio, si la roca recrystalizada se compone solo de matriz, lo más probable que reciba el nombre de esparita.

Para dar el nombre a una roca caliza se debe combinar el tipo matriz (micrita o esparita) y un prefijo, por lo general las primeras sílabas de los componentes. Cuando se reconocen más de un tipo de componentes, a la hora de colocar el nombre el más dominante será el de mayor porcentaje, es decir se colocará en primer lugar el prefijo seguido de las primeras letras de los demás componentes (López, 2002).

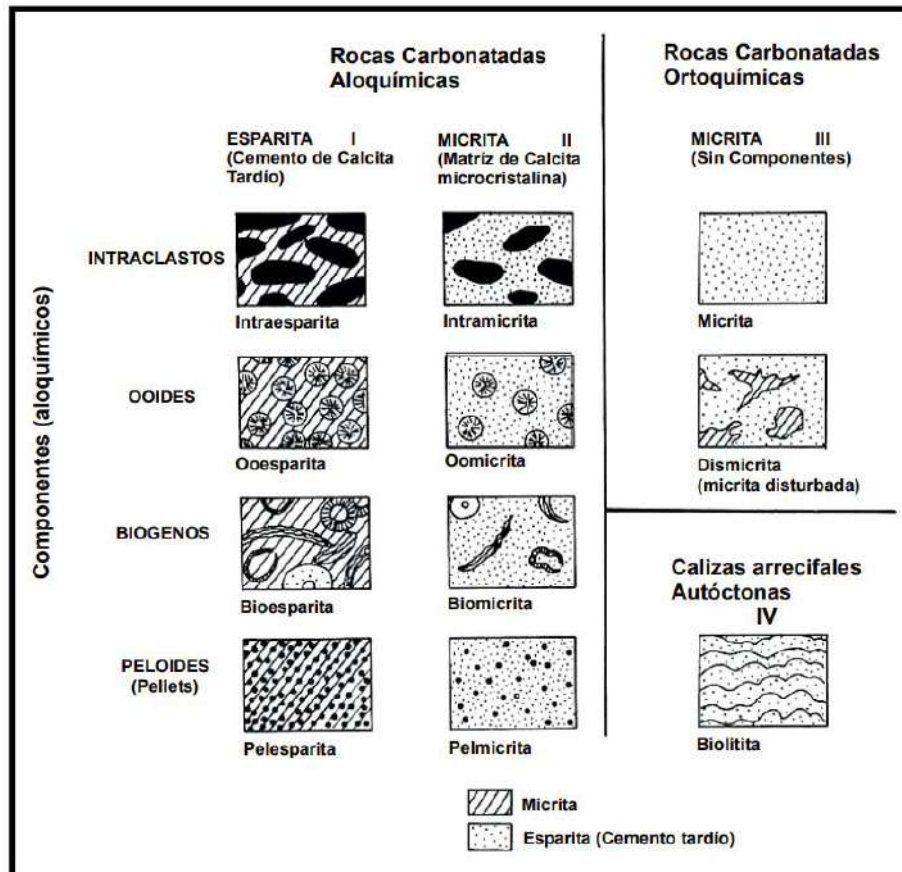


Figura 8. Clasificación de las rocas carbonatadas según Folk (López, 2002).

Las rocas calizas con componentes o aloquímicas, se separan en dos grupos:

- Si la masa básica es esparita (cemento de calcita)
- Sí la masa básica es micrita (calcita microcristalina)

Para complementar esta clasificación Folk, presentó una tabla con el espectro de las texturas de las rocas carbonatadas, basada con los elementos de su clasificación, donde se comparan de igual modo las rocas carbonatadas de sus equivalentes clásticos análogos.

En la actualidad se le han añadido a la clasificación de FOLK algunos elementos que pertenecen a otras clasificaciones de rocas carbonatadas, por ejemplo, el termino "rudita" tomado de los autores Grabau (1920) y Müller-Jung-Bluth & Toschek (1969), en donde los granos o componentes tienen que ser mayores a las 2 mm o micras, de tal manera que las rocas carbonatadas que contienen intra-extra o bioclástos mayores a 2 mm pueden ser llamadas intra, extra o bioesparudita, y si la matriz es esparita o intra, extra o biomicrudita si la matriz es micrita respectivamente (López, 2002).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Facies Sedimentarias: La definición de facies en Estratigrafía y en Sedimentología se utilizó para denominar a la suma total de los aspectos litológicos y paleontológicos de una unidad estratigráfica, o sea, para definir el aspecto de cada grupo de rocas. Una facie sedimentaria debe ser totalmente objetiva y debe basarse en los datos obtenidos en el campo al observar las rocas, por lo que 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 representantes de su génesis (Vera, 1994).

Estructura Sedimentaria: Representa la disposición geométrica que adquieren los sedimentos durante los procesos de sedimentación, o en una etapa posterior muy próxima a su depositación (Cheel, 2005).

Ambientes sedimentarios: Un ambiente sedimentario es el lugar de la superficie terrestre donde se realizan procesos sedimentarios que pueden individualizarse en zonas limitadas por sus características físicas, químicas y biológicas, las cuales determinan las propiedades del sedimento o roca sedimentaria (Reineck, 1975).

Estratocreciente: Los espesores tienen una ordenación en lotes de estratos con valores de espesores crecientes hacia el techo, dentro de cada lote. Este tipo de ordenamiento también se le conoce con el nombre de secuencia negativa (Lombard, 1956).

Estratodecreciente: Es el contrario del anterior, o sea, con disminución de los espesores de los estratos hacia el techo en cada lote. Este tipo de ordenamiento también se le conoce con el nombre de secuencia positiva (Lombard, 1956).

Correlación estratigráfica: Es una de las técnicas de mayor interés en Estratigrafía y consiste en comparar dos o más secciones estratigráficas, de un

intervalo de tiempo semejante, estableciendo la equivalencia entre los niveles o superficies de estratificación reconocibles en cada una de ellas (Vera, 1994).

Transgresión: La transgresión se refiere al desplazamiento de la línea de costa hacia el continente, también se le conoce como retrogradación. Las transgresiones ocurren durante un ascenso relativo del nivel del mar (Blandón, 2002).

Regresión: Se refiere a la migración de la línea de costa hacia el mar y, por consiguiente, la migración de las facies hacia el mar. La regresión puede ocurrir durante un ascenso relativo en el nivel del mar o durante un periodo de estabilidad eustática, si el influjo de clastos continentales es alto (Blandón, 2002).

Sedimentología: La sedimentología es la rama de la geología que se encarga de estudiar los procesos de formación, transporte y deposición de material que se acumula como sedimento en ambientes continentales y marinos y que normalmente forman rocas sedimentarias. Trata de interpretar y reconstruir los ambientes sedimentarios del pasado (Arche, 2010)

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN

3.1.1 Geográfica

El área de estudio de investigación se encuentra ubicado en el continente sudamericano, en el norte del Perú, en la cordillera de los Andes, se encuentra dentro de la zona 17S en la hoja 15-g cuadrángulo de San Marcos.

Tabla 1. Coordenadas del área de investigación.

Vértice	Este	Norte
1	786370	9215800
2	787640	9215800
3	787640	9214950
4	786370	9214950

3.1.2. Política

Se ubica al noreste de la ciudad de Cajamarca, en la jurisdicción de La Encañada, el cual pertenece al Departamento y Provincia de Cajamarca, se encuentra a 3100 msnm. aproximadamente. La zona de investigación se encuentra dentro de los siguientes vértices, con coordenadas en el sistema UTM y Datum WGS-84. (Ver fig. 9).

3.1.3. Accesibilidad

La vía principal hacia la zona de investigación es la carretera asfaltada/trocha Cajamarca- Luichupucro a 21km. aproximadamente desde la Plaza de Armas de Cajamarca, con un tiempo de 40 minutos en vehículo particular. Realizando las salidas a campo desde el mes de octubre del 2023 hasta noviembre del 2024. Para su mejor entendimiento la ruta de acceso se plasma en la figura 10.

Tabla 2. Accesibilidad a la zona de estudio.

Tramo	Tipo de carretera	Longitud	Tiempo
Cajamarca- Luichupucro	Asfaltada/Trocha	21 km	40 min.

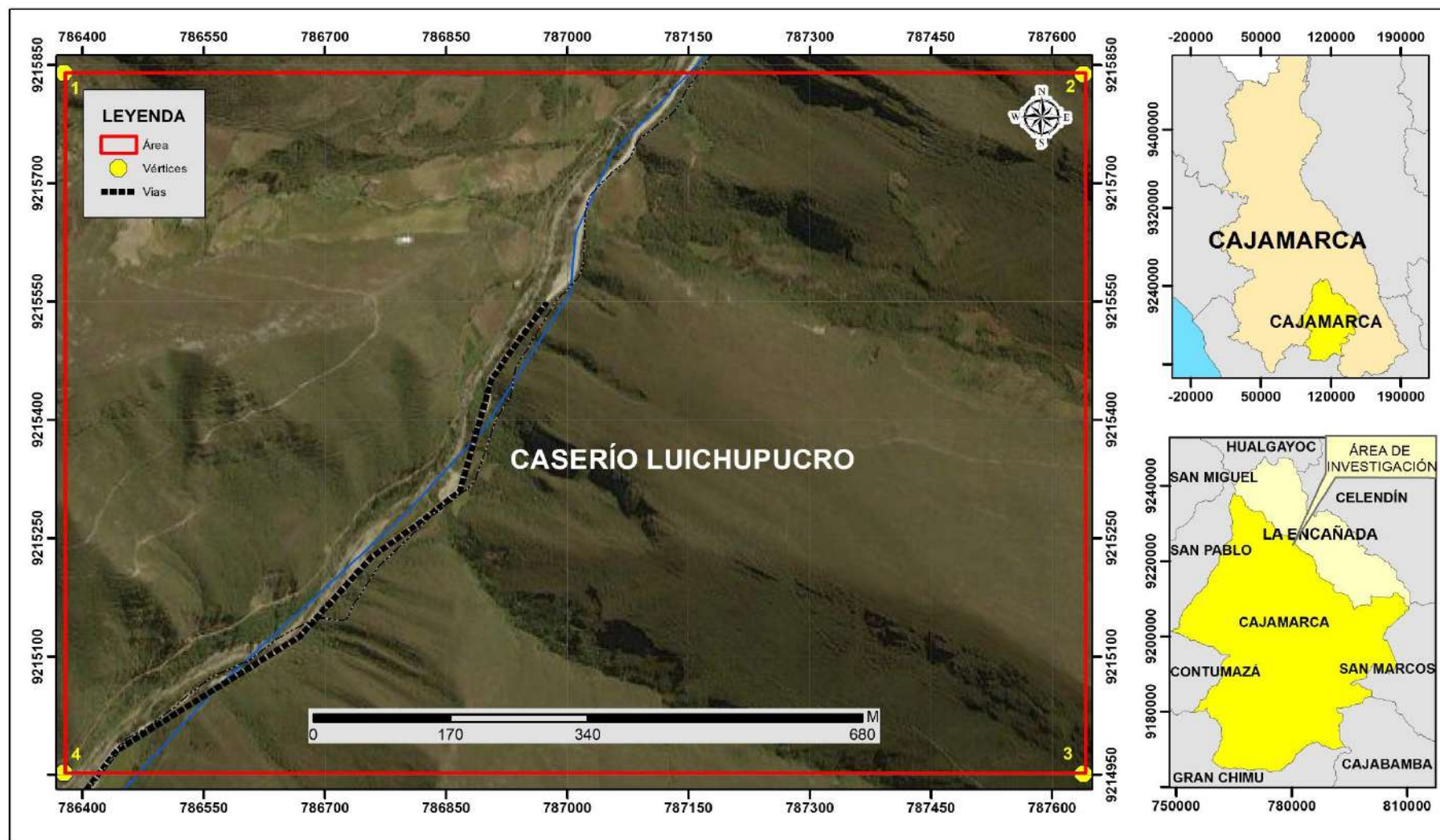


Figura 9. Ubicación política.

Fuente: Elaborado en Arcgis 10.8 con imagen de SASPlanet

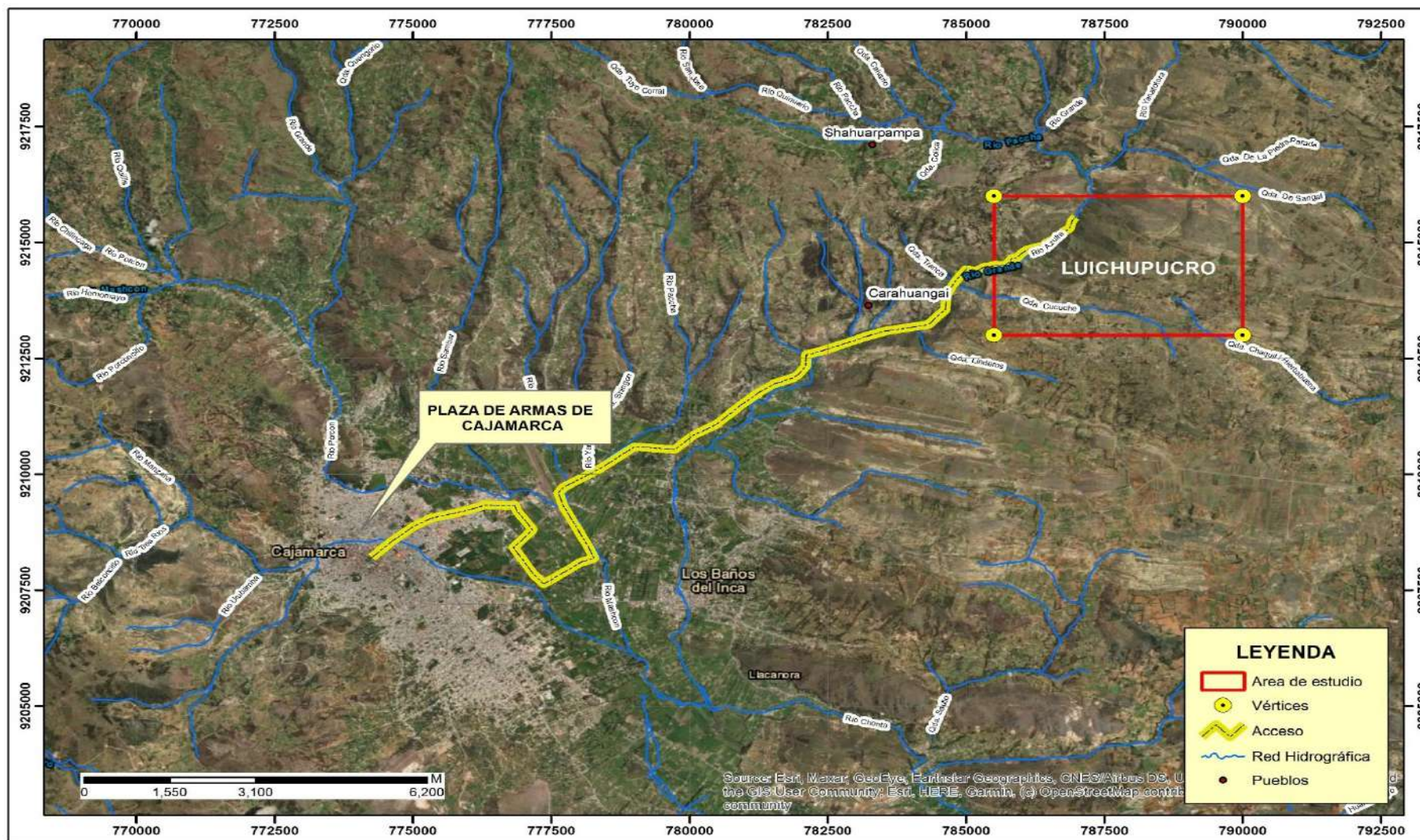


Figura 10. Accesibilidad al Caserío Luichupucro
Fuente: Elaborado en Arcgis 10.

3.2. PROCEDIMIENTOS

La investigación consta de tres etapas, las cuales se detallan a continuación:

Etapas de pre-campo - Revisión bibliográfica

En esta etapa se recopila toda la información detallada mediante libros, revistas científicas e investigaciones relacionados al Grupo Quilquiñan, obtenidos de las principales fuentes del portal web del INGEMMET, GEOCATMIN y del repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca y además se hace una comparación de antecedentes locales que serán de apoyo en el desarrollo y organización de la investigación.

