

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



TESIS PROFESIONAL

**CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL GRUPO GOYLLARISQUIZGA EN
LOS CENTROS POBLADOS DE CHAQUIL Y LA VICTORIA – PROVINCIA DE
CELENDÍN**

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO GEÓLOGO

Autor:

Bach. Julcamoro Chilón Diego Antony

Asesor:

Dr. Lagos Manrique Alejandro Claudio

Cajamarca – Perú

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador: JULCAMORO CHILÓN DIEGO ANTONY

DNI: 73993220

Escuela Profesional: Ingeniería Geológica

2. Asesor: Dr. LAGOS MANRIQUE ALEJANDRO CLAUDIO

Facultad: Ingeniería

3. Grado académico o título profesional

Bachiller

Título profesional

Segunda especialidad

Maestro

Doctor

4. Tipo de Investigación:

Tesis

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

5. Título de Trabajo de Investigación:

CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL GRUPO GOYLLARISQUIZGA EN LOS CENTROS POBLADOS DE CHAQUIL Y LA VICTORIA – PROVINCIA DE CELENDÍN

6. Fecha de evaluación: 01-07-2025

7. Software antiplagio:

TURNITIN

URKUND (OURIGINAL) (*)

8. Porcentaje de Informe de Similitud: 12%

9. Código Documento: oid:3117:471082465

10. Resultado de la Evaluación de Similitud: 12%

APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 03 de julio del 2025


Ing. Alejandro C. Lagos Manrique



Firmado digitalmente por:

BAZAN DIAZ Laura Sofia

FAU 20148258601 soft

Motivo: En señal de conformidad

Fecha: 03/07/2025 22:49:40-0500

FIRMA DEL ASESOR

Dr. ALEJANDRO CLAUDIO LAGOS MANRIQUE

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : *CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL GRUPO GOYLLARISQUIZGA EN LOS CENTROS POBLADOS DE CHAQUIL Y LA VICTORIA - PROVINCIA DE CELENDÍN*

ASESOR : *Dr. Ing. Alejandro Claudio Lagos Manrique.*

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0489-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 15 de agosto de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **cinco días del mes de setiembre de 2025**, siendo las diez horas (10:00 a.m.) en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica (Ambiente 4J - 210), de la Facultad de Ingeniería se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado.
Vocal : M.Cs. Ing. Roberto Severino Gonzales Yana.
Secretario : M.Cs. Ing. Victor Ausberto Arapa Vilca.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada *CARACTERIZACIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL GRUPO GOYLLARISQUIZGA EN LOS CENTROS POBLADOS DE CHAQUIL Y LA VICTORIA - PROVINCIA DE CELENDÍN*, presentado por el Bachiller en Ingeniería Geológica *DIEGO ANTONY JULCAMORO CHILÓN*, asesorado por el Dr. Ing. Alejandro Claudio Lagos Manrique, 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 : *04* PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : *09* PTS.
EVALUACIÓN FINAL : *13* PTS *TRECE* (En letras)

En consecuencia, se lo declara *APROBADO* con el calificativo de *TRECE* acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las *11.00* 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

M.Cs. Ing. Roberto Severino Gonzales Yana.
Vocal

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

Dr. Ing. Alejandro Claudio Lagos Manrique.
Asesor

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, dar gracias a Dios por darme la vida y guiarme por la senda correcta, para lograr culminar la presente Tesis.

Un especial agradecimiento a mi Alma Mather Universidad Nacional de Cajamarca y a todos mis docentes de la EAPIG que me formaron como profesional. A mi asesor Dr. Alejandro Claudio Lagos Manrique por su apoyo constante y asesoramiento durante el desarrollo de mi tesis.

D A J Ch.

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Wilder Julcamoro Gonzáles y Violeta Chilón Ramírez por sus sabios consejos los mismos que me sirvieron de mucho en mis momentos difíciles.

A mi primo Jheimmy Julcamoro Ispilco, cuyo ejemplo de esfuerzo y perseverancia ha sido una fuente constante de motivación e inspiración.

A mis hermanas Mariley y Jakol por su apoyo incondicional, anhelando con la esperanza de que este logro sirva de inspiración y guía en sus futuros proyectos.

A mi pareja Melisa Llico Colorado por su apoyo constante e incondicional.

D A J Ch.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	pág.
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE FOTOS	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ABREVIATURAS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	3
2.1.1. Internacionales	3
2.1.2. Nacionales.....	3
2.1.3. Locales	4
2.2. BASES TEÓRICAS.....	5
2.2.1. Estratigrafía	5
2.2.2. Principios fundamentales de la estratigrafía	5
2.2.3. Caracterización estratigráfica	6
2.2.4. Columna Estratigráfica	6

	pág.
2.2.5. Correlación estratigráfica	6
2.2.6. Ambientes sedimentarios	7
2.2.7. Cuenca sedimentaria.....	7
2.2.8. Estructuras sedimentarias	8
2.2.9. Litología.....	11
2.2.10. Textura	11
2.2.11. Rocas sedimentarias clásticas.....	11
2.2.12. Tipos de estratificación	11
2.2.13. Medición de los estratos	14
2.2.14. Espesor	15
2.2.15. Areniscas.....	15
2.2.16. Principales componentes de las areniscas.....	16
2.2.17. Clasificación de areniscas	17
2.2.18. Facies de plataforma y de cuenca de las areniscas	19
2.2.19. Medios ambientes Continentales.....	19
2.2.20. Ambiente marino.....	20
2.2.21. Ambientes sedimentarios mixtos o de transición.....	20
2.2.22. Ambiente de sedimentación de areniscas	21
2.2.23. Análisis por medio de tamices	23
2.2.24. Cálculo de la granulometría de las areniscas	24
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	25

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

	pág.
3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.1.1. Geográfica	26
3.1.2. Política.....	26
3.2. ACCESIBILIDAD.....	26
3.3. PROCEDIMIENTO	26
3.3.1. Etapa preliminar.....	26
3.3.2. Etapa de campo.....	27
3.3.3. Etapa de gabinete.....	27
3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
3.4.1. Tipo, nivel, diseño y método de la investigación.....	27
3.4.2. Identificación de variables	28
3.4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
3.4.4. Análisis e interpretación de datos	29
3.5. GEOLOGÍA LOCAL	29
3.5.1. Grupo Goyllarisquizga en el Centro Poblado de Chaquil.....	30
3.5.2. Grupo Goyllarisquizga en el Centro Poblado La Victoria	43
3.5.3. Ambiente de depositación del Grupo Goyllarisquizga.....	54
3.6. CUATERNARIO	56
3.6.1. Depósitos aluviales.....	56

CAPÍTULO IV

ANÁLISI Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	57
4.2. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	61

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	CONCLUSIONES.....	62
5.2.	RECOMENDACIONES	62
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
	ANEXOS	66

ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1	Correlación estratigráfica..... 7
Figura 2	Esquema de diferencias entre estratos y láminas 9
Figura 3	Tipos de gradación de granos 10
Figura 4	Geometría de los estratos 12
Figura 5	Geometría de los estratos 13
Figura 6	Tipos de estratos 14
Figura 7	Manera correcta de medir el rumbo y buzamientos de los estratos 14
Figura 8	Medida los estratos mediante el Bastón de Jacob 15
Figura 9	Diagrama de clasificación petrográfica de areniscas..... 16
Figura 10	Clasificación de las areniscas..... 18
Figura 11	Modelo de facies de cuencas 19
Figura 12	Muestra CH-001, catalogado como cuarzoarenita 33
Figura 13	Muestra CH-003, catalogado como cuarzoarenita 38
Figura 14	Arenisca cuarzosa de la Formación Farrat..... 41
Figura 15	Muestra CH-005, catalogado como cuarzoarenita 42
Figura 16	Muestra LV-001, catalogado como cuarzoarenita 46
Figura 17	Muestra LV-003, catalogada como cuarzoarenita 50
Figura 18	Muestra LV-004 catalogado como cuarzoarenita 53
Figura 19	Ambiente de depositación del Grupo Goyllarisquizga. 55

ÍNDICE DE FOTOS

	pág.
Foto 1 Areniscas de la Formación Chimú del CP Chaquil	30
Foto 2 Estratificación cruzada de la Formación del CP de Chaquil	31
Foto 3 Estratificación flaser en las areniscas de la Formación Chimú.....	32
Foto 4 Arcillitas de coloración gris blanquecinas.....	34
Foto 5 Areniscas rojizas con intercalación de lutitas gris blanquecinas.....	36
Foto 6 Afloramiento de areniscas rojizas de la Formación Carhuáz.....	36
Foto 7 Estratificación tabular en areniscas del CP Chaquil	37
Foto 8 Estratificación entrecruzada del CP Chaquil	37
Foto 9 Acuñaamiento de areniscas del CP Chaquil	39
Foto 10 Estratificación tabular de areniscas blanquecinas.....	40
Foto 11 Laminación paralela de areniscas blanquecinas	40
Foto 12 Intercalación de areniscas con lutitas gris blanquecinas	43
Foto 13 Secuencia decreciente de areniscas de la Formación Chimú	44
Foto 14 Estratos tabulares.....	44
Foto 15 Laminación cruzada de la Formación Chimú del CP La Victoria	45
Foto 16 Afloramiento de arcillitas gris blanquesinas de la Formación Santa.....	46
Foto 17 Areniscas de la formación Carhuáz del CP La Victoria	48
Foto 18 Estratificación paralela horizontal de la Formación Carhuáz.....	49
Foto 19 Secuencia creciente de areniscas del CP La Victoria	51
Foto 20 Estratificación tabular en areniscas gris blanquecinas	51
Foto 21 Laminación Paralela de la Formación Farrat del CP La Victoria	52
Foto 22 Depósito lacustrino del centro poblado Chaquil.....	56
Foto 23 Depósito lacustrino del centro poblado La victoria	56

INDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla 1	Clasificación de ambientes sedimentarios 7
Tabla 2	Clasificación de tipos de grano de arena 17
Tabla 3	Valores correspondientes a cada tipo de roca 18
Tabla 4	Formato utilizado en el cálculo granulométrico 24
Tabla 5	Tabla granulométrica 24
Tabla 6	Accesibilidad al área de estudio 26
Tabla 7	Descripción petrográfica de la muestra CH- 001 32
Tabla 8	Descripción petrográfica de la muestra CH- 002 35
Tabla 9	Descripción petrográfica de la muestra CH- 003 38
Tabla 10	Descripción petrográfica de la muestra CH- 004 41
Tabla 11	Descripción petrográfica de la muestra CH- 005 42
Tabla 12	Descripción petrográfica de la muestra LV- 001 45
Tabla 13	Descripción petrográfica de la muestra LV- 002 47
Tabla 14	Descripción petrográfica de la muestra LV- 003 49
Tabla 15	Descripción petrográfica de la muestra LV- 004 53
Tabla 16	Representación de los datos obtenidos de campo 60

ABREVIATURAS

m	:	Metro
cm	:	Centímetro
mm	:	Milímetro
msnm	:	Metros sobre el nivel de mar
h	:	Hora
Km	:	kilómetro
S	:	Sur
N	:	Norte
E	:	Este
O	:	Oeste
NE	:	Noreste
NO	:	Noroeste
SE	:	Sureste
SO	:	Suroeste
Ma	:	Millones de Año
GPS	:	Global Positioning System
UTM	:	Universal Transversal Mercator
Fe	:	Hierro
Ox	:	Óxido
Fm.	:	Formación
Gpo.	:	Grupo
CP	:	Centro Poblado

RESUMEN

La presente investigación contiene un estudio basado en la caracterización estratigráfica del Grupo Goyllarisquizga de las localidades de Chaquil y la Victoria, provincia de Celendín; siendo este, de tipo cualitativa, descriptiva, no experimental y transversal. En estos Centros Poblados no existen trabajos de estratigrafía local que permitan realizar una interpretación de su comportamiento depositacional. Su objetivo principal, caracterizar la estratigráfica del Grupo Goyllarisquizga en los centros poblados de Chaquil y la Victoria. La obtención de datos se basó en dos partes, siendo el primero, el trabajo de campo, donde se ha realizado la recolección de datos tales como el reconocimiento de estructuras y texturas sedimentarias, medición de los espesores de los estratos, donde en ambas zonas se identificó la Formación Chimú, Formación Santa, Formación Carhuáz y Formación Farrat; y en el trabajo de gabinete se realizó los planos base con ayuda del programa ArcGIS y columnas estratigráficas. Finalmente, y de acuerdo a las características estratigráficas identificadas y la interpretación de la correlación estratigráfica local se concluye que el Grupo Goyllarisquizga posee mayor espesor en el CP Chaquil con 820m, y disminuye considerablemente en el CP la Victoria con 600m, debido a su acercamiento al límite de cuenca oriental (Reyes 1980). El ambiente de depositación es continental deltaico en facies de cuenca y facies de plataforma.

Palabras claves: Estratigrafía, Caracterización, Columna Estratigráfica, Grupo Goyllarisquizga.

ABSTRACT

The present investigation contains a study based on the stratigraphic characterization of the Goyllarisquizga Group of the towns of Chaquil and la Victoria, province of Celendín; This being qualitative, descriptive, non-experimental and transversal. In these Populated Centers there are no local stratigraphy works that allow an interpretation of their depositional behavior. Its main objective is to characterize the stratigraphy of the Goyllarisquizga Group in the population centers of Chaquil and La Victoria. Data collection was based on two parts, the first being field work, where data collection was carried out such as the recognition of sedimentary structures and textures, measurement of the thickness of the strata, where the Chimú Formation, Santa Formation, Carhuáz Formation and Farrat Formation were identified in both areas; and in the office work, the base plans were made with the help of the ArcGIS program and stratigraphic columns.

Finally, and according to the identified stratigraphic characteristics and the interpretation of the local stratigraphic correlation, it is concluded that the Goyllarisquizga Group has greater thickness in the Chaquil CP with 820m, and decreases considerably in the La Victoria CP with 600m, due to its approach to the eastern basin limit (Reyes 1980). The depositional environment is deltaic continental in basin facies and shelf facies.

Keywords: Stratigraphy, Characterization, Stratigraphic Column, Goyllarisquizga Group.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la estratigrafía es importante, ya que brinda información de la superficie terrestre de tiempos pasados, donde gracias a estos conocimientos se pudo realizar el estudio e interpretación de los estratos (de cualquier litología); sus relaciones espaciales, en sentido vertical y horizontal (correlación de las unidades estratigráficas) y sus relaciones temporales (edad de la roca), además nos permite interpretar la historia geológica y el proceso constructivo por el cual se formaron los estratos.

El Grupo Goyllarisquizga en los Centros Poblados de Chaquil y la Victoria- Provincia Celendín, carecen de un estudio estratigráfico a detalle a nivel local, por lo que es importante el estudio para conocer mejor las características estratigráficas y petrológicas, para lo cual se genera la siguiente interrogante ¿Cuál es la caracterización estratigráfica del Grupo Goyllarisquizga en los Centros Poblados de Chaquil y la Victoria- Provincia Celendín?

Definido el problema de investigación y delimitado, se planteó la hipótesis: que la caracterización estratigráfica del Grupo Goyllarisquizga en los centros poblados de Chaquil y la Victoria – provincia de Celendín se determina de acuerdo a las texturas, estructuras, ambiente de sedimentación y columnas estratigráficas.

La finalidad de la presente investigación es brindar una información detallada sobre las características estratigráficas del Grupo Goyllarisquizga, además de ello, servirá de base para posteriores estudios de investigación en la línea estratigráfica.

Dentro de los objetivos están caracterizar la estratigrafía del Grupo Goyllarisquizga, elaborar columna estratigráfica, determinar las texturas y estructuras sedimentarias, identificar la correlación estratigráfica y describir el ambiente de depositación de las secuencias estratigráficas.

La tesis consta de V capítulos, siendo el primer, el Capítulo I denominado Introducción en donde se explica cómo está estructurada la tesis. El Capítulo II, contiene el marco teórico donde se menciona los antecedentes internacionales, nacionales y locales; así mismo las bases teóricas que van a ser de apoyo para la investigación y la definición de términos básicos. El capítulo III, se basa en los

materiales y métodos donde se trata el contexto de la investigación, los procedimientos, la metodología, identificación de variables, técnicas, instrumentos y equipos, además se desarrollan los objetivos y se presentan los resultados de la investigación. El capítulo IV, consiste en el análisis y discusión de resultados considerando el orden de los objetivos, el planteamiento del problema y la hipótesis propuesta. Finalmente, el capítulo V, corresponde a la presentación de las conclusiones que se ha llegado y las recomendaciones se realizaron con el fin de futuros trabajos de investigación.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1. Internacionales

Caja et al (2004) En su trabajo de investigación: “Caracterización geoquímica de las areniscas del Cretácico inferior de la cuenca del Maestrazgo, Cadena Ibérica Oriental: Nueva aportación al estudio de la procedencia, concluye que la composición química de las areniscas ha permitido establecer una pauta similar a la de rocas ígneas de tipo calco-alcalino, esta tendencia sugiere un aporte a partir de materiales ígneos de forma directa a partir de un área fuente granítica que habrían sufrido una meteorización no excesivamente intensa, o por reciclado de materiales previos donde las posibles áreas fuentes serían los granitos del Sistema Central, las cuales son consistentes con las principales paleocorrientes de aportes procedentes del O, las areniscas de la Formación Mora, presentan valores más altos en Y+Nb así como en el resto de los elementos de tierras raras.

Robert et al (2000) La transgresión del cretáceo inferior en el margen andino (Perú Y Ecuador): Datos Preliminares. Concluye que la transgresión de suroeste a noreste de areniscas fluvio-marinas del Cretácico inferior a lo largo de los márgenes andinos del norte de Perú y Ecuador es fuertemente diacrónica (Valanginiano a Albiano superior). Sin embargo, ocurre dentro de todas las zonas paleogeográficas (Cuenca Occidental, Umbral del Marañón, Cuenca Oriental), el diacronismo es despreciable (en el Aptiano inferior - base del Albiano superior en la Cuenca Oriental).

2.1.2. Nacionales

Jacay (2005), Análisis de la sedimentación del sistema cretáceo de los Andes del Perú Central, concluye un proceso de diacronismo al comienzo de la depositación de las arenas transgresivas del Cretáceo Inferior a lo largo de toda la margen, como una superposición regional hacia los bordes del sistema transgresivo del Cretáceo Inferior; así como la entrada de sedimentos clásticos al Valanginiano de clara

proveniencia oriental (escudo Brasileiro y Guyanense) estaría asociados con la apertura del rift del Atlántico central.

Zapata et al (2004), Facies mixtas del cretáceo inferior en la localidad de Goyllarisquizga-Andes Centrales del Perú, realiza un análisis litoestratigráfico y sedimentológico de las facies marino-continentales del Grupo Goyllarisquizga en las localidades de Goyllarisquizga y Rocco y utiliza los datos obtenidos para concluir que el periodo Berriasiano – Aptiano se caracterizó principalmente por sedimentación continental (Formaciones Chimú, Carhuaz y Farrat), controlada por levantamientos estructurales y bloques de subsidencia por el alto Marañón, con los bloques occidental y central experimentaron la mayor subsidencia, provocando una transgresión marina en el Valangiano (Formación Santa).

