



FACULTAD DE INGENIERÍA
Carrera de Ingeniería Geológica

“CORRELACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE
LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS
DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Geóloga

Autora:

Gisela Liliana Cotrina Guevara

Asesor:

Mg. Ing. Miguel Ricardo Portilla Castañeda
<https://orcid.org/0000-0002-3676-7137>

Cajamarca – Perú
2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	RONALD SMITH MAYTA RODAS	42319154
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 2	DANIEL ALEJANDRO ALVA HUAMAN	43006890
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	RAFAEL NAPOLEÓN OCAS BOÑON	42811302
	Nombre y Apellidos	N° DNI

INFORME DE SIMILITUD

CORRELACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	13%
2	docplayer.es Fuente de Internet	1%
3	app.ingemmet.gob.pe Fuente de Internet	1%

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía Activo

DEDICATORIA

A mis queridos padres Octavio y Esther por su amor incondicional, su paciencia y confianza hasta lograr mis objetivos personales y profesionales, inculcándome buenos consejos para ser una persona de bien. Por su apoyo y motivación a mis hermanos. Y a mis docentes, por compartir su conocimiento y experiencia en mi formación académica.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por la vida y la salud, por la oportunidad de terminar un sueño esperado, a mi familia por el apoyo incondicional.

Agradezco a todos mis docentes, por ser parte de mi camino universitario, compartiendo sus conocimientos y orientaciones.

Por último, agradecer a la Universidad Privada Del Norte, por darme la oportunidad de forjar una carrera profesional y convertirme en una persona de bien contribuyendo a la sociedad.

TABLA DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
TABLA DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN.....	15
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	16
CAPÍTULO II. MÉTODO.....	22
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	40
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	95
REFERENCIAS	100
ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de la zona de estudio ubicada en Chancay	27
Tabla 2. Coordenadas de la zona de estudio ubicada en Llacanora.	28
Tabla 3. Accesos a las zonas de investigación de Chancay y Llacanora.....	29
Tabla 4. Clasificación de las pendientes en las zonas de estudio	29
Tabla 5. Clasificación de Unidades Morfogénicas	34
Tabla 6. Coordenadas del Miembro I de la Formación Santa en la zona de Chancay.....	65
Tabla 7. Coordenadas del Miembro II de la Formación Santa en la zona de Chancay	68
Tabla 8. Coordenadas del Miembro III de la Formación Santa en la zona de Chancay	70
Tabla 9. Coordenadas del Miembro I de la Formación Santa en la zona de Llacanora	79
Tabla 10. Coordenadas del Miembro II de la Formación Santa en la zona de Llacanora	82
Tabla 11. Coordenadas del Miembro III de la Formación Santa en la zona de Llacanora	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ficha de observación de columnas estratigráficas.	23
Figura 2. Temperatura promedio de San Marcos, tomada de (SENAMHI, 2022).	30
Figura 3. Temperatura promedio de San Marcos, tomada de (SENAMHI, 2022).	31
Figura 4. Vegetación de la zona de estudio de Chancay	32
Figura 5. Vegetación de la zona de estudio de Llacanora	33
Figura 6. Unidades geomorfológicas identificadas en la zona de Chancay	35
Figura 7. Unidades morfogenéticas en la zona de Llacanora.....	36
Figura 8. Formación Santa perteneciente al grupo Goyllarizquizga en la columna estratigráfica de Cajamarca, modificada por (Herrera, 2012).	37
Figura 9. Parte superior de la Formación Santa, en la que se observa intercalación de calizas margosas, lutitas grises y limolitas.	38
Figura 10. Parte inferior de la Formación Santa en el sector de Llacanora, en la que se observa intercalación de calizas margosas, lutitas grises y limolitas.....	39
Figura 11. Clasificación macroscópica de la muestra N° 01 según J. Udden y C. Wenttrth (1979) y Pettijohn 1975, del Miembro I de la Formación Santa de la zona de Chancay. Coordenadas: 817447E, 9178546N y 2324 m.s.n.m.	40
Figura 12. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N° 1 de la zona de Chancay, como una arenisca.	41
Figura 13. Clasificación según Pettijohn 1975 de la muestra N° 1 de la zona de Chancay, como una cuarzoarenita.	41
Figura 14. Clasificación macroscópica de la muestra N° 02 según J. Udden y C. Wenttrth (1979) y Twenhofel (1937) y Tucker (1991), del Miembro I de la Formación Santa de la zona de Chancay. Coordenadas: 817475E, 9178512N y 2327 m.s.n.m.	42

Figura 15. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N° 02 de la zona de Chancay, como una limolita.	43
Figura 16. Clasificación de la muestra N° 02 según Twenhofel (1937) y Tucker (1991), zona de Chancay, clasificada como una limolita.	43
Figura 17. Clasificación macroscópica de la muestra N° 03 de la zona de Chancay, según J. Udden y C. Wenttrth (1979), del Miembro I de la Formación Santa. Coordenadas: 817586E, 9178426N y 2335 m.s.n.m.	44
Figura 18. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N° 03 de la zona de Chancay, como una arenisca.	44
Figura 19. Clasificación macroscópica de la muestra N° 04 de la zona de Chancay, según J. Udden y C. Wenttrth (1979) y Twenhofel (1937) y Tucker (1991), del Miembro II de la Formación Santa. Coordenadas: 817788E, 9178328N y 2362 m.s.n.m.	45
Figura 20. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N° 04 de la zona de Chancay, como una limolita.	46
Figura 21. Clasificación de la muestra N° 04 según Twenhofel (1937) y Tucker (1991), clasificada como una limolita.	46
Figura 22. Clasificación macroscópica de la muestra N° 05 de la zona de Chancay, según J. Udden y C. Wenttrth (1979), clasificación de Twenhofel (1937) y Tucker (1991) y Pettijohn 1975, del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 817940E, 9178250N y 2386 m.s.n.m.	47
Figura 23. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N° 05 de la zona de Chancay, como una lutita.	48
Figura 24. Clasificación según Pettijohn 1975 de la muestra N° 05 de la zona de Chancay, como una lutita.	49
Figura 25. Clasificación de la muestra N° 04 según Twenhofel (1937) y Tucker (1991), zona de Chancay, clasificada como una arcillita.	49
Figura 26. Clasificación macroscópica de la muestra N° 06 de la zona de Chancay, según Duham (1962), del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 817850E, 9178444N y 2391 m.s.n.m.	50

Figura 27. Clasificación de la muestra N° 06 según Duham (1962), de la zona de Chancay, como una caliza mudstone.....	50
Figura 28. Clasificación macroscópica de la muestra N° 07 de la zona de Chancay, según Duham (1962), del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 817940E, 9178504N y 235 m.s.n.m.	51
Figura 29. Clasificación de la muestra N° 07 según Duham (1962), de la zona de Chancay, como una caliza wackestone.....	51
Figura 30. Clasificación macroscópica de la muestra N° 08 de la zona de Chancay, según Duham (1962), del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 817909E, 9178508N y 2400 m.s.n.m.	52
Figura 31. Clasificación de la muestra N° 08 según Duham (1962), de la zona de Chancay, como una caliza packstone.	52
Figura 32. Muestra de mano de carbón bituminoso del Miembro II de la Formación santa de la zona de chancay. Coordenadas: 817869E, 9178170N y 2349 m.s.n.m.	53
Figura 33. Clasificación macroscópica de la muestra N° 01 de la zona de Llacanora, según J. Udden y C. Wenttrth (1979) y clasificación de Twenhofel (1937) y Tucker (1991), del Miembro I de la Formación Santa. Coordenadas: 783201E, 9204752N y 2646 m.s.n.m.	53
Figura 34. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N° 01 de la zona de Llacanora, como una limolita.	54
Figura 35. Clasificación de la muestra N° 01 según Twenhofel (1937) y Tucker (1991), de la zona de Llacanora, clasificada como una limolita.	54
Figura 36. Clasificación macroscópica de la muestra N° 02 de la zona de Llacanora, según J. Udden y C. Wenttrth (1979) y clasificación de Pettijohn (1975), del Miembro I de la Formación Santa. Coordenadas: 783456E, 9204708N y 2647 m.s.n.m.	55
Figura 37. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N°02 de la zona de Llacanora, como una arenisca.	56

Figura 38. Clasificación según Pettijohn 1975 de la muestra N° 02 de la zona de Llacanora, como una cuarzoarenita.	56
Figura 39. Clasificación macroscópica de la muestra N° 04 de la zona de Llacanora, según J. Udden y C. Wenttrth (1979) y clasificación de Twenhofel (1937) y Tucker (1991), del Miembro II de la Formación Santa. Coordenadas: 783540E, 9204734N y 2653 m.s.n.m.	57
Figura 40. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N° 03 de la zona de Llacanora, como una limolita.	58
Figura 41. Clasificación de la muestra N° 03 según Twenhofel (1937) y Tucker (1991), zona de Llacanora, clasificada como una limolita.	58
Figura 42. Clasificación macroscópica de la muestra N° 04 de la zona de Llacanora, según J. Udden y C. Wenttrth (1979), clasificación de Twenhofel (1937) y Tucker (1991) y Pettijohn (1975), del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 784487E, 9204471N y 2689 m.s.n.m.	59
Figura 43. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N° 04 de la zona de Llacanora, como una lutita.	60
Figura 44. Clasificación según Pettijohn 1975 de la muestra N° 04 de la zona de Llacanora, como una lutita.	60
Figura 45. Clasificación de la muestra N° 05 según Twenhofel (1937) y Tucker (1991), zona de Llacanora, clasificada como una arcillita.	61
Figura 46. Clasificación macroscópica de la muestra N° 04 de la zona de Llacanora, según J. Udden y C. Wenttrth (1979) y clasificación de Folk (1974), del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 783783E, 9204748N y 2675 m.s.n.m..	61
Figura 47. Clasificación de la muestra N° 05 según Duham (1962), de la zona de Llacanora, como una caliza mudstone.	62
Figura 48. Muestra de mano de carbón bituminoso del Miembro II de la Formación santa de la zona de Llacanora. Coordenadas: 783426E, 9204785N y 2651 m.s.n.m.	63
Figura 49. Vista panorámica del Miembro I de la Formación Santa en el margen derecho de la carretera Chancay a Cajabamba.	64

Figura 50. Intercalación de limolitas, lutita y arenisca de grano fino a medio, corte de carretera Chancay a Cajabamba. Coordenadas: 817396E, 9178562N y 2330 m.s.n.m. 65

Figura 51. Intercalación de Lutita, limolitas y estratos potentes de arenisca de hasta 50cm de espesor. Margen derecho de la carretera Chancay a Cajabamba. Coordenadas: 817408, 9178555N y 2332 m.s.n.m. 66

Figura 52. limolitas de coloración amarillenta intercaladas con lutitas grises oscuras intercaladas con areniscas Margen derecho de la carretera Chancay a Cajabamba. Coordenadas: 817408, 9178555N y 2332 m.s.n.m. 67

Figura 53. Alternancia rítmica de limolitas de coloración amarillenta de hasta 1.20m de espesor intercaladas con lutitas grises. Coordenadas: 817682, 9178346N y 2334 m.s.n.m. 68

Figura 54. Intercalación de estratos potentes de limolitas rojizas de hasta 2 metros de espesor con mantos de carbón bituminoso. Coordenadas: 817863, 9178162N y 2357 m.s.n.m. 69

Figura 55. Intercalación rítmica de limolitas de color rojizo con lutitas grises y calizas de textura mudstone y packestone. Coordenadas: 817973, 9178284N y 2387 m.s.n.m. 70

Figura 56. Intercalación de estratos potentes de lutitas con estratos de calizas margosas y calizas wackestone. Coordenadas: 817890, 9178411N y 2388 m.s.n.m. 71

Figura 57. Laminación en lutitas grises del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 817897, 9178324N y 2389 m.s.n.m. 72

Figura 58. A) Concreciones de calizas identificadas en estratos de limolitas. B) Concreciones de calizas identificadas en estratos de lutitas. Coordenadas: 817929, 9178229N y 2388 m.s.n.m. 72

Figura 59. Estratificación paralela de estratos de limolita, arenisca y lutitas del Miembro I. Coordenadas: 817340, 9178560N y 2331 m.s.n.m. 74

Figura 60. Bioturbación en calizas del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 817872, 9178418N y 2387 m.s.n.m. 75

Figura 61. Litofacies de areniscas y limolitas intercaladas con litofacies de lutitas grises del Miembro I. Coordenadas: 817343, 9178555N y 2328 m.s.n.m.	76
Figura 62. Litofacies de limolitas y mantos de carbón bituminoso del Miembro II. Coordenadas: 817860, 9178160N y 2351 m.s.n.m.	77
Figura 63. Litofacies de limolitas rojizas del Miembro III. Coordenadas: 817938, 9178386N y 2389 m.s.n.m.	77
Figura 64. Litofacies de limolitas intercaladas con litofacies de lutitas grises del Miembro III. Coordenadas: 817936, 9178382N y 2386 m.s.n.m.....	78
Figura 65. Intercalación de limolitas, lutita y arenisca cuarzosas de grano medio, corte de carretera Cajamarca a Llacanora. Coordenadas: 783314E, 9204774N y 2640 m.s.n.m.	79
Figura 66. Intercalación de limolitas con estratos de hasta 80cm de espesor, lutita y arenisca cuarzosas de grano medio, corte de carretera Cajamarca a Llacanora. Coordenadas: 783539E, 9204742N y 2655 m.s.n.m.	80
Figura 67. Intercalación de limolitas con lutitas grises y areniscas. Borde de carretera Cajamarca a Llacanora. Coordenadas: 783543E, 9204763N y 2658 m.s.n.m.	81
Figura 68. Alternancia limolitas de coloración amarillenta de hasta 2m de espesor intercaladas con lutitas grises y areniscas de grano fino a medio. Coordenadas: 783640E, 9204718N y 2658 m.s.n.m.	82
Figura 69. Intercalación de estratos de limolitas rojizas de hasta 1m metros de espesor con mantos de carbón bituminoso. Coordenadas: 783651E, 9204785N y 2658 m.s.n.m.	83
Figura 70. Intercalación rítmica de limolitas de color rojizo con lutitas grises y calizas de textura mudstone y packestone. Coordenadas: 783864E, 9204695N y 2675 m.s.n.m.	84
Figura 71. Intercalación de estratos potentes de lutitas con estratos de calizas margosas y calizas mudstone y wackestone. Coordenadas: 783708E, 9204739N y 2366 m.s.n.m.	85

Figura 72. Laminación de lutitas grises, carretera Cajamarca a Llacanora. Coordenadas: 783314, 9204774N y 2640 m.s.n.m.	86
Figura 73. Estratificación lenticular en calizas wackestone en el Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 783968, 9204701N y 2680 m.s.n.m.	87
Figura 74. Estratificación paralela en limolitas rojizas del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 783483, 9204807N y 2676 m.s.n.m.	88
Figura 75. Litofacies de arenisca y limolitas en el Miembro I de la Formación Santa. Coordenadas: 783324, 9204708N y 2637 m.s.n.m.....	89
Figura 76. Litofacies de lutitas grises del Miembro I de la Formación Santa. Coordenadas: 783253, 9204659N y 2632 m.s.n.m.	90
Figura 77. Litofacies de mantos de carbón bituminoso intercaladas con areniscas del Miembro II. Coordenadas: 783413, 9204794N y 2657 m.s.n.m.	91
Figura 78. Litofacies de limolitas rojizas en el Miembro III. Coordenadas: 783483, 9204807N y 2676 m.s.n.m.	92
Figura 79. Litofacies de calizas y litofacies de calizas margosas del Miembro III. Coordenadas: 783708E, 9204739N y 2366 m.s.n.m.	93
Figura 80. Clasificación de Dunham 1962, modificado por (Moore, 2001)	125
Figura 81. Clasificación de rocas clásticas, tomada de (Pettijhon,1973)	125
Figura 82. Clasificación para limolitas y arcillitas, tomado de Twenhofel 1937 y Tucker 1991	126
Figura 83. Escalas Granulométricas de las rocas sedimentarias y sedimentos detríticos, tomadas de J. Udden y C. Wentrth (1979).....	127

RESUMEN

La presente investigación, se realizó en el distrito de Chancay de la provincia de San Marcos y en el distrito de Llacanora de la provincia de Cajamarca, el cual se basa en la correlación litoestratigráfica de la Formación Santa en dichas zonas, realizándose para ello un análisis descriptivo directo de manera local, en la que se distinguió tres unidades litoestratigráficas de la Formación Santa: Miembro I, Miembro II y Miembro III. También se identificó litofacies de areniscas y limolitas, litofacies de lutitas grises, litofacies de mantos de carbón, litofacies de limolitas rojizas, litofacies de calizas y litofacies de calizas margosas; estructuras sedimentarias como laminación, bioturbación, estratificación paralela, estratificación lenticular; con lo que posteriormente se elaboró las columnas litoestratigráficas de ambas zonas que fueron correlacionadas, determinándose una correspondencia en la litología, espesor, estratigrafía de las unidades litoestratigráficas.