En la actualidad existe mucha información para poder determinar aspectos básicos de la investigación, por ejemplo, con los softwares Google Earth y SasPlanet, se puede obtener la ubicación geográfica exacta de un área determinada a través de imágenes satelitales; una vez obtenida toda esta data se procesa en el software ArcGis para la elaboración de los planos satelital, geológico y topográfico, que sirven como base en la etapa 2.

Etapas de trabajo de campo

En esta etapa con la ayuda de planos e imágenes satelitales recopilados anteriormente, se realizó visitas periódicas a campo para el reconocimiento fisiográfico de la zona de investigación, empleando la observación, anotaciones y la utilización de fichas de campo para la obtención de datos que permiten realizar e interpretar las columnas y perfiles estratigráficas. Además, se recolectaron muestra de mano para describir las características petrológicas y así poder identificar posteriormente las facies sedimentarias de la formación y por último, se realizó la toma de datos de los azimut y buzamientos de los estratos para realizar el cartografiado geológico.

Etapas de post campo – Trabajo de gabinete

Con toda la data obtenida en campo se procede a la elaboración de columnas litoestratigráficas para luego procesarlo y digitalizarlo y así poder analizar e

interpretar las distintas características de las facies sedimentarias del Grupo Quilquiñan.

Estos datos fueron digitalizados en el software ArcGis 10.8 y AutoCAD civil 3D 2020, tanto para los perfiles geológicos, planos y columnas lito-estratigráficas. Por último, se elaboró el informe final que será de gran ayuda para posteriores investigaciones en la provincia de Cajamarca.

3.2.1. Metodología de Investigación

Se utilizó el método inducción-deducción. Para dicha metodología de investigación se analizó según el nivel, el diseño, su naturaleza, la finalidad y el periodo a través del tiempo.

Según su nivel:

La presente investigación es descriptiva - explicativa; porque pretende decir cómo es la realidad a través de la observación y descripción de las características litobioestratigráficas del Grupo Quilquiñan; además se explicará e interpretará el ambiente de sedimentación.

Según su diseño:

No experimental porque se observará los fenómenos tal y como ocurre naturalmente en el Grupo Quilquiñan, los cuales se describen sin manipulación deliberada de las variables.

Según su naturaleza: Cualitativo/ cuantitativo (combinado)

Es cualitativa porque los datos se obtienen a través de la observación de las estructuras, texturas, estratos y litología del Grupo Quilquiñan. Es cuantitativa numérica porque se basa en el estudio y análisis de las Formaciones Romiron y Coñor a través de diferentes procedimientos basados en la medición de las diferentes variables litoestratigráficas (el espesor, textura, tiempo cronoestratigráfico, facies).

Según la finalidad:

Aplicativa porque se utilizaron conocimientos teóricos ya existentes para determinar las características litoestratigráficas del Grupo Quilquiñan.

Según el período:

Transversal en el tiempo, porque la investigación analiza datos de las variables recopiladas en un período de tiempo determinado. Para su mejor entendimiento se presenta en la Tabla 1.

Tabla 3. Representación de la metodología según su finalidad, objetivo, naturaleza, diseño y periodo

Según su objetivo	Aplicada
Según el nivel de profundización del objeto	Descriptivo Explicativo
Según su naturaleza	Cualitativa, Cuantitativa numérica y Combinada
Según el grado de manipulación de variables	No experimental
Según el periodo	Transversal en el tiempo

Fuente: Modificado de Supo, (2016)

3.2.1.1. Población de estudio

El afloramiento del Grupo Quilquiñan de aproximadamente 500 m de espesor, ubicado en el caserío Luichupucro del distrito de la Encañada.

3.2.1.2. Muestra de estudio

Unidades Litoestratigráficas de las Formaciones Romirón y Coñor.

3.2.1.3. Unidad de análisis

La litología, estructuras, texturas, secuencia y tiempo cronoestratigráfico.

3.2.2. Identificación de variables

Para la investigación se ha identificado las variables independientes e dependiente, los mismos que a continuación, se detallan:

Variables independientes: Litología, ambientes sedimentarios, Tiempo cronoestratigráfico.

Variable dependiente: LitoEstratigrafía.

3.2.3. Técnicas

Las técnicas que se emplearán para la realización del siguiente trabajo de investigación se basarán en la observación, análisis y la medición en campo de muestras y recolección de datos In Situ; mientras que los instrumentos estarán constituidos por fichas y formatos como: ficha de descripción litológica, formato para Rocas Sedimentarias Carbonatadas y medición de columnas estratigráficas.

3.2.4. Materiales y equipos

En el desarrollo de la presente investigación se utilizaron diversos instrumentos y equipos, que hicieron posible la recopilación de datos y su respectivo análisis e interpretación.

3.2.4.1. Materiales

Plano topográfico: se utilizó en escala 1 en 2500 para identificar zonas con pendientes Formatos de elaboración de columna estratigráfica: Utilizado para colocar los datos de estratificación y para la elaboración de la columna litoestratigráfica.

Plano geológico: Para ubicar las formaciones geológicas de estudio, obtenido de la Carta Geológica Nacional del INGEMMET de Cajamarca.

Tablero: Utilizado para describir y dibujar las unidades litoestratigráficas.

Libreta de campo: se utilizó para la anotación de puntos, coordenadas, datos de las rocas y todo lo que sea necesario

Lápiz, lapiceros y marcadores: se utilizará para realizar el cartografiado geológico del Grupo Quilquiñan y anotaciones necesarias de datos.

Flexómetro: utilizado para medir los diferentes estratos del Grupo Quilquiñan.

3.2.4.2. Equipos

Brújula Brunton: utilizada para medir rumbo y buzamientos de estratos.

GPS (Sistema de Posicionamiento Global) Garmin: para la ubicación espacial de los puntos de muestreo y de las columnas estratigráficas levantadas; a través de sus coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator).

Lupa de 20x: es necesario para reconocer los componentes de las rocas y clasificarlos correctamente.

HCl: Ácido clorhídrico, utilizado para determinar el porcentaje de ácidos de las rocas carbonatadas.

Picota: necesaria para la obtención de muestras frescas de rocas.

Laptop Lenovo: Para desarrollar todo el trabajo en gabinete y el informe final de la presente tesis.

Cámara digital 15 mpx.: para la evidencia y toma de fotografías de campo y muestras.

3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Las estructuras más resaltantes encontradas en campo, son la presencia de un anticlinal, estos plegamientos han afectado a las Formaciones de la zona logrando así que partes de algunas Formaciones geológicas ya sea el Grupo Quilquiñan, Formación Mujarrún y La Formación Cajamarca se encuentren con un fuerte fracturamiento.

3.3.1. Plegamientos

Los plegamientos son deformaciones en las rocas causadas por fuerzas tectónicas. Estas estructuras nos brindan información valiosa sobre la formación de montañas, la acumulación de recursos naturales y la historia geológica de nuestro planeta. En la imagen se observa un anticlinal debido que las capas buzan en direcciones opuestas (hacia W y hacia E) y se alejan del eje central de la estructura, esto confirma la presencia de un anticlinal. La presencia de esta estructura indica que esta región ha estado sometida a un intenso esfuerzo compresivo horizontal en el pasado geológico, lo que provocó el acortamiento de la corteza y el plegamiento dúctil de las rocas.



Foto 1. Anticlinal generado por esfuerzos compresionales, con una dirección W-E en la Formación Mujarrúm con coordenadas E: 786913, N: 9215421.



Foto 2. Monoclinal en forma de rampa inclinado en una sola dirección ubicado en el Grupo Quilquiñan, conformado por calizas y niveles de lutitas, con coordenadas E: 785956, N: 9214713.

3.3.2. MARCO ESTRATIGRÁFICO

El marco estratigráfico está representado por el Grupo Quilquiñan, el cual se describe a continuación:

3.3.2.1. GRUPO QUILQUIÑAN

Las Formaciones Mujarrún, Romirón y Coñor constituyen una secuencia estratigráfica marina fundamental del Cretácico Superior (Cenomaniano Medio – Turoniano Inferior) en Cajamarca. La Formación Mujarrún, que es la unidad más antigua en esta secuencia, se apoya concordantemente sobre la Formación Yumagual y está compuesta principalmente por calizas nodulares macizas y una intercalación superior de margas y lutitas (miembros Choro y Culebra, respectivamente), destacando por su riqueza en fósiles como *Exogyra*. Suprayaciendo a Mujarrún se encuentra la Formación Romirón, caracterizada por lechos delgados de calizas nodulares intercalados con margas de color pardo-amarillento, y que también es muy fosilífera. Finalmente, la Formación Coñor es la unidad superior del conjunto, compuesta por bancos de calizas claras alternadas con lutitas arenosas y margas. Esta secuencia culmina en una discordancia paralela que la separa de la suprayacente Formación Cajamarca, marcando una importante interrupción en la depositación sedimentaria de la región.

Lo observado en campo fue una secuencia estratigráfica dominada por calizas nodulosas macizas, seguidas de una alternancia de margas y lutitas amarillentas ricas en fósiles del género *Exogyra*. Posteriormente, se encuentran delgados bancos de calizas nodulosas intercalados con margas pardo-amarillentas fosilíferas (Formación Romirón). Finalmente, la secuencia culmina con bancos de calizas claras intercalados con lutitas arenosas y margas delgadas, también con abundante contenido fósil (Formación Coñor). Por la litología del grupo y la fauna abundante de lamelibranquios, amonites y *Exogyras*, indica que el Grupo Quilquiñan se depositó en un mar somero.



Foto 3. Contacto entre el Grupo Quilquiñán y Fm. Cajamarca, con coordenadas N: 789005, N: 9214506.



Foto 4. Contacto inferido entre la Fm. Mujarrún y Romirón, con coordenadas N: 9215418 y E: 786906.

El Grupo Quilquiñán está conformada por las siguientes Formaciones:

- **Formación Romirón**

La Formación Romirón, perteneciente al Grupo Quilquiñán, se sitúa estratigráficamente por encima de la Formación Mujarrun y por debajo de la Formación Coñor. Caracterizada por delgados lechos de calizas nodulares con margas pardo-amarillentas fosilíferas, esta Formación presenta abundantes fósiles de exogyras, bivalvos, ammonites, gasterópodos y ostreas en diferentes estratos de caliza nodulares con presencia de limolitas. La abundancia de carbonato de calcio en el techo de esta Formación se atribuye a su proximidad con niveles calcáreos más potentes.

- **Formación Coñor**

La Formación Coñor se caracteriza por bancos de calizas claras intercalados con lutitas arenosas y margas delgadas, ricas en fósiles como *Exogyra ponderosa* y *Exogyra africana*, cefalópodos, lamelibranquios y gasterópodos. Estratigráficamente, suprayace a la Formación Romirón e infrayace a la Formación Cajamarca.

3.3.3. GEOLOGÍA LOCAL

La Formación Yumagual, está compuesta por calizas nodulares macizas y una alternancia superior de margas y lutitas (Miembros Choro y Culebra). Infrayaciendo se encuentra la Formación Romirón, compuesta por limolitas oxidadas y calizas nodulares, y que se caracteriza por ser fosilífera, con una abundante presencia de *Exogyra*, otros bivalvos y arcillolitas en su parte superior, indicando un ambiente marino estable de plataforma. Finalmente, la Formación Coñor es la unidad superior del grupo, compuesta principalmente por calizas *mudstones* (lodo calcáreo), lo que refuerza un ambiente de plataforma más profundo o de baja energía. Es notable la presencia de venillas de calcita, que indican fracturamiento posterior por fuerzas tectónicas. Esta secuencia culmina en una discordancia paralela que separa al Grupo Quilquiñán de la suprayacente Formación Cajamarca, marcando un lapso de tiempo o erosión antes de que continuara la sedimentación.

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA	Grosor (m)	LITOLOGIA	DESCRIPCION
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Dep. fluviales y aluviales			Arenas, gravas.
			Dep. lagunares y glaciares			Limos, arcillas.
		PLEISTOCENO	Formación Condebamba	150		Conglomerados, areniscas y arcillas rojas.
		PLIOCENO	Formación Cajabamba	200		Lutitas, lodolitas, areniscas finas blanco amarillentas.
	NEOGENO		Formación Bambamarca	300		Tobas dacíticas y traquiandesíticas blanquecinas.
		MIOCENO				Disc. ang.
	PALEOGENO					Tobas blanco amarillentas intercaladas con areniscas.
						rojizas, aglomerados y piroclastos.
						Dacita
						Intercalación de derrames andesíticos, tobas blanquecinas.
						areniscas tobáceas y conglomerados lenticulares.
						Diorita
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR				Tobas blanquecinas intercaladas con delgados lechos de areniscas y lutitas tobáceas.
						Derrames y brechas andesíticas.
						Disc. ang.
						Conglomerados con cantos de cuarcita.
						Conglomerados con cantos de calizas y areniscas rojizas
		INFERIOR				Calizas, margas y lutitas gris amarillentas.
						Calizas gris azuladas, macizas, con delgadas intercalaciones de lutitas y margas.
						Calizas nodulares macizas, margas y lutitas pardo-amarillentas fosilíferas.
						Calizas gris parduscas, fosilíferas, margas y escasos niveles de lutitas.
						Lutitas grises o negras, calizas bituminosas nodulares.
	JURASICO	SUPERIOR				Calizas arenosas, lutitas calcáreas y margas.
						Areniscas calcáreas y limolitas ferruginosas.
						Cuarcitas y areniscas blancas.
						Areniscas rojizas y cuarcitas blancas intercaladas con lutitas grises.
		MEDIO				Lutitas grises y calizas marnosas.
						Areniscas, cuarcitas, lutitas y niveles de carbón en la parte inferior, principalmente cuarcitas en la parte superior.
						Lutitas negras, laminares y deleznales, con intercalaciones de areniscas grises y horizontes arcillosos.
						Disc. ang.
PALEOZOICO	PERMIANO	SUPERIOR				Tobas, brechas y derrames andesíticos.
						Tonalita/granodiorita
	ORDOVICIANO					Calizas gris azuladas, macizas con nódulos silíceos.
						Disc. ang.
PROTEROZOICO						Areniscas, limolitas y conglomerados rojizos.
						Disc. ang.
						Filitas pelíticas y tobáceas de colores marrones y negruzcos con algunas cuarcitas hacia la parte superior.
						Disc. ang.
						Esquistos gris verdosos y anfíbolitas.

Figura 11. Columna estratigráfica de la región de Cajamarca, ubicando al Grupo Quilquiñán.

Fuente: Ingemmet, 2007.

Litológicamente el Caserío Luichupucro, está ubicado en la era Cenomaniano Superior – Turoniano Inferior (Formación: Romirón y Coñor), delimitado por secuencias estratigráficas con orientación Az: N256° a N280° y Bz: 54°NE a 66°NE. Sin embargo, La Formación Romiron está compuesto litoestratigráficamente por estratos delgados de limolitas oxidadas, calizas con intercalación de limolitas, además de calizas (wackstone – packstone) lo que indica un ambiente de depositación transgresión marina y calizas mudstone, presenta biozonas fosilíferas como los bivalvos, equinodermos y exogyras. Por otro lado, la Formación Coñor ubicado en la edad Turoniano Temprano, está compuesto litoestratigráficamente por calizas masivas y calizas mudstone, con la presencia de venillas de calcita, además de arrecifes de corales y horizontes de marga.



Foto 5. Contacto inferido entre la Formación Romirón y la Coñor, con coordenadas, E: 789105, N: 9214608.

3.4. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Las salidas a campo en la zona de estudio de Luichupucro tanto en la parte alta como en corte de carretera, permitieron obtener datos sobre la litología (calizas masivas, calizas nodulares, horizontes de margas y arcillolitas principalmente), textura (de M a W) y secuencias (directa e inversa) en el Grupo Quilquiñan. Estos datos fueron analizados y procesados para realizar el levantamiento de dos columnas litoestratigráficas, en las cuales se identificaron diferentes facies de acuerdo al tipo de litología y así poder comprender el ambiente de depositación de la Formación Romirón y Coñor ubicada a 21 km de la ciudad de Cajamarca, el cual con la información procesada se determinó que pertenecen a un ambiente marino de poca profundidad.