Salas et al (2010), Evolución sedimentaria del Grupo Goyllarisquizga en su localidad tipo. Evidencias de facies eólicas (Cerro de Pasco-Perú Central) concluye que en la sucesión sedimentaria del Grupo Goyllarisquizga se pudo determinar la evolución de un sistema eólico asociado a una reelaboración fluvial en sus estratos inferiores, desarrollando en su parte media facies pantanosas que en amplias llanuras de marea es cortada por grandes canales meandriiformes y niveles eólicos.

Sánchez et al (2012), Límite Paleogeográfico entre los Grupos Gollarisquizga y Oriente en el norte del Perú, la falla Chontapampa determinado a partir del análisis petrográfico (datos preliminares) concluyen que las areniscas de los Grupos Goyllarisquizga y Oriente corresponden a cuarzoarenitas, siendo la diferencia entre las dos unidades estratigráficas la proporción de tipos de cuarzosos con énfasis en la reducción de extinción rectilínea monocristalino (Q_{mr}) y disminución de cuarzo monocristalino de extinción ondulante (Q_{mo}) y cuarzo policristalino con más de 3 cristales (Q_p>3) y los resultados petrográficos indican que la falla Chontapampa es probablemente un control estructural paleogeográfico.

2.1.3. Locales

Yauli et al (2016), en su trabajo Areniscas del Cretáceo Inferior: Una guía de exploración en el sur del Perú manifiesta que durante este periodo se caracterizó por ser una época de sedimentación intensa, teniendo como principal zona de aporte el bloque levantado del marañón, en donde esta sedimentación fue clástica dando lugar a formaciones que posteriormente, durante el Mioceno, fueron

afectadas por cuerpos intrusivos de monzonitas, dioritas y granodioritas. Específicamente la Formación Hualhuani, que se encuentra dentro del área de influencia del emplazamiento plutónico del Mioceno que corresponde al Batolito Andahuaylas-Yauri. Concluye que las areniscas de la Formación Hualhuani está relacionada a depósitos de Au- Cu en el sur del Perú.

Huamán (2021), en su tesis: Estudio estratigráfico para determinar el proceso diagenético de arenas en el Grupo Goyllarisquizga aflorando en la zona Gavilán–Cajamarca concluye que el proceso de diagénesis de las arenas presente en el Grupo Goyllarisquizga se dio en un ambiente epicotinental a borde de cuenca, por el grosor de las capas finas que se encuentran en cada formación y la ausencia de carbonatos.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Estratigrafía

Hedberg (1980) explica que la estratigrafía se ocupa no solo de la secuencia original y relaciones cronológicas de los estratos, sino también de su forma, distribución, composición litológica, contenido fósil, propiedades geoquímicas y geofísicas, es decir, de todas las características, propiedades y atributos de las rocas "como estratos", de la interpretación de las condiciones de su formación y su historia geológica.

2.2.2. Principios fundamentales de la estratigrafía

a) Principio de la horizontalidad original y continuidad lateral de los estratos

Establece que los estratos al momento de su depósito son horizontales y paralelos a la superficie del depósito (horizontalidad original) y que están delimitadas por dos planos que tienen continuidad lateral (Blandon, 2002).

b) Principio de la superposición

Una sucesión de estratos los más bajos son los más antiguos y los más altos son los más modernos. Sin embargo, donde este principio no se cumple son los asociados a discontinuidades que impliquen etapas de erosión de materiales previos. (Blandon, 2002).

c) Principio del uniformismo o actualismo

Los procesos que han tenido lugar a lo largo de la historia de la Tierra han sido uniformes (uniformismo) y semejantes a los actuales (actualismo) (Blandon, 2002).

d) Principio de la sucesión faunística o de la correlación

Consiste en admitir que en cada periodo de la historia geológica (representado por un conjunto de estratos o por formaciones), los organismos que vivieron y, que por tanto pudieron fosilizar, fueron diferentes y no repetibles (Vera, 1994).

e) Principio de la simultaneidad de eventos

Consiste en reconocer que los fenómenos normales como lo observamos en la actualidad ocurrieron en la naturaleza en tiempos pasados, pero también otros raros y eventuales (eventos) coincidiendo en la mayoría de los casos con las grandes catástrofes (Vera, 1994).

2.2.3. Caracterización estratigráfica

Consiste en determinar los atributos peculiares de las rocas y los estratos, así como: formas, composiciones litológicas, propiedades físicas y geoquímicas, sucesiones originarias, relaciones de edad, distribución y contenido de fósiles y que lo distinga claramente e los demás, dichas características sirven para reconocer y reconstruir secuencialmente eventos geológicos. (Navarrete, 2014).

2.2.4. Columna Estratigráfica

Caballero (2012) señala que las columnas estratigráficas son representaciones de las variaciones verticales de las rocas en un área o región en particular.

2.2.5. Correlación estratigráfica

La correlación estratigráfica es la comparación de dos o más secciones estratigráficas con un intervalo de tiempo cercano, estableciendo la equivalencia de planes distinguibles o planos de cama en cada uno. El objetivo principal de la correlación estratigráfica es aumentar la fiabilidad de los datos estratigráficos locales. La correlación estratigráfica es la "prueba de equivalencia". dos o más fenómenos geológicos en sitios diferentes (Blandon, 2002).

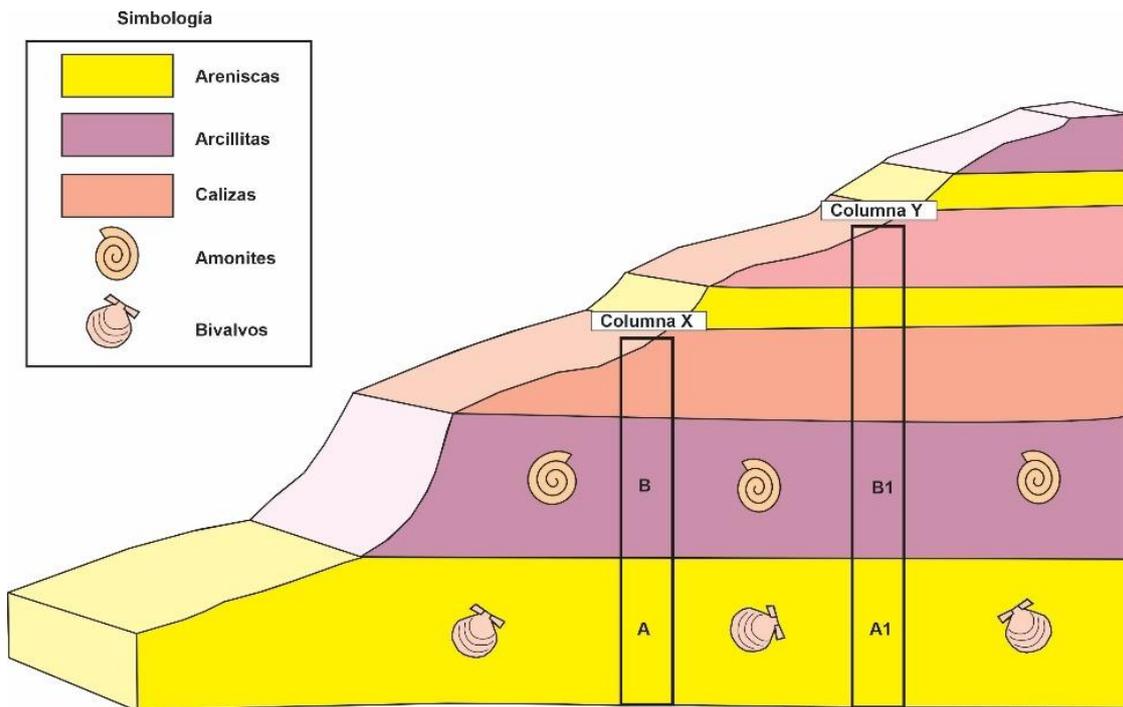


Figura 1 Correlación estratigráfica
Fuente: Blandon (2002)

2.2.6. Ambientes sedimentarios

Un medio sedimentario puede definirse como una parte específica de la superficie terrestre en la que se acumulan sedimentos que son física, química y biológicamente distintos de las áreas adyacentes (Selley, 1970).

2.2.7. Cuenca sedimentaria

Es una depresión en la superficie de la corteza terrestre, rellena por sedimentos formando capas superpuestas, que representan edades geológicas sucesivas, donde su análisis sirve para identificar, datar y caracterizar los eventos tectónicos, magmáticos y geodinámicos que ocurrieron durante su relleno. (Hinte, 1978).

Tabla 1 Clasificación de ambientes sedimentarios

Ambiente de sedimentación		
Continental	De transición	Marino
Subaéreo: Eólico	Deltaico	Plataforma
Glacial	Playero	Talud
Subacuático: fluvial	Estuarino	Borde precontinental
Lacustre	Isla barrera-lagoon	Llanura abisal

Fuente: Blandon (2002).

2.2.8. Estructuras sedimentarias

Son aspectos que describen la disposición geométrica que adquieren los sedimentos como resultado de los procesos de sedimentación, además estas se pueden dividir arbitrariamente en erosión, deposición, postdeposicional y biogénicas (Tucker,2003).

2.2.8.1. Estructuras sedimentarias de erosión

Son el resultado por flujos de agua y la erosión sedimentos antes de la deposición de la capa suprayacente. (Tucker,2003).

a. Marcas acanaladas (Flute marks)

Son depresiones discontinuas producto de la aceleración y separación de flujo de corriente (Tucker,2003).

b. Marcas de estrías (Groove marks)

Son surcos de forma alargada formado por objetos transportados en el flujo sobre el techo de un estrato pelítico no consolidado o de areniscas finas a muy finas.

2.2.8.2. Estructuras sedimentarias de deposición

Son estructuras construccionales o no sedimentarias que ocurre en los estratos. Selley (2000).

a. Estratificación y laminación

Las rocas sedimentarias se presentan como sucesiones estratificadas. Los estratos son capas de diferente geometría, integrados por rocas sedimentarias que tienen características (composición, empaquetamiento tamaño, forma y orientación) que permiten diferenciarlos de los estratos que los infrayacen y suprayacen. Los estratos tienen espesores muy variables separadas por planos de estratificación. De ser así, el término estrato es una designación genérica, siendo más apropiado usar estrato cuando el espesor de la capa es mayor a 1 cm, y de lámina cuando el espesor es menor que 1 cm.

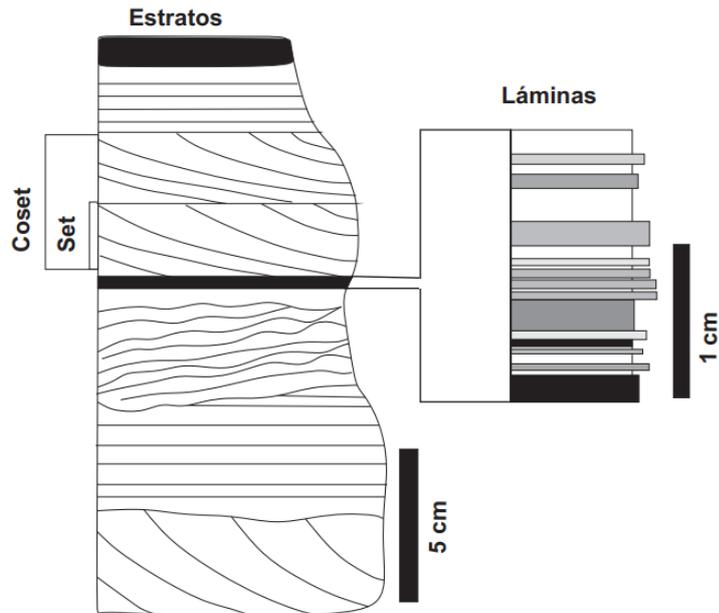


Figura 2 Esquema de diferencias entre estratos y láminas
Fuente: Tucker (2003)

b. Estratificación gradada

La estratificación gradada indica que el tamaño de grano varía desde el piso hasta el techo de una capa y se desarrolla en respuesta a los cambios en las condiciones de flujo durante la sedimentación (Tucker, 2003). Se pueden distinguir tres tipos, estratificación gradada normal, inversa y mixta. La estratificación gradada normal presenta sedimentos de grano grueso en la parte inferior y más fino hacia la parte superior. La estratificación gradada inversa sedimento fino en la base y sedimento grueso en la parte superior, la estratificación mixta puede presentar combinaciones de gradación normal e inversa.

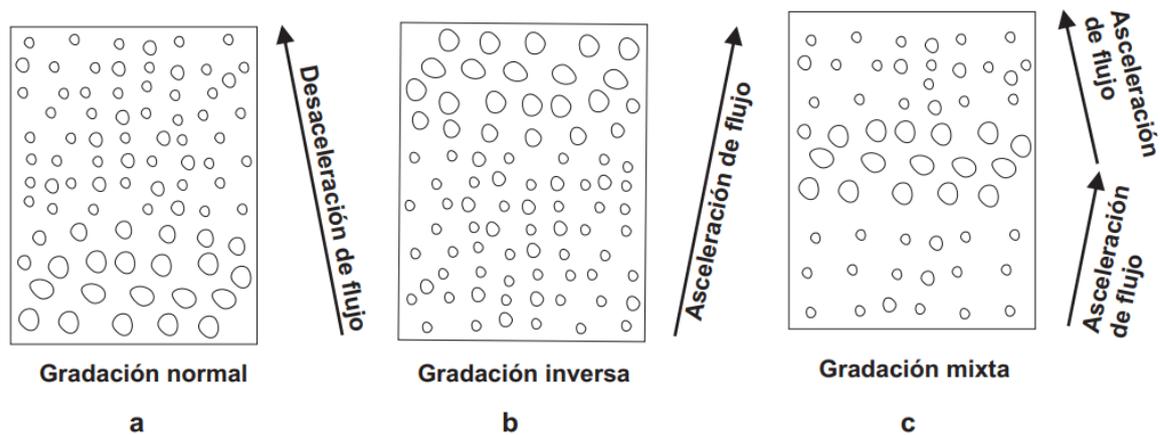


Figura 3 Tipos de gradación de granos
Fuente: Tucker (2003).

c. Estructuras masivas

Las capas masivas presentan fracciones granulométricas del tamaño de arena vinculadas a depósitos generados por corrientes de densidad (turbiditas), que conducen al desarrollo de capas individuales de más de 8 metros de espesor. Las capas masivas pueden generarse por procesos biológicos o por procesos mecánicos y dependiendo de las características del flujo, concentración de sedimentos, temperatura, salinidad y morfología de la cuenca, la acumulación de capas masivas puede explicarse por tres mecanismos de sedimentación diferentes: floculación, saltos hidráulicos, zona de límite inferior de flujo agradacional.

d. Estratificación hummocky

Esta estructura es generada por flujos de tipo combinado, formados por una corriente unidireccional y un flujo oscilatorio subordinado (Duke et al., 1991). De acuerdo a la magnitud de los flujos combinados clasifican los hummocky en anisótropos e isótropos (Mutti et al. 1994). Los hummocky anisótropos ocurren en áreas confinadas de una corriente (canales fluviales y turbidíticos). Por el contrario, isótropos ocurren con frecuencia en zonas no confinadas de los sistemas depositacionales como son los lóbulos deltaicos o turbidíticos, y los depósitos de shoreface y offshore.

e. Rizaduras u onduladas

Originadas por corrientes de agua que actúan sobre la superficie no cohesiva de los sedimentos del fondo, que se reordenan y forman ondulaciones de tamaños muy diferentes. (Leeder, 1999).

2.2.8.3. Estructuras sedimentarias post-deposicional

Incluye deslizamientos y desprendimientos de tierra, lechos espirales, formas de carga, diques de arenisca y estructuras de deshidratación (Tucker, 2003).

2.2.8.4. Estructuras sedimentarias biogénicas

Las estructuras sedimentarias formadas por organismos van desde trazas de fósiles con características distintivas que pueden atribuirse a un organismo particular y /o actividad, a través de estructuras de bioturbación vagas producidas por animales revolviéndose y excavando a través del sedimento (Tucker, 2003).

2.2.9. Litología

Es la parte de la geología que estudia las características de las rocas que aparecen constituyendo una determinada formación geológica, es decir una unidad litoestratigráfica, en la superficie del territorio o también la caracterización de las rocas de una muestra concreta. (Tucker, 2003).

2.2.10. Textura

La textura de una roca es el conjunto de relaciones espaciales intergranulares y de características morfológicas (tamaño y forma) de los componentes principalmente granos y/o agregados de minerales (Navarrete, 2014).

2.2.11. Rocas sedimentarias clásticas

Se clasifican a su vez por la granulometría de los clastos y dentro de cada grupo por su composición y/o relación de los clastos con la matriz y/o cemento, excepto en las lutitas, donde el tamaño del grano es tan fino que no se pueden distinguir fragmentos de material intersticial. (Franco y Gonzalo, 2000).

2.2.12. Tipos de estratificación

Los criterios que se utilizan para determinar los tipos de estratificación se basan en dos criterios importantes que son: la geometría y los rasgos distintivos de las asociaciones de estratos sucesivos.

Geometría de los estratos

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

- a. **Tabulares.** Cuando las dos superficies de estratificación son planas y paralelas entre sí.
- b. **Irregulares con muro erosivo.** Son estratos con una gran extensión lateral, con un muro irregular y un techo plano, por lo que su espesor varía.
- c. **Acanalados.** Con escasa extensión lateral y espesor muy variable, con una geometría interna semejante a la de la sección de un canal.
- d. **Forma de Cuña.** Se trata de estratos limitados por superficies planas no paralelas entre sí, que terminan con la pérdida progresiva de espesor.
- e. **Lenticulares.** Son discontinuos, con el muro plano y el techo convexo, su variante son estratos de forma biconvexa.
- f. **Ondulados.** Se caracterizan por ser continuos con muro plano y techo ondulado, con estructuras de ripples de corrientes.

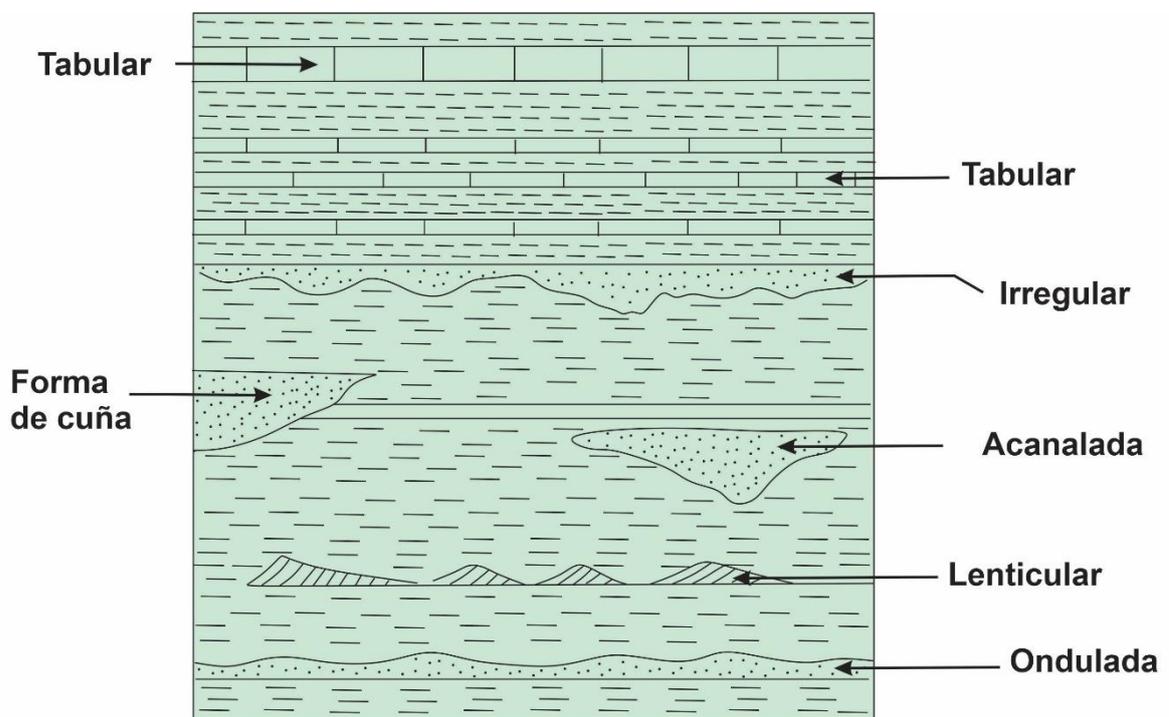


Figura 4 Geometría de los estratos

Fuente: Vera (1994).