Palabras clave: Correlación estratigráfica, Litoestratigrafía, Formación Santa, litología, miembro.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día las correlaciones estratigráficas de dos o más secciones locales relativamente cercanas entre sí, permiten reconstruir la geometría de la cuenca en la que se depositaron las unidades litoestratigráficas, así como valorar su posición en el tiempo y conocer sus cambios laterales; a este tipo de correlación se le conoce como correlación estratigráfica local (Arellano, 2004). Según (Vera, 1994) la correlación estratigráfica es una de las técnicas de mayor interés en Estratigrafía y consiste en comparar dos o más secciones estratigráficas, de un intervalo de tiempo semejante para poder ver la relación lateral entre las diferentes unidades estratigráficas representadas en ellas, los cambios de facies y de potencia.

Según lo anteriormente mencionado se han realizado estudios de correlación estratigráfica en la que por ejemplo Díaz (2014), En su publicación " Correlación litoestratigráfica entre las sucesiones mesozoicas de la isla de Ibiza y el prebético de Alicante, España", menciona que todas las unidades litoestratigráficas mesozoicas reconocidas en la isla de Ibiza poseen un claro equivalente en la transversal sierra de Mariola-Alicante o, en el peor de los casos, en sus inmediaciones, excepción hecha del Cretácico Superior, pese a que

puntualmente también afloran litofacies muy semejantes a las de la Formación Llentrisca.

Ronald (2013), en su estudio denominado " Correlación estratigráfica del sector central y margen occidental de la cuenca Lancones (Albiano superior – Turoniano)", afirma que la columna estratigrafica del sector central y la margen occidental se correlacionan en 6 miembros, en la que el mayor espesor, registrado en la columna de la quebrada Jahuay Negro, sugiere que esta localidad correspondería al depocentro de la cuenca, que se fue somerizando en sus márgenes con menores espesores (columna de la quebrada Checo).

Saavedra (2019), En su Tesis "Estratigrafía de las formaciones Santa, Carhuáz y Farrat en el caserío de Shaullo Chico del Distrito de Los Baños del Inca", menciona que la Formación Santa presenta predominio litológico de lutitas con 42m de espesor, con estratos delgados menores a 70cm, en los estratos menores a 10cm presentan diferentes coloraciones como rojizas, gris verdosa y además las limolitas tienen una coloración amarillenta. En la Formación Santa se observaron estructuras sedimentarias que son: nódulos y estratificación lenticular en las lutitas.

Durand (2018), En su Tesis " Estudio sedimentológico y estratigráfico de la microcuenca Cochamarca - San Marcos Cajamarca Perú.", concluye que las columnas estratigráficas elaboradas de las Formaciones geológicas de la zona de estudio elaboradas, se hizo la comparación teniendo en cuenta sus características

geocronológico, paleontológicas (fósiles) y litológicas de areniscas, lutitas y calizas, con las Columnas Estratigráficas del Sur, Centro y Norte del Perú y la microcuenca de Cochamarca-San Marcos Cajamarca Perú, esto con la finalidad de conocer la importancia en la diferenciación de Formaciones litológicas Homogéneas.

Lagos y Quispe (2010). En el boletín titulado " Aportes a la correlación estratigráfica de las Formaciones Santa y Carhuaz en los cuadrángulos de Cajamarca y San Marcos", afirman que Es importante estudiar las características litológicas y paleontológicas de las Formaciones Santa y Carhuaz para comprobar su edad y ambiente de sedimentación y así poder tener una herramienta guía en su comportamiento frente a posibles fuentes mineralizantes.

Según (Benavides, 1955), a lo largo de la región Cajamarca se identifican diferentes Formaciones geológicas, que van desde el Complejo Olmos perteneciente al Proterozoico hasta los depósitos cuaternarios pertenecientes al Cenozoico en diferentes localidades. En estas Formaciones Geológicas según (Reyes, 1980) se identifican rocas metamórficas como esquistos, filitas, anfibolitas; rocas sedimentarias que pertenecen principalmente al cretácico en las que se encuentran lutitas, calizas, areniscas, limolitas; y una variedad de rocas volcánicas como tobas, dacitas, andesitas, entre otras, en donde las características litoestratigráficas y bioestratigráficas están relacionadas con los ambientes de sedimentación y restos Paleontológicos de dichas Formaciones.

En las zonas distrito de Llacanora de la Provincia de Cajamarca y el distrito de Chancay de la provincia de San Marcos aflora la Formación Santa, la misma que tiene una edad del valanginiano medio - Hauteriviano según (Lagos y Quispe, 200) perteneciente al Cretácico inferior, litológicamente está constituida por areniscas, calizas, calizas margosas, lutitas, areniscas, limolitas; alcanzando un espesor promedio de 100 a 150 metros según (Reyes, 1980), en dichas zonas se pretende realizar presente tesis, dado que investigaciones relacionadas a dicha Formación en las zonas mencionadas son escasas, es por ello que se realizará una correlación litoestratigráfica de las dos zonas en estudio, para identificar la continuidad lateral de facies, estructuras sedimentarias, litología, espesor y paleontología; para poder determinar de esta manera su correlación estratigráfica.

Para llevar a cabo dicha investigación se analizarán sus características litoestratigráficas, litología, estructuras sedimentarias, texturas y paleontología; para las que se tomarán datos de campo de dicha Formación. Para llevar a cabo la interpretación litoestratigráfica se utilizarán softwares como el AutoCAD 2022, ArcGis 10.8 y office 2021 donde se obtendrá las columnas litoestratigráficas de las dos zonas en estudio que posteriormente nos servirán para realizar la correlación litoestratigráfica; y así ampliar el conocimiento en el estudio de la realidad estratigrafía de las formaciones geológicas que afloran en nuestra región.

1.1. Formulación del problema

¿Cuál es la correlación litoestratigráfica de la Formación Santa en las zonas de Chancay y Llacanora, 2022?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Realizar la correlación litoestratigráfica de la Formación Santa en las zonas de Chancay y Llacanora, 2022.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar las columnas litoestratigráficas de la Formación Santa en las zonas de Chancay y Llacanora, 2022
- Describir las facies sedimentarias de la Formación Santa en las zonas de Chancay y Llacanora, 2022
- Identificar las estructuras sedimentarias de la Formación Santa en las zonas de Chancay y Llacanora, 2022
- Identificar las secuencias estratigráficas de la Formación Santa en las zonas de Chancay y Llacanora, 2022

1.3. Hipótesis general

La Formación Santa en las zonas de Chancay y Llacanora se correlacionan litoestratigráficamente, ya que presentan equivalencias en cuanto a sus características litológicas, paleontológicas, ambiente de depositación, estructuras sedimentarias, texturas, espesor, secuencia sedimentaria en el espacio y tiempo geocronológico.

1.4. Justificación

Actualmente hay escasas investigaciones sobre estratigrafía en los distritos de Chancay y Llacanora, por lo cual se realizará el presente proyecto de Investigación con la finalidad de realizar una correlación litoestratigráfica de la Formación Santa en dichas zonas, la cual constituirá un aporte geológico para otros estudios de futuros investigadores.

CAPÍTULO II. MÉTODO

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada ya que se aplicarán y utilizarán conocimientos y teorías ya existentes, para la elaboración de la presente investigación, la misma que será utilizada para otras investigaciones posteriores; el alcance es explicativo en la que se describirán las facies sedimentarias, estructura, texturas y litología de las rocas de la Formación Santa en las zonas de Chancay y Llacanora; el enfoque es cualitativo debido a que describe sucesos complejos en su medio natural, con información preferentemente cualitativa como las características las rocas, facies sedimentarias, fósiles; el diseño es “No experimental” porque en la investigación se analizarán las rocas de la Formación Santa mediante la observación directa, sin que se altere el objeto de investigación, es de corte “Transversal”, debido a que los datos se registran en un solo momento, es decir, en un tiempo único.

2.2. Población de estudio

El afloramiento de la Formación Santa en las zonas de Chancay y Llacanora.

2.3. Muestra

Las rocas de areniscas, lutitas, calizas, limolitas de la Formación Santa en las zonas de Chancay y Llacanora.

2.4. Unidad de análisis

Está constituida por las facies sedimentarias, estructuras sedimentarias, textura, secuencias, estratos, rocas, fósiles y cronoestratigrafía de la Formación Santa.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.5.1. Técnica

La técnica de recolección de datos para la presente investigación será la utilización del método de **observación** directa en campo con la toma de Azimut, Buzamiento y espesores de cada uno de los estratos de la Formación Santa.

2.5.2. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizará serán la **Ficha de observación de columnas estratigráficas** en la que se graficará en campo la columna estratigráfica identificando las facies, estructuras sedimentarias y litología; también se utilizará un **cuaderno de campo** para tomar nota aspectos relevantes de cada estación estratigráficas; y una **Ficha de observación estructural** en la que registraran los datos de brújula, datos del GPS, entre otros.

FICHA DE OBSERVACIÓN DE COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS						
LUGAR: HORA:			COORDENADAS UTM			
			PISO		TECHO	
			ESTE:	NORTE:	ESTE:	NORTE:
ESPESOR (m)	LITOLOGIA	UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA	FÓSILES	ESTRUCTURA SEDIMENTARIA	FACIE	DESCRIPCIÓN
19						
18						
17						
16						
15						
14						
13						
12						
11						
10						
9						
8						
7						
6						
5						
4						
3						
2						
1						

Figura 1. Ficha de observación de columnas estratigráficas.

Nota: Elaborado por la tesista

2.5.3. Materiales y equipos

Los materiales y equipos para utilizar serán:

Brújula tipo brunton: Para medir rumbos y buzamientos de los estratos y otras estructuras.

GPS garmin: Para la ubicación mediante coordenadas UTM en el plano topográfico, previa configuración en el DATUM WGS84 zona 17S.

Picota de geólogo: Para extraer muestras de las rocas para su posterior reconocimiento de la misma.

Lupas de 10x y 20x: Para reconocer los componentes mineralógicos y microfósiles de las rocas.

Rayador: Para determinar la dureza de algunos minerales y rocas basados en la escala de Mohs.

Ácido clorhídrico: Para determinar la presencia de rocas carbonatadas.

Lápices de colores: Para realizar el cartografiado geológico.

Flexómetro de 5m. Para medir la estratificación y levantamiento de las columnas litoestratigráficas.

Plano topográfico y geológico en sistema UTM, Datum WGS84: Se obtuvo un plano geológico del Ingemmet, como apoyo durante la realización de las etapas de campo.

Protactor 1/5000: Para la ubicación de puntos en el plano topográfico durante las etapas de campo.

Cámara fotográfica digital 16MP: Para obtener fotografías de los procedimientos realizados en campo las cuales formaran parte del informe final.

Bolsas para muestras: Para la recolección de muestras de roca, fósiles, etc.

Wincha de 50m.: Para la medición de distancias mayores a 5m, durante el levantamiento de columnas litoestratigráficas.

2.6. procedimiento

Para la realización de la presente investigación se sigue las etapas se detalla a continuación:

2.6.1. Etapa I

Esta esta etapa preliminar se realiza la búsqueda y recolección de toda la información bibliográfica principalmente de estratigrafía, sedimentología, metodología de la investigación, trabajos de investigación y tesis realizadas tanto

en el ámbito internacional, nacional y en las zonas que sirvan de apoyo para realizar la presente investigación.

2.6.2. Etapa II: Gabinete I

Esta es una etapa de gabinete I en la cual se elaboran planos base de las zonas de Chancay y Llacanora, así como también formatos para la recolección de datos del cartografiado geológico, de la zona de investigación.

2.6.3. Etapa III: Campo I

En esta etapa es donde se procede a realizar el cartografiado geológico de la geología local en un lapso de 2 salidas a campo una salida a cada zona de investigación, las mismas que se basará en una **observación** del afloramiento rocoso de los que se extraerá algunas muestras de mano para la **identificación** de litologías haciendo uso de lupa y picota y finalmente se **medirán** y tomarán datos estructurales mediante el uso de la brújula.

2.6.4. Etapa IV: Gabinete II

Se lleva a cabo el procesamiento de los datos recolectados en la etapa anterior que servirán por una parte para el avance de la tesis, en los softwares de Word 2021 y Excel 2021, en esta etapa se elaborará el plano geológico de cada zona, las coordenadas de las estaciones geológicas, datos de GPS, datos de brújula se plotearan en el software ArcGis 10.8 y con la ayuda del cuadrángulo 15-g del INGEMMET se obtendrán los planos geológicos de las zonas de investigación.

2.6.5. Etapa V: Campo II

Es aquí donde se inicia con el levantamiento de columnas litoestratigráficas de la Formación Santa, reconocimiento de facies y recolectando todos los datos necesarios para cumplir con los objetivos de la tesis. Esta etapa se realiza con hasta 4 salidas a campo, a las dos zonas donde se realizará la investigación, hasta culminar con toda la recolección de datos necesarios.

2.6.6. Etapa VI: Gabinete III

Aquí se realiza el procesamiento de los datos de la etapa anterior para el avance del informe en el software de Word 2021 y la elaboración de las columnas litoestratigráficas en los softwares de ArcGIS 10.8 y AutoCAD 2021. Una vez realizada las columnas litoestratigráficas se procederá a realizar la correlación litoestratigráfica de las columnas de Chancay y Llacanora.

2.6.7. Etapa VII

Esta es una etapa de Gabinete IV en la que se culminará la tesis al 100%.

2.7. Aspectos éticos

El investigador comunicó a habitantes de las zonas de Chancay y Llacanora involucrados en las zonas de investigación, sobre el respeto irrestricto de los principios éticos asumidos en todo el estudio investigativo en defensa y discreción de la información recogida; así como los derechos de autor que la ley les concede. éticos asumidos en todo el estudio investigativo en defensa y discreción de la información recogida; así como los derechos de autor que la ley les concede.

2.8. Generalidades

2.8.1. Ubicación geográfica

La zona de estudio 1 se ubica en el distrito de Chancay, provincia de San Marcos y departamento de Cajamarca en la parte Sureste del Cuadrángulo de San Marcos hoja 15-g, enmarcada dentro de los siguientes vértices, con coordenadas UTM WGS-84,

Zona 17S:

Tabla 1.

Coordenadas de la zona de estudio ubicada en Chancay.