3.4.1. Litoestratigrafía de la Formación Romirón en el Caserío Luichupucro

En el caserío Luichupucro, los afloramientos rocosos de calizas y limolitas encontrados en la Formación Romirón se encuentran en corte de carretera de la parte baja y alta del caserío.

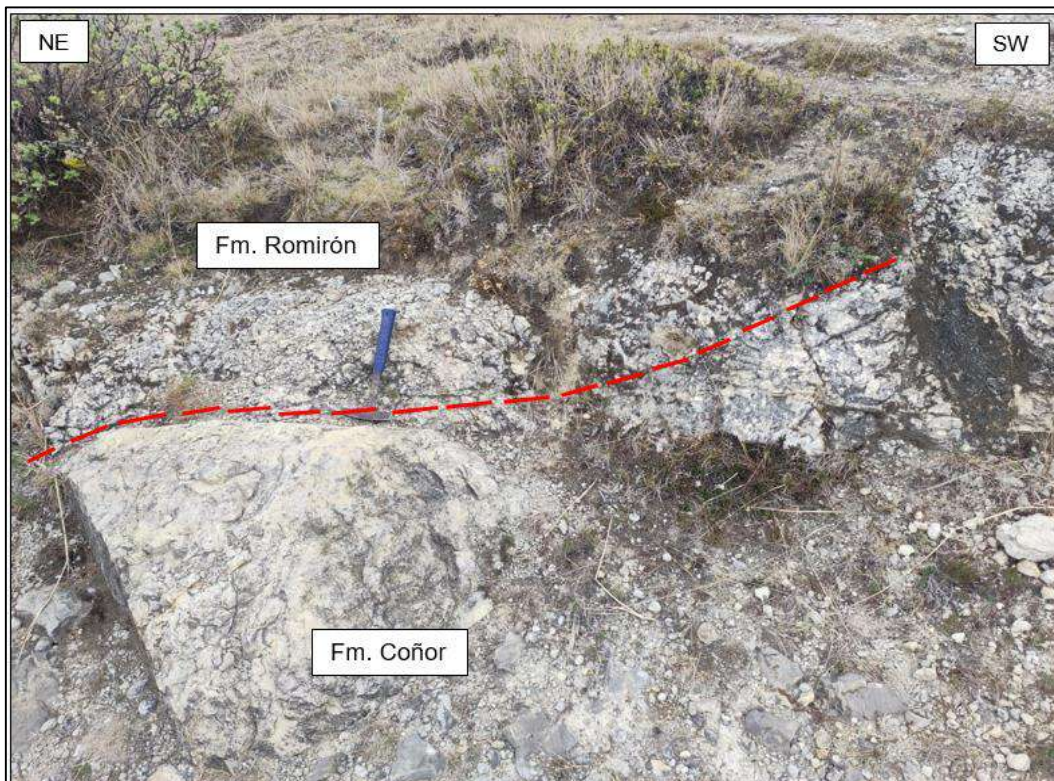


Foto 6. Contacto inferido entre la Formación Coñor y Romirón, con coordenadas, E:789206, N: 9214507.



Foto 7. Contacto inferido entre la Formación Romirón y Coñor, en la Fm. Romirón se aprecia que está cubierto por cuaternario fluvial, con coordenadas, E: 786934, N: 9215333.

a) Facie de calizas estratificadas intercaladas con arcillolitas

Esta facie se caracteriza por la intercalación de estratos delgados de arcillolitas con estratos medianos delgados de calizas nodulares Wackstone. Las calizas nodulares presentan alto contenido de bioclastos. Las arcillitas no presentan contenido fosilífero.



Foto 8. Intercalación de calizas wackstone estratificadas con arcillolitas, con coordenadas, E. 786949, N: 9215368.

3.4.1.1. Estructuras Sedimentarias de la Formación Romirón

Las estructuras sedimentarias encontradas en la Formación Romirón se describen a continuación:

- **Estratificación Paralela**

La estratificación paralela, también conocida como estratificación tabular, es un tipo de estructura sedimentaria en la que las capas de sedimento se depositan en láminas horizontales o casi horizontales, una encima de otra.

Estas capas, o estratos, son relativamente planas y paralelas entre sí. Este tipo de estratificación se encuentra en la parte inferior de la Formación Romirón, lo cual da un indicio de que esta Formación se depositó en un ambiente marino, debido a que no hubo interrupciones significativas en el momento de sus depositación.



Foto 9. Estratificación paralela entre rocas calizas y arcillolitas, con coordenadas, E: 786973, N: 9215420.



Foto 10. Estratificación paralela con alto grado de fracturamiento, roca caliza de gris a plomo, con coordenadas, E: 786985, N: 9215451.

- **Estratificación Sesgada**

A diferencia de la estratificación paralela, en la estratificación sesgada los estratos no son horizontales, sino que presentan una inclinación respecto a la horizontal. Esta inclinación se debe a la acción de corrientes que transportan y depositan los sedimentos en ángulos diferentes, siendo una característica común de calizas y arcillolitas. La dirección de inclinación de los estratos cruzados nos indica la dirección de la corriente que los formó.

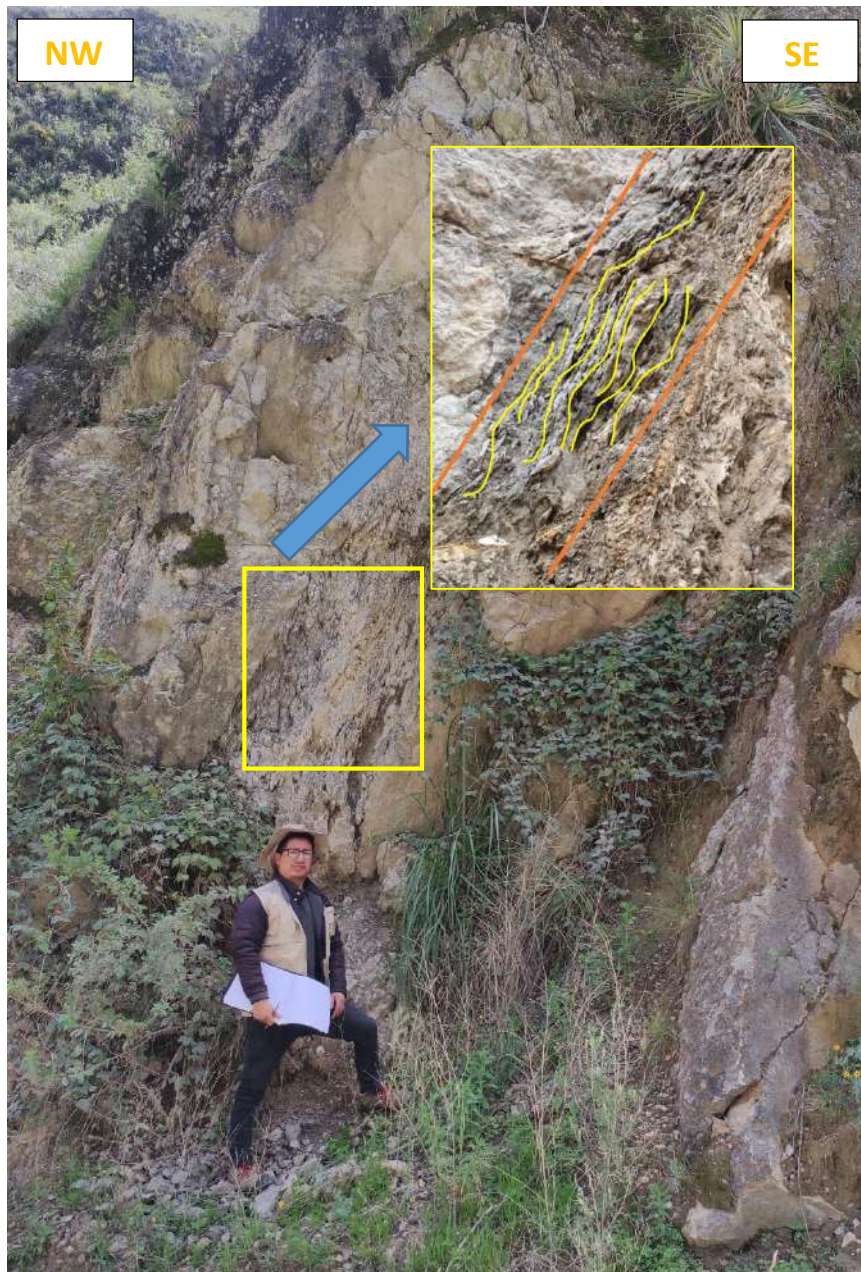


Foto 11. Estratificación sesgada identificado en la Formación Romirón de rocas arcillolitas, con coordenadas, E: 786993, N: 9215459.

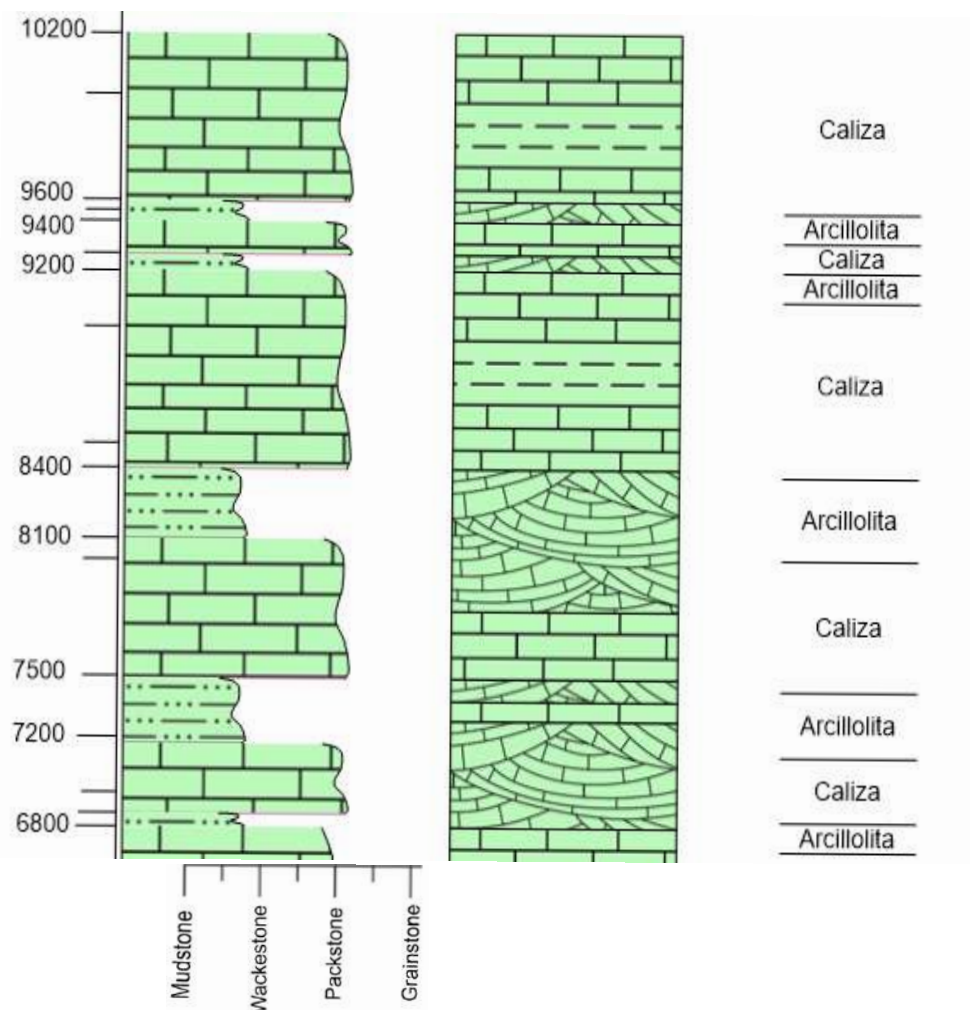


Figura 12. Datos de la columna estratigráfica del tipo de rocas y estructuras de la Formación Romirón, obtenidas en campo.

3.4.2. Clasificación Petrológica

Para la descripción y clasificación de las muestras de rocas sedimentarias, se utilizaron las clasificaciones para rocas sedimentarias de los autores Dunham (1962) y Folk (1962).

3.4.2.1. Clasificación Petrológica de la Formación Romirón

En la Formación Romirón se encontraron las siguientes rocas:

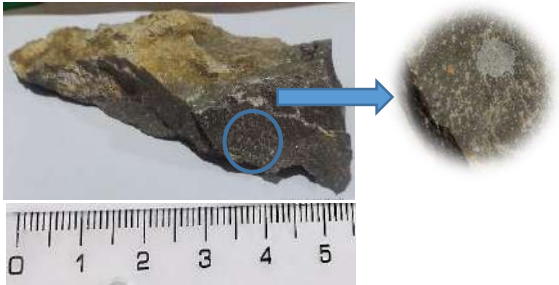
GENERALIDADES			
Carta	Zona	Formación	Tipos de roca
15-g4	San Marcos	Romirón	No Clástica
CARACTERÍSTICAS		FOTO: M-1	
Color superficie intemperizada	Gris pardusco		
Color superficie fresca	Gris		
Brillo	Opaco		
Dureza	4		
Raya	Blanca		
Fractura	Irregular		
Presencia de bioclastos o fósiles	No		
Reacción con HCl	Si		
CLASIFICACIÓN			
Según Folk (1962)		Según Dunham (1962)	
Caliza Esparítica		Caliza Packstone	

Tabla 4. Clasificación petrológica de caliza P de la parte Inferior de la Fm. Romirón de la zona Luichupucro.

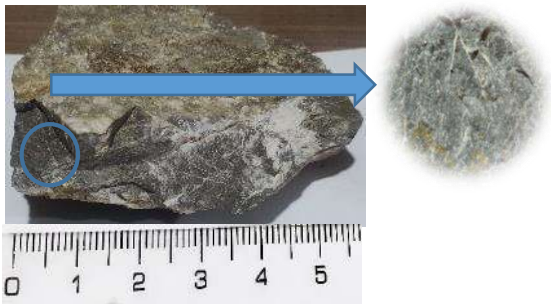
GENERALIDADES			
Carta	Zona	Formación	Tipos de roca
15-g4	San Marcos	Romirón	No Clástica
CARACTERÍSTICAS		FOTO: M-2	
Color superficie intemperizada	Gris pardusco		
Color superficie fresca	Gris		
Brillo	Opaco		
Dureza	3-4		
Raya	Blanca		
Fractura	Irregular		
Presencia de bioclastos o fósiles	No		
Reacción con HCl	Si		
CLASIFICACIÓN			
Según Folk (1962)		Según Dunham (1962)	
Caliza Esparítica		Caliza Packstone	

Tabla 5. Clasificación petrológica de caliza P, con presencia de venillas de calcita de la parte Inferior de la Fm. Romirón de la zona Luichupucro.

GENERALIDADES			
Carta	Zona	Formación	Tipos de roca
15-g4	San Marcos	Romirón	No Clástica
CARACTERÍSTICAS		FOTO: M-3	
Color superficie intemperizada	Gris pardusco		
Color superficie fresca	Gris		
Brillo	Opaco		
Dureza	3-4		
Raya	Blanca		
Fractura	Irregular		
Presencia de bioclastos o fósiles	Si (< 2 mm)		
Reacción con HCl	Si		
CLASIFICACIÓN			
Según Folk (1962)		Según Dunham (1962)	
Caliza Micrítica		Caliza Wackestone	

Tabla 6. Clasificación petrológica de caliza W, con presencia de microfósiles de la parte Superior de la Fm. Romirón de la zona Luichupucro.

GENERALIDADES			
Carta	Zona	Formación	Tipos de roca
15-g4	San Marcos	Romirón	No Clástica
CARACTERÍSTICAS		FOTO: M-4	
Color superficie intemperizada	Gris pardusco		
Color superficie fresca	Gris		
Brillo	Opaco		
Dureza	3-4		
Raya	Blanca		
Fractura	Concoidea		
Presencia de bioclastos o fósiles	No		
Reacción con HCl	Si		
CLASIFICACIÓN			
Según Folk (1962)		Según Dunham (1962)	
Caliza Micrítica		Caliza Mudstone	

Tabla 7. Clasificación petrológica de caliza M, de la Fm. Romirón en la zona Luichupucro.

3.4.3. Litoestratigrafía de la Formación Coñor en el Caserío Luichupucro

Los afloramientos encontrados en esta zona se encuentran en corte de carretera y en la parte alta del Caserío Luichupucro (N9214507 – E789206).