Asociaciones de estratos sucesivos

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

a) Uniforme

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

b) Aleatorio o de Espesor Variable

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

c) Estrato Creciente (secuencia negativa)

Los espesores tienen una ordenación en lotes de estratos con valores de espesores crecientes hacia el techo.

d) Estrato Decreciente (secuencia positiva)

Este estilo presenta una disminución de los espesores de los estratos hacia el techo.

e) En Haces

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

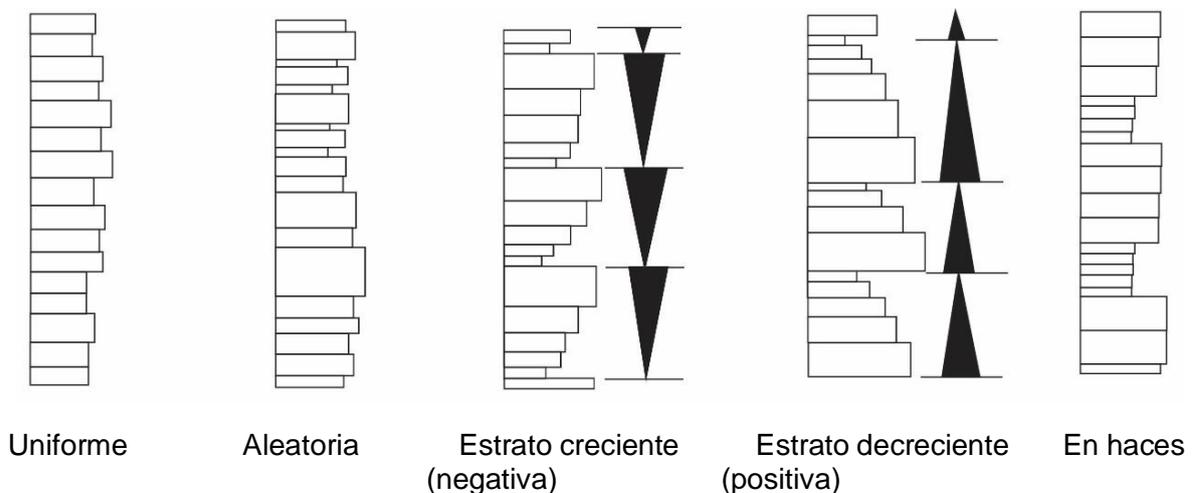


Figura 5 Geometría de los estratos
Fuente: Vera (1994).

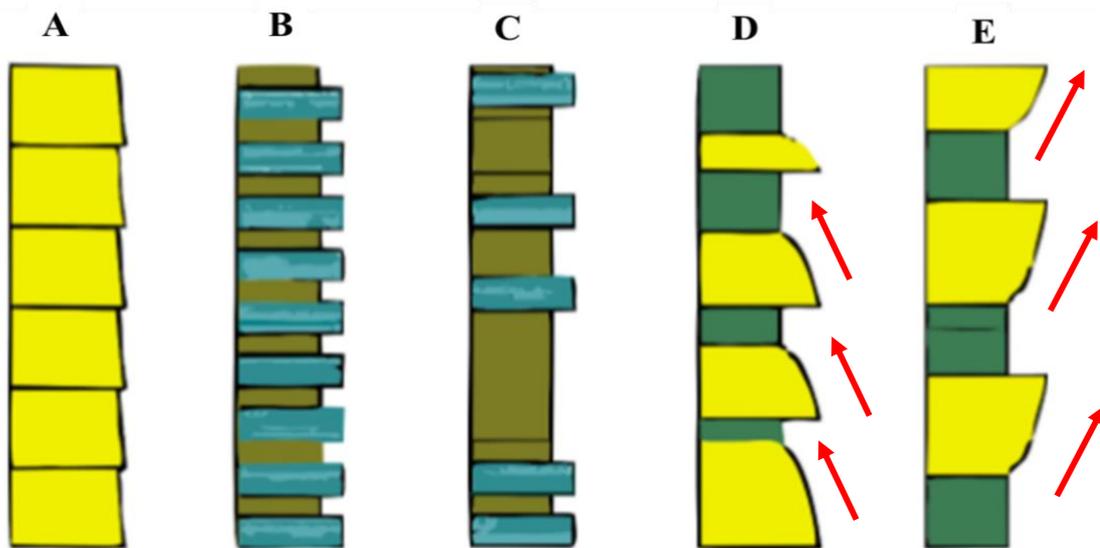


Figura 6 Tipos de estratos
Fuente: Vera (1994).

2.2.13. Medición de los estratos

Los estratos por ser cuerpos tabulares permiten las siguientes medidas:

a) Dirección

Es el ángulo que forma con el norte geográfico la línea de intersección de la superficie de estratificación con un plano horizontal.

b) Buzamiento

Es el ángulo que forma la superficie de un estrato con la horizontal, medido en un plano perpendicular a la dirección.

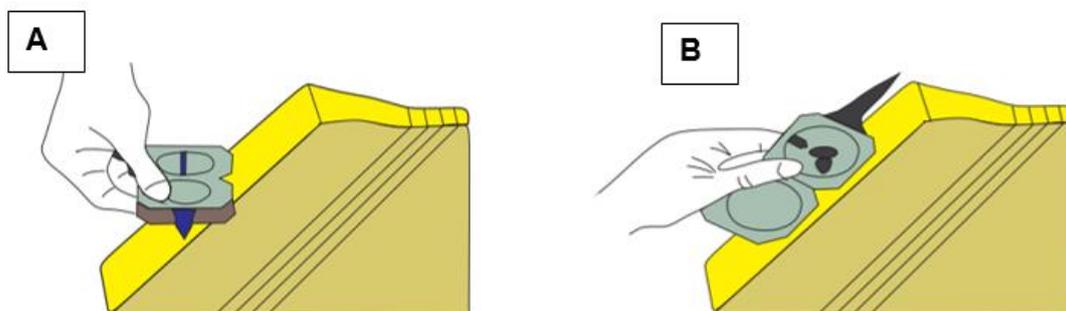


Figura 7 Manera correcta de medir el rumbo y buzamientos de los estratos. A: rumbo. B: buzamiento. Fuente: Ragan (1987).

2.2.14. Espesor

El espesor de un estrato (distancia entre los planos de estratificación que lo limitan, medida perpendicularmente a ellos). En condiciones normales el espesor de un conjunto de estratos es la distancia entre sus límites medida perpendicularmente a ellos y representa el espesor actual de los estratos durante un intervalo de tiempo (Krumbein y Sloss, 1969).

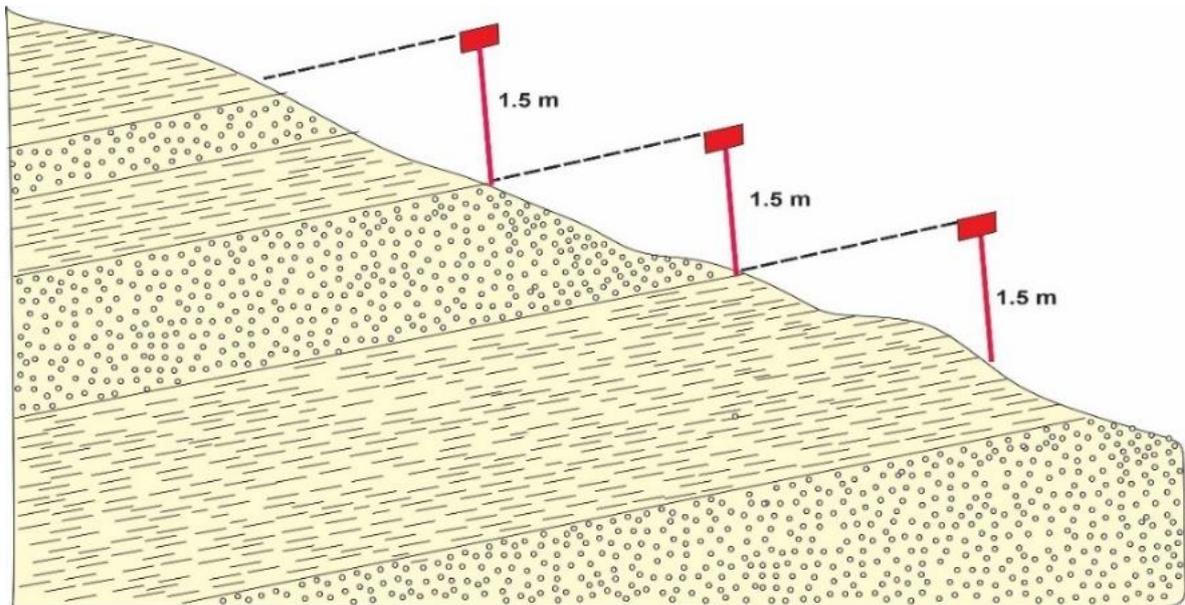


Figura 8 Medida los estratos mediante el Bastón de Jacob
Fuente: Krumbein y Sloss (1962).

2.2.15. Areniscas

Están compuestas principalmente por: fragmentos de roca, granos de cuarzo, granos de feldespato, matriz y cemento. La matriz está formada por arcilla y limos, y en la mayoría de los casos estos materiales de grano fino se depositan junto con granos de arena.

Earle F. McBride (1963) desarrolló el gráfico ternario QFL para clasificar las areniscas (Figura N° 8), este gráfico es ampliamente utilizado en todo el mundo, donde Q= Cuarzo, F= Feldespatos, L= Fragmentos líticos. Estos componentes son abundantes en áreas fuentes, su presencia en las areniscas dependerá de las condiciones químicas y físicas (mecánicas) del medio de sedimentación (Folk, 1980).

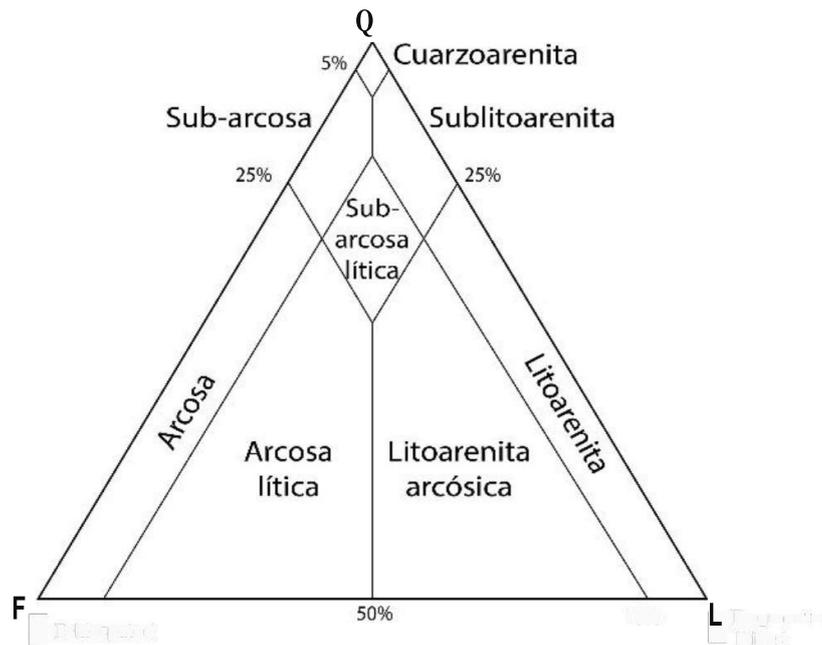


Figura 9 Diagrama de clasificación petrográfica de areniscas
Fuente: Folk (1980).

2.2.16. Principales componentes de las areniscas

a) Cuarzo (Q)

Es el mineral más común en la arenisca y el más estable de todos los minerales bajo condiciones sedimentarias. La arenisca media contiene un 65% de cuarzo, pero algunas son prácticamente 100%. Pueden distinguirse varios tipos de cuarzo: granos de cuarzo monocristalino (Qm) de un solo cristal y grano policristalino (Qp) de dos o más cristales (Tucker, 2003).

b) Feldespatos

El contenido de feldespatos de las areniscas varía entre 10 y 15 % pero en las arcosas alcanza el 50%. Su estabilidad mecánica es inferior a la del cuarzo, ya que son más blandos y tienen un clivaje más fuerte, y su estabilidad química también es menor debido a la facilidad con la que ellos son hidrolizados (Tucker, 2003).

c) Mica

Estos silicatos hojosos (filosilicatos) son comunes en la matriz de areniscas y clásticas de tamaño grueso, es el componente vital de las lutitas (Tucker, 2003).

d) Minerales arcillosos

Están representados en las arenas por la caolinita, illita, clorita, esmectita y arcilla, estos minerales de la arcilla en areniscas son detríticos y autógenas (Tucker, 2003).

f) Minerales pesados

También se denominan minerales accesorios, están presentes en concentraciones de no más del 1% de la cantidad total de minerales formadores de roca en la arenisca. (Nichols, 2009), están compuestos por circón, turmalina, rutilo, apatito, granate y otros minerales ferro-magnesianos.

2.2.17. Clasificación de areniscas

La clasificación de una arenisca está basada en estudios al microscópico y requiere una valoración de los porcentajes de los diversos tipos de grano presentes.

Tabla 2 Clasificación de tipos de grano de arena

Clasificación de tipos de grano de arena
Granos cuarzosos ($Q_t = Q_m + Q_p$)
Qt: total granos de cuarzo
Qm: granos monocristalinos
Qp: granos policristalinos
Granos de feldespato ($F = P + K$)
F: Total grano de feldespato
P: grano de plagioclasa
K: grano de feldespato potásico
Fragmentos líticos ($L_t = Q_p + L_{vm} + L_{sm}$)
Lt: total fragmentos líticos ($L + Q_p$)
L: total fragmentos líticos inestables ($L_{vm} + L_{sm}$)
Lv/Lvm: fragmentos líticos volcánicos/metavolcánicos
Ls/Lsm: fragmentos líticos sedimentarios/metasedimentarios

Fuente: Tucker (2003)

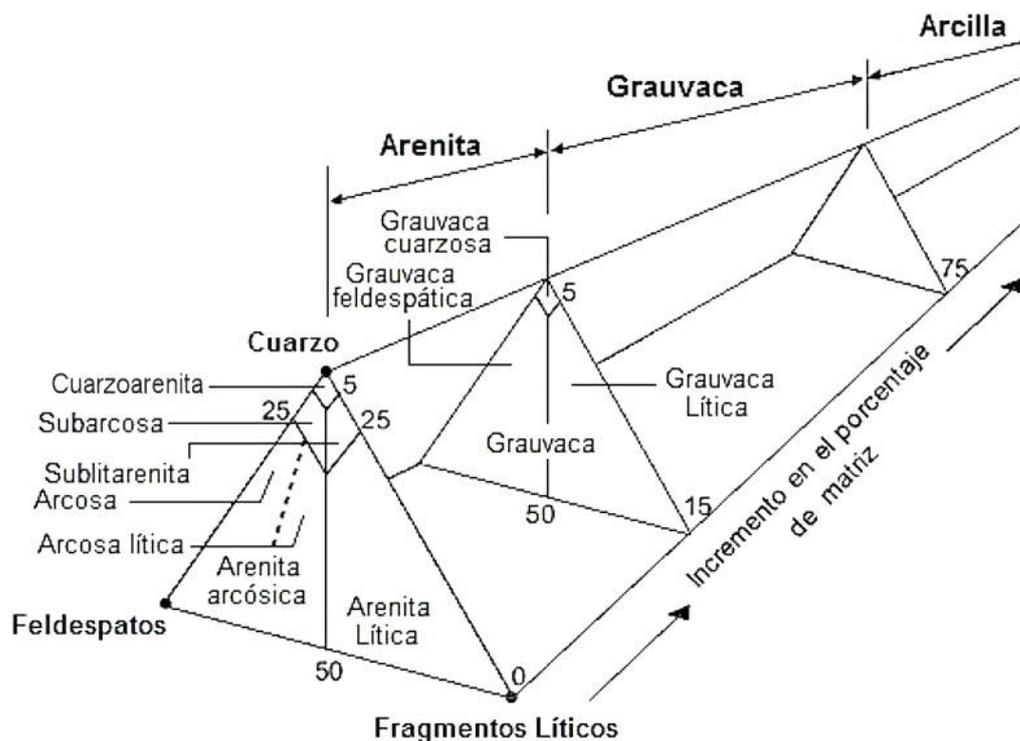


Figura 10 Clasificación de las areniscas

Fuente: Pettijohn (1987) tomado de (Jabbour et al., 2009).

Tabla 3 Valores correspondientes a cada tipo de roca

Tipo de familia	Tipo de roca	Cuarzo (%)	Feldespatos (%)	Fragmentos de roca (%)	Matriz (%)
Arenitas	Cuarzoarenita	$C > 90$	$0 < F < 5$	$0 < Fr < 5$	
	Sublitarenita	$50 < C < 95$	$0 < F < 25$	$5 < Fr < 25$	
	Subarcosa	$50 < C < 95$	$5 < F < 25$	$0 < Fr < 25$	Matriz < 15
	Arcosa	$0 < C < 75$	$25 < F < 100$	$0 < Fr < 50$	
	Litarenita	$0 < C < 75$	$0 < F < 50$	$25 < Fr < 100$	
Grauvacas	Cuarzovaca	$C > 90$	$0 < F < 5$	$0 < Fr < 5$	
	Grauvaca feldespática	$0 < C < 95$	$5 < F < 100$	$0 < Fr < 50$	$15 < Matriz < 75$
	Grauvaca Lítica	$0 < C < 95$	$0 < F < 50$	$5 < Fr < 100$	
Arcillitas	Arcillita				Matriz > 75

Fuente: Tomado de (Jabbour et al., 2009).

2.2.18. Facies de plataforma y de cuenca de las areniscas

Se establece que la sucesión vertical de facies (sin discontinuidades estratigráficas) refleja la misma secuencia que se formaba lateralmente en el medio sedimentario. Se debe a que cuando hay cambios en un ambiente sedimentario (diferencia de aportes, subsidencia, variación del nivel del mar, etc.) las facies que estaban sedimentándose adyacentes y yuxtapuestas se depositan encima de las otras, superpuestas, respetando el mismo orden o polaridad que tenían sobre la superficie de deposición. Un ejemplo de esta ley es la sucesión estratigráfica vertical que caracteriza una transgresión marina, que refleja las facies que pueden verse lateralmente en un medio litoral actual, pero en una secuencia continua vertical.