VÉRTICES DE LA ZONA DE ESTUDIO 1		
VÉRTICE	ESTE	NORTE
A	817200	9178000
B	817200	9178800
C	818500	9178800
D	818500	9178000

La zona de estudio 2 se ubica en el distrito de Llacanora, provincia de Cajamarca y departamento de Cajamarca en la parte Noroeste del Cuadrángulo de San Marcos hoja 15-g, enmarcada dentro de los siguientes vértices, con coordenadas UTM WGS-84, Zona 17S:

Tabla 2.

Coordenadas de la zona de estudio ubicada en Llacanora.

VÉRTICES DE LA ZONA DE ESTUDIO 2		
VÉRTICE	ESTE	NORTE
A	782000	9203000
B	782000	9206200
C	790500	9206200
D	790500	9203000

2.8.2. Ubicación política

La zona de investigación 1 se ubica al norte del Perú en La Región y Departamento de Cajamarca, Provincia de San Marcos, Distrito de Chancay, mientras que la zona de estudio 2 se ubica al norte del Perú en el Departamento y provincia de Cajamarca, Distrito de Chancay.

2.8.3. Accesibilidad

Para acceder a las zonas de investigación se siguieron las rutas que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3.

Accesos a las zonas de investigación de Chancay y Llacanora

Zona de estudio	Tramo	Tipo de vía	Distancia (Km)	Tiempo
Llacanora	Cajamarca – Llacanora (zona de investigación)	Asfaltada	10	23 min
	Cajamarca – San Marcos	Asfaltada	67	2h 10 min
Chancay	San Marcos – Chancay	Asfaltada	12	25 min
	Chancay – Zona de investigación	Asfaltada	7	12 min

2.8.4. Fisiografía

El relieve en las zonas Chancay y Llacanora se caracteriza por ser accidentada, ya que se localiza entre una altura mínima de 2800 msnm y 3360 msnm, por tener una topografía variada con pendiente que van desde muy bajas a pendientes altas.

Tabla 4.

Clasificación de las pendientes en las zonas de estudio

PENDIENTES (°)	TIPO
0 – 15	Baja
15 – 30	Moderada
30 – 45	Moderada – Alta
45 – 60	Alta
60 – 90	Muy alta

Fuente: Borkowski, 1994

2.8.5. Clima

La zona de estudio del distrito de Chancay presenta un clima templado, con temperaturas promedio mínimas y máximas que varían durante todo el año; presentando una variación de temperaturas mínimas que varía entre 12°C y 18°C por las noches, y con temperaturas máximas entre los 18°C y 26°C durante el día, según los datos obtenidos de la Estación meteorológica: San Marcos, Departamento: Cajamarca, Provincia: San Marcos y Distrito: Pedro Gálvez, con latitud 7°19'21.14''S y Longitud: 78°10'21.88''W y altitud: 2,287 msnm. Tipo:

Automática – meteorológica. Código: 4725E206.

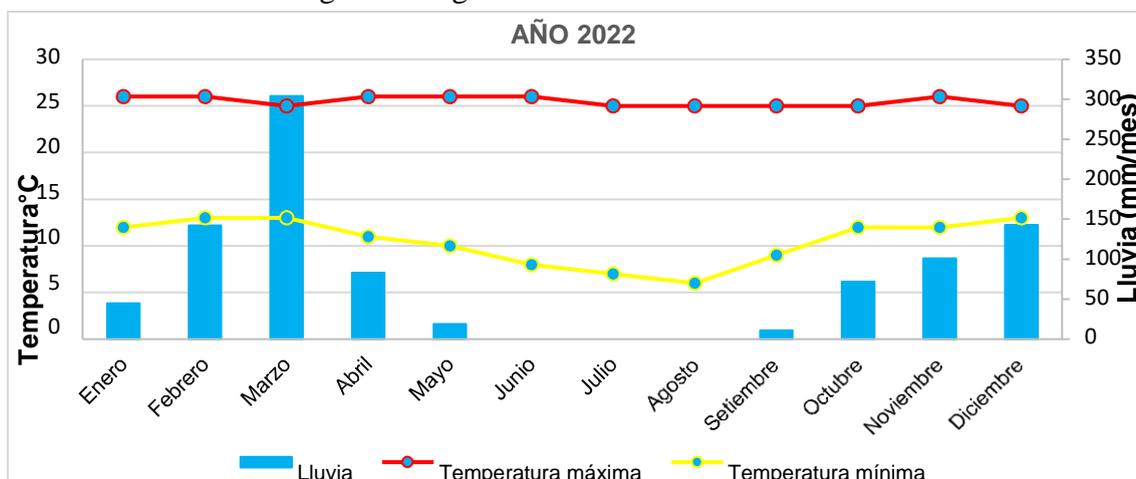


Figura 2. Temperatura promedio de San Marcos, tomada de (SENAMHI, 2022).

El clima de la zona de estudio de Llacanora, según el Senamhi el mes con temperatura más alta es setiembre (22.2°C); la temperatura más baja se da en el mes de julio (4.9°C); y llueve con mayor intensidad en el mes de marzo (118.78 mm/mes).

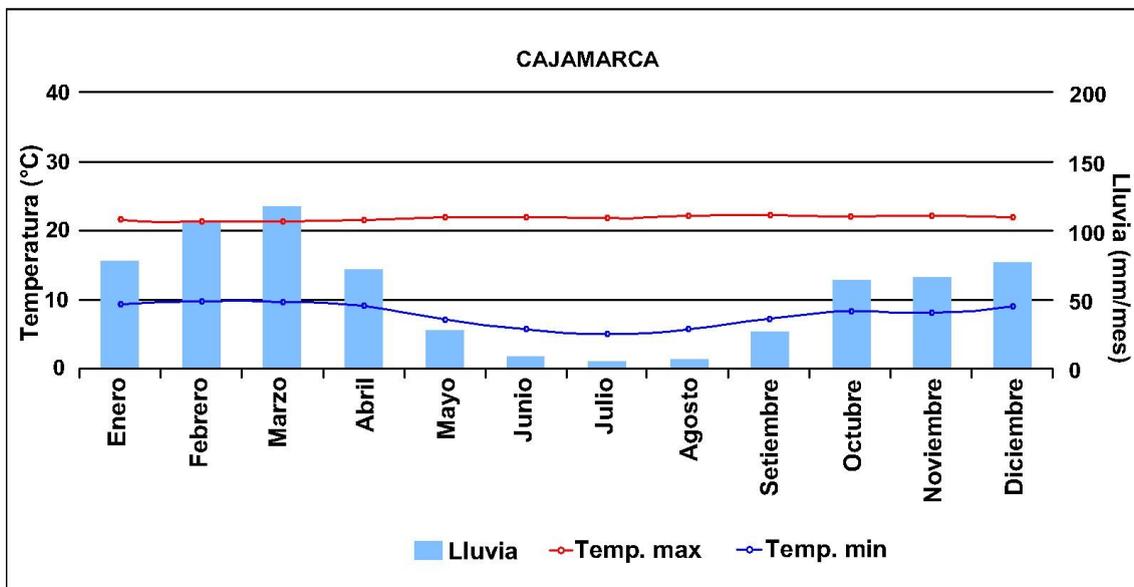


Figura 3. Temperatura promedio de San Marcos, tomada de (SENAMHI, 2022).

2.8.6. Vegetación

En la Zona de estudio de Chancay encontramos mayormente molle (*schinus molle*), espinos (*Acacia caven*), huabo (*Inga edulis*) y otras plantas de tallo corto.



Figura 4. Vegetación de la zona de estudio de Chancay

En la zona de estudio de Llacanora encontramos árboles como alisos (*Alnus Glutinosa*), cipreses (*Cupressus*), pinos (*Pinus Sylvestris*), eucaliptos (*Eucalyptus Camaldulensis Dehn*), capulíes (*Prunus Salicifolia*), pencas (*Agave sp*), ichu (*Stipa Ichu*); zonas de cultivo: maíz (*Zea Mays*), trigo (*Triticum aestivum*), cebada (*Hordeum vulgare*), etc.



Figura 5. Vegetación de la zona de estudio de Llacanora

2.8.7. Geomorfología

Las Unidades Morfogenéticas (UM) en las zonas de investigación, litológicamente formada por rocas sedimentarias, son el resultado de procesos geotectónicos desde el Cretáceo Inferior hasta el plioceno y de procesos morfogenéticos los que definen la morfoestructura de las zonas de investigación. Las geoformas en las zonas de investigación están directamente relacionadas con los procesos de erosión y acorde con su génesis, edad de las rocas, geometría del relieve y tipo de relieve.

Según, (Rodríguez, 2016) las unidades morfogenéticas se clasifican en planicies, laderas, lomadas y escarpas; las mismas que han sido identificadas en las zonas de investigación.

Tabla 5.

Clasificación de Unidades Morfogénicas

TIPO DE RELIEVE	
UNIDAD MORFOGENÉTICA	GEOMETRÍA
	PENDIENTE
Planicies	0° - 8°
Lomadas	8° - 20°
Laderas	20° - 50°
Escarpas	>50°

Fuente: Rodríguez, 2016

a) **Zona de Chancay**

Las planicies en la zona de Chancay están determinadas por pequeñas ondulaciones y suave pendiente que varía entre los 0° a 8° y están distribuidas en mayor extensión en la parte sur del área de investigación y a lo largo del cauce de la Quebrada Cedrocucho.

Las lomadas están representadas mayormente por depósitos coluviales provenientes de las formaciones Santa, Carhuaz, Farrat, utilizadas por los comuneros para el pastoreo, agricultura y ganadería.

Las laderas y las escarpas están formadas por afloramientos rocosos de areniscas de la Formación Farrat, debido a los agentes erosivos, pero en especial a su comportamiento frente a las deformaciones estructurales que han actuado durante fines del Mesozoico y el Cenozoico, los cuales han dado lugar a las geoformas actuales.

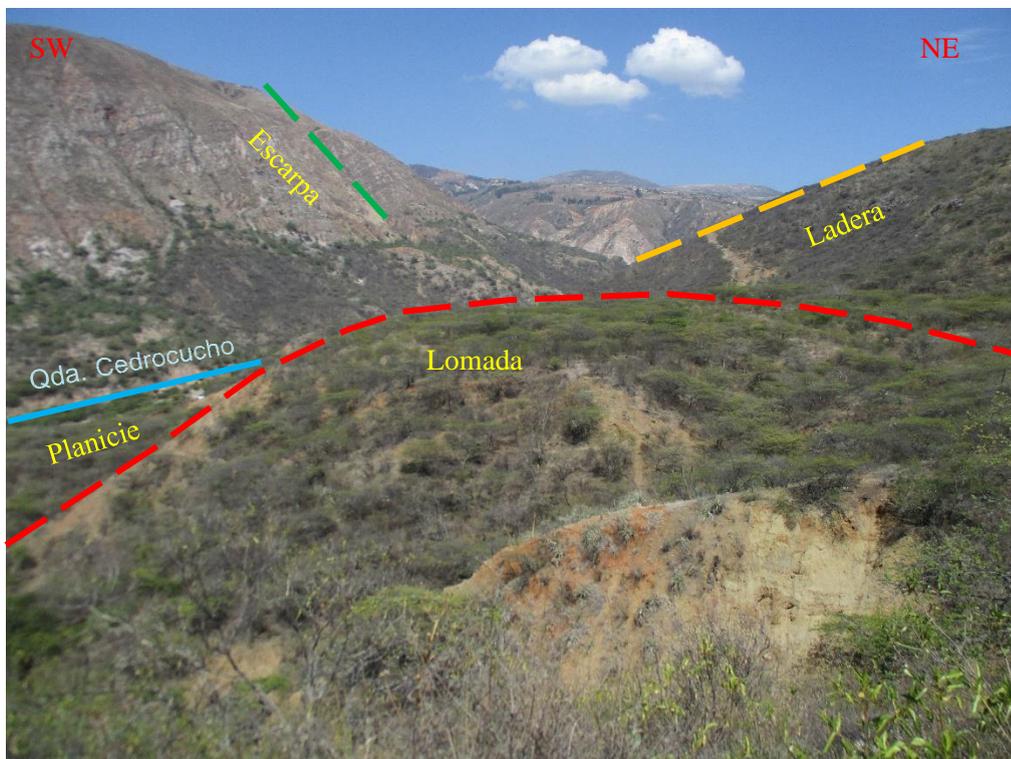


Figura 6. Unidades geomorfológicas identificadas en la zona de Chancay

b) Zona de Llacanora

Las planicies en la zona de Llacanora están determinadas por pequeñas ondulaciones y suave pendiente que varía entre los 0° a 8° y están distribuidas en mayor extensión en la parte sur del área de investigación y a lo largo del cauce del río Chonta con depósitos aluviales y fluvio-aluviales (Ver plano N° 09 de los anexos). Estas áreas son destinadas a actividades agrícolas y ganaderas de los pobladores.

Las lomadas se encuentran cubriendo en su mayor parte el área de estudio, utilizadas por los comuneros para el pastoreo, agricultura y ganadería. Litológicamente estas UM se encuentran sobre afloramientos rocosos de las formaciones Santa y Carhuaz.

Las laderas y escarpas están se encuentra formadas por areniscas y arcillitas meteorizadas de la Formación Farrat debido a los agentes erosivos, pero en especial a su comportamiento frente a las deformaciones estructurales que han actuado durante fines del Mesozoico y el Cenozoico, los cuales han dado lugar a las geoformas actuales.

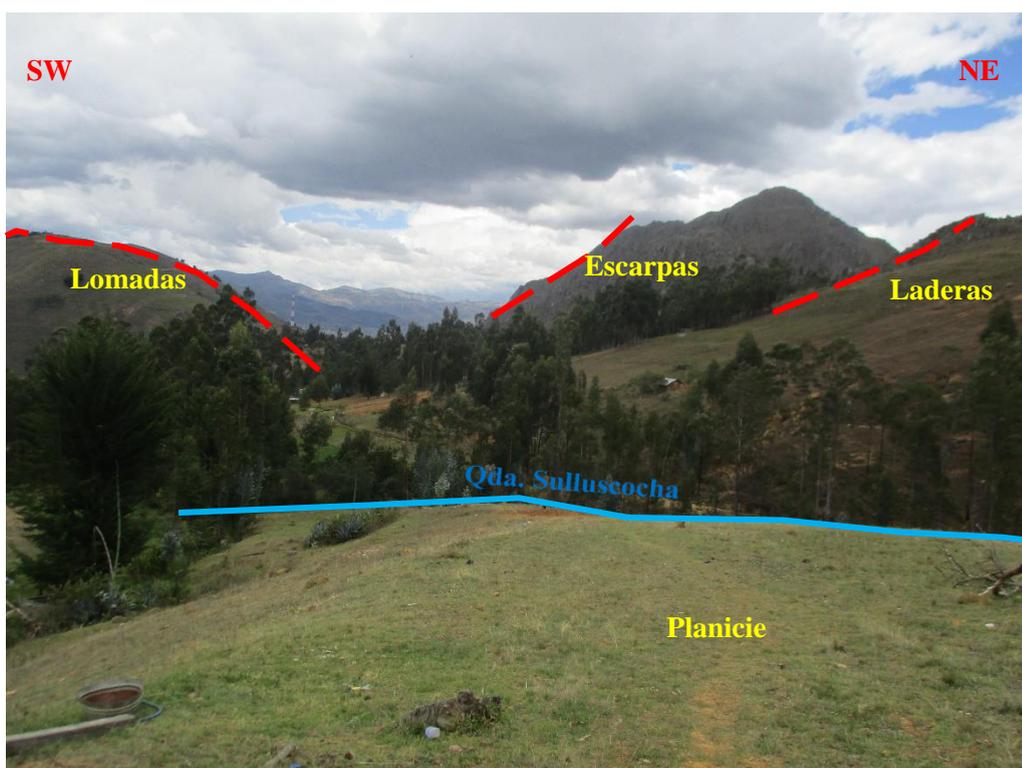


Figura 7. Unidades morfogénicas en la zona de Llacanora.