3.4.3.1. Facies Litoestratigráficas de la Formación Coñor

a) Facie de calizas intercaladas con margas masivas

Esta facie es una secuencia directa y se caracteriza por la presencia de una intercalación de estratos masivos de calizas W con estratos delgados de margas. Las calizas masivas presentan pequeñas oquedades y bastante fracturamiento, además con la presencia de fósiles, como lo es el arrecife de coral. Por otro lado, las margas no tienen presencia de bioclastos. Esta facie tiene un espesor de 3m. aproximadamente.

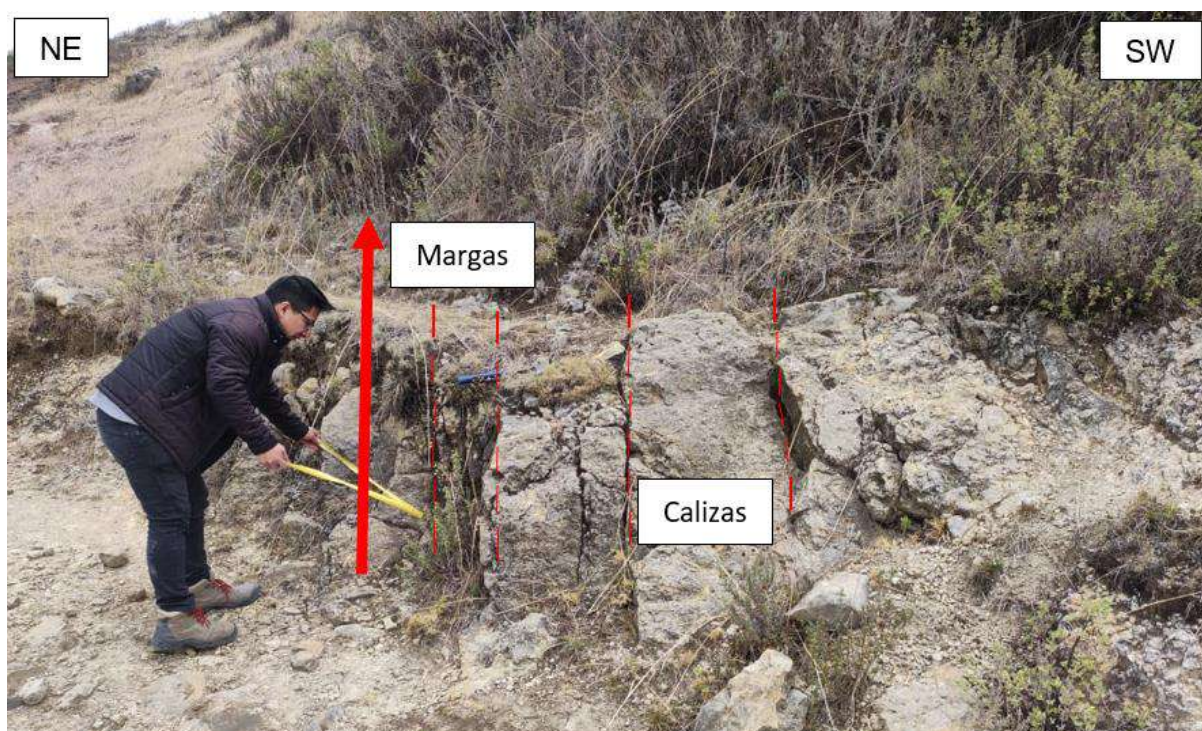


Foto 12. Intercalación de calizas masivas con margas en el miembro inferior de la Fm. Coñor, con coordenadas, E: 789100, N: 9214608.

b) Facie de caliza mudstone

Esta facie es una secuencia directa y se caracteriza por la intercalación de estratos potentes de caliza mudstone con horizontes de calcita altamente fracturada, las calizas mudstone presentan bastantes venillas de calcita y microfósiles, además de la presencia de micas y oquedades. Las calcitas presentan una estructura nodular. Esta facie tiene un espesor de 4m. aproximadamente.

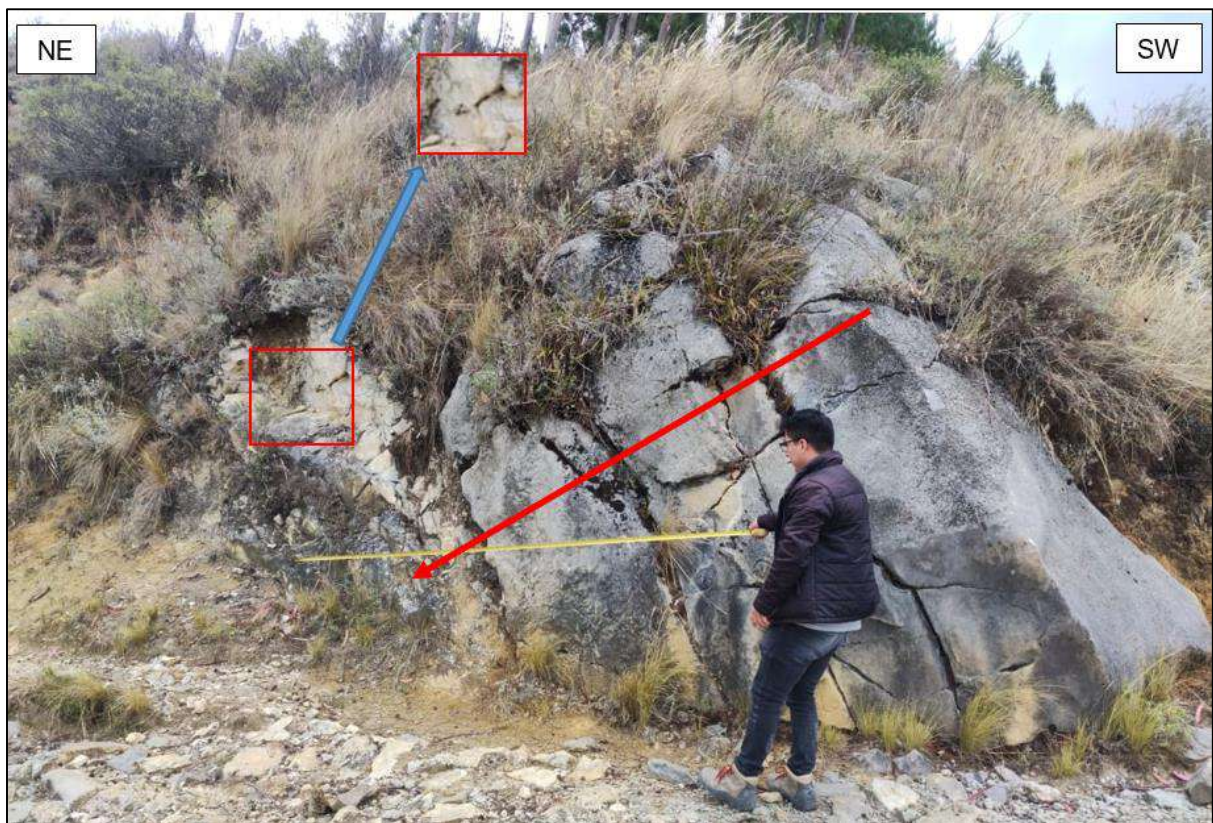


Foto 13. Calizas mudstone en el miembro inferior de la Fm. Coñor, con coordenadas, E: 789074, N: 9214656.

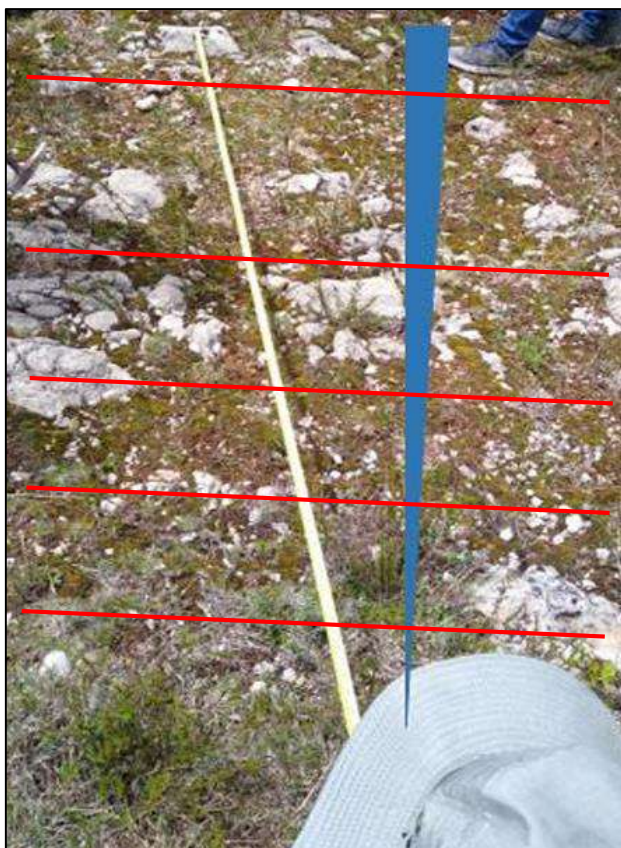


Foto 14. Secuencia inversa en rocas caliza mudstone en la Formación Coñor, con coordenadas, E: 789065, N: 9214559.

3.4.4. Estructuras Sedimentarias

Las estructuras sedimentarias encontradas en la Formación Coñor se describen a continuación:

3.4.4.1. Estructura Nodular

Las estructuras nodulares en una formación rocosa se caracterizan por presentar cuerpos redondeados o irregulares de material diferente a la roca circundante. Estos nódulos pueden variar en tamaño desde unos pocos milímetros hasta varios metros de diámetro. Estructura característica en calizas con la presencia de calcita y óxidos, como se observa en la foto 15.



Foto 15. Estratos de calizas nodulares en la parte inferior de la Formación Coñor, con coordenadas, E: 789300, N: 9214573.

3.4.4.2. Estratificación Sesgada

La estratificación sesgada es un tipo de estratificación en la que se alternan capas de sedimento de grano fino (como limo o arcilla) con capas de sedimento de grano más grueso. Estas capas finas tienen una forma lenticular o de "lámina". Este tipo de estratificación sesgada se encontró en rocas sedimentarias, como son las margas y arcillolitas. Este tipo de estratificación nos da un indicio de que se depositó en un ambiente submareal, con corrientes de alta y baja energía.



Foto 16. Estratificación sesgada, con la presencia de rocas margas y arcillolitas, con coordenadas, E: 787030, N: 9215534.

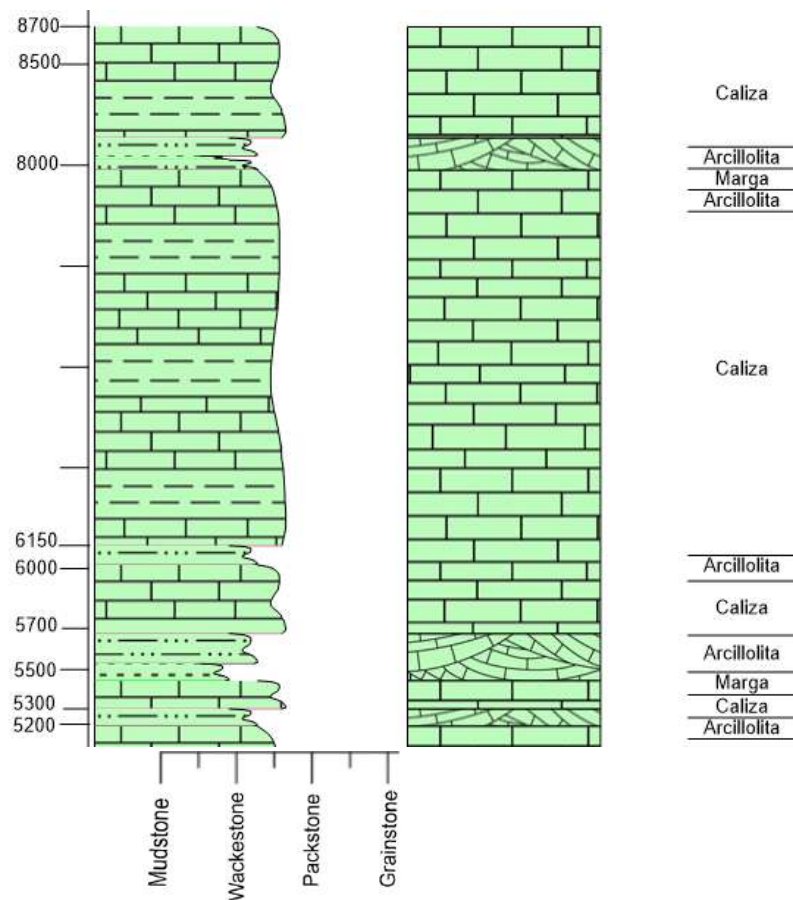


Figura 13. Datos de la columna estratigráfica de la litología y estructuras de la Formación Coñor, obtenidas en campo.

3.4.5. Clasificación Petrológica

Para la descripción y clasificación de las muestras de rocas sedimentarias, se utilizaron las clasificaciones para rocas sedimentarias del autor Dunham (1962) y Folk (1962).

3.4.5.1. Clasificación Petrológica de la Formación Coñor

En la Formación Coñor se encontraron las siguientes rocas:

GENERALIDADES			
Carta	Zona	Formación	Tipos de roca
15-g4	San Marcos	Coñor	Química
CARACTERÍSTICAS		FOTO: M-5	
Color superficie intemperizada	Gris blanquecino		
Color superficie fresca	Gris		
Brillo	Opaco		
Dureza	3.5 - 4		
Raya	Blanca		
Fractura	Irregular		
Presencia de bioclastos o fósiles	No		
Reacción con HCl	Si		
CLASIFICACIÓN			
Según Folk (1962)		Según Dunham (1962)	
Caliza Micrítica		Caliza Mudstone	

Tabla 8. Clasificación petrológica de caliza M, de la Fm. Coñor de la zona de Luichupucro.

GENERALIDADES			
Carta	Zona	Formación	Tipos de roca
15-g4	San Marcos	Coñor	Química
CARACTERÍSTICAS		FOTO: M-6	
Color superficie intemperizada	Gris pardusco		
Color superficie fresca	Gris		
Brillo	Opaco		
Dureza	3.5 - 4		
Raya	Blanca		
Fractura	Irregular		
Presencia de bioclastos o fósiles	No		
Reacción con HCl	Si		
CLASIFICACIÓN			
Según Folk (1962)		Según Dunham (1962)	
Caliza Micrítica		Caliza Mudstone	

Tabla 9. Clasificación petrológica de caliza M, con presencia de venillas de calcita de la Fm. Coñor en la zona de Luichupucro.

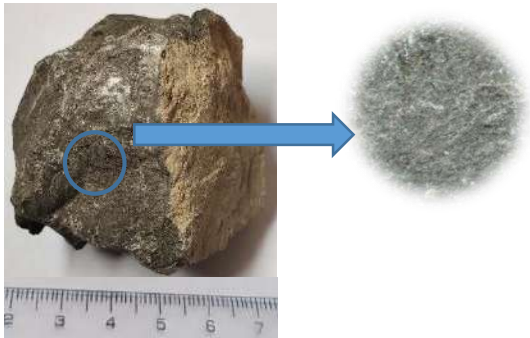
GENERALIDADES			
Carta	Zona	Formación	Tipos de roca
15-g4	San Marcos	Coñor	Química
CARACTERÍSTICAS		FOTO: M-7	
Color superficie intemperizada	Gris pardusco		
Color superficie fresca	Gris		
Brillo	Opaco		
Dureza	3 - 4		
Raya	Blanca		
Fractura	Concoidea		
Presencia de bioclastos o fósiles	No		
Reacción con HCl	Si		
CLASIFICACIÓN			
Según Folk (1962)		Según Dunham (1962)	
Caliza Micrítica		Caliza Wackestone	

Tabla 10. Clasificación petrológica de caliza W, de la Fm. Coñor en la zona de Luichupucro.