A partir de estudios de las relaciones de facies entre sí, se ha reconocido que los contactos agradacionales, agudos o erosionados entre estos cuerpos rocosos también son importantes para encontrar el modo de origen.

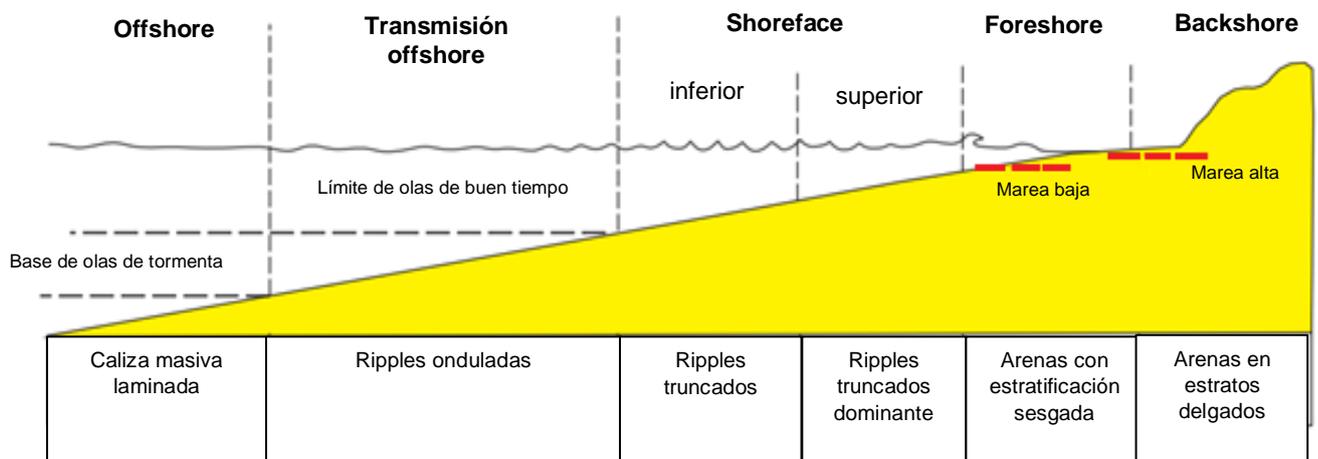


Figura 11 Modelo de facies de cuencas
Fuente: Einsele (1991).

2.2.19. Medios ambientes Continentales

Los ambientes continentales están dominados por la erosión y la deposición asociada a corrientes en algunas regiones frías, las masas de hielo glacial en movimiento sustituyen el agua corriente como proceso dominante en las regiones áridas (así como en algunos puntos litorales) el viento asume mayor importancia es evidente que las naturalezas de los sedimentos depositados en los ambientes continentales reciben una fuerte influencia del clima (Dávila,2011).

2.2.20. Ambiente marino

Corresponden a ambientes en que la energía de transporte está en función de la dinámica marina, y donde los sedimentos llegan generalmente a través de los ambientes de transición, ya sea por removilización y erosión, o porque los sedimentos los atraviesan sometidos a la influencia de su mecanismo de transporte los ambientes marinos se dividen según su profundidad. (Dávila,2011):

2.2.21. Ambientes sedimentarios mixtos o de transición

Se denominan así por tratarse de ambientes a medio camino entre el ambiente terrestre o continental y el marino, por lo que en su formación actúan factores tanto continentales como marinos. Dentro de los ambientes sedimentarios mixtos existen:

A) Ambientes sedimentario deltaico

El delta es un área con varios brazos de un río desembocando al mar y en su formación inciden procesos fluviales, aluviales y mareas. De esta forma se crean ambientes de pantano, llanuras de inundación, depósitos de cantos rodados, entre otros ambientes sedimentarios (Castro, 2000).

B) Ambientes sedimentario estuarino

Los factores que inciden en la formación de este ambiente sedimentario mixto son similares a los del delta. Pero, en este caso no hay numerosos brazos del río, ni meandros, sino una desembocadura única explayada en la boca con penetración marina hacia ella. Aquí la clave está en el flujo y reflujo de las aguas del río y de las mareas marinas, las cuales provocan que en sus orillas se formen áreas pantanosas donde ocurre la sedimentación de material fino. Por otra parte, la entrada de las mareas aporta gran cantidad de sedimentos, incluida una alta carga de sales. Los sedimentos estuarinos son muy ricos en nutrientes, de ahí la alta productividad de estos ecosistemas (Castro, 2000).

C) Ambiente sedimentario costero

La línea de costa es otro ambiente donde la deposición de sedimentos ocurre tanto por influencia marina como por factores continentales, ya que el oleaje arrastra a la costa arena, conchas y otros fragmentos. Por otra parte, el viento y el agua de escorrentía o de ríos contribuyen también a dar forma al ambiente (Castro, 2000).

2.2.22. Ambiente de sedimentación de areniscas

Los principales sitios de sedimentación de los sedimentos siliciclásticos de tamaño de grano grueso son (a) los ambientes fluviales, (b) los desiertos, (c) los lagos, (d) los deltas, (e) la línea de costas marinas barreras, playas, llanuras de marea y estuarios, (f) las plataformas marinas poco profundas y mares epeíricos, (g) los márgenes continentales y las cuencas de aguas profundas, y (h) los ambientes glaciales.

A) Ambiente fluvial

Los ambientes fluviales son sistemas complejos de erosión, transporte del sedimento y sedimentación que dan lugar a una gran variedad de elementos morfológicos. Hoy en día los sistemas fluviales van desde los abanicos aluviales, a través de redes de corrientes bifurcadas y de baja sinuosidad a ríos meandriformes (alta-sinuosidad). Sus sedimentos van desde los conglomerados más gruesos, a través de las areniscas, hasta las argilitas. En general, las areniscas fluviales son normalmente de base neta y estratificación cruzada, con algo de estratificación lisa y laminación cruzada. Pueden ser lenticulares (los rellenos de cauces) o lateralmente más persistentes (del cauce o migración de barra fluvial). En la textura y composición, las areniscas fluviales van generalmente de inmaduras a maduras, esto depende de la procedencia del sedimento, clima y distancia del transporte. El tamaño de grano del sedimento generalmente disminuye aguas abajo.

B) Ambientes desérticos

Las arenas eólicas del desierto varían desde delgadas, covertera no persistente (lámina de arena), a dorsales de muchas decenas de kilómetros de largas, a mares de arena extensos y potentes. Estas también se acumulan en latitudes más altas de deflación de llanuras de aluviones glaciáricos, los llamados desiertos fríos de regiones periglaciares (Deynoux et al., 1989).

Las arenas de duna de desierto están tipificadas como arenas de un tamaño de grano de finas a gruesas. El tamaño de grano disminuye y la calibrada mejora a sotavento. Algunas arenas de desierto, particularmente las de áreas de interduna, tienen una distribución bimodal del tamaño de grano a partir de la eliminación preferencial de la fracción de arena muy fina, la más fácil de ser erosionada y transportada por el viento. Los granos están muy redondeados. La madurez textural alta de las arenas eólicas está emparejada con una madurez de composición.

C) Ambientes lacustres

Las arenas y los sedimentos de tamaño de grano grueso se han depositado a lo largo de la línea de costa de lagos, en deltas donde los ríos desaguan en los lagos, y en lechos profundos de cuencas lacustres. Los sedimentos siliciclásticos de grano grueso se desarrollan mejor en lagos abiertos hidrológicamente (con un desague y por lo tanto un nivel de agua y línea de costa relativamente estables), en lugar de lagos cerrados hidrológicamente que tienden a ser sitios de evaporitas y deposición de caliza. Comparadas con sus colegas marinas, las arenas playeras y las gravas de la línea de costa del lago, en general están menos ordenadas y redondeadas porque el nivel de actividad del oleaje es mucho menor. La facies arenosa de playas lacustres, barreras y espolones son similares a las de las costas marinas de energía moderada. Los ripples formados por olas, las grietas poligonales de desecación y las grietas por sinéresis son comunes en los sedimentos de grano fino de la línea de costa y cerca de la orilla del lago (Castro, 2000).

D) Ambientes deltaicos

Los deltas son ambientes complejos con características que están determinadas por la naturaleza del sistema fluvial que aporta el sedimento, los procesos costeros y el clima. Los deltas pueden ser divididos en varias partes (Fig. La llanura deltaica o parte alta del delta se refiere al área hacia tierra de la línea de costa, y una llanura deltaica superior, dominada por los procesos fluviales, se distingue de una llanura deltaica inferior donde hay algo de influencia marina, principalmente en inundación por marea (Castro, 2000).

E) Ambientes marinos de línea de costa

Muchos sedimentos siliciclásticos se depositan a lo largo de las líneas de costa marinas en playas, islas barreras, llanuras de marea, estuarios y playas altas (shoreface) ante costas (offshore) someras. El aporte del sedimento, rango de la marea, la acción del oleaje, la frecuencia de la tormenta, el cambio del nivel del mar, la velocidad de subsidencia/ tectónica y el clima, todos afectan a la sedimentación. Las playas y barreras se desarrollan mejor en áreas micro-/mesotidales con una acción del oleaje de moderada a alta. Se desarrollan mejores llanuras de marea y estuarios en regiones macrotidales, como son las dorsales de marea de plataformas abiertas (Castro, 2000).

F) Plataformas marinas poco profundas, mares epeíricos

En ambientes marinos someros lejos del litoral, donde la profundidad del agua varía de 10 a 200 m, las arenas se sitúan en las plataformas continentales, como en la actual plataforma oriental de América del Norte, y en mares epeíricos, epicontinentales, como el Mar del Norte. Sin embargo, muchos de los sedimentos en mares modernos poco profundos son relictos; fueron depositados antes o durante la transgresión del Holoceno en ambientes glacial, fluvial y de línea de costa. En muchos casos estos sedimentos están siendo retrabajados por procesos de plataforma modernos. Los sedimentos de las plataformas continentales y mares epeíricos están afectados por corrientes de marea, olas generadas por viento y oleaje generado por tormentas y corrientes. Aunque todos los procesos operan en todas las plataformas a una mayor o menos magnitud, se distinguen los tipos de dominio mareal y los de dominio climático.

G) Márgenes continentales y cuencas de aguas profundas

Los márgenes continentales y cuencas de aguas profundas son los sitios de sedimentación de areniscas y conglomerados derivados de las cuestas adyacentes y plataformas. El transporte cuesta abajo es por resbalamiento y deslizamiento, y a través de flujos de gravedad del sedimento; en particular, corrientes de turbidez, pero también flujos de derrubios, y flujos de grano menos importantes y flujos de sedimento fluido. Además, corrientes del fondo oceánico producidas a causa de las diferencias de densidad termohalina pueden transportar y retrabajar el sedimento.

2.2.23. Análisis por medio de tamices

La granulometría es el método que consiste en tomar un peso determinado de muestra de arenas secas y hacerlo pasar por una serie de tamices con aberturas determinadas, reportando la cantidad total que pasa o retiene cada tamiz. Los resultados de los análisis se presentan generalmente en forma de curvas. Se da por terminada la operación cuando pasa menos del 1% del peso de un residuo por cualquier tamiz durante un minuto.

Verter la arena, cerrar la caja y moverla en sentido horizontal, con los tamices adentro, hasta que la arena este tamizada totalmente (por lo general no más de un minuto basta para el efecto). Con cuidado sacar cada tamiz y pesar el materia retenido, donde los pesos obtenidos se colocarán en la siguiente ficha:

Tabla 4 Formato utilizado en el cálculo granulométrico

Tamaño (Ø)	peso (gr)	peso acumulado (gr)	% acumulado	Tamaño	% individual
-2.0					
-1.0					
0.0					
1.0					
2.0					
3.0					
4.0					
Total					

Fuente: Folk (1974)

2.2.24. Cálculo de la granulometría de las areniscas

El tamaño de grano es el elemento principal en los análisis estratigráficos ya que constituye un factor descriptivo saliente de las rocas que componen las secuencias, tiene valor sistemático y reúne una serie de conceptos de gran utilidad en las reconstrucciones paleoambientales.

Estos estudios no solo comprenden la descripción granulométrica de cada una de las unidades de sedimentación, sino la definición de la distribución de frecuencias.

Tabla 5 Tabla granulométrica

Milímetro	phi (Ø)	Nombre del sedimento
32	16.0	Peñasco
16	8.0	Guijarro
8	4.0	Metatena
4.0	2.0	Grava
2.0	1.0	Arena muy gruesa
1.0	0.0	Arena gruesa
0.5	-1.0	Arena media
0.25	-2.0	Arena fina
0.125	-3.0	Arena muy fina
0.0625	-4.0	Limo grueso
0.03125	-5.0	Limo mediano
0.015625	-6.0	Limo fino
0.0078125	-7.0	Limo muy fino
0.00390625	-8.0	Arcilla

Fuente: Wentworth (1922).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Diagénesis: Es el conjunto de procesos físicos y químicos que transforman los sedimentos en rocas sedimentarias. Estos procesos se inician inmediatamente después del depósito y se acentúan durante el enterramiento del sedimento por nuevos sedimentos, de manera que el progresivo incremento de presión (carga litostática) y temperatura (grado geotérmico) son las causas principales (Vera, 1994).

Textura: Es el tamaño de grano de la roca. En el campo la estimación del tamaño medio de grano se hace por medición directa (en el caso de las ruditas) o por comparación visual (o con lupa) (Vera, 1994).

Rocas detríticas o clásticas: Están formadas por sedimentos resultantes de la desintegración o destrucción mecánica de las rocas preexistentes, que estuvieron situadas en diferentes lugares, habiendo sido transportados hacia el lugar que se encuentran actualmente. (Rivera, 2005)

Asociación de facies: Es el grupo o conjunto de facies que guardan una clara relación física y genética entre sí. El concepto involucra tanto a las relaciones verticales como laterales entre las facies. El concepto de asociación de facies es fundamental para definir mecanismos de formación de los depósitos sedimentarios, así como proponer modelos sobre sistemas y ambientes de depósito en una cuenca sedimentaria. (Vera, 1994).

Backshore: Es la zona que se extiende entre el nivel de marea más bajo y la mayor elevación de la tierra afectada por las olas temporales, el litoral se divide en playa baja (foreshore) y playa alta (Backshore). Es el área costera de una playa se extiende desde el límite de las líneas de olas hasta las dunas o el límite interior extremo de la playa. Solo se ve afectado por las olas durante mareas altas excepcionales o tormentas severas. Sus tamaños de grano son principalmente arena mediana a arenas finas. Las estructuras sedimentarias incluyen lecho paralelo y lecho cruzado de ángulo bajo.

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Geográfica

Geográficamente el área de estudio se encuentra localizado en la parte Nor Andina en la provincia de Celendín en el Perú, a 3200 m.s.n.m.

3.1.2. Política

La ubicación política del área de estudio se encuentra en los Centros Poblados de Chaquil y La Victoria, distrito de Celendín, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca. (Ver anexo plano 01)

3.2. ACCESIBILIDAD

La ruta de acceso a la zona de estudio tuvo como punto de inicio la ciudad de Cajamarca con orientación a los Centros Poblados Chaquil y La Victoria los cuales están ubicados dentro de la Provincia de Celendín; para llegar se muestra la siguiente tabla:

Tabla 6 Accesibilidad al área de estudio

Zona	Tramo	Tipo de vía	Distancia (m)	Tiempo (h)
Chaquil	Cajamarca- Chaquil	Asfaltada	106	2.5
La Victoria	Victoria- Cajamarca La Victoria	Asfaltada	106	2.5
Chaquil- La Victorias	Chaquil- La Victoria	Afirmado	10	0.5

3.3. PROCEDIMIENTO

Para la realización de la presente investigación se dividió el trabajo en las siguientes etapas:

3.3.1. Etapa preliminar

Esta etapa consiste en la recopilación y revisión bibliográfica de diferentes fuentes de investigaciones científicas como: libros, planos geológicos, imágenes satelitales, tesis y trabajos anteriores con temas similares al que se ha realizado.

3.3.2. Etapa de campo

En dicha etapa se realizó la delimitación del área de estudio, tomando en cuenta las zonas más apropiadas para la recolección de los datos necesarios para el desarrollo de la investigación mediante salidas a campo. Donde se recopiló la información necesaria y esencial para la realización de dicha investigación.

Primero se identificó el Grupo Goyllarisquizga, seguidamente se examinó las unidades estratigráficas analizando sus estructuras, texturas y medición de los estratos, donde finalmente se determinó su ambiente de depositación y a la vez se realizó sus respectivas columnas estratigráficas.

3.3.3. Etapa de gabinete

Esta etapa es la final ya que aquí se realizó el procesamiento de toda la información de campo, haciendo el uso de softwares como Excel 2016, ArcGIS 10.5 y AutoCAD 2018 principalmente obteniendo los resultados necesarios para poder realizar el análisis e interpretación de la información.

3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. Tipo, nivel, diseño y método de la investigación

3.4.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de carácter exploratorio, correlacional; es exploratorio porque se examinará un tema que es poco estudiado y novedoso; es correlacional porque busca puntualizar y contrastar las diferentes peculiaridades de las características estratigráficas del Grupo Goyllarisquizga.

3.4.1.2. Nivel de investigación

La presente investigación es cualitativa porque se basa en la obtención de datos basados en la observación de los estratos, estructuras, texturas del Grupo Goyllarisquizga.

La presente investigación es cuantitativa porque se basa en el estudio y análisis de la estratigrafía del Grupo Goyllarisquizga mediante diferentes procedimientos basados.

3.4.1.3. Diseño de investigación

El diseño es no experimental porque se basa en conceptos, variables y sucesos donde no se realiza la alteración del objeto a investigar, solo se observa los fenómenos en su contexto originario para estudiarlos.

3.4.1.4. Método de investigación

Es método de investigación que se empleó es descriptivo, por el hecho que se basa en la observación y descripción de las diferentes características estratigráficas del Grupo Goyllarisquizga.

3.4.1.5. Población de estudio

Las secuencias sedimentarias del Grupo Goyllarisquizga que afloran en los centros poblados de Chaquil y la Victoria – provincia Celendín, en un área de 20 Km².

3.4.1.6. Muestras

Columnas estratigráficas, la litología, la textura clástica, las estructuras sedimentarias y el ambiente de depositación, de esta manera se logra determinar la caracterización estratigráfica.

3.4.1.7. Unidad de análisis

La medición de los grosores de los estratos, determinación del tipo de areniscas, el estilo de los estratos, sus contactos y grosores, la textura de las rocas.

3.4.2. Identificación de variables

Para la presente investigación se han identificado las siguientes variables, en este caso las variables independientes son la litología, cronoestratigrafía, estructuras sedimentarias, textura y ambiente de depositación; y como variable dependiente se consideró la caracterización estratigráfica.

3.4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.3.1. Técnicas

Esta investigación se realizará considerando en su primera parte: consistente en una búsqueda de todo el material bibliográfico referente a investigaciones anteriores, luego se efectuarán las salidas al campo en donde se recolectarán las muestras de rocas desde la base hacia el tope de los afloramientos, así mismo se harán mediciones de los estratos, se elaborará el mapa geológico. Posteriormente

se procederá con el análisis y finalmente con la interpretación de las columnas estratigráficas.