2.8.8. Geología Local

En la presente investigación trataremos principalmente de la Formación Santa, que pertenece al Grupo Goyllarisquizga del cretáceo inferior, ya que en esta se desarrollará el estudio de la correlación litoestratigráfica en las zonas de Chancay y Llacanora.

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	PISO	FORMACIÓN	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN										
								ERA	PERIO	ÉPOCA	EDAD						
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	Versiliano	Dep. fluviales y aluviales Dep. lagunares y glaciares			Arenas, gravas. Limos, arcillas.										
			Pleistoceno	Calabriano	Formación Condebamba	150		Conglomerados, areniscas y arcillas rojas.									
	Gelasiano	Formación Cajabamba		200		Lutitas, lodolitas, areniscas finas blanco amarillentas.											
	Mioceno	Serranvaliano		Formación Huambos (Formación Bambamarca)	300			Tobas dacíticas y traquiandesíticas blanquecinas.									
		Langhiniano															
		Burdigaliano															
		Aquitaniense															
		Chattiano															
	PALEÓGENO	Oligoceno	Rupeliano	Grupo Calipuy	Formación Porculla	2100		Tobas blanco amarillentas intercaladas con areniscas rojizas, conglomerados y piroclastos.									
			Priaboniano														
			Bartoniano														
		Eoceno	Luteciano					Formación Llama	600			Tobas blanquecinas intercaladas con delgados lechos de areniscas y lutitas tobáceas.					
			Ypresiano														
			Paleoceno									Thanetiano	Formación Chota	500			Conglomerados con cantos de areniscas cuarzosas.
												Selandiano					
	Daniano																
	Maastrichtiano																
	MESOZOICO	CRETÁCEO	Superior	Senoniano	Formación Celendín	200		Calizas, margas y lutitas fosilíferas gris amarillentas.									
				Turoniano	Formación Cajamarca	600 - 700			Calizas macizas gris claras a oscuras de bancos potentes, con intercalación de horizontes de lutitas y margas.								
					Grupo Quilquiñán y Formación Mujarrún	500			Calizas nodulares macizas, margas y lutitas pardo amarillentas fosilíferas.								
Cenomaniano				Gpo. Pulluicana	Formación Yumagual	700			Calizas gris parduscas, fosilíferas (exogyra), margas y escasos niveles de lutitas. Hacia el piso con horizontes de chert y calizas nodulares.								
					Gpo. Crisnejas	Formación Pariatambo	150 - 200			Calizas bituminosas, intercaladas con lutitas grises de estratificación delgada.							
			Formación Chúlec	200 - 250				Calizas arenosas, lutitas calcáreas y margas.									
Inferior			Aptiano	Formación Inca	150			Areniscas ferruginosas, argilitas, limolitas y lutitas.									
				Grupo Goyllarizquiza	Formación Farrat	500			Areniscas cuarzosas blanquecinas de bancos potentes y horizontes litarenosas.								
					Formación Carhuaz	500			Areniscas rojizas y areniscas cuarzosas intercaladas con horizontes de lutitas grises.								
			Neocomiano	Formación Santa	100 - 150			Lutitas grises y calizas margosas.									
	Formación Chimú	80 - 600				Areniscas cuarzosas fracturadas, lutitas y niveles de carbón en la parte inferior.											

Figura 8. Formación Santa perteneciente al grupo Goyllarizquiza en la columna estratigráfica de Cajamarca, modificada por (Herrera, 2012).

La Formación Santa en la zona de Chancay consiste en una intercalación de lutitas y calizas margosas, areniscas y limolitas, se evidencia también presencia de mantos de carbón y de anhidrita, la misma que se encuentra formando capas gruesas en las fracturas, aparece con mucha frecuencia en las fracturas de las calizas, arcillolitas y limolitas, esta formación se presenta con un espesor aproximado de 100 a 150 m. Sobreyace a la formación Chimú e infrayace a la formación Carhuaz, aparentemente con discordancia paralela en ambos casos.

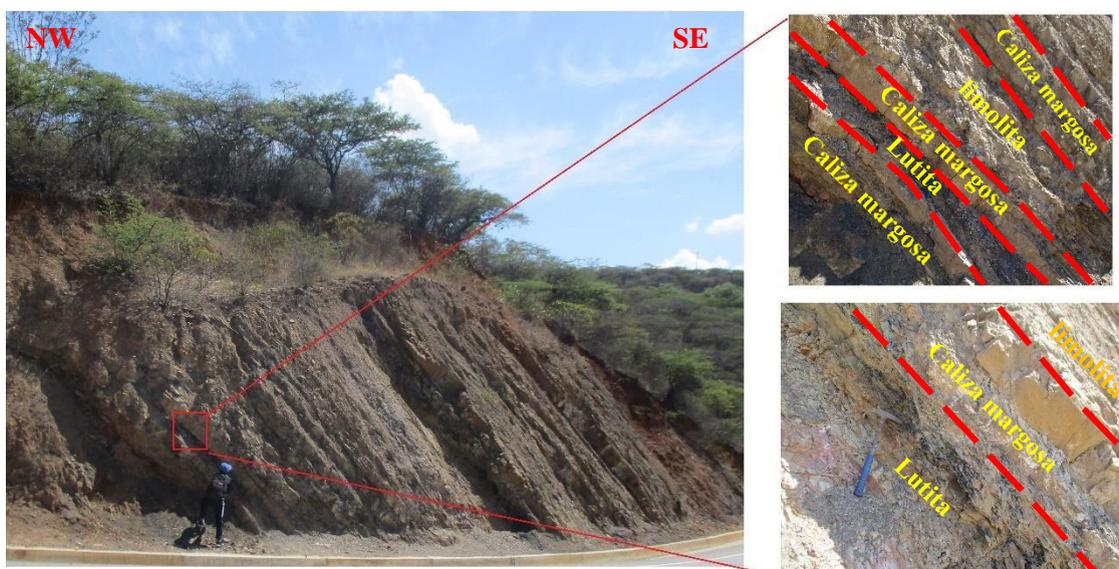


Figura 9. Parte superior de la Formación Santa, en la que se observa intercalación de calizas margosas, lutitas grises y limolitas.

La Formación Santa en la zona de Llacanora consiste en una intercalación de lutitas y calizas margosas, areniscas y limolitas, se evidencia también presencia de mantos de carbón, esta formación se presenta con un espesor aproximado de 100 a 150 m. La formación Santa se observa generalmente con un tono gris marrón, sus afloramientos topográficamente conforman depresiones, están cubiertos mayormente por depósitos cuaternarios razón por la que sólo son observables para

realizar el estudio en las quebradas Saullo y Sulluscocha y en la carretera que une
Cajamarca con Llacanora.

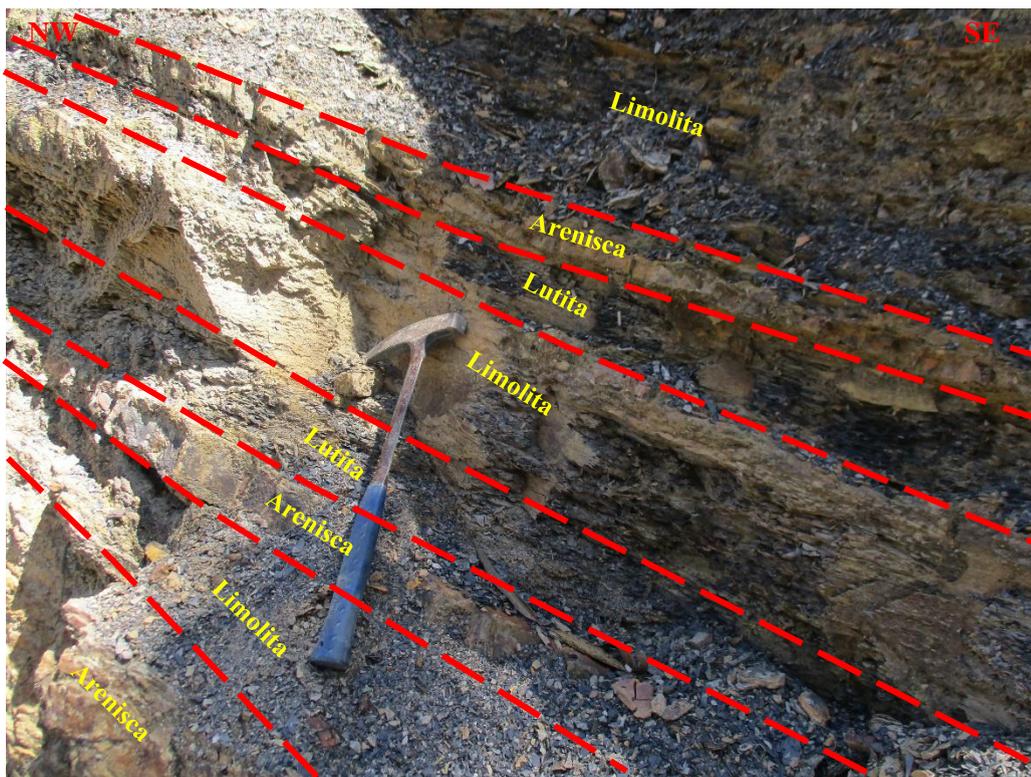


Figura 10. Parte inferior de la Formación Santa en el sector de Llacanora, en la que se observa intercalación de calizas margosas, lutitas grises y limolitas.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Descripción petrológica

La Formación Santa en las zonas de estudio se ha dividido en Miembro I, II y III; la que está formada principalmente de una alternancia de lutitas limolitas, calizas y mantos de carbón bituminoso en el Miembro II, se obtuvieron muestras representativas las que se describen a continuación haciendo uso de las clasificaciones de (Dunham, 1962), (Folk, 1974), (J. Udden Y C. Wentrth, 1979), (Pettijohn, 1975).

3.1.1. Descripción petrológica de la zona de Chancay

N° DE MUESTRA	01	CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA
		CLASIFICACIÓN DE J. UDDEN Y C. WENTRTH (1979) Es una arenisca de grano medio
		CLASIFICACIÓN SEGÚN PETTIJOHN 1975 Se clasifica como una cuarzoarenita ya que presenta aproximadamente menor al 5% de matriz

Figura 11. Clasificación macroscópica de la muestra N° 01 según J. Udden y C. Wentrth (1979) y Pettijohn 1975, del Miembro I de la Formación Santa de la zona de Chancay. Coordenadas: 817447E, 9178546N y 2324 m.s.n.m.

CLASIFICACION DE SEDIMENTOS		
Límites de Clases (milímetros)	Clases de tamaño	Término para roca
256 16 4 2	Grañas	Conglomerado Brecha Rudita Rocas rudáceas
	Peñascos	
	Mataténas	
	Guijarros	
1 0.05 0.25 0.125 0.0625 0.0312 0.0156 0.0078 0.0039	Arenas muy gruesas	Arenisca Arenita Rocas arenáceas
	Arenas gruesas	
	Arenas medianas	
	Arenas finas	
	Arenas muy finas	
	Limos	
Limo grueso		
Limo medio		
Limo fino		
	Limo muy fino	
	Arcilla	

Figura 12. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N° 1 de la zona de Chancay, como una arenisca.

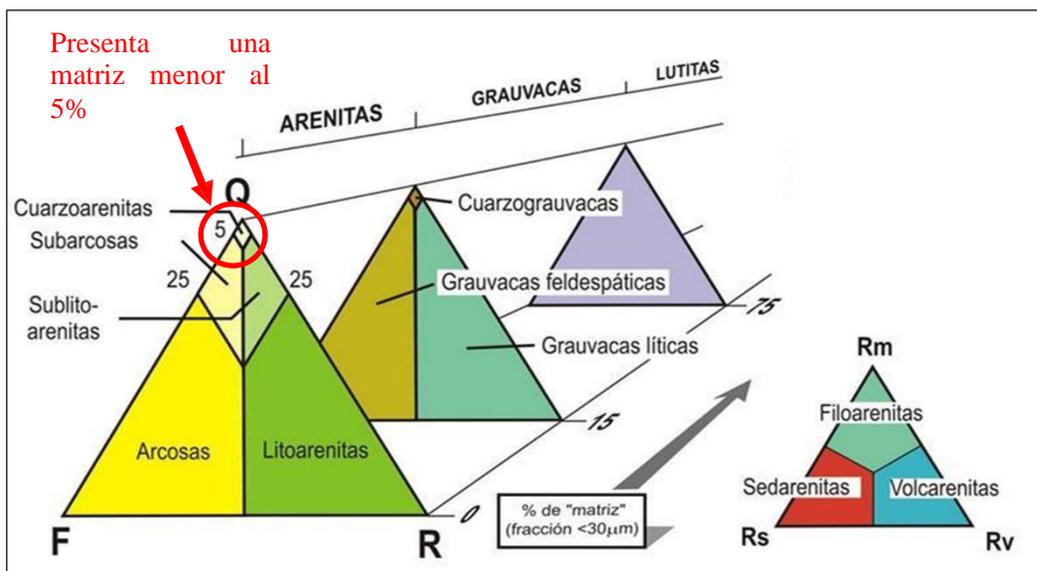


Figura 13. Clasificación según Pettijohn 1975 de la muestra N° 1 de la zona de Chancay, como una cuarzoarenita.

N° DE MUESTRA

02

**CLASIFICACIÓN DE LA
MUESTRA**

**CLASIFICACIÓN DE J. UDDEN
Y C. WENTRTH (1979)**



Es una **limolita** de grano medio a fino

**CLASIFICACIÓN DE
TWENHOFEL (1937) Y TUCKER
(1991)**

Presenta abundante limo al observarse
con lupa por lo que se clasifica como
una **limolita**

Figura 14. Clasificación macroscópica de la muestra N° 02 según J. Udden y C. Wenttrth (1979) y Twenhofel (1937) y Tucker (1991), del Miembro I de la Formación Santa de la zona de Chancay. Coordenadas: 817475E, 9178512N y 2327 m.s.n.m.

CLASIFICACION DE SEDIMENTOS			
Límites de Clases (milímetros)	Clases de tamaño		Término para roca
256 16 4 2	G r a v a s	Peñascos	Conglomerado Brecha Rudita Rocas rudáceas
		Mataténas	
		Guijarros	
		Gránulos	
1 0.05 0.25 0.125 0.0625	A r e n a s	Arenas muy gruesas	Arenisca Arenita Rocas arenáceas
		Arenas gruesas	
		Arenas medianas	
		Arenas finas	
		Arenas muy finas	
0.0312 0.0156 0.0078 0.0039	L i m o s	Limo grueso	Argilita Rocas argiláceas Lodolita Rocas Lodosas Lutita
		Limo medio	
		Limo fino	
		Limo muy fino	
		Arcilla	Lutita

Figura 15. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N° 02 de la zona de Chancay, como una limolita.

Porcentaje de arcilla constituyente	> 50% de arcilla	< 50% arcillas	No se conoce nombre de grupo
Descripción de mano de sedimentos inconsolidados	Presenta propiedades* plásticas	Abundante limo visible con lupa y tiene una textura arenosa	
Nombre raíz	Sedimentos arcilloso	Sedimentos limosos	Lodos
Descripción de mano de sedimentos litificados	Con grano extremadamente finos con aspecto homogéneo	Abundante limo visible con una lupa	
Nombre raíz	Arcillita	Limolita	Lodolitas

Figura 16. Clasificación de la muestra N° 02 según Twenhofel (1937) y Tucker (1991), zona de Chancay, clasificada como una limolita.

N° DE MUESTRA 03

CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA

CLASIFICACIÓN DE J. UDDEN Y C. WENTRTH (1979)



Presenta granos de arena de grano fino a medio, por lo que se clasifica como una **arenisca**.