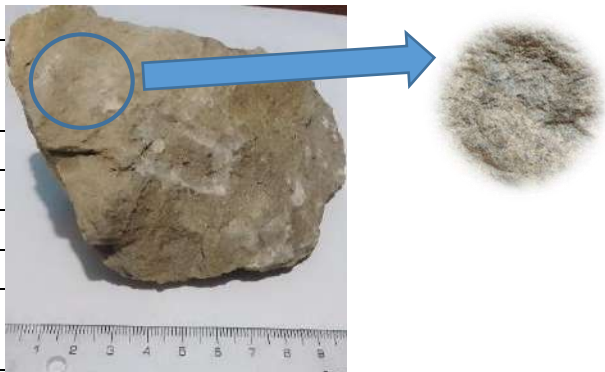
GENERALIDADES			
Carta	Zona	Formación	Tipos de roca
15-g4	San Marcos	Coñor	Detrítica
CARACTERÍSTICAS		FOTO: M-8	
Color superficie intemperizada	Gris pardusco		
Color superficie fresca	Gris		
Brillo	Opaco		
Dureza	2		
Raya	Blanca		
Fractura	Irregular		
Presencia de bioclastos o fósiles	No		
Reacción con HCl	No		
CLASIFICACIÓN			
Según Teruggi (1982)			
Arcillolita			

Tabla 11. Clasificación petrológica de arcillita, de la Fm. Coñor en la zona de Luichupucro.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El Grupo Quilquiñan se distribuye ampliamente en la Cordillera Occidental de los Andes peruanos, con afloramientos significativos en la región de Cajamarca. Su estudio es fundamental para comprender la historia geológica de esta zona y sus recursos naturales. Dividido por las Formaciones Romirón y Coñor pertenecen al Cenomaniano Tardío y Turoniano Inferior respectivamente. La Formación Romirón presenta dos miembros (inferior y superior). El miembro inferior se caracteriza por presentar arcillolitas oxidadas y calizas (M – W) con intercalación de arcillolitas. Este miembro presenta facies de calizas nodulares intercaladas con arcillolitas con un espesor aproximado de 70 m. el miembro superior se caracteriza por presentar arcillolitas y calizas wackestone a packstone. La Formación Coñor identificado solo como un miembro tiene un espesor de 150 m. donde se caracteriza por presentar calizas masivas con margas y además de secuencias directas e inversas, también se identificó calizas mudstone con horizontes de calcita. Tanto en la Formación Romirón y Coñor las calizas mudstone se diferencian solo por el espesor.

4.1.1. Interpretación Geológica

El Grupo Quilquiñan se formó durante el Cretácico Superior, una era geológica que se extendió aproximadamente entre 100 y 93.9 millones de años atrás. Durante este período, la región de Cajamarca se encontraba sumergida bajo un mar poco profundo, recibiendo sedimentos provenientes de la erosión de las tierras emergidas. Estos sedimentos, principalmente de grano fino (arcillas, limos y arenas), se depositaron en capas sucesivas en el fondo marino. Con el paso del tiempo, estos sedimentos se compactaron y litificaron, dando lugar a las rocas sedimentarias que hoy conocemos como el Grupo Quilquiñan.

Este grupo se divide en las Formaciones Romirón y Coñor. La Formación Romirón se formó en un ambiente marino somero y tranquilo durante el Cenomaniano. Las condiciones de baja energía permitieron la acumulación de finas partículas de arcilla y limo, que al compactarse y litificarse dieron origen a las arcillolitas y calizas características de esta Formación. La presencia de calizas intercaladas sugiere episodios de transgresión marina, es decir, avances del mar sobre el continente. Estos eventos proporcionaron carbonatos que fueron depositados y posteriormente litificados. La presencia de fósiles marinos, como amonites y bivalvos, indica que durante la Formación de la Romirón existía una abundante vida marina en la región.

La Formación Coñor, por su parte, se formó en un ambiente marino más somero y de mayor energía durante el Turoniano Inferior. La presencia de calizas masivas y estructuras sedimentarias como estratificación sesgada sugiere la acción de corrientes marinas y olas. La Formación Coñor representa una plataforma carbonática, donde organismos marinos como corales construyeron arrecifes. Estos arrecifes proporcionaron un sustrato para la acumulación de carbonatos y la Formación de calizas masivas. Las variaciones en el espesor y la composición de las calizas sugieren cambios en el nivel del mar, con períodos de mayor y menor profundidad.

4.1.2. Litoestratigrafía

La unidad litoestratigráfica es la unidad estratigráfica por excelencia, ya que es la más fácilmente reconocible en el campo. Su reconocimiento se basa en criterios objetivos observables, como son los límites de las diferentes litofacies, las unidades litoestratigráficas son las unidades que se representan en los mapas geológicos, aunque en ellos se indique, además, su equivalencia con las unidades cronoestratigráficas. Tanto la Formación Romirón como la Formación Coñor son unidades definidas y cartografiables (se representan en los mapas geológicos) cuyo límite estratigráfico se establece estrictamente por un cambio en la litología, cumpliendo con la definición fundamental de unidad litoestratigráfica

Criterios Texturales y Composicionales (Litofacies)

El reconocimiento en el afloramiento de cada una se basa en sus distintivas litofacies:

Unidad Litoestratigráfica	Litología Dominante de (Criterio de Reconocimiento)	Litofacies Clave
Formación Romirón	Calizas nodulares intercaladas con margas pardo-amarillentas y limolitas calcáreas.	Se caracteriza por sus estratos delgados y el alto contenido de fósiles (bivalvos, amonites, Exogyra) que constituyen a veces coquinas.
Formación Coñor	Calizas claras (biomicríticas o packstones) en bancos gruesos con intercalaciones de lutitas arenosas y margas delgadas.	Sus bancos macizos de caliza (de mayor competencia) le confieren una morfología de escarpa o resaltes topográficos, diferenciándola claramente.

Tabla 12. Descripción litoestratigráfica de la Formación Romirón y Coñor.

El paso de la litofacies de calizas nodulares y margas (Romirón) a la litofacies de calizas claras en bancos gruesos (Coñor) constituye el contacto estratigráfico superior de Romirón y la base de Coñor, siendo este el criterio objetivo observable que permite la diferenciación en el campo.

Unidades Cronoestratigráficas y Geocronológicas

Por sus relaciones estratigráficas Herrera (2012) ubica a la Formación Romirón y Coñor en el Cenomaniano Tardío y Turoniano Inferior respectivamente. El Grupo Quilquiñan cuenta con estratos compuestos de caliza con intercalación de margas y arcillolitas. En los ambientes donde aflora la Formación Romirón se logra apreciar la intercalación de calizas y arcillolitas de menor espesor, siendo estas de 17 a 50 centímetros de espesor real; pero, en la Formación Coñor la presencia de calizas masivas es predominante y cuenta con altos porcentajes de precipitación. Esto hace posible que en el Caserío de Luichupucro la Formación Romirón no cuente con afloramiento de intercalación de margas y arcillolitas en la superficie.

			Piso / Edad		Formación		Espesor
Mesozoico	Cretácico		Senoniano	Santoniano	Formación Celendín		200
				Coniaciano			
			Turoniano	Superior	Formación Cajamarca		600-700
				Inferior			
			Cenomaniano	Tardío	Grupo Quilquiñan	Coñor	150
				Medio		Romirón	150
				Temprano	Fm Mujarrum		200
		Inferior	Albiano	Tardío	Grupo Pulluicana	Fm Yumagual	700
				Temprano		Grupo Crisneias	Fm Pariatambo
							Fm Chulec
			Aptiano	Tardío	Formación Inca		150
					Formación Farrat		500

Tabla 13. Ubicación estratigráfica del Grupo Quilquiñan (Adaptación de Cacya D. et al., 2021).

4.1.3. Asociación de Facies y Ambiente Deposicional

De acuerdo a las facies encontradas en la Formación Romirón y Coñor, pertenecen a un ambiente marino somero, donde la primera Formación se depositó posiblemente en la plataforma carbonática con influencia de aguas más profundas, dicha Formación tiene gran importancia porque representa un periodo de transición en la sedimentación del Grupo Quilquiñán, marcando el paso de condiciones más profundas a más someras. La Formación Coñor además que se depositó en un ambiente marino somero, se caracteriza por la presencia de arrecifes y bancos de ostras, lo cual indica condiciones de alta energía y aguas cálidas; tiene una gran importancia esta Formación porque representa el clímax de la sedimentación carbonática en el Grupo Quilquiñán y proporciona evidencia de la diversidad biológica marina durante el Cretácico Superior.

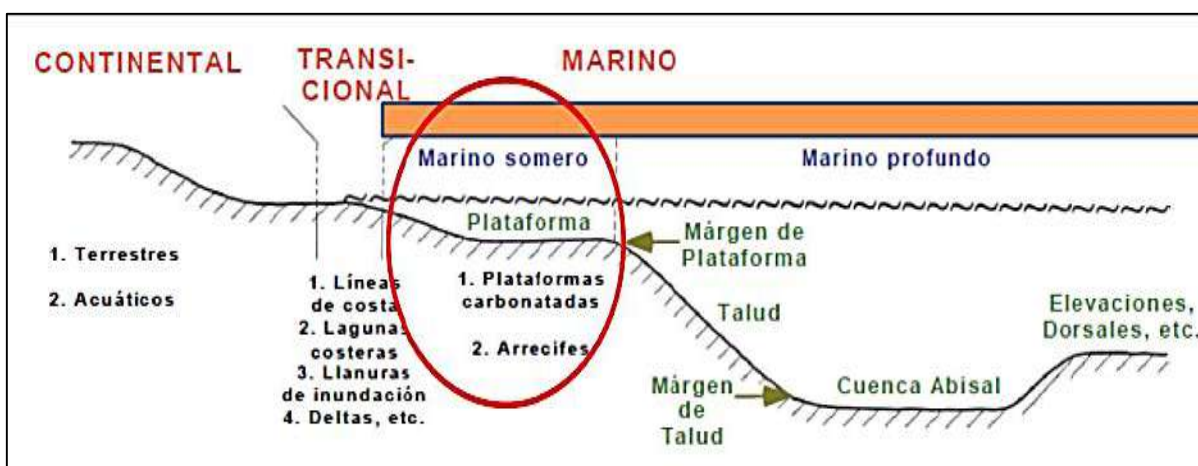


Figura 14. Ambiente marino somero según (Nichols, 2009)

4.1.4. Relación entre las Formaciones Romirón y Coñor

La Formación Romirón y la Formación Coñor se encuentran en una relación estratigráfica superpuesta, es decir, la Formación Coñor se depositó sobre la Formación Romirón. Esto indica una evolución progresiva del ambiente sedimentario desde condiciones más profundas (Romirón) hacia condiciones más someras y favorables para el desarrollo de arrecifes (Coñor).

4.1.5. Importancia Geológica y Económica

Paleoambiente: Estas Formaciones proporcionan valiosa información sobre los cambios paleogeográficos y climáticos que ocurrieron durante el Cretácico Superior en la región de Cajamarca.

Recursos Minerales: Las calizas de las Formaciones Romirón y Coñor pueden estar asociadas a yacimientos minerales, como zinc, plomo y plata.

Las calizas de las Formaciones Romirón y Coñor son rocas hospedantes potenciales para yacimientos de zinc (Zn), plomo (Pb) y plata (Ag).

Contexto Geológico

1. Litología Favorable (Roca Hospedante):

La clave es la composición calcárea (carbonato de calcio) de ambas Formaciones (calizas, *mudstones* y calizas nodulares).

Este tipo de yacimientos generalmente se forman como depósitos de reemplazo en carbonatos, conocidos como Yacimientos Tipo *Skarn* o yacimientos de Reemplazo en Carbonatos (Mississippi Valley Type, P-CRD).

El carbonato es altamente reactivo; cuando fluidos hidrotermales calientes, ricos en metales, migran a través de la corteza, reaccionan químicamente con la caliza, disuelven el carbonato y precipitan los sulfuros metálicos (como esfalerita para Zn y galena para Pb) en su lugar.

2. Control Estructural:

Los depósitos no se forman en cualquier parte; se concentran donde hay conductos para los fluidos.

Las venillas de calcita (mencionadas previamente en Coñor) y los sistemas de fracturas y fallas actúan como los principales caminos para que los fluidos hidrotermales asciendan desde intrusivos más profundos (fuente de calor).

La discordancia paralela que limita a la Formación Coñor también puede actuar como un contacto impermeable, atrapando y enfocando el flujo de fluidos mineralizantes.

Hidrocarburos: En algunas áreas, estas Formaciones pueden actuar como rocas sello o reservorio para hidrocarburos.

Las características litológicas y las relaciones estratigráficas de Romirón y Coñor les otorgan un doble rol en los sistemas petroleros.

1. Rol de Roca Sello (Cap Rock)

Mujarrún y Romirón/Coñor: Las capas de arcillolitas, margas y limolitas intercaladas dentro de Romirón y Coñor, así como la parte superior de Mujarrún, son ideales como rocas sello.

Permeabilidad Baja: Estos sedimentos de grano muy fino, una vez compactados, tienen una permeabilidad muy baja, lo que significa que actúan como barreras impermeables que impiden la migración vertical de petróleo y gas, atrapándolos debajo.

2. Rol de Roca Reservorio (Reservoir Rock)

Calizas Fracturadas: Las calizas masivas de la Formación Mujarrún y las calizas nodulares de Romirón pueden funcionar como excelentes rocas reservorio (almacén de hidrocarburos).

Porosidad Secundaria: Aunque el mudstone es típicamente de baja calidad, la fracturación asociada a los eventos tectónicos (la misma que crea las venillas de calcita) es crucial. Estas fracturas y fisuras crean porosidad secundaria, conectando los espacios y permitiendo que el petróleo y el gas se acumulen y fluyan.

Trampas Estructurales: La estructura tectónica principal de la región, el anticlinal (que describimos al inicio), es una forma primaria de trampa estructural que puede acumular hidrocarburos en el tope de la bóveda, sellados por la roca sello superior.

4.2. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La hipótesis planteada sostiene que el Grupo Quilquiñán se depositó en un ambiente marino epicontinental de poca profundidad. Los resultados obtenidos permiten confirmar esta hipótesis a partir de la evidencia geológica observada en campo y del análisis estratigráfico realizado. Los afloramientos correspondientes a las Formaciones Romirón y Coñor, del Cretácico Superior, presentan una asociación litológica dominada por calizas nodulares macizas, margas y arcillolitas, con presencia de fósiles y aportes terrígenos. Esta combinación litológica es característica de ambientes marinos someros, desarrollados durante eventos de transgresión marina de corta duración. Asimismo, las estructuras sedimentarias identificadas, junto con la continuidad estratigráfica de las unidades, indican condiciones de sedimentación propias de un mar epicontinental, con variaciones temporales en la profundidad y en la energía del medio sedimentario. Las diferencias entre las Formaciones Romirón y Coñor responden principalmente a cambios en las condiciones ambientales, sin evidenciar un cambio significativo en el ambiente deposicional general. La contrastación se sustenta en el cartografiado geológico, los estudios estratigráficos secuenciales y el análisis descriptivo de muestras de roca, los cuales permiten concluir que el Grupo Quilquiñán se depositó en un ambiente marino epicontinental de poca profundidad, validando la hipótesis propuesta.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se caracterizó la litoestratigrafía del Grupo Quilquiñan en el Distrito La Encañada, donde se concluye que su ambiente de depositación es marino epicontinental de poca profundidad.

La litología de las Formaciones Romirón y Coñor que corresponden al Cretácico superior, está constituida de calizas grises claras a lo largo del afloramiento. Las diferencias entre ambas Formaciones se deben a cambios en las condiciones ambientales a lo largo del tiempo, como la profundidad del agua, la energía de las corrientes y la actividad biológica.

Las estructuras identificadas en campo en la Formación Romirón, principalmente consta de calizas estratificadas y arcillolitas de textura mudstone en la base del Miembro Inferior y textura wackestone a packstone que caracteriza al Miembro Superior. Por otro lado, en la Formación Coñor, se identificó calizas masivas con margas y calizas mudstone, las cuales están intercaladas con horizontes de calcita. Las estructuras que se reconocieron son estructuras de tipo paralela y sesgada.

Se realizó satisfactoriamente dos columnas litoestratigráficas levantadas en las Formaciones Romirón y Coñor, con un total aproximado de 300 metros acumulados en el Caserío Luichupucro; en donde se identificaron y describieron facies sedimentarias de calizas mudstone y calizas masivas intercaladas con margas, además de calizas estratificadas intercaladas con arcillolitas; así también se describió la textura de las rocas.