3.4.3.2. Instrumentos y equipos

Para la presente investigación se utilizarán los siguientes instrumentos: Brújula tipo Brunton, GPS Garmin, picota de geólogo, lupas de 20x, rayador, ácido clorhídrico diluido 10%, lápices de colores, flexómetro de 5m., plano topográfico y geológico en sistema UTM, Datum WGS- 84 escala 1/100000, protactor a escala 1/10000, cámara fotográfica digital 16MP, bolsas de muestreo, wincha de 30 m., fichas o formatos.

3.4.4. Análisis e interpretación de datos

Se realizarán en gabinete, como material de apoyo se tendrá los planos geológicos, las imágenes satelitales, las columnas estratigráficas, los perfiles geológicos, los que posteriormente serán analizados y procesados. Para la elaboración de los mapas, perfiles y columnas geológicas se utilizará el software Arc GIS 10.5.

3.5. GEOLOGÍA LOCAL

En los centros poblados de Chaquil y la Victoria afloran rocas cuyas edades van del Cretácico inferior.

El Grupo Goyllarisquizga está conformado, en su parte inferior, por la Formación Chimú aflorando areniscas cuarzosas y lutitas, en la parte intermedia la Formación Santa consiste en una alternancia areniscas de coloración gris oscura de grano fino a medio. En la parte intermedia están las areniscas rojizas con lutitas grises de la Formación Carhuáz. Finalmente, en la parte superior presencia de areniscas blancas correspondientes de la Formación Farrat.

3.5.1. Grupo Goyllarisquizga en el Centro Poblado de Chaquil

El Grupo Goyllarisquizga se divide en cuatro Formaciones: Formación Chimú, Formación Santa, Formación Carhuáz y Formación Farrat. Se ha depositado en un ambiente mayormente continental. La Formación Chimú y la Formación Farrat están conformada por areniscas gris blanquecinas, de grano fino a medio y con lechos de conglomerados que indican alta energía de transporte. El Grupo Goyllarisquizga muestra una clara disminución de grosor desde el CP Chaquil al CP La Victoria.

3.5.1.1. Formación Chimú (Ki- chi)

a) Características litológicas

Consiste en una alternancia de areniscas cuarzosas con cemento silíceo y lutitas en la parte inferior y de una gruesa secuencia de areniscas gris blanquecina en estratos gruesos en la parte superior. En el CP de Chaquil, la Formación Chimú presenta areniscas de color gris blanquecinas, de grano fino a medio.

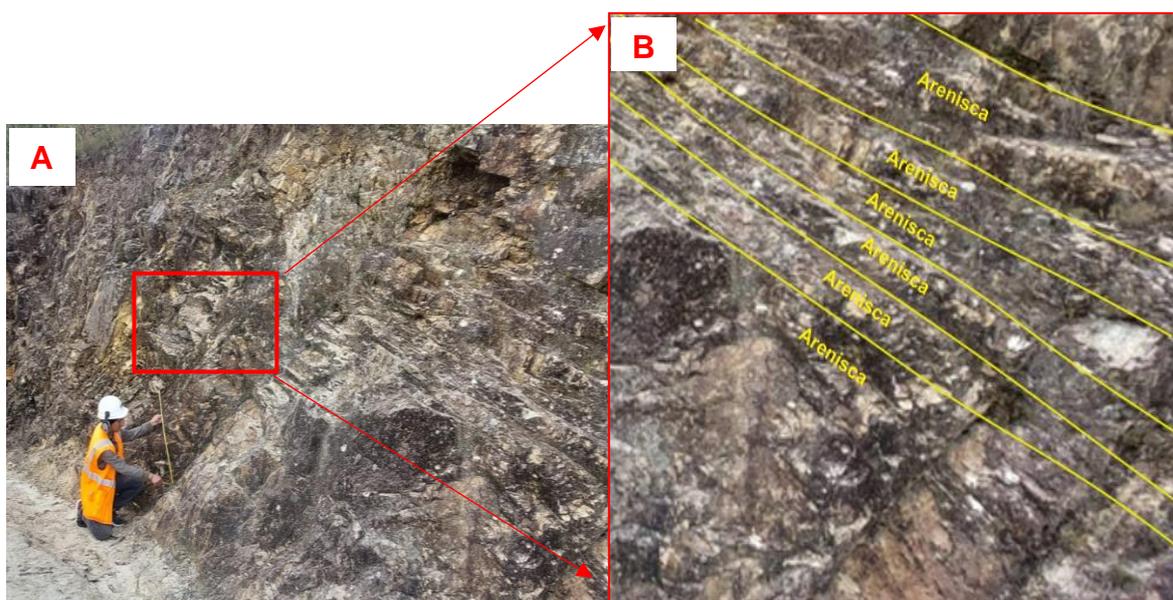


Foto 1 Areniscas de la Formación Chimú del CP Chaquil

Nota: A: Afloramientos de areniscas de la Formación Chimú del CP Chaquil. En B, se observa areniscas en estratos delgados. Coordenadas: E: 815992, N: 9234322 y Cota: 2715 m.s.n.m.

b) Características estratigráficas

Posee una potencia de 240 m, cuyos estratos de areniscas son delgados de 50 cm a 1 m. Secuencia estrato creciente en el miembro inferior y decreciente en el superior.

c) Estructuras sedimentarias

Las estructuras identificadas en la Formación Chimú, se encontró principalmente de clasificación sin-depositacional, las cuales son:

Estratificación cruzada: se caracteriza por presentar laminaciones inclinadas con respecto al plano de estratificación. Esta estructura se encontró aflorando en el miembro inferior de la Formación.

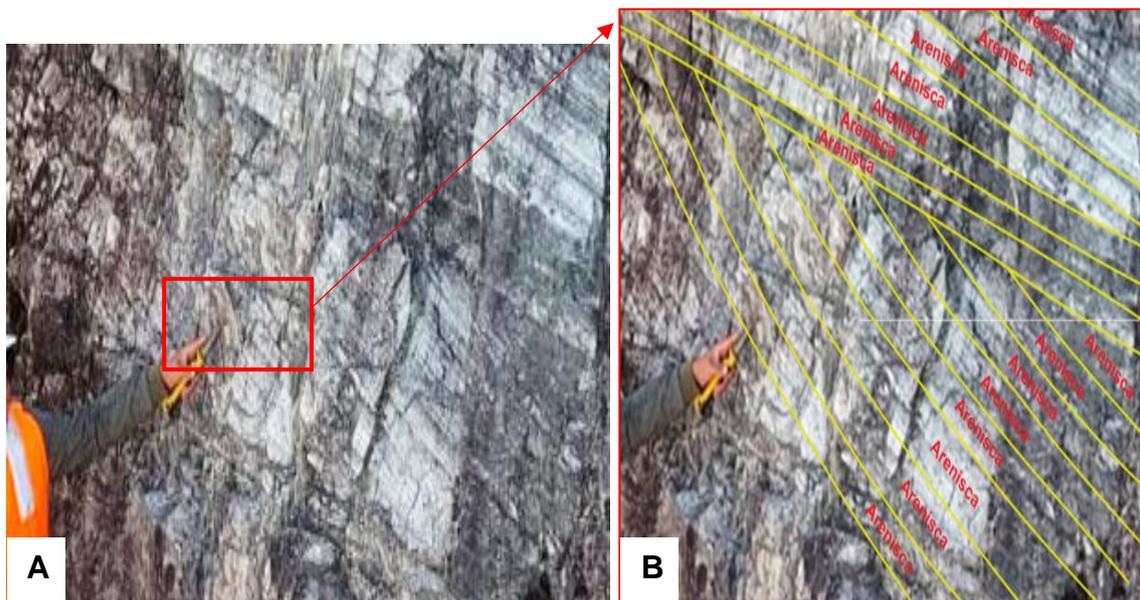


Foto 2 Estratificación cruzada de la Formación del CP de Chaquil

Nota: A: Estratificación cruzada. B Fotografía a mayor escala donde se observa mejor las areniscas de la Formación Chimú del CP de Chaquil. Coordenadas: E: 815993, N: 9234323 y Cota: 2717 m.s.n.m.

Estratificación flaser: se caracteriza por la intercalación de capas de areniscas de forma lenticular y ondulante con arcilla de grano fino. Está estructura es observada en campo aflorando en la Formación Chimú.

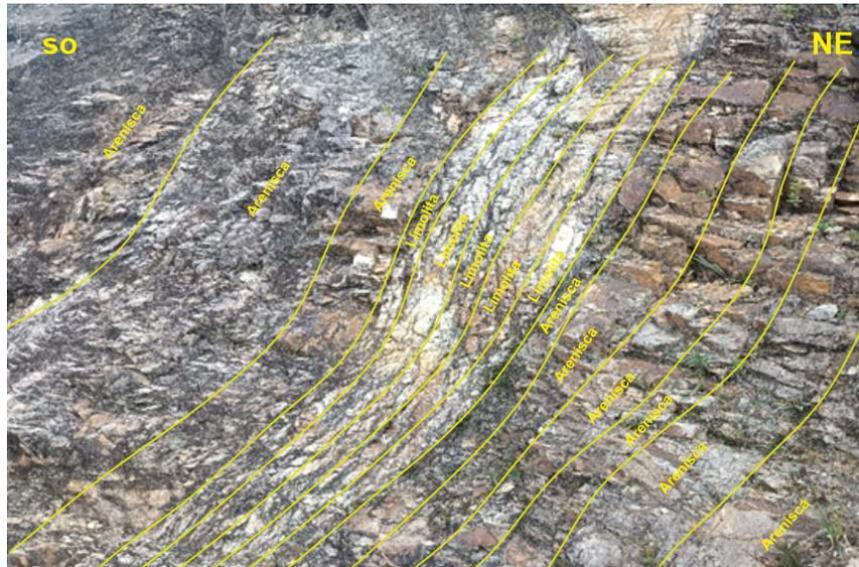


Foto 3 Estratificación flaser en las areniscas de la Formación Chimú
 Nota: Coordenadas: E: 815987, N: 9229941 y Cota: 2715 m.s.n.m.

d) Ambiente de sedimentación

Por las características litológicas, estructuras sedimentarias encontradas en esta Formación se sugieren que se depositó en un ambiente continental deltaico y en áreas emergidas.

e) Descripción petrográfica macroscópica

Para el estudio se ha utilizado la clasificación de Pettijohn et al 1987 para rocas clásticas.

Tabla 7 Descripción petrográfica de la muestra CH- 001

Muestra CH- 001				
Ubicación		Grupo	Formación	Tipo de roca
Norte	9234650	Goyllarisquizga	Chimú	Detrítica
Este	816200	Localidad	Provincia	Cuadrángulo
Cota	2717	CP La Victoria	Celendín	14-g
Componentes				
Cuarzo (%Q)	96%			
Feldespatos(%F)	1%			
Fragmentos líticos	3%			
Total	100%			
Matriz	5%			
Descripción				
Arenisca (cuarzoarenita) de grano fino, compuesta principalmente por cuarzo.				
Nombre:		Cuarzoarenita: Según la clasificación de Pettijohn (1987)		

Fuente: Carrión (2022)

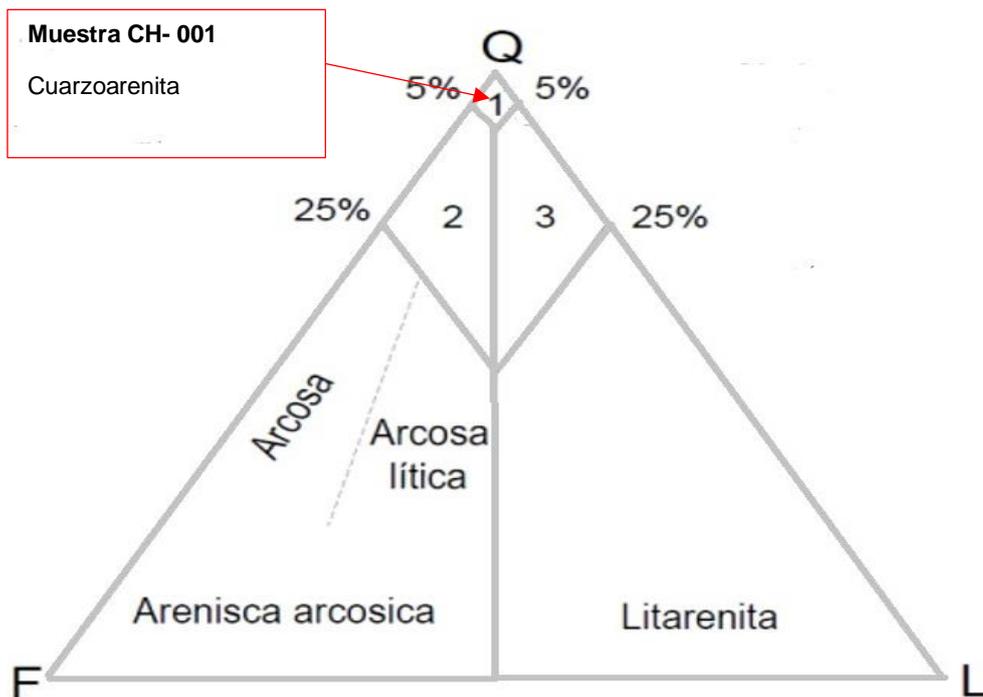


Figura 12 Muestra CH-001, catalogado como cuarzoarenita
Fuente: Pettijohn (1987).

3.5.1.2. Formación Santa (Ki- sa)

a) Características litológicas

Consiste en alternancias de lutitas y areniscas de coloración gris oscura de grano fino a medio. En el CP Chaquil en el miembro inferior está conformada por finas capas de arcillitas de coloración gris blanquecinas y en el miembro superior por una intercalación de areniscas con lutitas.



Foto 4 Arcilitas de coloración gris blanquecinas

Nota: Formación Santa en el CP Chaquil. Coordenadas: E: 818581, N: 9229941 y Cota: 2715 m.s.n.m.

b) Características estratigráficas

Posee una potencia de 120 m constituido por arcillitas de 20 cm de espesor con intercalación de limolitas de 15 cm de espesor. En el miembro inferior presenta secuencia estrato decreciente y miembro superior creciente.

c) Estructuras sedimentarias

Estructura masiva

d) Ambiente de sedimentación

Por las características litológicas, estructuras sedimentarias se concluye que se depositó en un ambiente continental transicional entre un ambiente marino somero muy cercano a la costa.

e) Descripción petrográfica macroscópica

Para el estudio se ha utilizado la clasificación de J. Udden y C. Wentrth 1979 para rocas clásticas.

Tabla 8 Descripción petrográfica de la muestra CH- 002

Muestra CH- 002				
Ubicación		Grupo	Formación	Tipo de roca
Norte	9234900	Goyllarisquizga	Santa	Detrítica
Este	816000	Localidad	Provincia	Cuadrángulo
Cota	2680	CP Chaquil	Celendín	14-g
Características				
Color de superficie fresca	Gris oscuro			
Oxidación	Regular (hematita)			
Dureza	Baja			
Fractura	Irregular			
Descripción: Lutita muy deleznable				
Nombre:		Lutita: Según la clasificación de J. Udden y C. Wentz 1979.		

Fuente: Carrión (2022)

3.5.1.3. Formación Carhuáz (Ki- ca)

a) Características litológicas

Según Benavides (1956), consta de una alternancia de areniscas con lutitas grises. La Formación Carhuáz en el CP Chaquil en el miembro inferior está constituido por areniscas rojizas de grano fino intercalado con lutitas. En el miembro superior se incrementa los niveles de areniscas rojizas.



Foto 5 Areniscas rojizas con intercalación de lutitas gris blanquecinas
 Nota: Formación Carhuáz del CP Chaquil. Coordenadas: E: 815781, N: 9233831 y Cota: 2714 m.s.n.m.

b) Características estratigráficas

Posee una potencia de 180 m compuesto por estratos de areniscas rojizas de espesor de 20 cm a 50 cm.

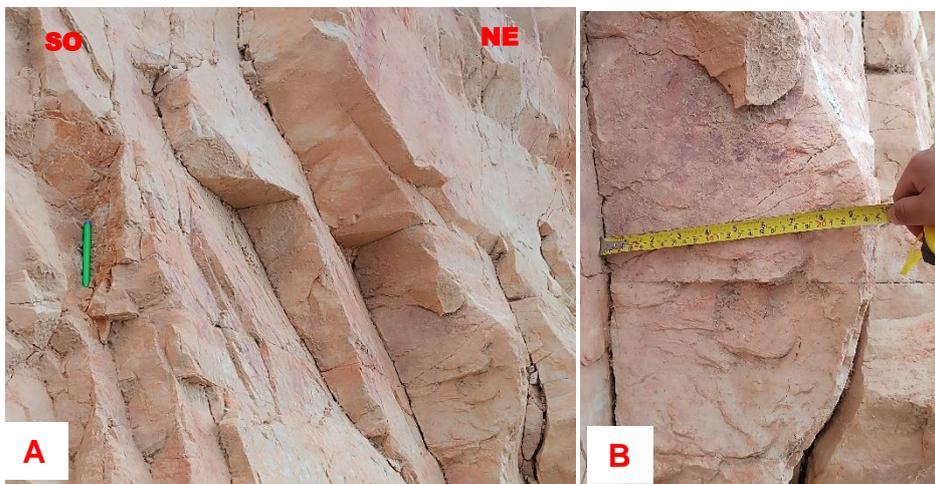


Foto 6 Afloramiento de areniscas rojizas de la Formación Carhuáz
 Nota: A: Afloramiento de areniscas rojizas del miembro superior perteneciente a la Formación Carhuáz en el CP Chaquil. En B: Areniscas rojizas de espesor de 23 cm. Coordenadas: E: 815781, N: 9233831 y Cota: 2714 m.s.n.m.

c) Estructuras sedimentarias

Estratificación tabular. Esta estratificación está conformada por una serie de planos paralelos de areniscas.

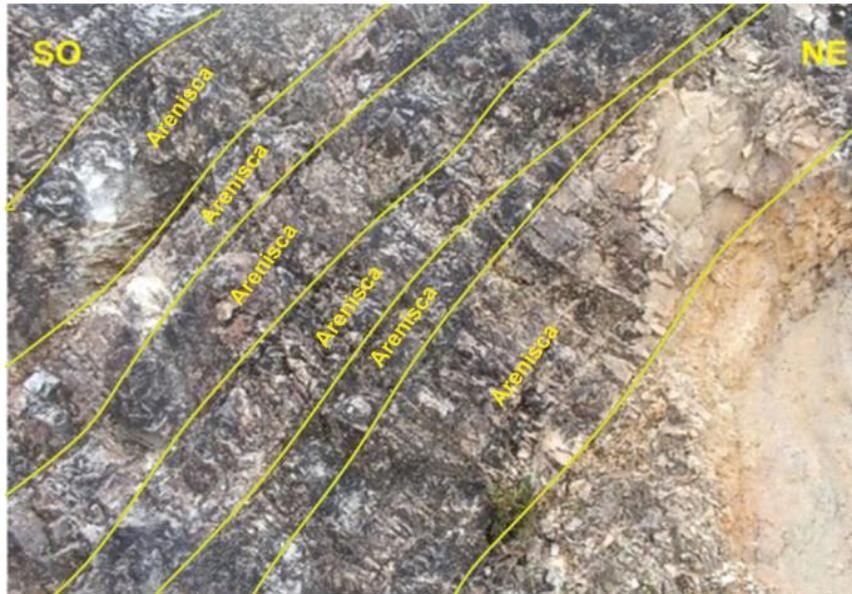


Foto 7 Estratificación tabular en areniscas del CP Chaquil

Nota: Estratificación tabular en areniscas, perteneciente al miembro inferior de la Formación Carhuáz del CP Chaquil. Coordenadas: E: 815781, N: 9233830 y Cota: 2714 m.s.n.m.