Figura 17. Clasificación macroscópica de la muestra N° 03 de la zona de Chancay, según J. Udden y C. Wenttrth (1979), del Miembro I de la Formación Santa. Coordenadas: 817586E, 9178426N y 2335 m.s.n.m.

CLASIFICACION DE SEDIMENTOS			
Límites de Clases (milímetros)	Clases de tamaño		Término para roca
256 16 4 2	G r a v a s	Peñascos	Conglomerado Brecha Rudita Rocas rudáceas
		Mataténas	
		Guijarros	
		Gránulos	
1 0.05 0.25 0.125 0.0625	A r e n a s	Arenas muy gruesas	Arenisca Arenita Rocas arenáceas
		Arenas gruesas	
		Arenas medianas	
		Arenas finas	
		Arenas muy finas	
0.0312 0.0156 0.0078 0.0039	L i m o s	Limo grueso	Limo Lutita
		Limo medio	
		Limo fino	
		Limo muy fino	
	Arcilla	Lutita	Argilita Rocas argiláceas Lodolita Rocas Lodosas Lutita

Figura 18. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N° 03 de la zona de Chancay, como una arenisca.

N° DE MUESTRA	04	CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA
		CLASIFICACIÓN DE J. UDDEN Y C. WENTRTH (1979)
		Es una limolita de grano a fino
		CLASIFICACIÓN DE TWENHOFEL (1937) Y TUCKER (1991)
		Presenta abundante limo al observarse con lupa por lo que se clasifica como una limolita

Figura 19. Clasificación macroscópica de la muestra N° 04 de la zona de Chancay, según J. Udden y C. Wenttrth (1979) y Twenhofel (1937) y Tucker (1991), del Miembro II de la Formación Santa. Coordenadas: 817788E, 9178328N y 2362 m.s.n.m.

CLASIFICACION DE SEDIMENTOS			
Límites de Clases (milímetros)	Clases de tamaño		Término para roca
256 16 4 2	G r a v a s	Peñascos	Conglomerado Brecha Rudita Rocas rudáceas
		Mataténas	
		Guijarros	
		Gránulos	
1 0.05 0.25 0.125 0.0625	A r e n a s	Arenas muy gruesas	Arenisca Arenita Rocas arenáceas
		Arenas gruesas	
		Arenas medianas	
		Arenas finas	
		Arenas muy finas	
0.0312 0.0156 0.0078 0.0039	L i m o s	Limo grueso	Argilita Rocas argiláceas Lodolita Rocas Lodosas Lutita
		Limo medio	
		Limo fino	
		Limo muy fino	
		Arcilla	Lutita

Figura 20. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N° 04 de la zona de Chancay, como una limolita.

Porcentaje de arcilla constituyente	> 50% de arcilla	< 50% arcillas	No se conoce nombre de grupo
Descripción de mano de sedimentos inconsolidados	Presenta propiedades* plásticas	Abundante limo visible con lupa y tiene una textura arenosa	
Nombre raíz	Sedimentos arcilloso	Sedimentos limosos	Lodos
Descripción de mano de sedimentos litificados	Con grano extremadamente finos con aspecto homogéneo	Abundante limo visible con una lupa	
Nombre raíz	Arcillita	Limolita	Lodolitas

Figura 21. Clasificación de la muestra N° 04 según Twenhofel (1937) y Tucker (1991), clasificada como una limolita.

N° DE MUESTRA	05	CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA
		CLASIFICACIÓN DE J. UDDEN Y C. WENTRTH (1979)
		Está compuesta mayormente por arcilla por lo que se clasifica como lutita .
		CLASIFICACIÓN SEGÚN PETTIJOHN 1975
		Se clasifica como una lutita ya que presenta una matriz mayor al 75%.
		CLASIFICACIÓN DE TWENHOFEL (1937) Y TUCKER (1991)
		Presenta abundante limo al observarse con lupa por lo que se clasifica como una arcillita .

Figura 22. Clasificación macroscópica de la muestra N° 05 de la zona de Chancay, según J. Udden y C. Wenttrth (1979), clasificación de Twenhofel (1937) y Tucker (1991) y Pettijohn 1975, del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 817940E, 9178250N y 2386 m.s.n.m.

CLASIFICACION DE SEDIMENTOS			
Límites de Clases (milímetros)	Clases de tamaño		Término para roca
256 16 4 2	G r a v a s	Peñascos	Conglomerado Brecha Rudita Rocas rudáceas
		Mataténas	
		Guijarros	
		Gránulos	
1 0.05 0.25 0.125 0.0625	A r e n a s	Arenas muy gruesas	Arenisca Arenita Rocas arenáceas
		Arenas gruesas	
		Arenas medianas	
		Arenas finas	
		Arenas muy finas	
0.0312 0.0156 0.0078 0.0039	L i m o s	Limo grueso	L i m o l i t a Argilita Rocas argiláceas Lodolita Rocas Lodosas Lutita
		Limo medio	
		Limo fino	
		Limo muy fino	
		Arcilla	Lutita

Figura 23. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N° 05 de la zona de Chancay, como una lutita.

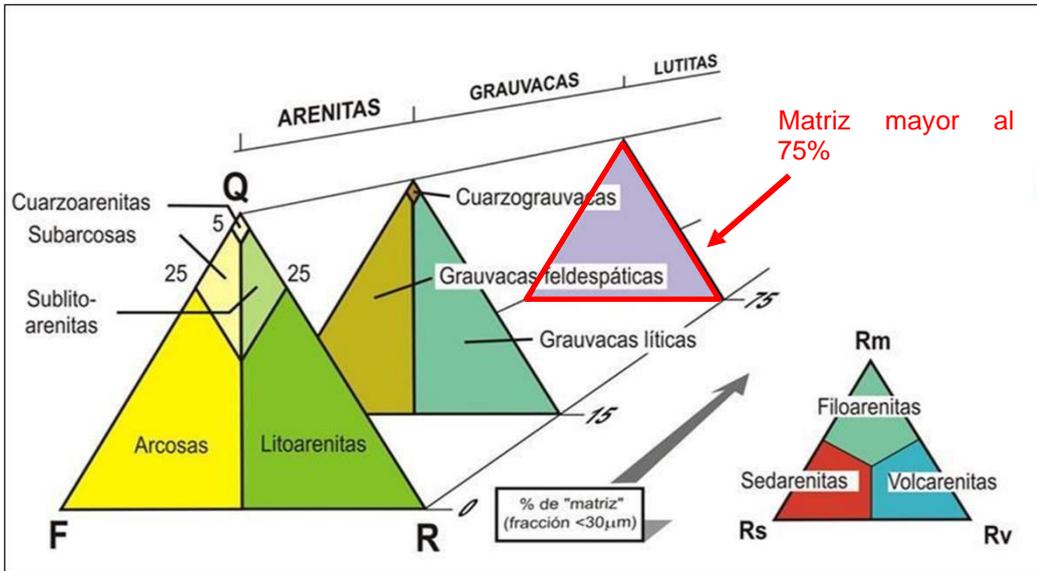


Figura 24. Clasificación según Pettijohn 1975 de la muestra N° 05 de la zona de Chancay, como una lutita.

Porcentaje de arcilla constituyente	> 50% de arcilla	< 50% arcillas	No se conoce nombre de grupo
Descripción de mano de sedimentos inconsolidados	Presenta propiedades* plásticas	Abundante limo visible con lupa y tiene una textura arenosa	
Nombre raíz	Sedimentos arcilloso	Sedimentos limosos	Lodos
Descripción de mano de sedimentos litificados	Con grano extremadamente finos con aspecto homogéneo	Abundante limo visible con una lupa	
Nombre raíz	Arcillita	Limolita	Lodolitas

Figura 25. Clasificación de la muestra N° 04 según Twenhofel (1937) y Tucker (1991), zona de Chancay, clasificada como una arcillita.

N° DE MUESTRA **06** **CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA**
CLASIFICACIÓN DE DUNHAM 1962



Es una **caliza mudstone** ya que presenta menor del 10% aproximadamente de granos

Figura 26. Clasificación macroscópica de la muestra N° 06 de la zona de Chancay, según Duham (1962), del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 817850E, 9178444N y 2391 m.s.n.m.

Textura deposicional reconocible				Textura deposicional no reconocible	
Componentes originales no unidos durante la sedimentación			Componentes originales unidos durante el desarrollo de una bioconstrucción		
Con barro micrítico		Esqueleto clasto-soportado sin barro micrítico			
Esqueleto matriz-soportado	Esqueleto grano-soportado		Cristalina		
< 10 % granos	> 10 % granos				
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	

Figura 27. Clasificación de la muestra N° 06 según Duham (1962), de la zona de Chancay, como una caliza mudstone.

N° DE MUESTRA **07** **CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA**
CLASIFICACIÓN DE DUNHAM 1962



Es una **caliza wackestone** ya que presenta mayor del 10% aproximadamente de granos

Figura 28. Clasificación macroscópica de la muestra N° 07 de la zona de Chancay, según Duham (1962), del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 817940E, 9178504N y 235 m.s.n.m.

Textura deposicional reconocible				Textura deposicional no reconocible	
Componentes originales no unidos durante la sedimentación			Esqueleto clasto-soportado sin barro micrítico	Componentes originales unidos durante el desarrollo de una bio-construcción	Cristalina
Con barro micrítico		Esqueleto grano-soportado			
Esqueleto matriz-soportado	Esqueleto grano-soportado				
< 10 % granos	> 10 % granos				
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	

Figura 29. Clasificación de la muestra N° 07 según Duham (1962), de la zona de Chancay, como una caliza wackestone.



CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA

CLASIFICACIÓN DE DUNHAM 1962

Presenta una textura grano-soportada por lo que se clasifica como una **caliza packstone**

Figura 30. Clasificación macroscópica de la muestra N° 08 de la zona de Chancay, según Duham (1962), del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 817909E, 9178508N y 2400 m.s.n.m.

Textura deposicional reconocible				Textura deposicional no reconocible	
Componentes originales no unidos durante la sedimentación			Esqueleto clasto-soportado sin barro micrítico	Componentes originales unidos durante el desarrollo de una bio-construcción	Cristalina
Con barro micrítico		Esqueleto grano-soportado			
Esqueleto matriz-soportado					
< 10 % granos	> 10 % granos				
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	

Figura 31. Clasificación de la muestra N° 08 según Duham (1962), de la zona de Chancay, como una caliza packstone.



Figura 32. Muestra de mano de carbón bituminoso del Miembro II de la Formación Santa de la zona de Chancay. Coordenadas: 817869E, 9178170N y 2349 m.s.n.m.

3.1.2. Descripción petrológica de la zona de Llacanora

N° DE MUESTRA	01	CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA
	CLASIFICACIÓN DE J. UDDEN Y C. WENTRTH (1979)	
	Conformados por limos de grano fino a medio, por lo que se clasifica como una limolita	
		CLASIFICACIÓN DE TWENHOFEL (1937) Y TUCKER
		Presenta abundante limo al observarse con lupa por lo que se clasifica como una limolita

Figura 33. Clasificación macroscópica de la muestra N° 01 de la zona de Llacanora, según J. Udden y C. Wenttrth (1979) y clasificación de Twenhofel (1937) y Tucker (1991), del Miembro I de la Formación Santa. Coordenadas: 783201E, 9204752N y 2646 m.s.n.m.

CLASIFICACION DE SEDIMENTOS			
Límites de Clases (milímetros)	Clases de tamaño		Término para roca
256 16 4 2	G r a v a s	Peñascos	Conglomerado Brecha Rudita Rocas rudáceas
		Mataténas	
		Guijarros	
		Gránulos	
1 0.05 0.25 0.125 0.0625	A r e n a s	Arenas muy gruesas	Arenisca Arenita Rocas arenáceas
		Arenas gruesas	
		Arenas medianas	
		Arenas finas	
		Arenas muy finas	
0.0312 0.0156 0.0078 0.0039	L i m o s	Limo grueso	Argilita Rocas argiláceas Lodolita Rocas Lodosas Lutita
		Limo medio	
		Limo fino	
		Limo muy fino	
		Arcilla	Lutita

Figura 34. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N° 01 de la zona de Llacanora, como una limolita.

Porcentaje de arcilla constituyente	> 50% de arcilla	< 50% arcillas	No se conoce nombre de grupo
Descripción de mano de sedimentos inconsolidados	Presenta propiedades* plásticas	Abundante limo visible con lupa y tiene una textura arenosa	
Nombre raíz	Sedimentos arcilloso	Sedimentos limosos	Lodos
Descripción de mano de sedimentos litificados	Con grano extremadamente finos con aspecto homogéneo	Abundante limo visible con una lupa	
Nombre raíz	Arcillita	Limolita	Lodolitas

Figura 35. Clasificación de la muestra N° 01 según Twenhofel (1937) y Tucker (1991), de la zona de Llacanora, clasificada como una limolita.

N° DE MUESTRA	02	CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA
		CLASIFICACIÓN DE J. UDDEN Y C. WENTRTH (1979)
		Es una arenisca de grano medio
		CLASIFICACIÓN SEGÚN PETTIJOHN 1975
		Se clasifica como una cuarzoarenita ya que presenta aproximadamente menor al 5% de matriz

Figura 36. Clasificación macroscópica de la muestra N° 02 de la zona de Llacanora, según J. Udden y C. Wenttrth (1979) y clasificación de Pettijohn (1975), del Miembro I de la Formación Santa. Coordenadas: 783456E, 9204708N y 2647 m.s.n.m.

CLASIFICACION DE SEDIMENTOS		
Límites de Clases (milímetros)	Clases de tamaño	Término para roca
256	Grañas	Conglomerado Brecha Rudita Rocas rudáceas
16	Mataténas	
4	Guijarros	
2	Gránulos	
1	Arenas muy gruesas	Arenisca Arenita Rocas arenáceas
0.05	Arenas gruesas	
0.25	Arenas medianas	
0.125	Arenas finas	
0.0625	Arenas muy finas	
0.0312	Limo grueso	Limosilita Argilita Rocas argiláceas Lodolita Rocas Lodosas Lutita
0.0156	Limo medio	
0.0078	Limo fino	
0.0039	Limo muy fino	
	Arcilla	Lutita

Figura 37. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N°02 de la zona de Llacanora, como una arenisca.

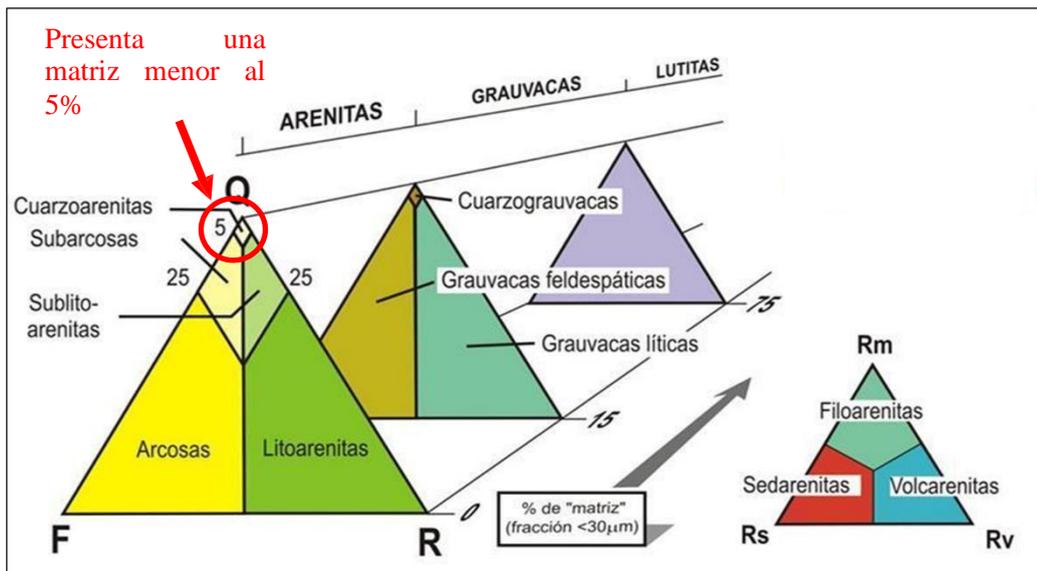


Figura 38. Clasificación según Pettijohn 1975 de la muestra N° 02 de la zona de Llacanora, como una cuarzoarenita.