5.2. RECOMENDACIONES

Se sugiere a los futuros tesisistas y alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica elaborar estudios de cuencas sedimentarias, con el objetivo de interpretar la evolución tectónica y depositacional del ambiente que definieron la configuración geológica regional.

A la Asociación Paleontológica del Perú, enfocar estudios detallados de paleontología en estas Formaciones, porque son de gran importancia para la datación de las rocas y la reconstrucción de las paleocomunidades marinas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arche, A; López, J. 2010. Sedimentología del proceso físico a la cuenca sedimentaria. Consejo superior de investigaciones científicas, Madrid.
- Bilmes, A. 2013. "Caracterización Estratigráfica, Sedimentológica y Estructural del Sistema de Bajos Neógenos de Gastre, Provincias de Río Negro y del Chubut". Tesis Dr. Buenos Aires, Argentina, Universidad Nacional de la Plata. 220 p.
- Blandón, A. 2002. Principios de estratigrafía. *Trabajo de año sabático*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Cacya, L; Choquehuanca, S; Chumpitaz, M; Gómez, E; Soaña, J. 2021. Geología del cuadrángulo de Bolívar (hojas 15h1, 15h2, 15h3, 15h4). Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional. INGEMMET, Lima, Perú. Obtenido de: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3298?locale=es>
- Cheel, R. 2005. Introduction to clastic sedimentology. Department of Earth Sciences Ontario University, Canadá, pág. 133.
- Corrales, I; Rosell, J; Sanchez, L; Vera, Juan; Vilas, Lorenzo. 1977. Estratigrafía, Madrid-España. Editorial Rueda.
- Dunham, R. 1962. Clasificación de rocas carbonatadas según textura depositacional. Estados Unidos.
- Escobedo, F. 2017. Estratigrafía secuencial de la Formación Pariatambo en el centro poblado Puyllucana, Distrito de Baños del Inca, Cajamarca. Obtenido de: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1406>
- Folk, R. 1974. Petrología de las Rocas Sedimentarias: Clasificación de las rocas clásticas. Editorial Hemphill. Texas

- Hedberg. HD. 1976. International stratigraphic guide. John Wiley & Sons, Nueva York, 220 pags. (Traducción en español: Guía Estratigráfica Internacional, Reverte, Barcelona, 205 pags, 1980).
- Koutsoukos, EA. 2005. Stratigraphy: Evolution of a Concept. Pp: 3-19 In: Koutsoukos, E.A.M. (ed). Applied Stratigraphy. Springer, the Netherlands
- León, W; Aleman, A; Rosell, W; Torres, V; De la Cruz, O. 2008. Estratigrafía, Sedimentología y Evolución Tectónica de la Cuenca Pisco Oriental. Boletín N° 27 Serie D. INGEMMET, Lima. Obtenido de https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/341/71/D027-Boletin-Estratigrafia...evolucion_tectonica...cuenca_Pisco_oriental.pdf.
- Lombard. A. 1956. Geologie sedimentaire: Les series marines. Masson, Paris, 722 pags.
- López, C. 2002. Manual para la Clasificación de Rocas Carbonatadas. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.
- Mendoza, M. 2021. Correlación Litoestratigráfica de la Formación Yumagual en las Zonas de Matara, San Marcos y Otuzco. Obtenido de: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4239>
- Navarrete, E. 2016. Apuntes de Estratigrafía y Sedimentación. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Navarro, P. 2015. Record of Albian to early Cenomanian environmental perturbation in the eastern sub-equatorial Pacific.
- Reineck, H; Singh, I. 1975. Depositional sedimentary environments. With reference to terrigenous clastic. Springer Verlag, 439 pp, Berlin.
- Torres, E. 2011. Estratigrafía, Sedimentología y Tectónica de la Cuenca Condoroma (Mioceno), Arequipa - sur del Perú. Tesis Ing. Lima, Perú, UNI.164 p
- Vera Torres, J. 1994. Estratigrafía: Principios y métodos. Madrid - España: Editorial Rueda, S.L. Obtenido de: https://enatura.unsa.edu.ar/moodle/pluginfile.php/181350/mod_folder/content/0/Estratigrafia_Principios_y_Metodos_Vera.pdf

ANEXOS

ANEXOS PARA ELABORACIÓN DE COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS

- Columna estratigráfica – C1

CARACTERÍSTICAS Y MEDIDAS DE CAMPO						
HOLD ID	FROM	TO	LITOLOGÍA	INDENT PORCENTAJE	INDENT KEYWORD	INDENT SCALE
C1	0	75	Caliza	40	JAC	10
C1	75	195	Caliza	40	JAC	10
C1	195	235	Caliza	40	JAC	10
C1	235	315	Caliza	40	JAC	10
C1	315	445	Caliza	40	JAC	10
C1	445	655	Caliza	40	JAC	10
C1	655	740	Caliza	40	JAC	10
C1	740	810	Caliza	40	JAC	10
C1	810	890	Caliza	40	JAC	10
C1	890	1090	Caliza	40	JAC	10
C1	1090	1240	Caliza	40	JAC	10
C1	1240	1380	Caliza	40	JAC	10
C1	1380	1490	Caliza	40	JAC	10
C1	1490	1530	Arcillolita	20	JAC	10
C1	1530	1580	Arcillolita	20	JAC	10
C1	1580	1640	Arcillolita	20	JAC	10
C1	1640	1710	Arcillolita	20	JAC	10
C1	1710	1750	Arcillolita	20	JAC	10
C1	1750	1800	Arcillolita	20	JAC	10
C1	1800	1880	Arcillolita	20	JAC	10
C1	1880	1980	Caliza	40	JAC	10
C1	1980	2110	Caliza	40	JAC	10
C1	2110	2205	Caliza	40	JAC	10
C1	2205	2325	Caliza	40	JAC	10
C1	2325	2475	Caliza	40	JAC	10
C1	2475	2510	Caliza	40	JAC	10
C1	2510	2660	Caliza	40	JAC	10
C1	2660	2810	Caliza	40	JAC	10
C1	2810	2910	Caliza	40	JAC	10
C1	2910	2960	Arcillolita	20	JAC	10
C1	2960	3040	Arcillolita	20	JAC	10
C1	3040	3110	Arcillolita	20	JAC	10
C1	3110	3740	Caliza	40	JAC	10
C1	3740	4490	Caliza	40	JAC	10
C1	4490	5220	Caliza	40	JAC	10
C1	5220	5550	Caliza	40	JAC	10
C1	5550	6000	Caliza	40	JAC	10

HOLD ID	FROM	TO	LITOLOGÍA	INDENT PORCENTAJE	INDENT KEYWORD	INDENT SCALE
C1	6000	6640	Caliza	40	JAC	10
C1	6640	6750	Caliza	40	JAC	10
C1	6750	6850	Caliza	40	JAC	10
C1	6850	6910	Arcillolita	20	JAC	10
C1	6910	7110	Caliza	40	JAC	10
C1	7110	7210	Caliza	40	JAC	10
C1	7210	7308	Arcillolita	20	JAC	10
C1	7308	7393	Arcillolita	20	JAC	10
C1	7393	7490	Arcillolita	20	JAC	10
C1	7490	7640	Caliza	40	JAC	10
C1	7640	7780	Caliza	40	JAC	10
C1	7780	7865	Caliza	40	JAC	10
C1	7865	7920	Caliza	40	JAC	10
C1	7920	8090	Caliza	40	JAC	10
C1	8090	8175	Arcillolita	20	JAC	10
C1	8175	8255	Arcillolita	20	JAC	10
C1	8255	8330	Arcillolita	20	JAC	10
C1	8330	8390	Arcillolita	20	JAC	10
C1	8390	8540	Caliza	40	JAC	10
C1	8540	8680	Caliza	40	JAC	10
C1	8680	8790	Caliza	40	JAC	10
C1	8790	8930	Caliza	40	JAC	10
C1	8930	9080	Caliza	40	JAC	10
C1	9080	9240	Caliza	40	JAC	10
C1	9240	9310	Arcillolita	20	JAC	10
C1	9310	9450	Caliza	40	JAC	10
C1	9450	9540	Arcillolita	20	JAC	10
C1	9540	9670	Caliza	40	JAC	10
C1	9670	9830	Caliza	40	JAC	10
C1	9830	9960	Caliza	40	JAC	10
C1	9960	10140	Caliza	40	JAC	10
C1	10140	10260	Caliza	40	JAC	10

Tabla 14. Datos para la elaboración de la primera columna estratigráfica (Litología)

CARACTERÍSTICAS DE ESTRUCTURAS			
HOLE ID	FROM	TO	ESTRUCTURAS
C1	0	75	Estratificación nodular masiva
C1	75	195	Estratificación nodular masiva
C1	195	235	Estratificación nodular masiva
C1	235	315	Estratificación nodular masiva
C1	315	445	Estratificación nodular masiva
C1	445	655	Estratificación nodular masiva
C1	655	740	Estratificación nodular masiva
C1	740	810	Estratificación nodular masiva
C1	810	890	Estratificación nodular masiva
C1	890	1090	Estratificación paralela
C1	1090	1240	Estratificación paralela
C1	1240	1380	Estratificación paralela
C1	1380	1490	Estratificación paralela
C1	1490	1530	Estratificación sesgada
C1	1530	1580	Estratificación sesgada
C1	1580	1640	Estratificación sesgada
C1	1640	1710	Estratificación sesgada
C1	1710	1750	Estratificación sesgada
C1	1750	1800	Estratificación sesgada
C1	1800	1880	Estratificación sesgada
C1	1880	1980	Estratificación paralela
C1	1980	2110	Estratificación sesgada
C1	2110	2205	Estratificación sesgada
C1	2205	2325	Estratificación paralela
C1	2325	2475	Estratificación sesgada
C1	2475	2510	Estratificación sesgada
C1	2510	2660	Estratificación paralela
C1	2660	2810	Estratificación paralela
C1	2810	2910	Estratificación sesgada
C1	2910	2960	Estratificación sesgada
C1	2960	3040	Estratificación paralela
C1	3040	3110	Estratificación paralela
C1	3110	3740	Estratificación paralela
C1	3740	4490	Estratificación paralela
C1	4490	5220	Estratificación paralela
C1	5220	5550	Estratificación paralela
C1	5550	6000	Estratificación paralela
C1	6000	6640	Estratificación paralela
C1	6640	6750	Estratificación paralela
C1	6750	6850	Estratificación paralela
C1	6850	6910	Estratificación sesgada
C1	6910	7110	Estratificación sesgada
C1	7110	7210	Estratificación sesgada
C1	7210	7308	Estratificación sesgada

HOLE ID	FROM	TO	ESTRUCTURAS
C1	7308	7393	Estratificación paralela
C1	7393	7490	Estratificación sesgada
C1	7490	7640	Estratificación paralela
C1	7640	7780	Estratificación paralela
C1	7780	7865	Estratificación sesgada
C1	7865	7920	Estratificación sesgada
C1	7920	8090	Estratificación sesgada
C1	8090	8175	Estratificación sesgada
C1	8175	8255	Estratificación sesgada
C1	8255	8330	Estratificación sesgada
C1	8330	8390	Estratificación sesgada
C1	8390	8540	Estratificación paralela
C1	8540	8680	Estratificación paralela
C1	8680	8790	Estratificación paralela
C1	8790	8930	Estratificación paralela
C1	8930	9080	Estratificación paralela
C1	9080	9240	Estratificación paralela
C1	9240	9310	Estratificación sesgada
C1	9310	9450	Estratificación paralela
C1	9450	9540	Estratificación sesgada
C1	9540	9670	Estratificación paralela
C1	9670	9830	Estratificación paralela
C1	9830	9960	Estratificación paralela
C1	9960	10140	Estratificación paralela
C1	10140	10260	Estratificación paralela

Tabla 15. Datos de estructuras para la elaboración de la primera columna estratigráfica.

- **Columna estratigráfica –C2**

CARACTERÍSTICAS Y MEDIDAS DE CAMPO						
HOLD ID	FROM	TO	LITOLOGÍA	INDENT PORCENTAJE	INDENT KEYWORD	INDENT SCALE
C2	0	40	Marga	20	JAC	10
C2	40	270	Caliza	30	JAC	10
C2	270	330	Arcillolita	25	JAC	10
C2	330	420	Caliza	30	JAC	10
C2	420	430	Arcillolita	25	JAC	10
C2	430	465	Caliza	30	JAC	10
C2	465	545	Arcillolita	25	JAC	10
C2	545	642	Caliza	30	JAC	10
C2	642	732	Arcillolita	25	JAC	10
C2	732	792	Caliza	30	JAC	10
C2	792	852	Arcillolita	25	JAC	10
C2	852	932	Caliza	30	JAC	10
C2	932	992	Arcillolita	25	JAC	10
C2	992	1077	Caliza	30	JAC	10
C2	1077	1092	Arcillolita	25	JAC	10
C2	1092	1167	Caliza	30	JAC	10
C2	1167	1212	Arcillolita	25	JAC	10
C2	1212	1302	Caliza	30	JAC	10
C2	1302	1679	Caliza	30	JAC	10
C2	1679	1869	Caliza	30	JAC	10
C2	1869	1979	Caliza	30	JAC	10
C2	1979	2079	Caliza	30	JAC	10
C2	2079	2359	Caliza	30	JAC	10
C2	2359	2559	Caliza	30	JAC	10
C2	2559	2659	Caliza	30	JAC	10
C2	2659	3059	Caliza	30	JAC	10
C2	3059	3359	Caliza	30	JAC	10
C2	3359	3509	Caliza	30	JAC	10
C2	3509	3659	Caliza	30	JAC	10
C2	3659	3809	Caliza	30	JAC	10
C2	3809	3899	Marga	20	JAC	10
C2	3899	4249	Caliza	30	JAC	10
C2	4249	4509	Caliza	30	JAC	10
C2	4509	4989	Caliza	30	JAC	10
C2	4989	5099	Caliza	30	JAC	10
C2	5099	5219	Caliza	30	JAC	10
C2	5219	5305	Arcillolita	25	JAC	10
C2	5305	5445	Caliza	30	JAC	10
C2	5445	5529	Marga	20	JAC	10
C2	5529	5589	Arcillolita	25	JAC	10
C2	5589	5659	Arcillolita	25	JAC	10
C2	5659	5679	Arcillolita	25	JAC	10
C2	5679	5859	Caliza	30	JAC	10

HOLD ID	FROM	TO	LITOLOGÍA	INDENT PORCENTAJE	INDENT KEYWORD	INDENT SCALE
C2	5859	6019	Caliza	30	JAC	10
C2	6019	6114	Arcillolita	25	JAC	10
C2	6114	6229	Caliza	30	JAC	10
C2	6229	6404	Caliza	30	JAC	10
C2	6404	6549	Caliza	30	JAC	10
C2	6549	6646	Caliza	30	JAC	10
C2	6646	6826	Caliza	30	JAC	10
C2	6826	7116	Caliza	30	JAC	10
C2	7116	7326	Caliza	30	JAC	10
C2	7326	7516	Caliza	30	JAC	10
C2	7516	7676	Caliza	30	JAC	10
C2	7676	7846	Caliza	30	JAC	10
C2	7846	7976	Caliza	30	JAC	10
C2	7976	8026	Arcillolita	25	JAC	10
C2	8026	8046	Marga	20	JAC	10
C2	8046	8136	Arcillolita	25	JAC	10
C2	8136	8456	Caliza	30	JAC	10
C2	8456	8686	Caliza	30	JAC	10