Foto 8 Estratificación entrecruzada de la Formación Carhuáz del CP Chaquil

Nota: Estratificación entrecruzada tabular en areniscas rojizas ferruginosas en el miembro superior de la Formación Carhuáz del CP Chaquil. Coordenadas: E: 815781, N: 9233830 y Cota: 2716 m.s.n.m.

d) Ambiente de sedimentación

Por las características litológicas y estructuras sedimentarias se sugieren que se depositó en un ambiente continental lacustrino.

e) Descripción petrográfica macroscópica

Para el estudio se ha utilizado la clasificación de Pettijohn et al 1987 para rocas clásticas.

Tabla 9 Descripción petrográfica de la muestra CH- 003

Muestra CH- 003				
Ubicación		Grupo	Formación	Tipo de roca
Norte	9236000	Goyllarisquizga	Carhuáz	Detrítica
Este	815920	Localidad	Provincia	Cuadrángulo
Cota	2690	CP Chaquil	Celendín	14-g
Componentes				
Cuarzo (%Q)	97%			
Feldespato(%F)	1%			
Fragmentos líticos	2%			
Total	100%			
Matriz	4%			
Descripción		<p>Cuarzoarenita: Según la clasificación de Pettijohn (1987)</p>		
Arenisca (cuarzoarenita) de coloración rojiza de grano medio				
Nombre:				

Fuente: Carrión (2022)

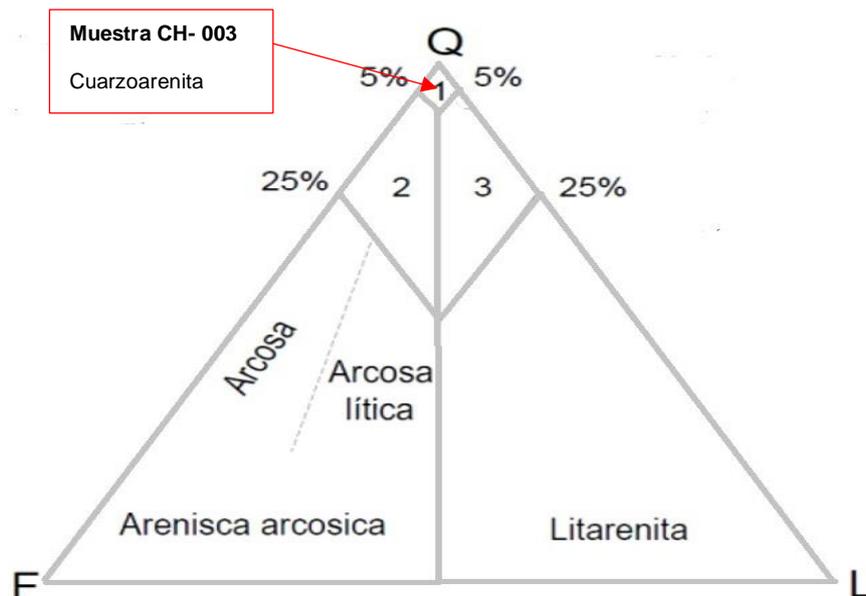


Figura 13 Muestra CH-003, catalogado como cuarzoarenita Fuente: Pettijohn (1987).

3.5.1.4. Formación Farrat (Ki- fa)

a) Características litológicas

La Formación Farrat en el CP Chaquil en el miembro inferior está constituido por areniscas blanquecinas de grano medio a grueso

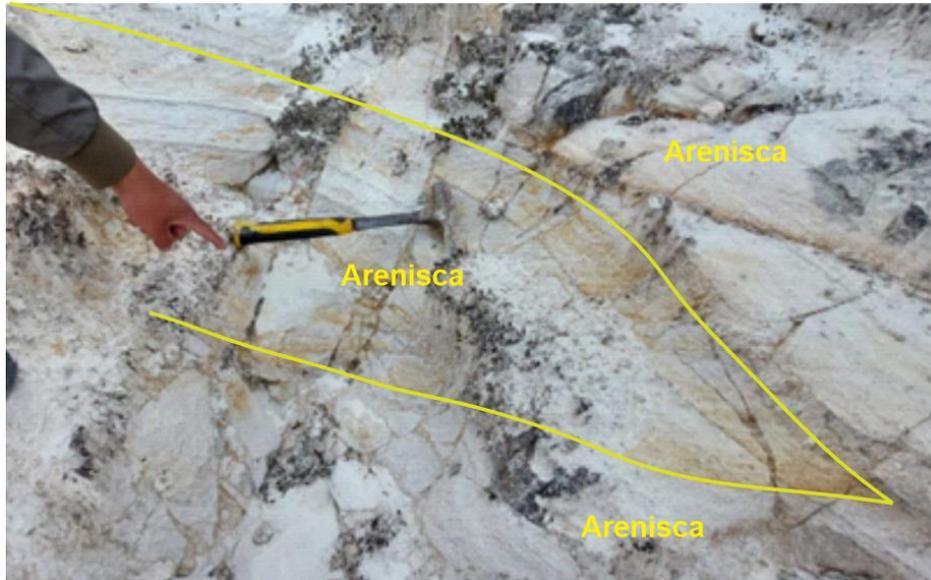


Foto 9 Acuñaamiento de areniscas de la Formación Farrat del CP Chaquil
Nota: Coordenadas: E: 815881, N: 9233731 y Cota: 2719 m.s.n.m.

b) Características estratigráficas

Posee una potencia de 280m cuyos estratos de areniscas muestran un espesor de 50 cm a 1m. Presenta una secuencia estrato creciente en el miembro inferior y medio y secuencia decreciente en el miembro superior.

c) Estructuras sedimentarias

Estratificación tabular



Foto 10 Estratificación tabular de areniscas blanquecinas

Nota: Formación Farrat Del CP Chaquil. Coordenadas: E: 815881, N: 9233731 y Cota: 2719 m.s.n.m.



Foto 11 Laminación paralela de areniscas blanquecinas

Nota Formación Farrat: Del CP Chaquil. Coordenadas: E: 815881, N: 9233731 y Cota: 2719 m.s.n.m.

d) Ambiente de sedimentación

Por las características litológicas, estructuras sedimentarias se sugieren que se depositó en un ambiente continental deltaico.

e) Descripción petrográfica macroscópica

Para el estudio se ha utilizado la clasificación de Pettijohn et al 1987 para rocas clásticas.

Tabla 10 Descripción petrográfica de la muestra CH- 004

Muestra CH- 004				
Ubicación		Grupo	Formación	Tipo de roca
Norte	9234000	Goyllarisquizga	Farrat	Detrítica
Este	816000	Localidad	Provincia	Cuadrángulo
Cota	2690	CP Chaquil	Celendín	14-g
Componentes				
Cuarzo (%Q)	97%			
Feldespato(%F)	1%			
Fragmentos Líticos(%L)	2%			
Total	100%			
Matriz	4%			
Descripción: Arenisca (cuarzoarenita) de coloración gris blanquecina				
Nombre:	Cuarzoarenita: Según la clasificación de Pettijohn (1987)			

Fuente: Carrión (2022)

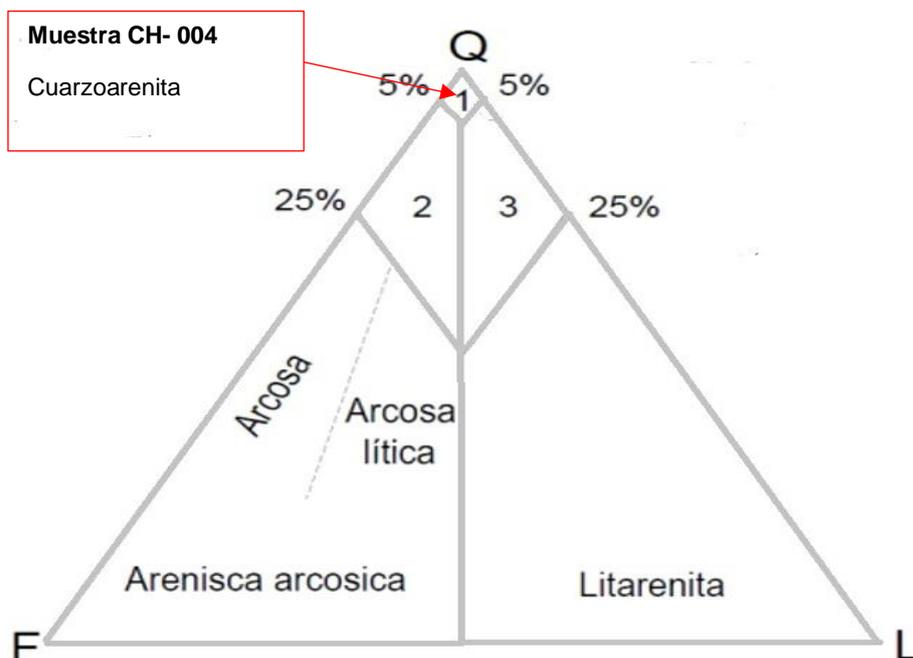


Figura 14 Arenisca cuarzosa de la Formación Farrat
Fuente: Pettijohn (1987).

Tabla 11 Descripción petrográfica de la muestra CH- 005

Muestra CH- 005				
Ubicación		Grupo	Formación	Tipo de roca
Norte	9234650	Goyllarisquizga	Farrat	Detrítica
Este	816200	Localidad	Provincia	Cuadrángulo
Cota	2700	CP Chaquil	Celendín	14-g
Componentes				
Cuarzo (%Q)	98%			
Feldespatos(%F)	1%			
Fragmentos líticos (%L)	1%			
Total	100%			
Matriz	3%			
Descripción: Arenisca (cuarzoarenita) de coloración gris blanquecina, de grano grueso.				
Nombre:		Cuarzoarenita: Según la clasificación de Pettijohn (1987)		

Fuente: Carrión (2022)

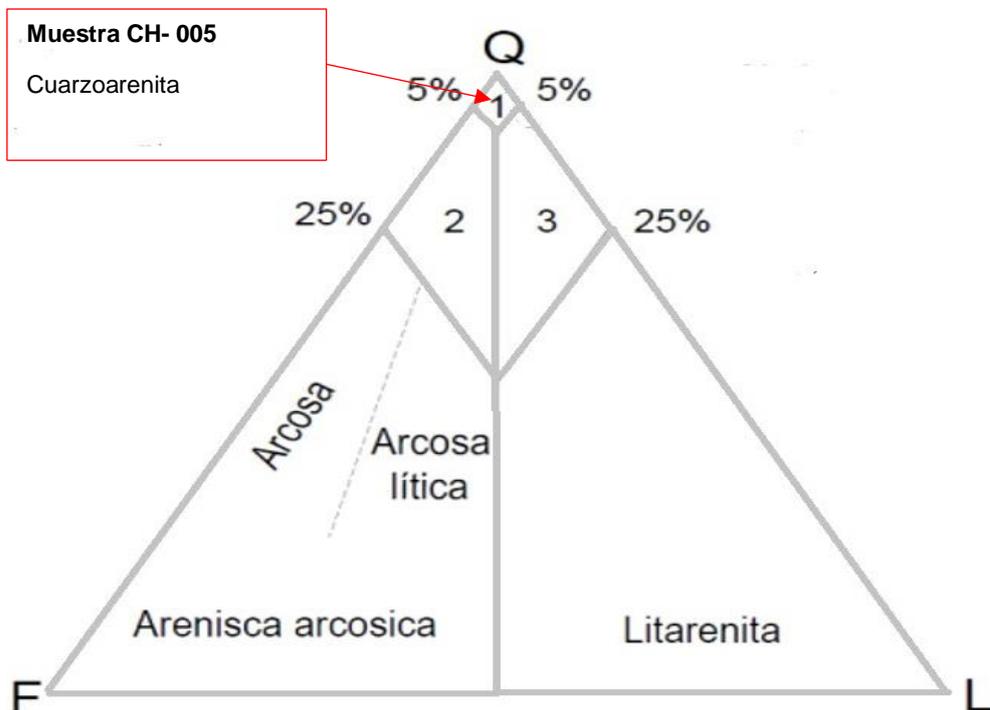


Figura 15 Muestra CH-005, catalogado como cuarzoarenita
Fuente: Pettijohn (1987).

3.5.2. Grupo Goyllarisquizga en el Centro Poblado La Victoria

En el CP de La Victoria el Grupo Goyllarisquizga posee un espesor de 600m, se inicia con la Formación Chimú con un espesor de 180m, seguida de la Formación Santa con 80 m, Formación Carhuáz con 160 m y la Formación Farrat con 200m. posee un rumbo general de NO- SE y ángulos de buzamientos de 45° al SO. El grosor es menor que en el CP Chaquil lo que se interpreta que se ha depositado en un ambiente continental y en su facies de plataforma. Reyes (1980). A continuación, se describen estas Formaciones:

3.5.2.1. Formación Chimú (Ki- chi)

a) Características litológicas

Según Benavides (1956), consiste en una alternancia de areniscas y lutitas en la parte inferior y de una potente secuencia de cuarcitas blancas, en bancos gruesos, en la parte superior. En el CP La Victoria, esta Formación presenta intercalación de areniscas de color gris blanquecinas con intercalación de lutitas gris blanquecinas.



Foto 12 Intercalación de areniscas con lutitas gris blanquecinas

Nota: Formación Chimú en el CP La Victoria. Coordenadas: E: 818661, N: 9229941 y Cota: 2749 m.s.n.m.

b) Características estratigráficas

Posee una potencia de 180 m, cuyos estratos de areniscas poseen un espesor de 60 cm a 1 m. En el miembro inferior presenta una secuencia estrato creciente y decreciente en el miembro superior.



Foto 13 Secuencia decreciente de areniscas de la Formación Chimú

Nota: miembro superior de la Formación Chimú CP La Victoria. Coordenadas: E: 818661, N: 9229941 y Cota: 2749 m.s.n.m.

c) Estructuras sedimentarias

Estratificación tabular

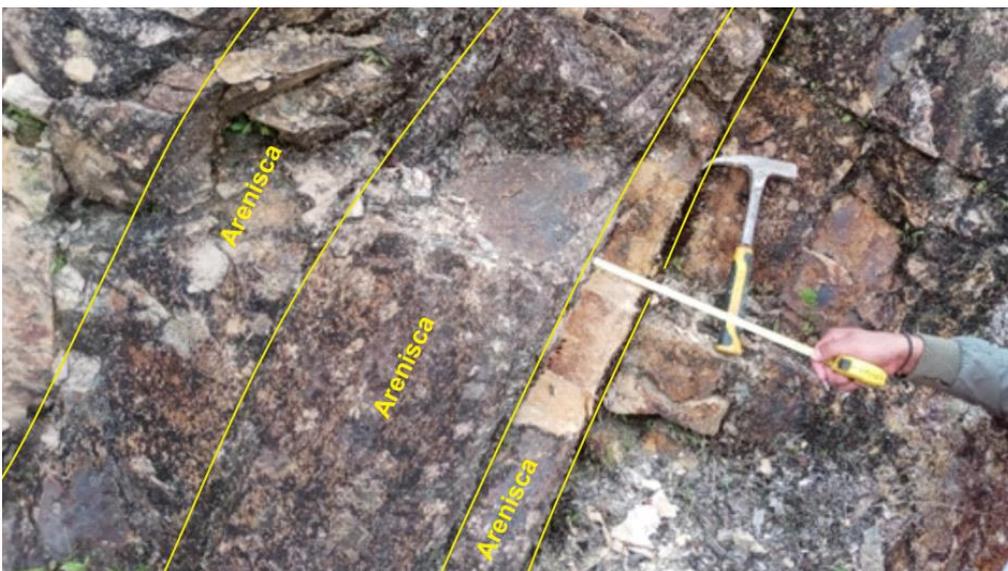


Foto 14 Estratos tabulares

Nota: Formación Chimú. Foto tomada en el CP La Victoria. Coordenadas: E: 818661, N: 9229941 y Cota: 2749 m.s.n.m.

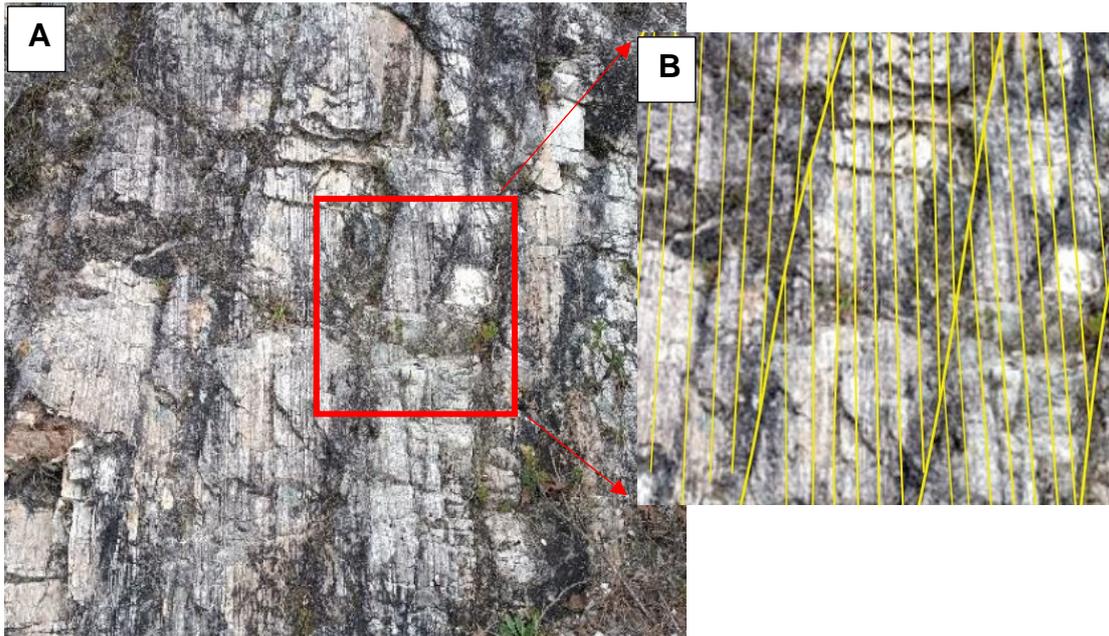


Foto 15 Laminación cruzada de la Formación Chimú del CP La Victoria
 Nota: A:Laminación cruzada. B: Laminación cruzada en areniscas de la Formación Chimú en el CP La Victoria. Coordenadas: E: 818661, N: 9229941 y Cota: 2749 m.s.n.m.

d) Ambiente de sedimentación

Por las características litológicas, estructuras sedimentarias se sugieren que se depositó en un ambiente continental deltaico.

Descripción petrográfica macroscópica

Para el estudio se ha utilizado la clasificación de Pettijohn et al 1987 para rocas clásticas.