N° DE MUESTRA	03	CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA
	<p>CLASIFICACIÓN DE J. UDDEN Y C. WENTRTH (1979)</p>	<p>Conformados por limos de grano fino a medio, por lo que se clasifica como una limolita</p>
	<p>CLASIFICACIÓN DE TWENHOFEL (1937) Y TUCKER</p>	<p>Presenta abundante limo al observarse con lupa por lo que se clasifica como una limolita</p>

Figura 39. Clasificación macroscópica de la muestra N° 04 de la zona de Llacanora, según J. Udden y C. Wenttrth (1979) y clasificación de Twenhofel (1937) y Tucker (1991), del Miembro II de la Formación Santa. Coordenadas: 783540E, 9204734N y 2653 m.s.n.m.

CLASIFICACION DE SEDIMENTOS			
Límites de Clases (milímetros)	Clases de tamaño		Término para roca
256 16 4 2	G r a v a s	Peñascos	Conglomerado Brecha Rudita Rocas rudáceas
		Mataténas	
		Guijarros	
		Gránulos	
1 0.05 0.25 0.125 0.0625	A r e n a s	Arenas muy gruesas	Arenisca Arenita Rocas arenáceas
		Arenas gruesas	
		Arenas medianas	
		Arenas finas	
		Arenas muy finas	
0.0312 0.0156 0.0078 0.0039	L i m o s	Limo grueso	Argilita Rocas argiláceas Lodolita Rocas Lodosas Lutita
		Limo medio	
		Limo fino	
		Limo muy fino	
		Arcilla	Lutita

Figura 40. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N° 03 de la zona de Llacanora, como una limolita.

Porcentaje de arcilla constituyente	> 50% de arcilla	< 50% arcillas	No se conoce nombre de grupo
Descripción de mano de sedimentos inconsolidados	Presenta propiedades* plásticas	Abundante limo visible con lupa y tiene una textura arenosa	
Nombre raíz	Sedimentos arcilloso	Sedimentos limosos	Lodos
Descripción de mano de sedimentos litificados	Con grano extremadamente finos con aspecto homogéneo	Abundante limo visible con una lupa	
Nombre raíz	Arcillita	Limolita	Lodolitas

Figura 41. Clasificación de la muestra N° 03 según Twenhofel (1937) y Tucker (1991), zona de Llacanora, clasificada como una limolita.

N° DE MUESTRA	04	CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA
		CLASIFICACIÓN DE J. UDDEN Y C. WENTRTH (1979)
		Está compuesta mayormente por arcilla por lo que se clasifica como lutita .
		CLASIFICACIÓN SEGÚN PETTIJOHN 1975
		Se clasifica como una lutita ya que presenta una matriz mayor al 75%.
		CLASIFICACIÓN DE TWENHOFEL (1937) Y TUCKER
		Presenta abundante limo al observarse con lupa por lo que se clasifica como una arcillita .

Figura 42. Clasificación macroscópica de la muestra N° 04 de la zona de Llacanora, según J. Udden y C. Wenttrth (1979), clasificación de Twenhofel (1937) y Tucker (1991) y Pettijohn (1975), del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 784487E, 9204471N y 2689 m.s.n.m.

CLASIFICACION DE SEDIMENTOS			
Límites de Clases (milímetros)	Clases de tamaño		Término para roca
256 16 4 2	G r a v a s	Peñascos	Conglomerado Brecha Rudita Rocas rudáceas
		Mataténas	
		Guijarros	
		Gránulos	
1 0.05 0.25 0.125 0.0625	A r e n a s	Arenas muy gruesas	Arenisca Arenita Rocas arenáceas
		Arenas gruesas	
		Arenas medianas	
		Arenas finas	
		Arenas muy finas	
0.0312 0.0156 0.0078 0.0039	L i m o s	Limo grueso	Argilita Rocas argiláceas Lodolita Rocas Lodosas Lutita
		Limo medio	
		Limo fino	
		Limo muy fino	
		Arcilla	

Figura 43. Clasificación según J. Udden y C. Wenttrth (1979) de la muestra N° 04 de la zona de Llacanora, como una lutita.

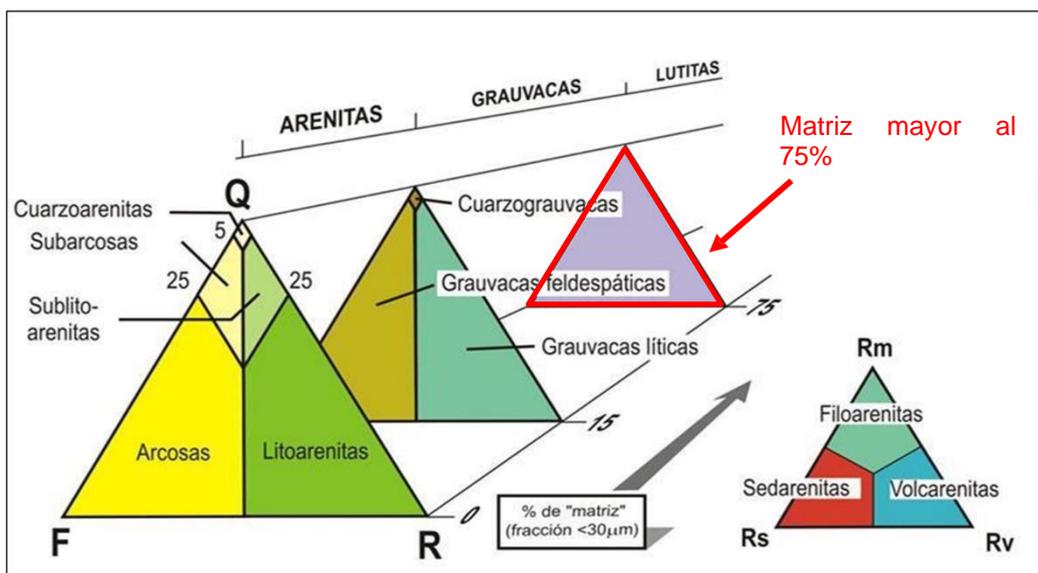


Figura 44. Clasificación según Pettijohn 1975 de la muestra N° 04 de la zona de Llacanora, como una lutita.

Porcentaje de arcilla constituyente	> 50% de arcilla	< 50% arcillas	No se conoce nombre de grupo
Descripción de mano de sedimentos inconsolidados	Presenta propiedades* plásticas	Abundante limo visible con lupa y tiene una textura arenosa	
Nombre raíz	Sedimentos arcilloso	Sedimentos limosos	Lodos
Descripción de mano de sedimentos litificados	Con grano extremadamente finos con aspecto homogéneo	Abundante limo visible con una lupa	
Nombre raíz	Arcillita	Limolita	Lodolitas

Figura 45. Clasificación de la muestra N° 05 según Twenhofel (1937) y Tucker (1991), zona de Llacanora, clasificada como una arcillita.

N° DE MUESTRA **05** **CLASIFICACIÓN DE LA**

MUESTRA

CLASIFICACIÓN DE DUNHAM

1962



Es una **caliza mudstone** ya que presenta menor del 10% aproximadamente de granos

Figura 46. Clasificación macroscópica de la muestra N° 04 de la zona de Llacanora, según J. Udden y C. Wenttrth (1979) y clasificación de Folk (1974), del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 783783E, 9204748N y 2675 m.s.n.m.

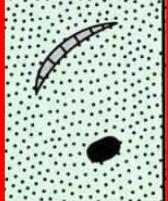
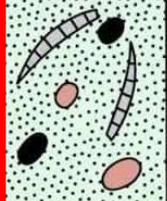
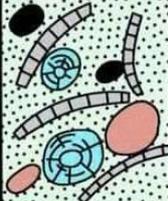
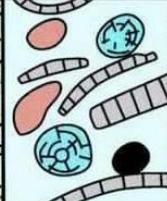
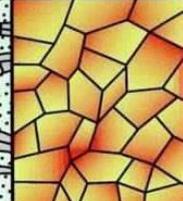
Textura deposicional reconocible				Textura deposicional no reconocible	
Componentes originales no unidos durante la sedimentación			Esqueleto clasto-soportado sin barro micrítico	Componentes originales unidos durante el desarrollo de una bio-construcción	
Con barro micrítico		Esqueleto grano-soportado			
Esqueleto matriz-soportado	Esqueleto grano-soportado				
< 10 % granos	> 10 % granos				
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Cristalina
					

Figura 47. Clasificación de la muestra N° 05 según Duham (1962), de la zona de Llacanora, como un caliza mudstone.



Figura 48. Muestra de mano de carbón bituminoso del Miembro II de la Formación Santa de la zona de Llacanora. Coordenadas: 783426E, 9204785N y 2651 m.s.n.m.

3.2. Litoestratigrafía

Para realizar la presente investigación para un mejor detalle la Formación Santa propone tres posibles miembros, I, II y III, cabe resaltar que aun falta definir los estratotipos en ambas zonas tanto de Chancay así como de Llacanora.

3.2.1. Litoestratigrafía de la zona de Chancay

3.2.1.1. Litología

A. Miembro I

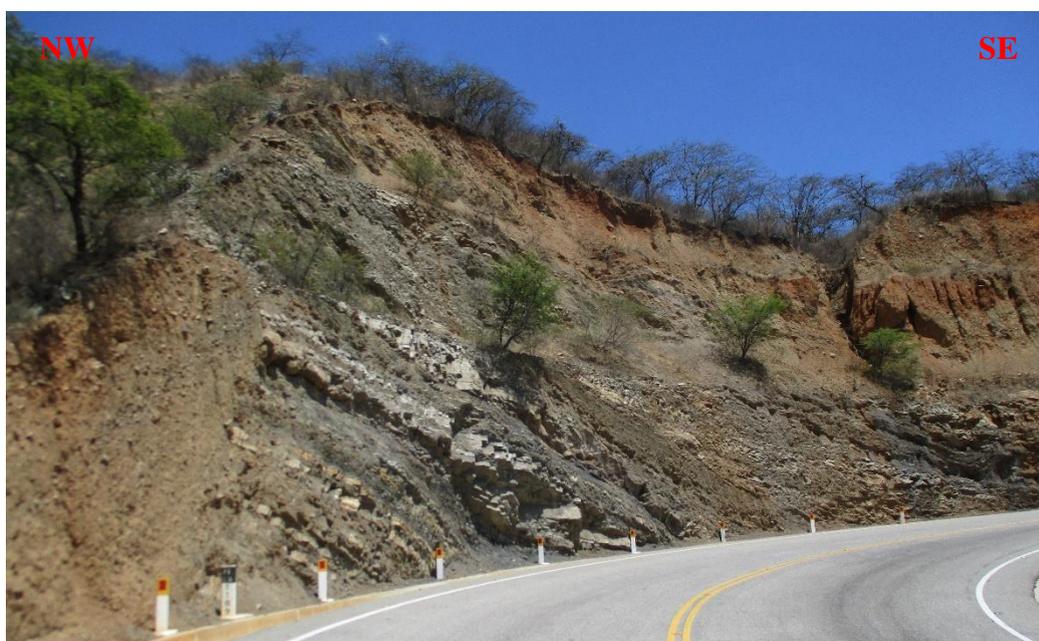


Figura 49. Vista panorámica del Miembro I de la Formación Santa en el margen derecho de la carretera Chancay a Cajabamba.

El espesor del Miembro I en la zona de estudio es de 45 metros para lo cual se elaboró una columna estratigráfica que se puede ver en los anexos – Columna litoestratigráfica 01.

Tabla 6.
Coordenadas del Miembro I de la Formación Santa en la zona de Chancay

Miembro I			
Base		Techo	
Este	Norte	Este	Norte
817330	9178542	817676	9178415

Este miembro consta en la parte inferior de una intercalación de lutitas grises, limolitas grises con areniscas de grano fino a medio además de observarse la presencia de limos que se encuentran rellenando las fracturas.



Figura 50. Intercalación de limolitas, lutita y arenisca de grano fino a medio, corte de carretera Chancay a Cajabamba. Coordenadas: 817396E, 9178562N y 2330 m.s.n.m.

La parte media de este miembro consiste en una intercalación de areniscas de color rojizo de grado medio fuertemente fracturadas con estratos de lutitas de hasta 10cm de espesor y limolitas, además de estar alteradas muestran una coloración blanco amarillentas.

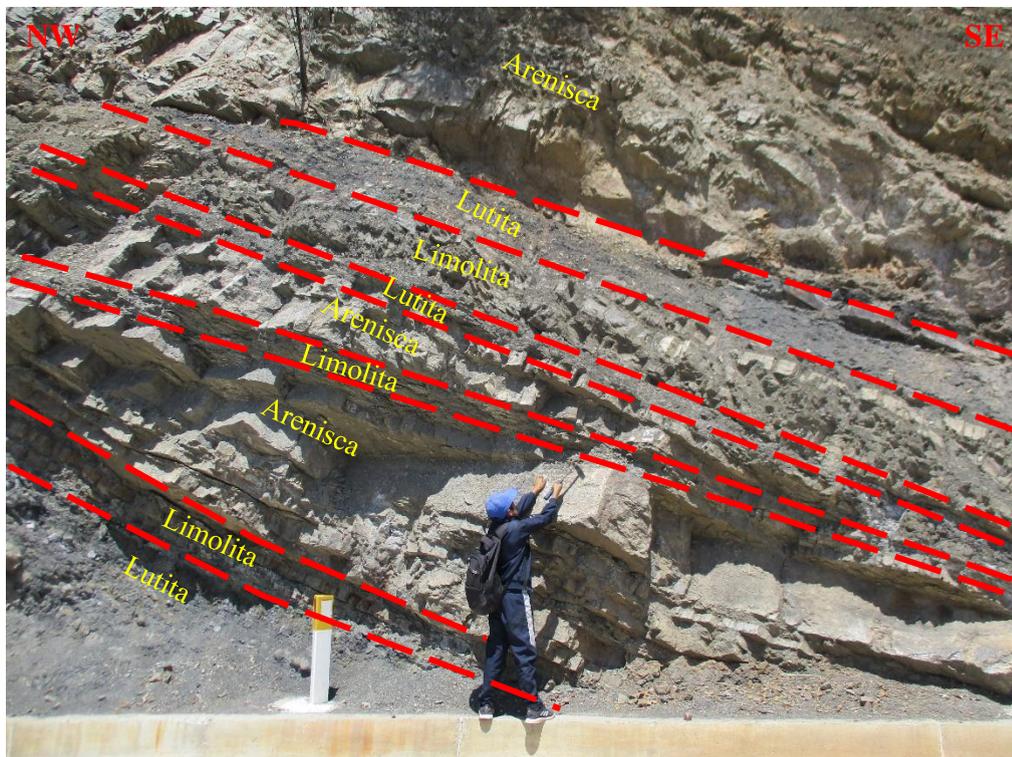


Figura 51. Intercalación de Lutita, limolitas y estratos potentes de arenisca de hasta 50cm de espesor. Margen derecho de la carretera Chancay a Cajabamba. Coordenadas: 817408, 9178555N y 2332 m.s.n.m.

En la parte superior de este miembro consiste en una intercalación rítmica de limolitas de coloración amarillenta y lutitas grises oscuras; en la parte superior de este miembro consiste en una intercalación de areniscas, limolitas y lutitas grises oscuras.