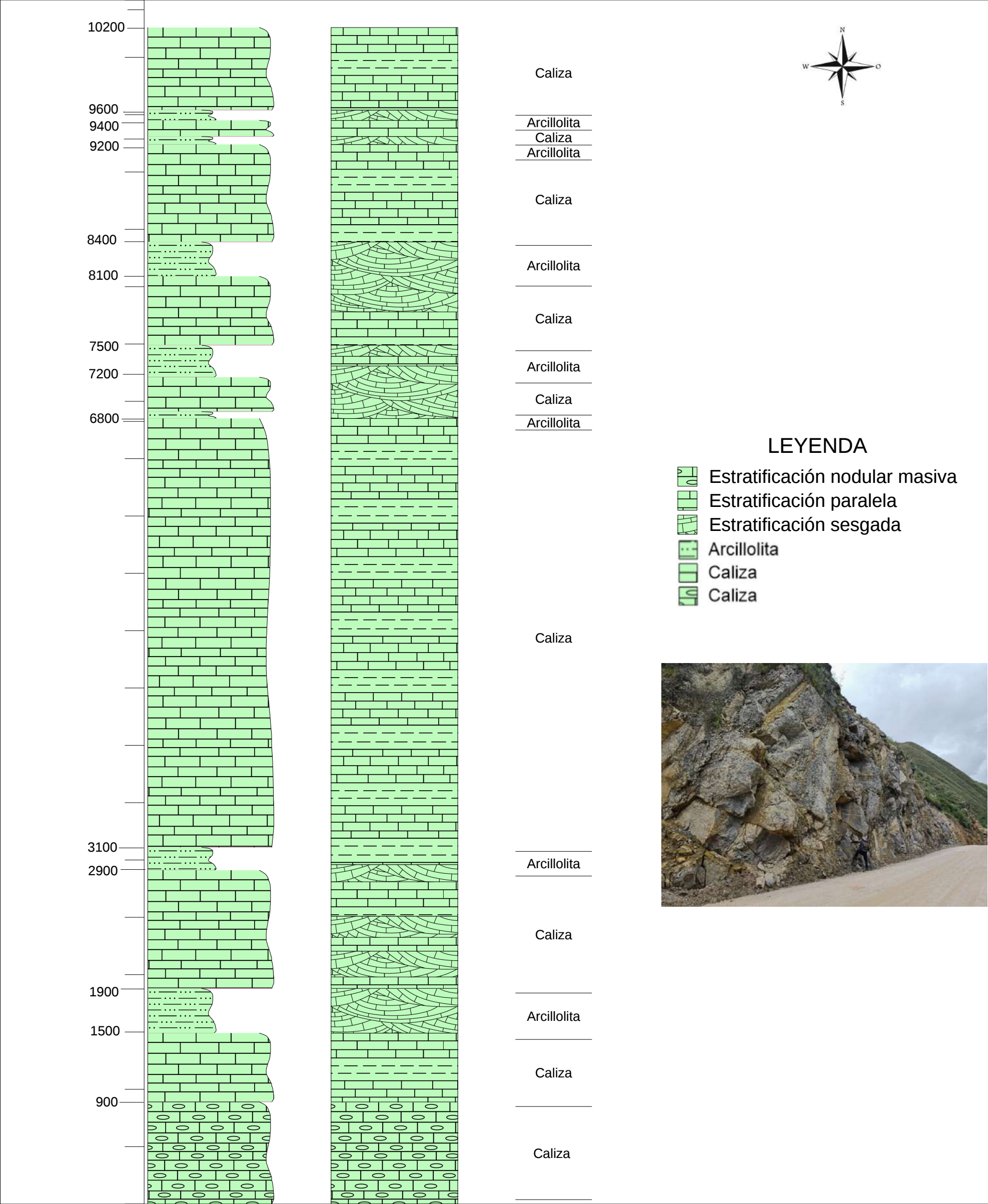
Tabla 16. Datos para la elaboración de la segunda columna estratigráfica (Litología)

CARACTERÍSTICAS DE ESTRUCTURAS			
HOLE ID	FROM	TO	ESTRUCTURAS
C2	0	40	Estratificación paralela
C2	40	270	Estratificación paralela
C2	270	330	Estratificación sesgada
C2	330	420	Estratificación sesgada
C2	420	430	Estratificación sesgada
C2	430	465	Estratificación sesgada
C2	465	545	Estratificación sesgada
C2	545	642	Estratificación paralela
C2	642	732	Estratificación paralela
C2	732	792	Estratificación sesgada
C2	792	852	Estratificación paralela
C2	852	932	Estratificación sesgada
C2	932	992	Estratificación paralela
C2	992	1077	Estratificación sesgada
C2	1077	1092	Estratificación paralela
C2	1092	1167	Estratificación sesgada
C2	1167	1212	Estratificación paralela
C2	1212	1302	Estratificación paralela
C2	1302	1679	Estratificación paralela
C2	1679	1869	Estratificación paralela
C2	1869	1979	Estratificación paralela
C2	1979	2079	Estratificación paralela
C2	2079	2359	Estratificación paralela
C2	2359	2559	Estratificación paralela
C2	2559	2659	Estratificación paralela
C2	2659	3059	Estratificación paralela
C2	3059	3359	Estratificación paralela
C2	3359	3509	Estratificación paralela
C2	3509	3659	Estratificación paralela
C2	3659	3809	Estratificación paralela
C2	3809	3899	Estratificación sesgada
C2	3899	4249	Estratificación paralela
C2	4249	4509	Estratificación paralela
C2	4509	4989	Estratificación paralela
C2	4989	5099	Estratificación paralela
C2	5099	5219	Estratificación paralela
C2	5219	5305	Estratificación sesgada
C2	5305	5445	Estratificación paralela
C2	5445	5529	Estratificación sesgada
C2	5529	5589	Estratificación sesgada
C2	5589	5659	Estratificación sesgada
C2	5659	5679	Estratificación sesgada
C2	5679	5859	Estratificación paralela
C2	5859	6019	Estratificación paralela

HOLE ID	FROM	TO	ESTRUCTURAS
C2	6019	6114	Estratificación paralela
C2	6114	6229	Estratificación paralela
C2	6229	6404	Estratificación paralela
C2	6404	6549	Estratificación paralela
C2	6549	6646	Estratificación paralela
C2	6646	6826	Estratificación paralela
C2	6826	7116	Estratificación paralela
C2	7116	7326	Estratificación paralela
C2	7326	7516	Estratificación paralela
C2	7516	7676	Estratificación paralela
C2	7676	7846	Estratificación paralela
C2	7846	7976	Estratificación paralela
C2	7976	8026	Estratificación sesgada
C2	8026	8046	Estratificación sesgada
C2	8046	8136	Estratificación sesgada
C2	8136	8456	Estratificación paralela
C2	8456	8686	Estratificación paralela

Tabla 17. Datos de estructuras para la elaboración de la segunda columna estratigráfica.

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



LEYENDA

- Estratificación nodular masiva
- Estratificación paralela
- Estratificación sesgada
- Arcillolita
- Caliza
- Caliza



TEXTURA

- Mudstone
- Wackestone
- Packstone
- Grainstone



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

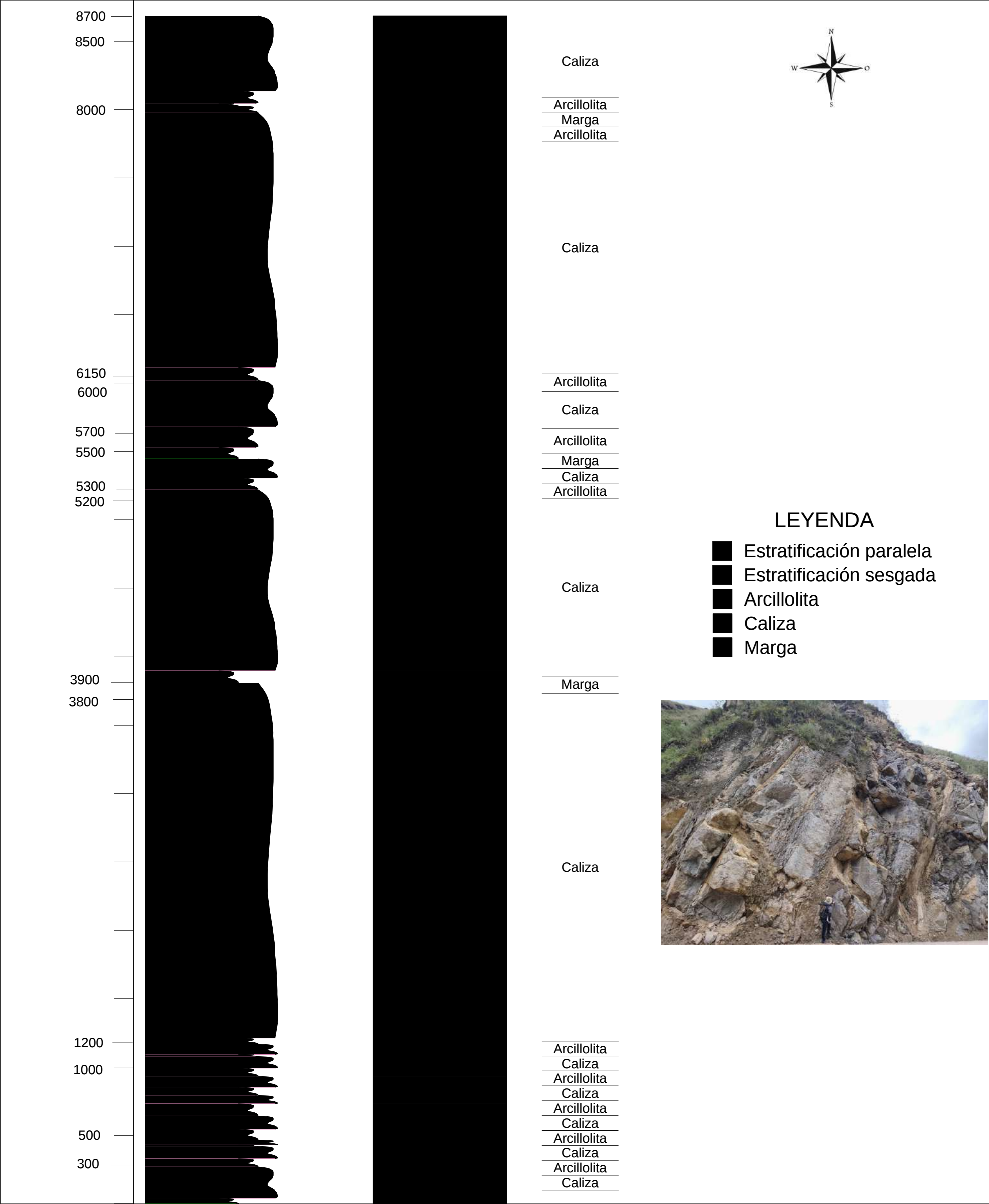


TESIS: LITOESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO QUILQUINÁN EN EL CASERÍO LUICHUPUCRO, DISTRITO DE LA ENCANADA

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA: FORMACIÓN ROMIRON

TESISTA: BACH. LUIS JAVIER HUAMÁN TUCUMANGO	FECHA: ENERO 2026	COLUMNA: 01
ASESOR: Dr. Ing. CRISPÍN ZENÓN QUISPE MAMANI	CORTE: A - 1	
PROYECCIÓN DATUM/ZONA: UTM - WGS84 , 17 SUR		

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



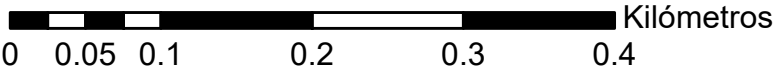
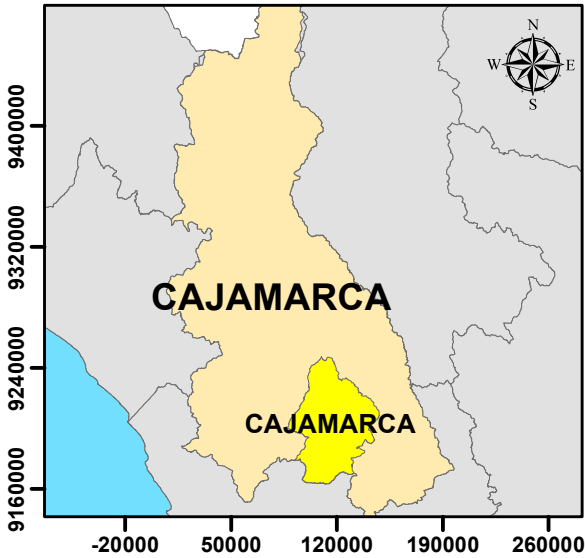
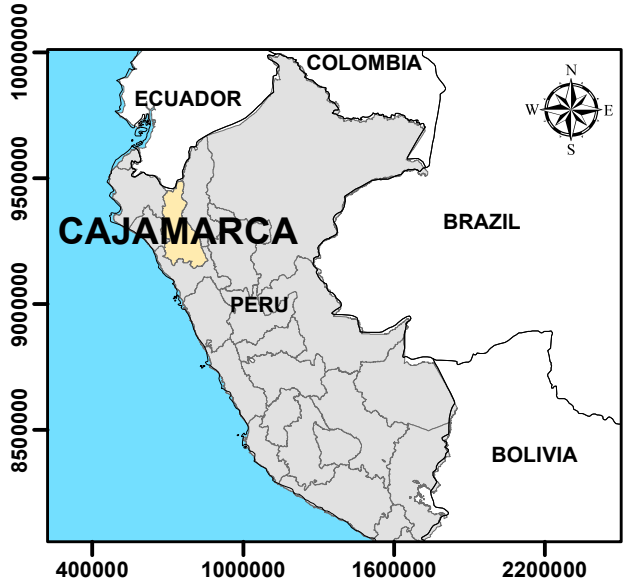


LEYENDA

- Área de investigación
- Vértices
- Vía vecinal
- Buzamiento
- Drenaje

ÁREA DE INVESTIGACIÓN		
VÉRTICES	UTM-WGS84-17S	
	ESTE	NORTE
1	786370	9215800
2	787640	9215800
3	787640	9214950
4	786370	9214950

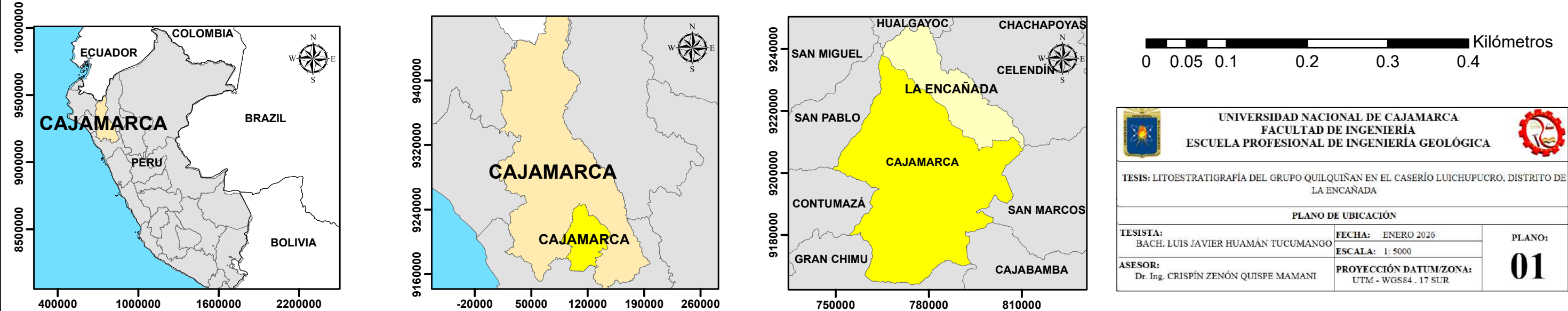
Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S
Projection: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984