Tabla 12 Descripción petrográfica de la muestra LV- 001

Muestra LV- 001				
Ubicación		Grupo	Formación	Tipo de roca
Norte	9230600	Goyllarisquizga	Chimú	Detrítica
Este	810650	Localidad	Provincia	Cuadrángulo
Cota	2717	CP La Victoria	Celendín	14-g
Componentes				
Cuarzo (%Q)	96%			
Feldespato(%F)	1%			
Fragmentos líticos	3%			
Total	100%			
Matriz	5%			
Descripción: Arenisca (cuarzoarenita) de coloración rojiza de grano fino		Cuarzoarenita: Según la clasificación de Pettijohn (1987)		
Nombre:				

Fuente: Carrión (2022)

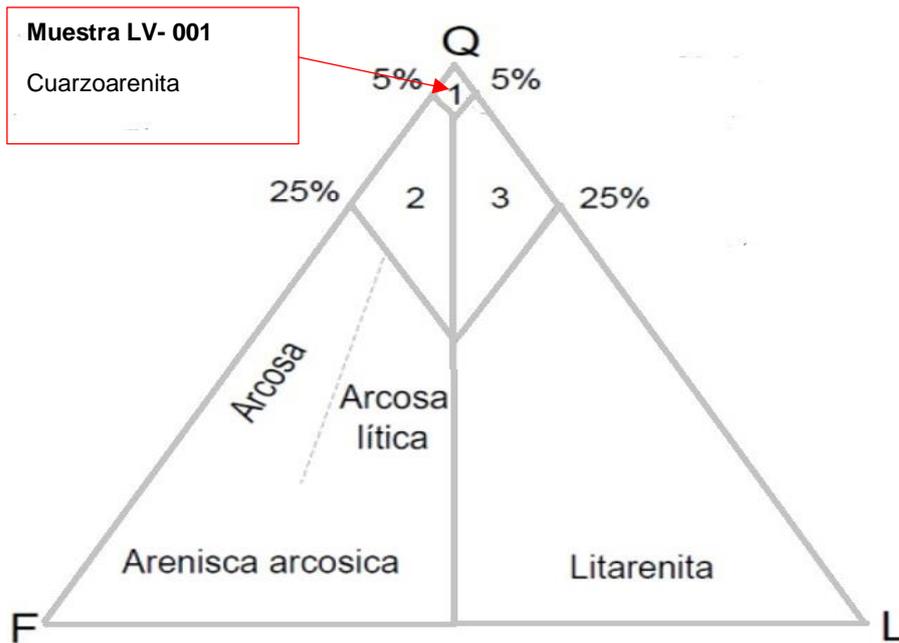


Figura 16 Muestra LV-001, catalogado como cuarzoarenita
Fuente: Pettijohn (1987)

3.5.2.2. Formación Santa (Ki- sa)

a) Características litológicas

Está constituida por una La Victoria en el miembro inferior está conformada por lutitas gris blanquecinas y en el miembro superior por una intercalación de areniscas con lutitas.



Foto 16 Afloramiento de lutitas gris blanquecinas de la Formación Santa
Nota: Formación Santa en el CP La Victoria.

b) Características estratigráficas

Posee una potencia de 90 m constituido por lutitas de 10 cm a 30 cm de espesor. En el miembro inferior presenta secuencia estrato decreciente y miembro superior creciente.

c) Estructuras sedimentarias

Estratificación paralela

d) Ambiente de sedimentación

Por las características litológicas, estructuras sedimentarias se sugieren que se depositó en un ambiente continental transicional.

Descripción petrográfica macroscópica

Para el estudio se ha utilizado la clasificación de J. Udden y C. Wentrth 1979 para rocas clásticas.

Tabla 13 Descripción petrográfica de la muestra LV- 002

Muestra LV- 002				
Ubicación		Grupo	Formación	Tipo de roca
Norte	9230400	Goyllarisquizga	Carhuaz	Detrítica
Este	818300	Localidad	Provincia	Cuadrángulo
Cota	2760	CP la Victoria	Celendín	14-g
Características				
Color superficial	Gris oscuro			
Oxidación	Regular hematita			
Dureza	Media			
Fractura	Irregular			
Descripción: Lutita con abundante oxidación (hematita) muy deleznable				
Nombre:		Lutita: Según las clasificaciones de J.Udden y C. Wentrth 1979		

Fuente: Carrión (2022)

3.5.2.3. Formación Carhuáz (Ki- ca)

a) Características litológicas

Según Benavides (1956), consta de una alternancia de areniscas con lutitas grises. La Formación Carhuáz en el CP La Victoria el miembro inferior está constituido por areniscas rojizas de grano fino intercalado con lutitas y en el miembro superior se incrementa los niveles de areniscas rojizas.

b) Características estratigráficas

Posee una potencia de 130 m compuesto por estratos de areniscas rojizas de espesor de 20 cm a 50 cm. Esta formación presenta una secuencia estrato creciente.

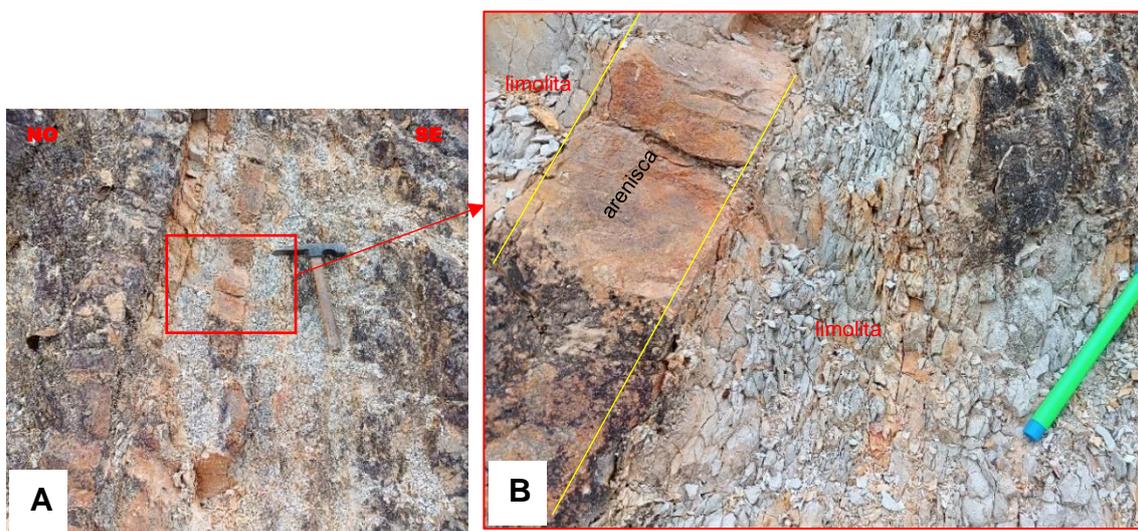


Foto 17 Areniscas de la formación Carhuáz del CP La Victoria

Nota: A: Areniscas con intercalación de limolitas observada en la Formación Carhuáz del CP La Victoria. En B: Arenisca de la Formación Carhuáz con un espesor de 20 cm. Coordenadas: E: 818818, N: 9230092 y Cota: 2720 m.s.n.m.

c) Estructuras sedimentarias

Estratificación paralela horizontal: En el miembro inferior de la Formación Carhuáz se observa una estratificación paralela compuesta por areniscas rojizas entre 1 cm a 4 cm de espesor con finas capas de limolita.

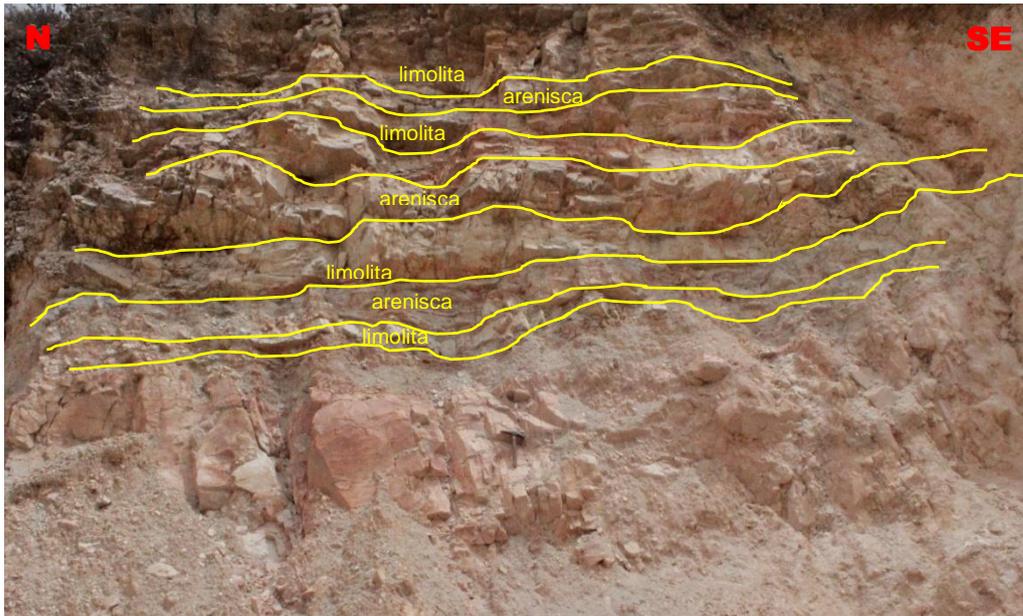


Foto 18 Estratificación paralela horizontal de la Formación Carhuáz
 Nota: Estratificación paralela horizontal compuesta por areniscas rojizas con intercalación de limolita perteneciente a la Formación Carhuáz. Coordenadas: E: 818818, N: 9230092 y Cota: 2720 m.s.n.m.

d) Ambiente de sedimentación

Por las características litológicas, estructuras sedimentarias se sugieren que se depositó en un ambiente continental lacustrino.

Descripción petrográfica macroscópica: Para el estudio se ha utilizado la clasificación de Pettijohn et al 1987 para rocas clásticas.

Tabla 14 Descripción petrográfica de la muestra LV- 003

Muestra LV- 003				
Ubicación		Grupo	Formación	Tipo de roca
Norte	Goyllarisquizga	Carhuáz	Detrítica	Detrítica
Este	Localidad	Provincia	Cuadrángulo	Cuadrángulo
Cota	CP La Victoria	Celendín	14-g	14-g
Componentes				
Cuarzo (%Q)	97%			
Feldespato(%F)	1%			
Fragmentos líticos	2%			
Total	100%			
Matriz	4%			
Descripción: Arenisca (cuarzoarenita) de coloración rojiza de grano fino		Nombre: Cuarzoarenita: Según la clasificación de Pettijohn (1987)		

Fuente: Carrión (2022)

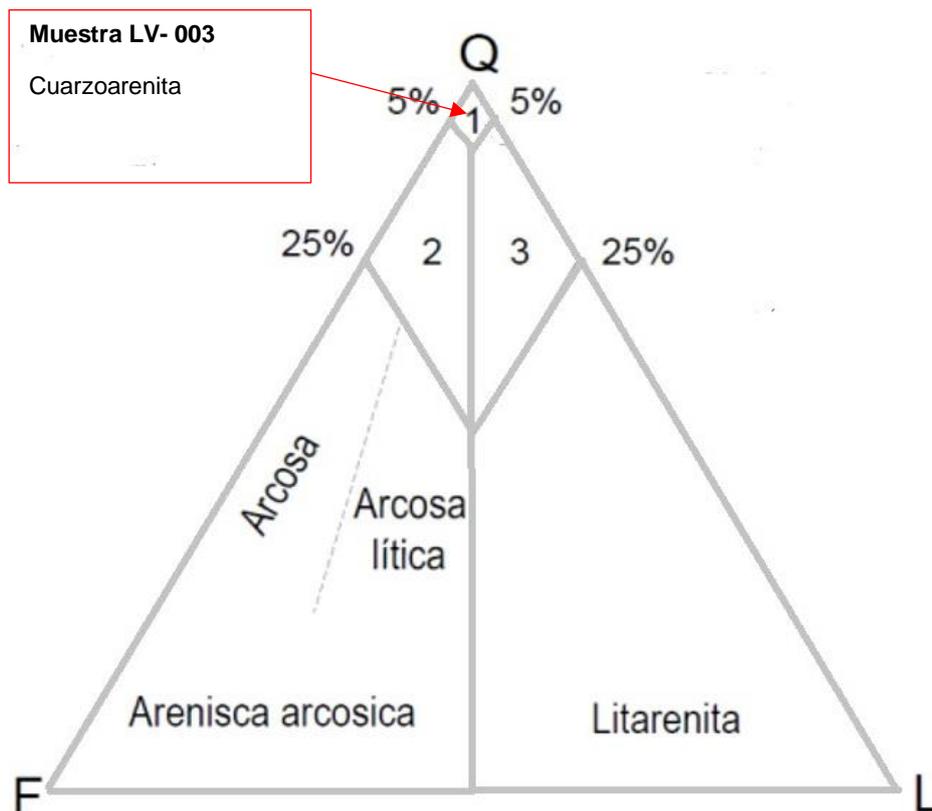


Figura 17 Muestra LV-003, catalogada como cuarzoarenita
Fuente: Pettijohn (1987).

3.5.2.4. Formación Farrat (Ki- fa)

a) Características litológicas

La Formación Farrat en el CP La Victoria está constituido por areniscas blanquecinas de grano medio a grueso.

b) Características estratigráficas

Posee una potencia de 200m cuyos estratos de areniscas muestran un espesor de 20 cm a 50 cm. Presenta una secuencia estrato creciente en el miembro inferior y medio y secuencia decreciente en el miembro superior.



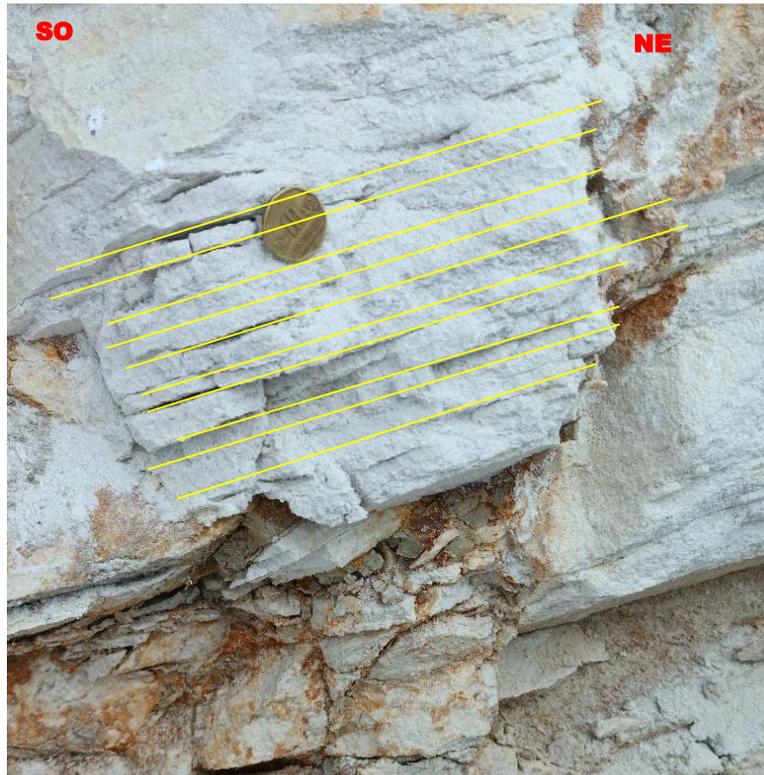
Foto 19 Secuencia creciente de areniscas del CP La Victoria
 Nota: Secuencia creciente de areniscas del miembro inferior en la Formación Farrat del CP La Victoria. Coordenadas: E: 818653, N: 9230222 y cota: 2768 m.s.n.m.

c) Estructuras sedimentarias

Estratificación tabular: esta estructura se caracteriza por presenta estratos paralelos donde en esta formación observamos areniscas blanquecinas con espesor de 20 cm a 45 cm.



Foto 20 Estratificación tabular en areniscas gris blanquecinas
 Nota: Formación Farrat. Coordenadas: E: 818653, N: 9230222 y cota: 2768 m.s.n.m.



*Foto 21 Laminación Paralela de la Formación Farrat del CP La Victoria
Nota: Laminación paralela de areniscas blanquecinas de la Formación Farrat observada en el CP La Victoria. Coordenadas: E: 818653, N: 9230222 y cota: 2768 m.s.n.m.*

d) Ambiente de sedimentación

Por las características litológicas, estructuras sedimentarias se sugieren que se depositó en un ambiente continental deltaico.

Descripción petrográfica macroscópica

Para el estudio se ha utilizado la clasificación de Pettijohn 1987 para rocas clásticas.

Tabla 15 Descripción petrográfica de la muestra LV- 004

Muestra LV- 004				
Ubicación		Grupo	Formación	Tipo de roca
Norte	9230222	Goyllarisquizga	Farrat	Detrítica
Este	818653	Localidad	Provincia	Cuadrángulo
Cota	2768	CP La Victoria	Celendín	14-g
Componentes				
Cuarzo (%Q)	97%			
Feldespato(%F)	1%			
Fragmentos Líticos(%L)	2%			
Total	100%			
Matriz	4%			
Descripción: Arenisca de coloración gris blanquecina				
Nombre:		Cuarzoarenita: Según la clasificación de Pettijohn (1987)		

Fuente: Carrión (2022)

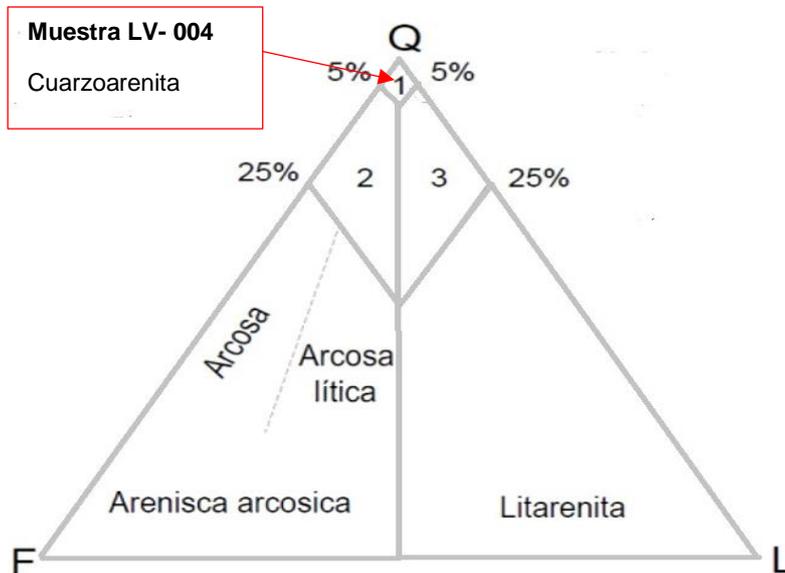


Figura 18 Muestra LV-004 catalogado como cuarzoarenita
Fuente: Pettijohn (1987).

3.5.3. Ambiente de depositación del Grupo Goyllarisquizga

Al realizar el análisis de las características litológicas, estratigráficas, de texturas sedimentarias y estructuras sedimentarias del Grupo Goyllarisquizga en los centros poblados de Chaquil y La Victoria se evidencia un adelgazamiento del espesor total de NO al SE lo que se interpreta que se depositó en un ambiente continental en facies de cuenca (CP Chaquil) y en un ambiente de plataforma (CP La Victoria). Reyes (1980).