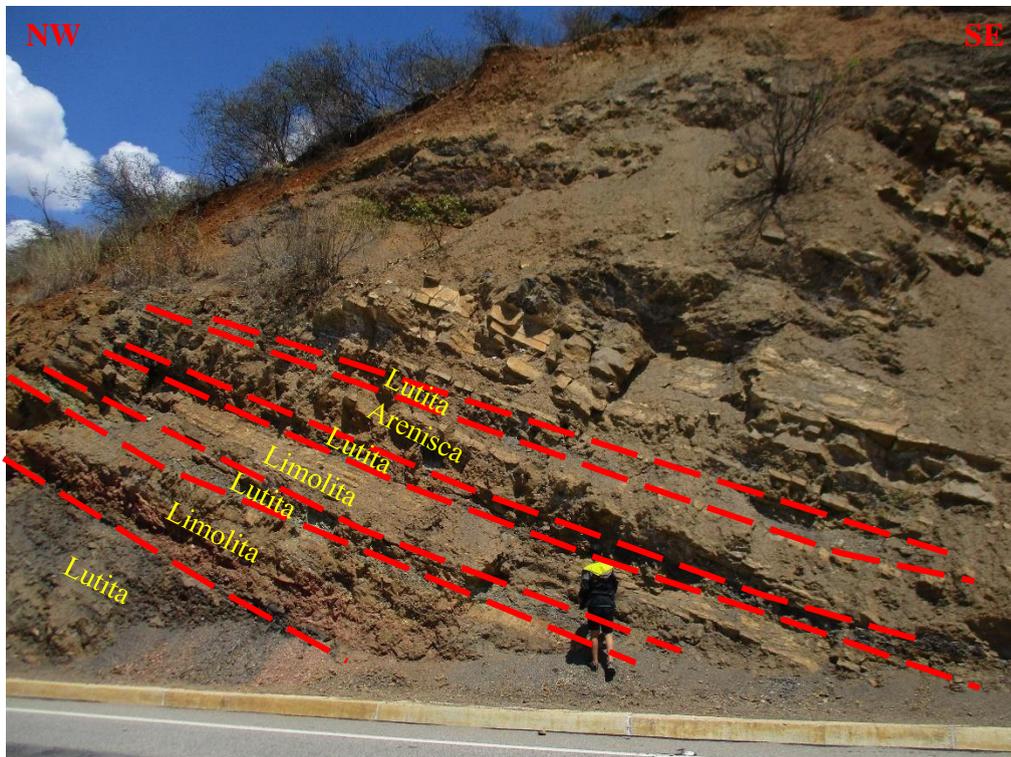


Figura 52. limolitas de coloración amarillenta intercaladas con lutitas grises oscuras intercaladas con areniscas Margen derecho de la carretera Chancay a Cajabamba. Coordenadas: 817408, 9178555N y 2332 m.s.n.m.

B. Miembro II

El espesor del Miembro III en la zona de estudio es de 37 metros para lo cual se elaboró una columna estratigráfica que se puede ver en los anexos – Columna litoestratigráfica 02.

Tabla 7.

Coordenadas del Miembro II de la Formación Santa en la zona de Chancay

Miembro II			
Base		Techo	
Este	Norte	Este	Norte
817676	9178415	817844	9178151

En la parte inferior de este miembro se presenta una alternancia rítmica de limolitas de coloración amarillenta de hasta 1.20m de espesor intercaladas con lutitas grises, seguido por una intercalación de areniscas, limolitas y arcillolitas grises oscuras.

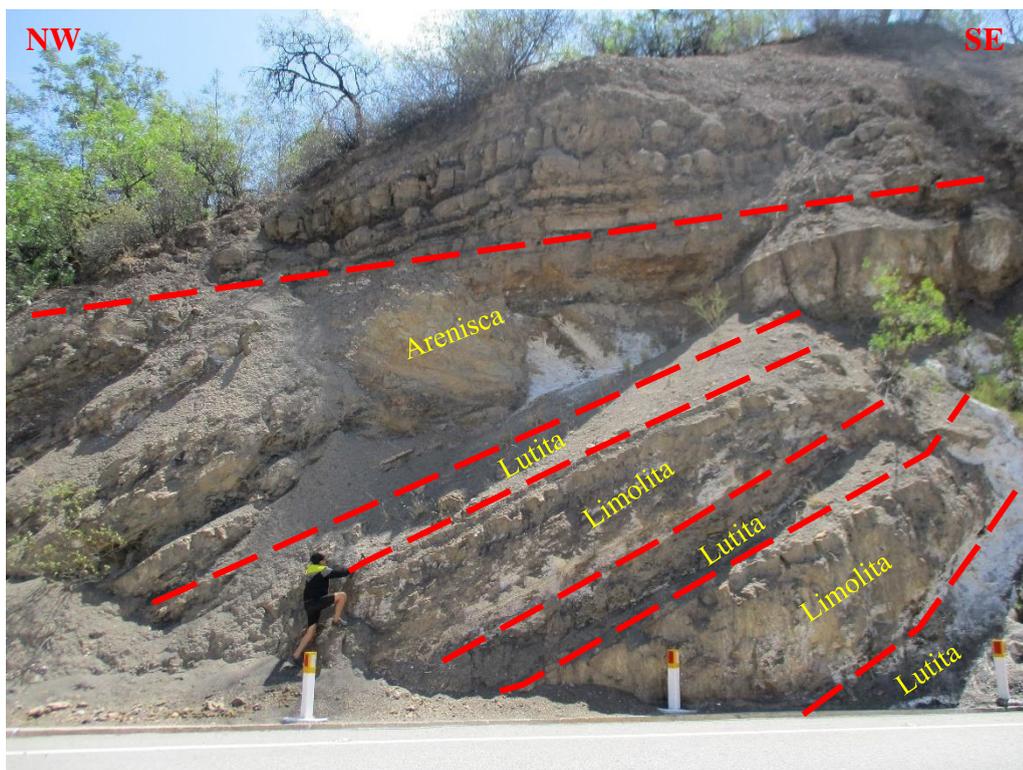


Figura 53. Alternancia rítmica de limolitas de coloración amarillenta de hasta 1.20m de espesor intercaladas con lutitas grises. Coordenadas: 817682, 9178346N y 2334 m.s.n.m.

La parte media y superior de este miembro consiste de una intercalación de estratos potentes de limolitas rojizas de hasta 2 metros de espesor con mantos de carbón bituminoso de hasta 1.50 m de espesor con lutitas grises y areniscas cuarzosas de grano fino a medio.

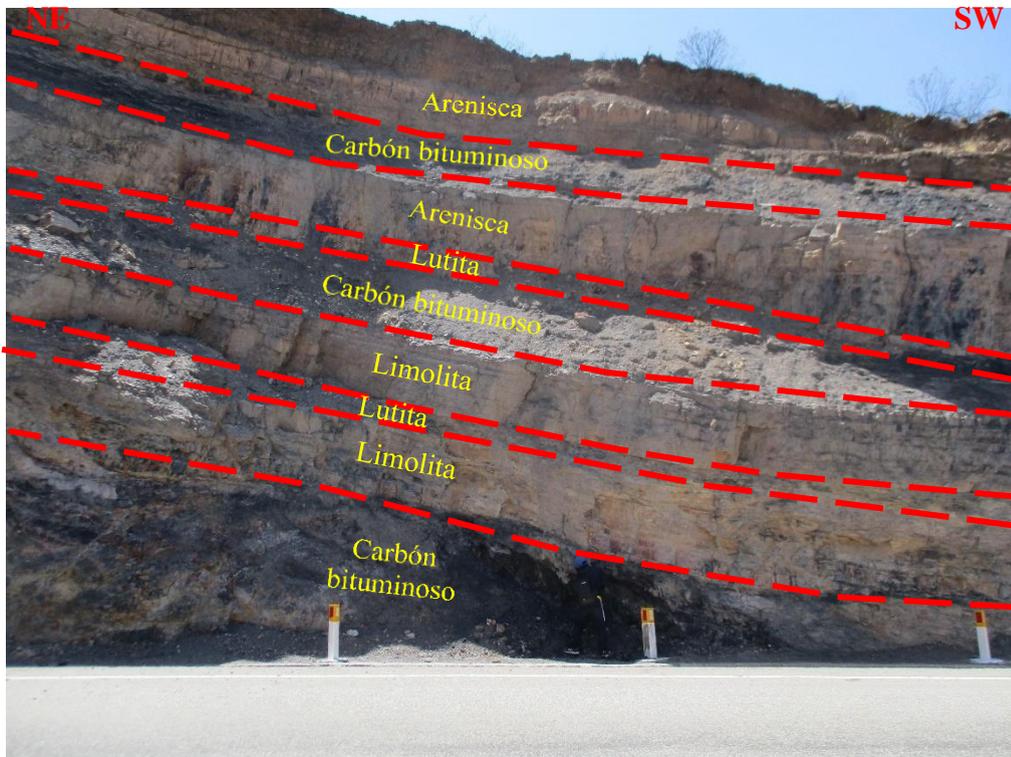


Figura 54. Intercalación de estratos potentes de limolitas rojizas de hasta 2 metros de espesor con mantos de carbón bituminoso. Coordenadas: 817863, 9178162N y 2357 m.s.n.m.

C. Miembro III

El espesor del Miembro III en la zona de estudio es de 49 metros para lo cual se elaboró una columna estratigráfica que se puede ver en los anexos – Columna litoestratigráfica 03.

Tabla 8.

Coordenadas del Miembro III de la Formación Santa en la zona de Chancay

Miembro III			
Base		Techo	
Este	Norte	Este	Norte
817844	9178151	817970	9178263

La parte inferior de este miembro consiste en una intercalación rítmica de limolitas de color rojizo, por la presencia de óxidos de hierro, con lutitas grises, seguido en la parte media por una intercalación de lutitas de estructura tabular y estratos de calizas mudstone y packstone lenticulares de color gris con limolitas.



Figura 55. Intercalación rítmica de limolitas de color rojizo con lutitas grises y calizas de textura mudstone y packstone. Coordenadas: 817973, 9178284N y 2387 m.s.n.m.

En la parte superior de este miembro consiste en una intercalación de estratos potentes de lutitas, las que presentan patinas de óxido de hierro, con estratos de calizas margosas y calizas wackestone, seguida por una intercalación de lutitas, calizas packstone lenticulares y calizas margosas.

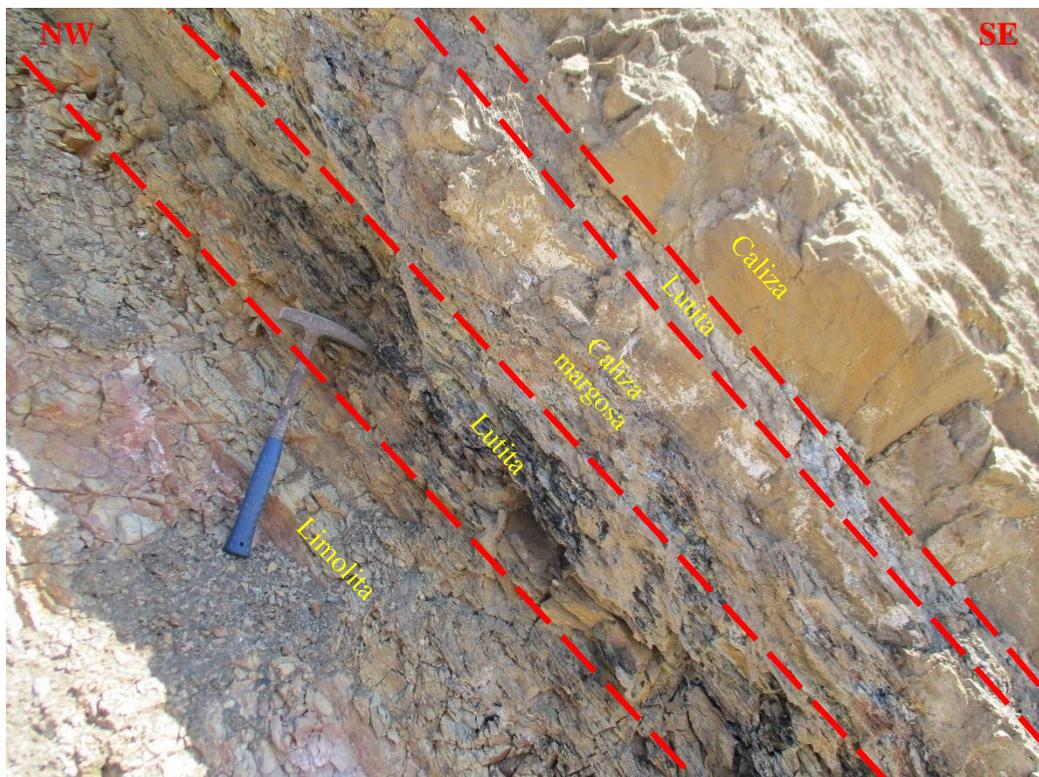


Figura 56. Intercalación de estratos potentes de lutitas con estratos de calizas margosas y calizas wackestone. Coordenadas: 817890, 9178411N y 2388 m.s.n.m.

3.2.1.2. Estructuras sedimentarias

A. Laminación

Son superficies sin-sedimentarias, en la zona de Chancay se presentan en superficies delgadas de 0.5 a 3 cm de espesor mayormente en limolitas y lutitas a lo largo de la columna estratigráfica de la Formación Santa.

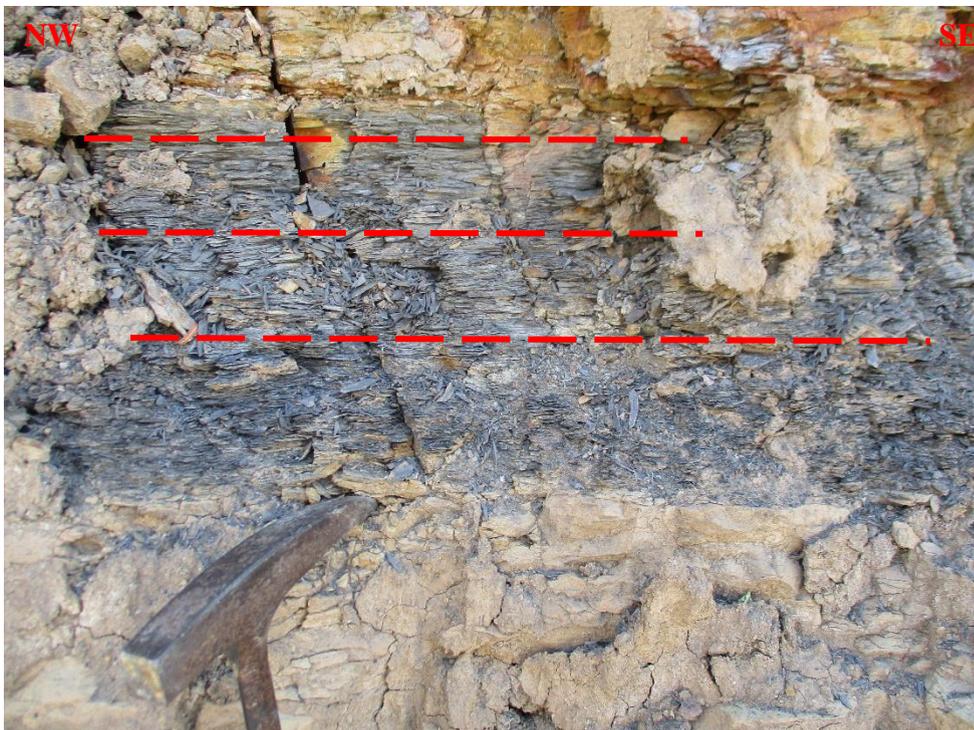


Figura 57. Laminación en lutitas grises del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 817897, 9178324N y 2389 m.s.n.m.