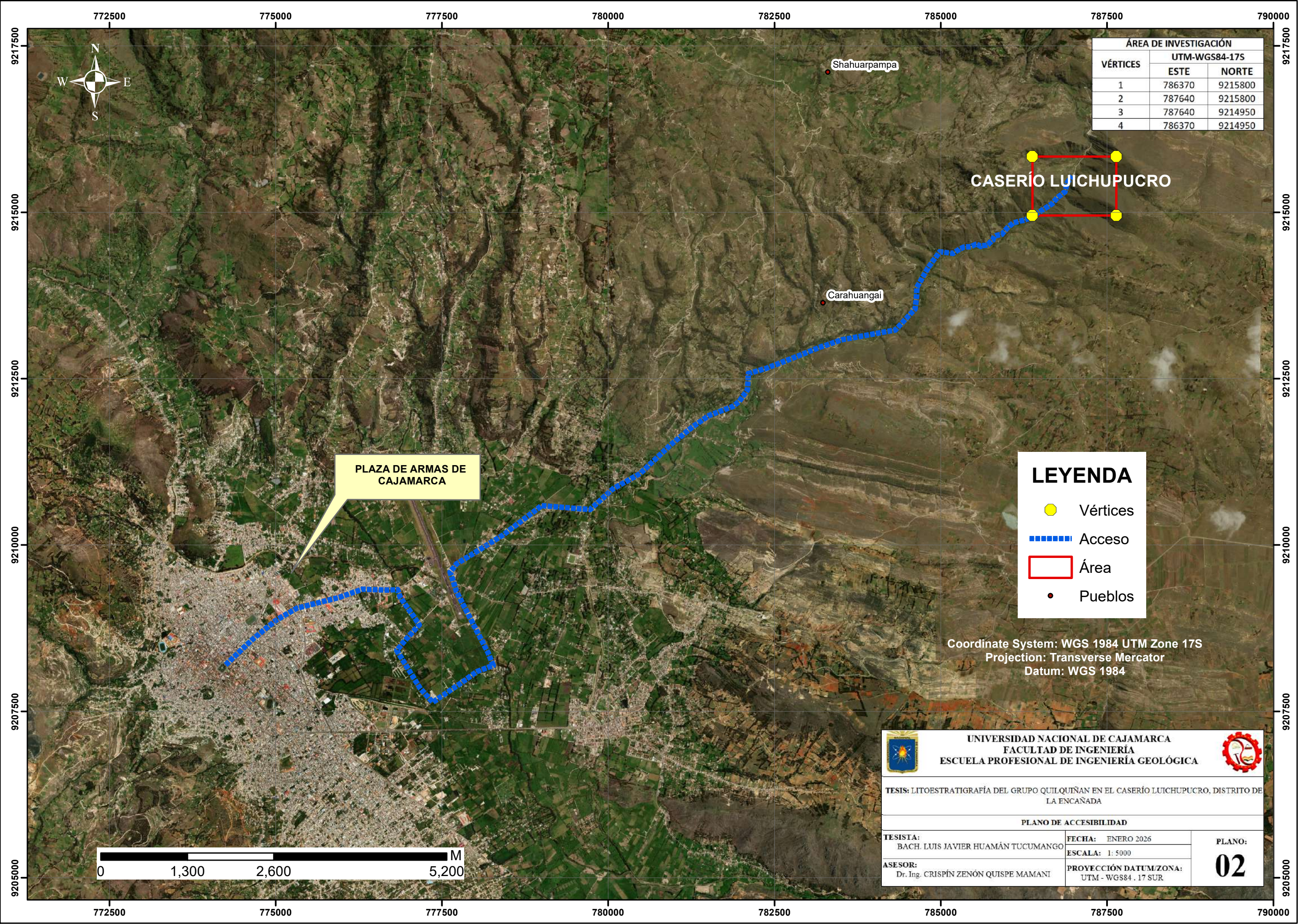


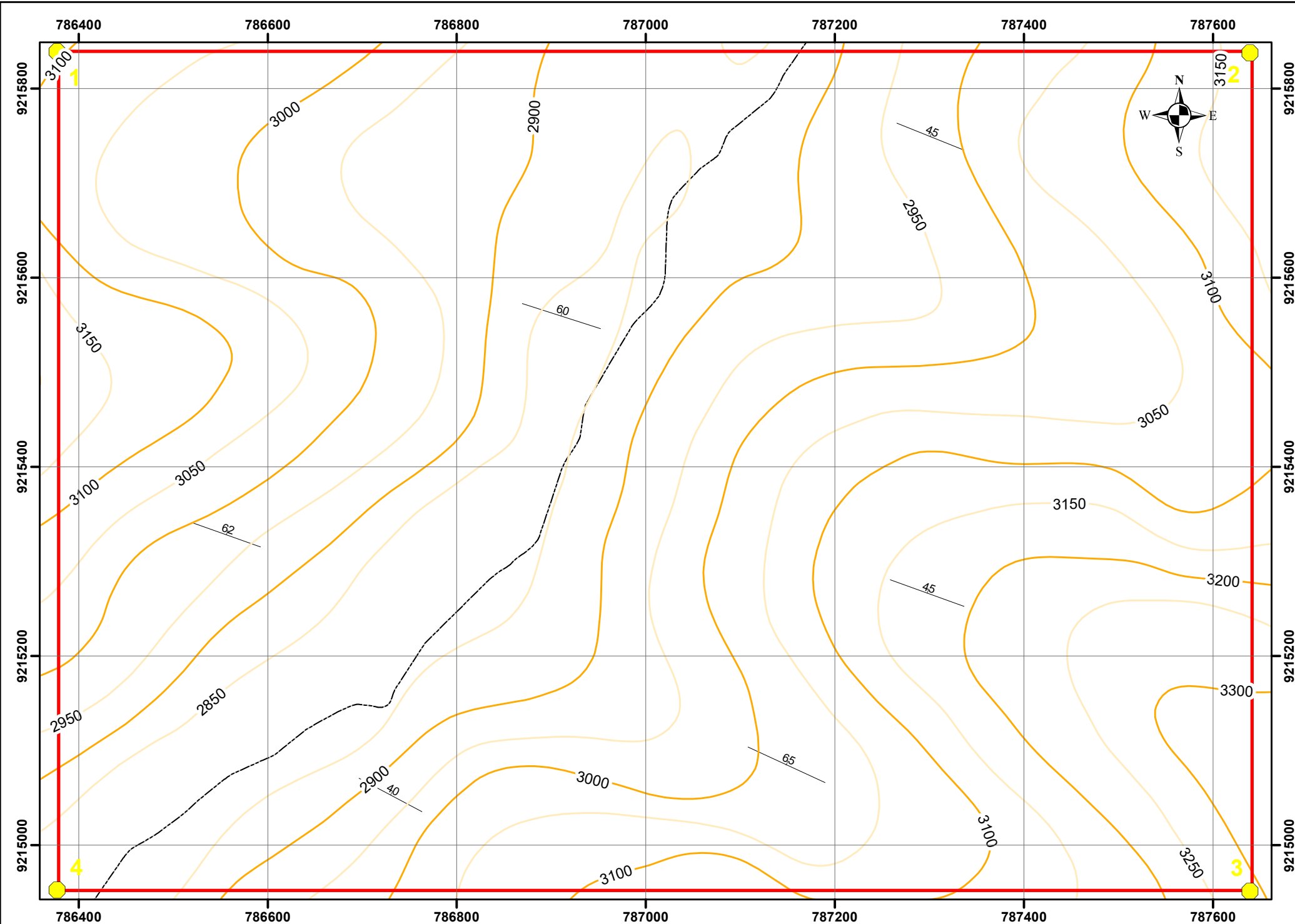
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

TESIS: LITOESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO QUILQUINAN EN EL CASERÍO LUICHUPUCRO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA

PLANO DE UBICACIÓN		
TESISTA: BACH. LUIS JAVIER HUAMÁN TUCUMANGO	FECHA: ENERO 2026 ESCALA: 1: 5000	PLANO: 01
ASESOR: Dr. Ing. CRISPÍN ZENÓN QUISPE MAMANI	PROYECCIÓN DATUM/ZONA: UTM - WGS84 . 17 SUR	







LEYENDA

Vértices

Área de Investigación

Curvas de Nivel Mayores

Curvas de Nivel Menores

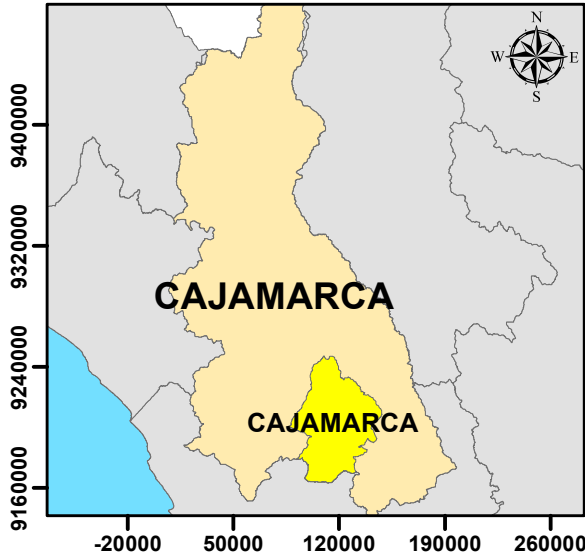
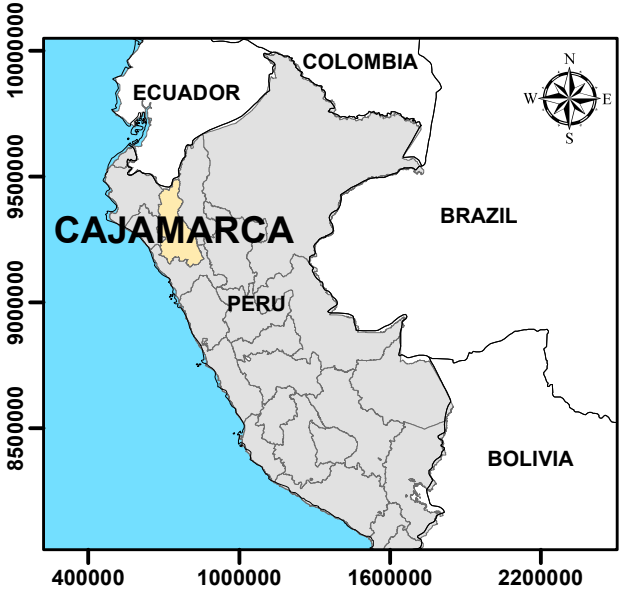
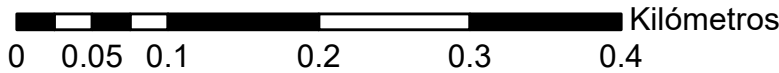
Vía vecinal

Sinclinal Inferido

Buzamiento

ÁREA DE INVESTIGACIÓN		
VÉRTICES	UTM-WGS84-17S	
	ESTE	NORTE
1	786370	9215800
2	787640	9215800
3	787640	9214950
4	786370	9214950

Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S
Projection: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984





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



TESIS: LITOESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO QUILQUÑAN EN EL CASERÍO LUICHUPUCRO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA

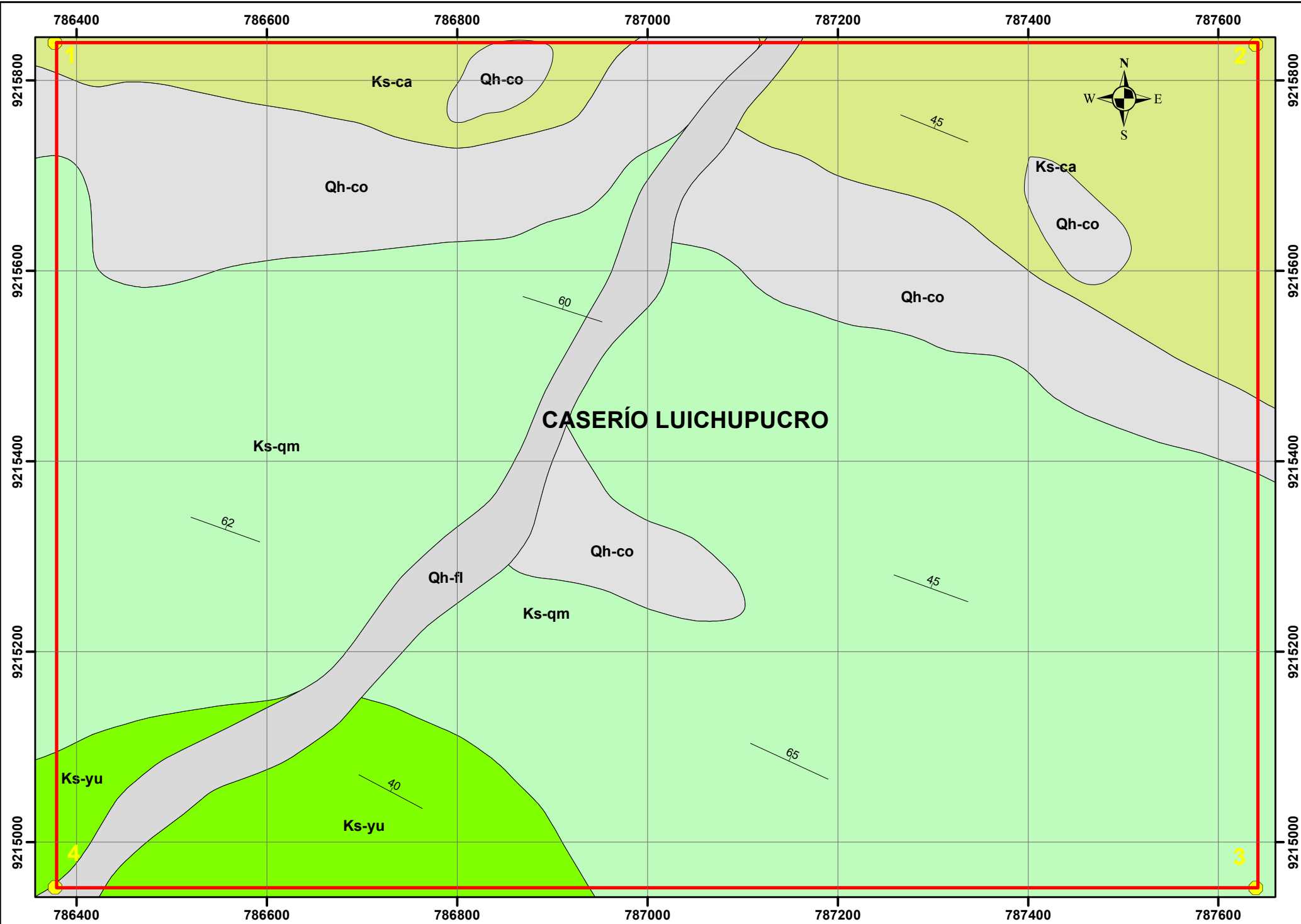
TESISTA:
BACH. LUIS JAVIER HUAMÁN TUCUMANGO

FECHA: ENERO 2026
ESCALA: 1: 5000

ASESOR:
Dr. Ing. CRISPÍN ZENÓN QUISPE MAMANI

PROYECCIÓN DATUM/ZONA:
UTM - WGS84 . 17 SUR

PLANO:
03



SIMBOLOGÍA

- Área
- Vertices
- Buzamiento

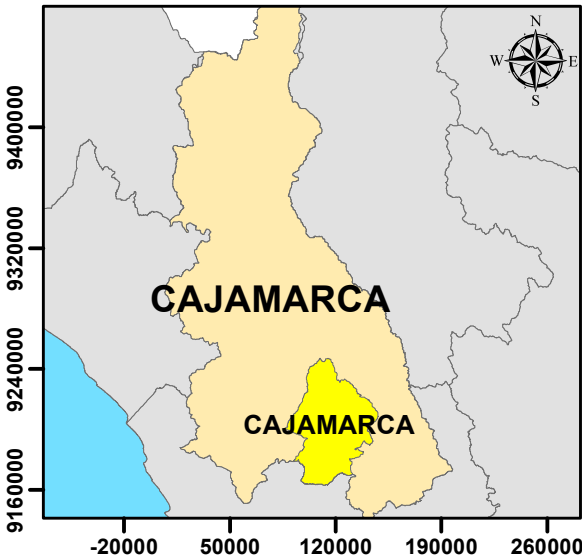
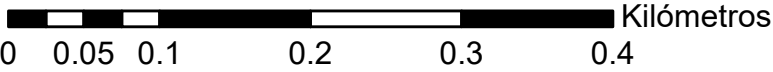
LEYENDA

Geología

- Qh-fl / Cuaternario Fluvial
- Qh-co / Cuaternario Coluvial
- Ks-ca / Formación Cajamarca
- Ks-qm / Grupo Quilquiñan y Formación Mujarrún
- Ks-yu / Formación Yumagual

ÁREA DE INVESTIGACIÓN		
VÉRTICES	UTM-WGS84-17S	
	ESTE	NORTE
1	786370	9215800
2	787640	9215800
3	787640	9214950
4	786370	9214950

Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S
Projection: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984



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

TESIS: LITOESTRATIGRAFÍA DEL GRUPO QUILQUIÑAN EN EL CASERÍO LUICHUPUCRO, DISTRITO DE LA ENCAÑADA

PLANO GEOLÓGICO

TESISTA: BACH. LUIS JAVIER HUAMÁN TUCUMANGO	FECHA: ENERO 2026 ESCALA: 1: 5000	PLANO: 04
ASESOR: Dr. Ing. CRISPÍN ZENÓN QUISPE MAMANI	PROYECCIÓN DATUM/ZONA: UTM - WGS84 - 17 SUR	