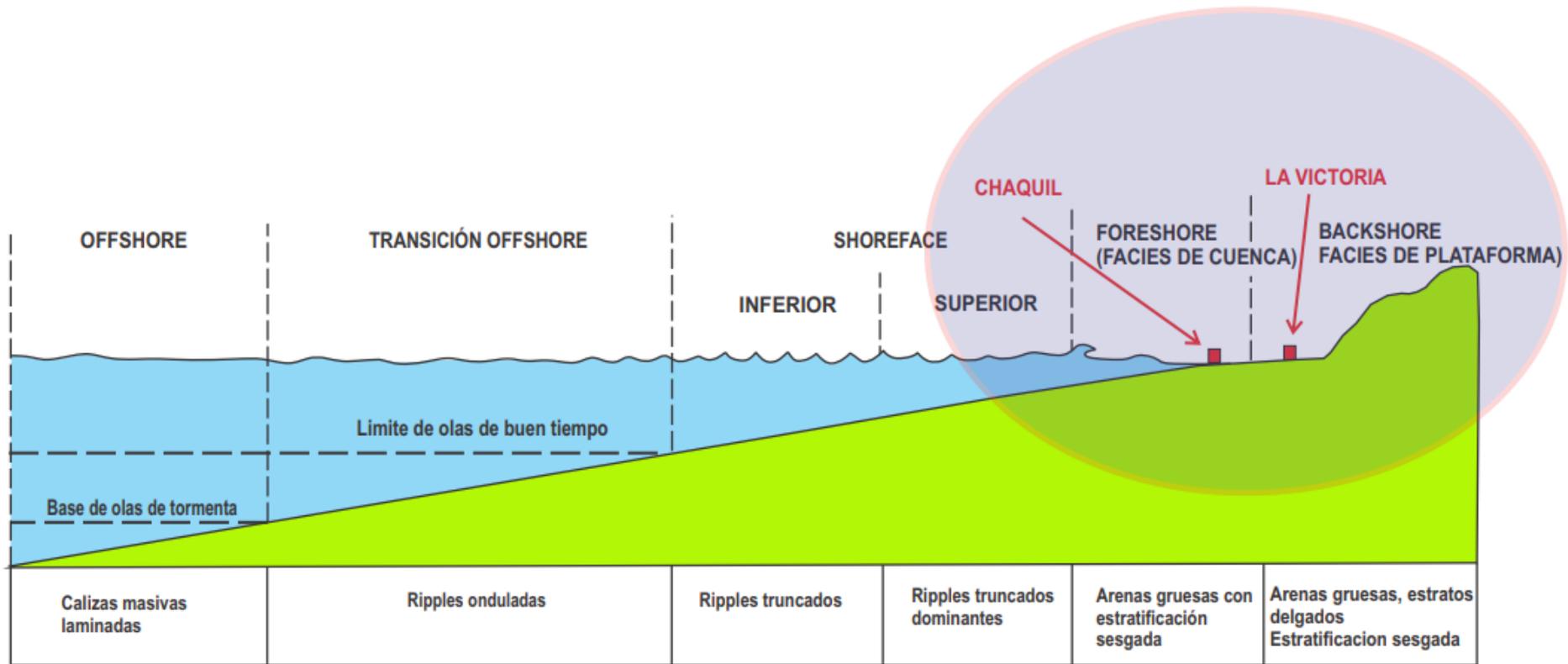


Figura 19 Ambiente de deposición del Grupo Goyllarisquizga.

Fuente: Einsele (1999) y Caja, Bazán (2016).

3.6. CUATERNARIO

3.6.1. Depósitos aluviales

Estos depósitos se caracterizan por acumulación de material geológicos heterogéneos, desde bloques grandes hasta finos sedimentos, estos depósitos se observaron al NW, entre los pueblos Casha Pampa y Lucma Pampa.



*Foto 22 Depósito aluvial del centro poblado Chaquil.
Nota: Coordenadas: E: 815600 y N:9233800.*



*Foto 23 Depósito coluvio aluvial del centro poblado La victoria, debido a la presencia de rocas de calizas y areniscas de mayor tamaño de forma subangular.
Nota: Coordenadas: E: 818653, N: 9230222 y cota: 2768 m.s.n.m.*

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Culminada la recolección de datos, el Grupo Goyllarisquizga aflora en las localidades de Chaquil y la Victoria, se procede con la realización de la interpretación de datos y el levantamiento de columnas estratigráficas, donde se logró identificar litológicamente las siguientes formaciones:

- ✓ Formación Chimú (Ki- chi)
- ✓ Formación Santa (Ki- sa)
- ✓ Formación Carhuáz (Ki - ca)
- ✓ Formación Farrat (Ki- fa)

4.1.1. Grupo Goyllarisquizga en el centro poblado de Chaquil

4.1.1.1. La formación Chimú

Litológicamente está constituida por areniscas (cuarzoarenita) de coloración gris blanquecinas de grano fino a medio; sus estratos poseen un espesor de 50 cm. a 1 m. donde presentan estructuras de laminación sesgada, lenticular y estratificación paralela; conformando así una secuencia creciente en el miembro inferior y decreciente en el miembro superior, además de ello, la formación cuenta con una potencia de 240m en su totalidad. Todas estas características llevan a inferir que se depositó en un ambiente continental deltaico

4.1.1.2. Formación Santa

Se identificó un único miembro el cual está constituido por arcillitas de coloración gris blanquecinas con nódulos de óxido de hierro, con secuencia creciente, entre sus estructuras identificadas se tiene a la laminación sesgada y estructura masiva; dicha formación cuenta con una potencia de 120m. en base a estas características se infiere que se depositó en un ambiente continental transicional.

4.1.1.3. La Formación Carhuáz

Está constituido por areniscas (Cuarzoarenita) rojizas de grano fino con intercalación de arcillitas de coloración gris y limolitas, cuyos estratos poseen un espesor de 20 cm. a 50 cm. conformando una secuencia creciente; en sus estructuras presenta

estratificación tabular y paralela, esta formación cuenta con una potencia general de 180m.; en base a dichas características se infiere que se depositó en un ambiente continental lacustrino.

4.1.1.4. Formación Farrat

Está constituida por areniscas (cuarzoarenita) blanquecinas de grano medio a grueso, con un espesor de 50 cm. a 1 m., donde el miembro inferior presenta una secuencia creciente y el miembro superior decreciente; entre sus estructuras sedimentarias posee laminación y estratificación paralela, estratificación tabular y acuñamiento; esta formación presenta una potencia de 280 m.; estas características indican que se depositó en un ambiente continental deltaico.

4.1.2. Grupo Goyllarisquizga en el centro poblado La Victoria

4.1.2.1. La formación Chimú

Litológicamente está constituida por areniscas (cuarzoarenita) de coloración gris blanquecinas de grano fino a medio; sus estratos poseen un espesor de 60 cm. a 1 m. donde presentan estructuras de laminación cruzada, estratificación paralela y tabular, conformando así una secuencia creciente en el miembro inferior y decreciente en el miembro superior, además de ello, la formación cuenta con una potencia de 180m. Todas estas características llevan a inferir que se depositó en un ambiente continental deltaico.

4.1.2.2. Formación Santa

Se identificó un único miembro el cual está constituido por lutitas gris blanquecinas, con secuencia creciente, entre sus estructuras identificadas cuenta con laminación sesgada y estratificación paralela, dicha formación cuenta con una potencia de 90 m. en base a estas características se infiere que se depositó en un ambiente continental transicional.

4.1.2.3. Formación Carhuáz

Está constituido por areniscas (cuarzoarenita) rojizas de grano fino con intercalación de limolitas y arcillitas de coloración gris, cuyos estratos poseen un espesor de 20 cm. a 50 cm., conformando una secuencia creciente; en sus estructuras presenta estratificación tabular y laminación sesgada, esta formación cuenta con una potencia

general de 130 m.; en base a dichas características se infiere que se depositó en un ambiente continental lacustrino.

4.1.2.4. Formación Farrat

Está constituida por areniscas (cuarzoarenita) blanquecinas de grano medio a grueso, con un espesor de 20 cm. a 50 cm., donde el miembro inferior presenta una secuencia creciente y el miembro superior decreciente; entre sus estructuras sedimentarias posee laminación sesgada, estratificación paralela y estratificación tabular; esta formación presenta una potencia de 200 m.; estas características indican que se depositó en un ambiente continental deltaico.

Por otro lado, todas las formaciones del Grupo Goyllarisquizga petrográficamente están compuestas por areniscas cuya clasificación de Pettijohn (1987) corresponde a cuarzoarenita, además de su granulométrica, coloración, dureza y fractura, todo ello, indica que dichas formaciones presentan la misma textura clástica. En cuanto a la correlación estratigráfica de Chaquil y La Victoria se puede definir que existe una variación en la tasa de sedimentación por lo tanto hay diferencias en los espesores de los miembros de cada formación, pero si son correlacionables, porque presentan la misma litología, estructuras sedimentarias y a la vez el mismo ambiente de sedimentación.

Tabla 16 Representación de los datos obtenidos de campo

GRUPO	FORMACIÓN	CP CHAQUIL			CP LA VICTORIA				
		MIEMBRO	LITOLÓGÍA	ESPEJOR(M)	MIEMBRO	LITOLÓGÍA	ESPEJOR(M)		
GOYLLARISQUIZGA	FARRAT	Superior	Areniscas blanquecinas, limolitas	100	superior	Areniscas blanquecinas, limolitas	80		
		Medio	Areniscas blanquecinas, conglomerados	80	medio	Areniscas blanquecinas, conglomerados	60		
		Inferior	Areniscas blanquecinas de grano medio	60	inferior	Areniscas blanquecinas de grano medio	60		
	CARHUÁZ	Superior	Areniscas rojizas, estratos gris crecientes	80	superior	Areniscas rojizas, estratos gris crecientes	70		
		Inferior	Areniscas rojizas, estratos gris delgados	100	inferior	Areniscas rojizas, estratos gris delgados	60		
	SANTA	Superior	Arcillitas marrones gris	60	superior	Arcillitas marrones gris	40		
		Inferior	Arcillitas blanquecinas gris	60	inferior	Arcillitas blanquecinas gris	50		
	CHIMÚ	Superior	Areniscas blanquecinas, estrato decreciente	120	superior	Areniscas blanquecinas, estrato decreciente	80		
		Inferior	Areniscas blanquecinas conglomerados	160	inferior	Areniscas blanquecinas conglomerados	100		
	TOTAL				820	TOTAL			600

Fuente: Elaboración propia a partir de datos recopilados de campo

4.2. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El Grupo Goyllarisquizga en los centros poblados de Chaquil y la Victoria – provincia de Celendín estratigráficamente está conformado por cuatro formaciones que se detallan a continuación: Formación Chimú (Ki - chi), Formación Santa (Ki - sa), Formación Carhuaz (Ki – ca) y Formación Farrat (Ki - fa).

En base a la hipótesis planteada: la caracterización estratigráfica del Grupo Goyllarisquizga en los centros poblados de Chaquil y la Victoria – provincia de Celendín se determinó de acuerdo a su litología de areniscas donde dicho grupo presenta una textura clástica; en cuanto a sus estructuras presenta laminación sesgada, estratificación cruzada y estratificación paralela; por otro lado, analizando las columnas estratigráficas se puede observar que estas son correlacionables ya que presenta las mismas características litológicas, texturas petrográficas y estructuras sedimentarias.

Teniendo en cuenta las características del ambiente de depositación del centro poblado de Chaquil presenta un espesor de 820 m. y de acuerdo a sus afloramientos indica que se depositó en un ambiente continental deltaico en facies de cuenca, mientras que en el centro poblado La Victoria presenta un espesor de 600 m. lo cual indica que hubo una disminución de espesor y de acuerdo a sus afloramientos se depositó en un ambiente continental deltaico en facies de plataforma, tal como lo sugiere (Lagos, 2015). Este análisis es compatible con la presencia de los afloramientos del Alto del Marañón a 10 km al SE y que constituiría el límite de la cuenca cretácica (Lagos, 2015). De las abundantes estratificaciones cruzadas, areniscas gruesas y lentes conglomerádicos que se observan en ambos CP indican que se han depositado en un ambiente continental de mediana energía y mayormente deltaico (Caja y Bazán, 2016). Por lo, que la hipótesis planteada inicialmente se contrasta positivamente.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La caracterización estratigráfica fue realizada con la interpretación de las columnas estratigráficas del Grupo Goyllarisquizga, llegando a la conclusión que está conformada principalmente por areniscas blanquecinas intercaladas con delgadas capas de limolitas.

Se elaboraron columnas estratigráficas donde en el CP Chaquil la Formación Chimú posee una potencia de 280m, Formación Santa 120m, Formación Carhuaz 180m y Formación Farrat 240m., mientras que en el CP La Victoria la Formación Chimú posee una potencia de 180m, Formación Santa 90m, Formación Carhuaz 130m y Formación Farrat 200m. Posee un rumbo general de NO- SE y ángulos de buzamientos de 35° a 40° al SO.

Las estructuras sedimentarias identificadas en este Grupo son: laminación sesgada, estratificación tabular, estratificación cruzada y estratificación paralela.

Las muestras de rocas analizadas muestran una textura clástica. Las areniscas poseen granulometría fina, media, gruesa.

La correlación estratigráfica local del Grupo Goyllarisquizga indica una clara disminución de espesor de NO al SE.

Según los parámetros litoestratigráficos: litología, estructuras y texturas, este Grupo se depositó en un ambiente continental deltaico en facies de cuenca (CP Chaquil) y en facies de plataforma (CP La Victoria). Reyes (1980).

5.2. RECOMENDACIONES

A los alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica a realizar estudios estratigráficos y sedimentológicos puntuales en la provincia de Celendín con la finalidad de realizar una interpretación regional de su depositación.

Al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) realizar estudios geoquímicos y petrológicos de areniscas del Grupo Goyllarisquizga para determinar con precisión su área de procedencia y las implicaciones tectónicas de su origen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blandom, A. 2002. Principio de Estratigrafía. Trabajo de año sabático. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas. Sede Medellín.
- Borkowsqui, D. 1994. Catálogo de Minerales Industriales del Perú. Printed in Lima, Perú.
- Caja, M.; Marfil, R., Lagos, M., y Salas, R. 2004. Caracterización geoquímica de las areniscas del Cretácico inferior de la cuenca del Maestrazgo, Cadena Ibérica Oriental: Nueva aportación al estudio de la procedencia. Universidad de Barcelona, 08028 Barcelona. Geo-Temas 6(1).
- Caja, C y Bazán, O. 2016. Análisis de litofacies silico- casticas de la Formación Farrat en el Distrito de Llacanora- Cajamarca. XVIII Congreso Peruano de Geología. Perú.
- Carrión, A. 2022. Caracterización estratigráfica de secuencias de la Formación Santa en los distritos de Llacanora y Namora. Tesis para optar el título de Ingeniero Geólogo. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.
- Dickinson, W. 1985. Interpreting Provenance Relations from Detrital Modes of Sandstones. In: Zuffa, G.C., Ed., Provenance of Arenites, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, The Netherlands.
- Einsele, G. 1991. Sedimentary Basins-Evolution, Facies, and Sediment Budget, pág. 509 – 540.
- Hernández, R. 2014. Metodología de la Investigación. Sexta Edición. Impreso en México, 587pp.
- Krumbein, W. y Sloss, L. 1963. Estratigrafía Y Sedimentología. Departamento de Geología, Universidad Northwestern. Primera Edición en español. Unión Tipográfica Editorial, Hispano América. México, 778pp.
- Folk, R. 1980. Petrology of sedimentary rocks. Library of Congress Catalog Card Number 90-83557 ISBN Number 0-914696-14-9. Publishing Company Austin, Texas 78703.

- Gingerich, F. 1969. Markov analysis of cyclic alluvial sediments. *J. Sed. Petrol.* 39 (330- 332).
- Huamán, E. 2021. Estudio estratigráfico para determinar el proceso diagenético de arenas en el Grupo Goyllarisquizga aflorando en la zona Gavilán – Cajamarca. Tesis para obtener el título de Ingeniero Geólogo. Universidad Privada del Norte.
- Lagos, A. y Quispe, Z. 2007. Aportes al análisis de Cuencas Sedimentarias en los Alrededores de las localidades de los Baños del Inca, Cruz Blanca, Otuzco. Distrito de Cajamarca.
- Machaca, C. 2020. Asociación de los ambientes depositacionales y proveniencia sedimentaria del Grupo Chicama en el norte peruano (7°30' - 9°30' S).
- Navarrete, E. 2014. Apuntes de estratigrafía y sedimentación. Guayaquil – Ecuador.
- Navarro, J. 2014. Record of Albian to early Cenomanian environmental perturbation in the eastern sub-equatorial Pacific.
- Pettijhon, F., et al. 1987. Sand and sandstone. 2da. Edición. Heidelberg, Springer-Verlag. 572p.
- Ponce, J., Montagna, A., Carmona, N. 2018. Atlas de estructuras sedimentarias inorgánicas y biogénicas: descripción, análisis e interpretación a partir de afloramientos, testigos corona y registros de imágenes de pozo.
- Prado, J. 2018. Estudio petromineralógico de las areniscas de la Formación Farrat en la zona de Baños del Inca y Llacanora – Cajamarca.
- Reyes, L. 1980. Geología de los Cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. Boletín N° 31- INGEMMET. Lima- Perú.
- Reguant, S. 2001. Guía Estratigráfica Internacional. Revista de la Sociedad Geológica de España, vol. 14, (3-4).
- Ragan, D. 1987. Geología estructural. Introducción a las técnicas geométricas. Departamento de Geología. Arizona State University. Ediciones Omega S.A. Plato,26- 08006. Barcelona. España.

- Sánchez, E. et al 2012. Límite Paleogeográfico entre los Grupos Gollarisquizga y Oriente en el Norte del Perú, la Falla Chontapampa determinado a partir del Análisis Petrográfico (Datos Preliminares). XVI Congreso Peruano de Geología & SEG 2012, Conferencia Estratigrafía Sedimentología y Paleontología - SGPSEG251. SGP.
- Spalletti L, 1980. Paleoambientes sedimentarios en secuencias silicoclásticas. Serie B Didáctica y Complementarias Nro. 8. Asoc. Geol. Arg. 175 pp.
- Selley, R. 1969. Studies of sequence in sediment using a simple mathematical device. Quart. J. Geol. Soc. London 125(557- 581).
- Yauli, L., et. al. 2016. Areniscas del Cretáceo Inferior: Una guía de exploración en el sur del Perú. XVIII Congreso Peruano de Geología.
- Vera, J. 1994. Estratigrafía. Principio y Métodos. Editorial Rueda, S.L., Madrid-España. 829p.
- Tafur, A. 1950. Estudio preliminar de la Geología de Cajamarca. Tesis para obtener el Grado de Doctor. UNMSM. Lima.
- Tucker, M. 2003. Sedimentary Rocks in the Field, 3rd ed. The Geological Field Guide Series.
- Walker, R. 1992. Facies Models: Response to Sea Level Change. Geological Association of Canada; 409 p.
- Wentworth, C. 1922. A scale of grade and class term for calstic sediment: Journal of Geology, 30, 377–392.

ANEXOS

1. Planos

- ✓ Plano 01: Ubicación
- ✓ Plano 02: Topográfico
- ✓ Plano 03: Geológico
- ✓ Plano 04: Plano Geológico CP Chaquil
- ✓ Plano 05: Plano Geológico CP La Victoria
- ✓ Plano 06: Perfil Geológico A - B (CP Chaquil)
- ✓ Plano 07: Perfil Geológico C - D CP (La Victoria)

2. SECCIONES

- ✓ Sección 01: Sección estratigráfica CP Chaquil.
- ✓ Sección 02: Sección estratigráfica CP la Victoria.
- ✓ Sección 03: Secciones de Chaquil y La Victoria