B. Concreciones

Son estructuras post-sedimentarias, se ha identificado incrustadas principalmente en lutitas, en cuanto a su litología estas concreciones son rocas carbonatadas.



Figura 58. A) Concreciones de calizas identificadas en estratos de limolitas. B) Concreciones de calizas identificadas en estratos de lutitas. Coordenadas: 817929, 9178229N y 2388 m.s.n.m.

C. Estratificación lenticular

Son estructuras sin-sedimentarias en la zona de estudio se han identificado principalmente en calizas del Miembro III.



Fotografía 1. Estratificación lenticular en calizas mudstone del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 817895, 9178400N y 2390 m.s.n.m.

D. Estratificación paralela

Estas estructuras sin-sedimentarias identificadas en estratos intercalados de areniscas, limolitas y lutitas del Miembro I de la Formación Santa.



Figura 59. Estratificación paralela de estratos de limolita, arenisca y lutitas del Miembro I. Coordenadas: 817340, 9178560N y 2331 m.s.n.m.

E. Bioturbación

Estas estructuras se forman por biodegradación de un componente carbonático (sedimento o roca) por actividad orgánica, se han identificado en calizas margosas del Miembro III.



Figura 60. Bioturbación en calizas del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 817872, 9178418N y 2387 m.s.n.m.

3.2.1.3. Facies sedimentarias

Las principales Litofacies reconocidas en la zona de estudio son las siguientes:

- A. Litofacies de areniscas y limolitas
- B. Litofacies de lutitas grises
- C. Litofacies de mantos de carbón
- D. Litofacies de limolitas rojizas
- E. Litofacies de calizas
- F. Litofacies de calizas margosas

La columna litoestratigráfica en la zona de Chancay inicia con el Miembro I el mismo que consta de facies de areniscas de grano fino a medio y limolitas

intercaladas con facies de lutitas grises, estas facies indicaban periodos de ambiente de sedimentación corresponde a un marino somero, pasando al Miembro II donde se identificaron facies de areniscas de grano fino a medio y facies de mantos de carbón bituminoso. Al comenzar el Miembro III con litofacies de limolitas rojizas intercalándose con facies de calizas mudstone, wackestone y packestone, terminando nuevamente con una intercalación de facies de lutitas grises y calizas margosas hasta llegar a la Formación Carhuaz.



Figura 61. Litofacies de areniscas y limolitas intercaladas con litofacies de lutitas grises del Miembro I. Coordenadas: 817343, 9178555N y 2328 m.s.n.m.



Figura 62. Litofacies de limolitas y mantos de carbón bituminoso del Miembro II Coordenadas: 817860, 9178160N y 2351 m.s.n.m.



Figura 63. Litofacies de limolitas rojizas del Miembro III. Coordenadas: 817938, 9178386N y 2389 m.s.n.m.



Figura 64. Litofacies de limolitas intercaladas con litofacies de lutitas grises del Miembro III. Coordenadas: 817936, 9178382N y 2386 m.s.n.m.

3.2.2. Litoestratigrafía de la zona de Llacanora

3.2.2.1. Litología

A. Miembro I

El espesor del Miembro I en la zona de estudio es de 43 metros para lo cual se elaboró una columna estratigráfica que se puede ver en los anexos – Columna litoestratigráfica 04.

Tabla 9.

Coordenadas del Miembro I de la Formación Santa en la zona de Llacanora

Miembro I			
Base		Techo	
Este	Norte	Este	Norte
783467	9204732	783564	9204696

Este miembro consta en la parte inferior de una intercalación de estratos de areniscas cuarzosas de grano medio de hasta 25 cm de espesor, lutitas grises de hasta 20 cm de espesor y limolitas grises muy fracturadas.

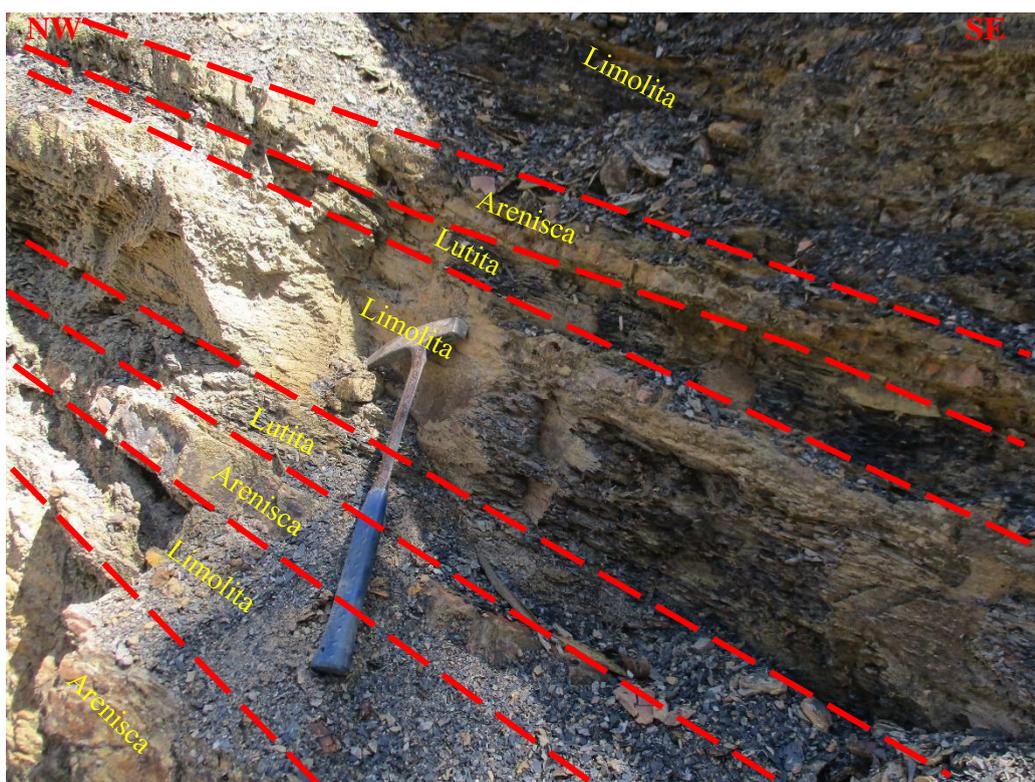


Figura 65. Intercalación de limolitas, lutita y arenisca cuarzosas de grano medio, corte de carretera Cajamarca a Llacanora. Coordenadas: 783314E, 9204774N y 2640 m.s.n.m.

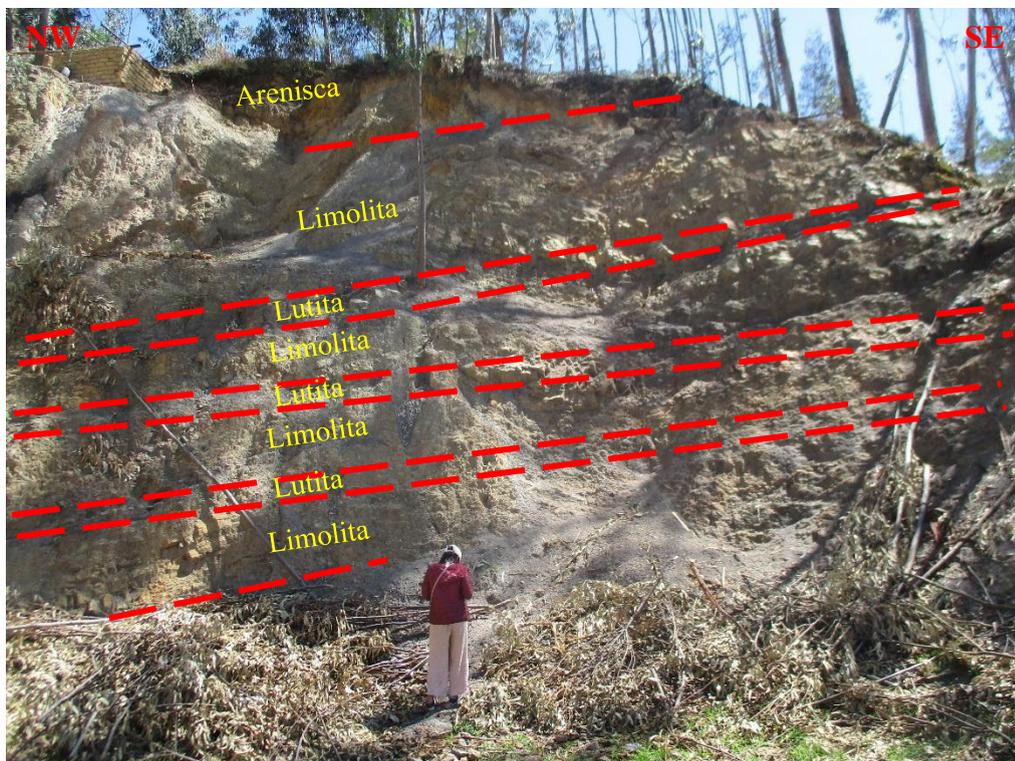


Figura 67. Intercalación de limolitas con lutitas grises y areniscas. Borde de carretera Cajamarca a Llacanora. Coordenadas: 783543E, 9204763N y 2658 m.s.n.m.

B. Miembro II

El espesor del Miembro III en la zona de estudio es de 44 metros para lo cual se elaboró una columna estratigráfica que se puede ver en los anexos – Columna litoestratigráfica 05.

Tabla 10.

Coordenadas del Miembro II de la Formación Santa en la zona de Llacanora

Miembro II			
Base		Techo	
Este	Norte	Este	Norte
783564	9204696	783656	9204731

En la parte inferior de este miembro se presenta una alternancia de limolitas de coloración amarillenta de hasta 2m de espesor con areniscas de grano fino a medio y lutitas grises de hasta 80cm de espesor en algunos estratos.

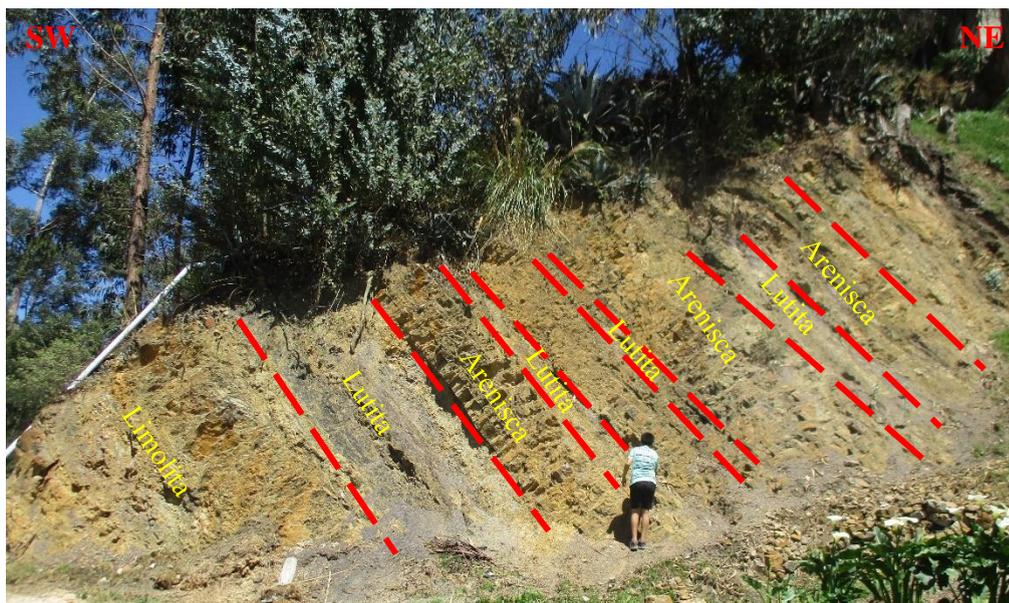


Figura 68. Alternancia limolitas de coloración amarillenta de hasta 2m de espesor intercaladas con lutitas grises y areniscas de grano fino a medio. Coordenadas: 783640E, 9204718N y 2658 m.s.n.m.

La parte media y superior de este miembro consiste de una intercalación de estratos de limolitas rojizas con mantos de carbón bituminoso de hasta 80cm de espesor con lutitas grises y areniscas cuarzosas de grano fino a medio.



Figura 69. Intercalación de estratos de limolitas rojizas de hasta 1m metros de espesor con mantos de carbón bituminoso. Coordenadas: 783651E, 9204785N y 2658 m.s.n.m.

C. Miembro III

El espesor del Miembro III en la zona de estudio es de 41 metros para lo cual se elaboró una columna estratigráfica que se puede ver en los anexos – Columna litoestratigráfica 06.

Tabla 11.

Coordenadas del Miembro III de la Formación Santa en la zona de Llacanora

Miembro III			
Base		Techo	
Este	Norte	Este	Norte
783656	9204731	783874	9204689

El Miembro III consiste en una intercalación limolitas rojizas, por la presencia de óxidos de hierro, con lutitas grises y estratos de arenisca de hasta 2m de espesor.

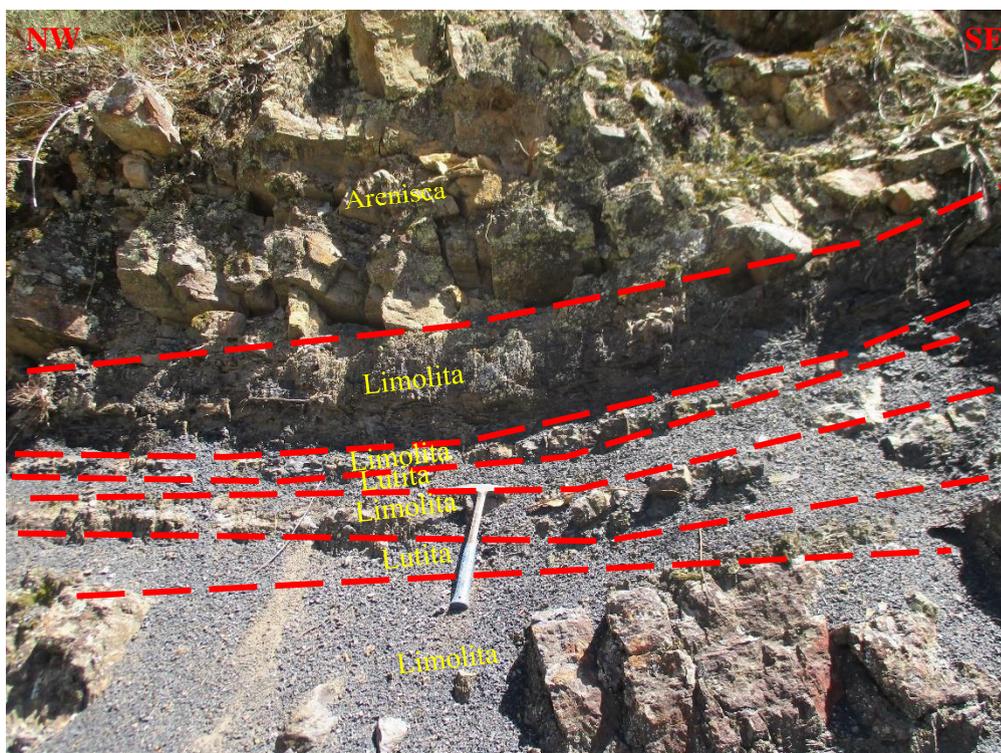


Figura 70. Intercalación rítmica de limolitas de color rojizo con lutitas grises y calizas de textura mudstone y packestone. Coordenadas: 783864E, 9204695N y 2675 m.s.n.m.

En la parte superior de este miembro consiste en una intercalación de estratos potentes de lutitas, las que presentan patinas de óxido de hierro, con estratos de calizas margosas y calizas wackestone.

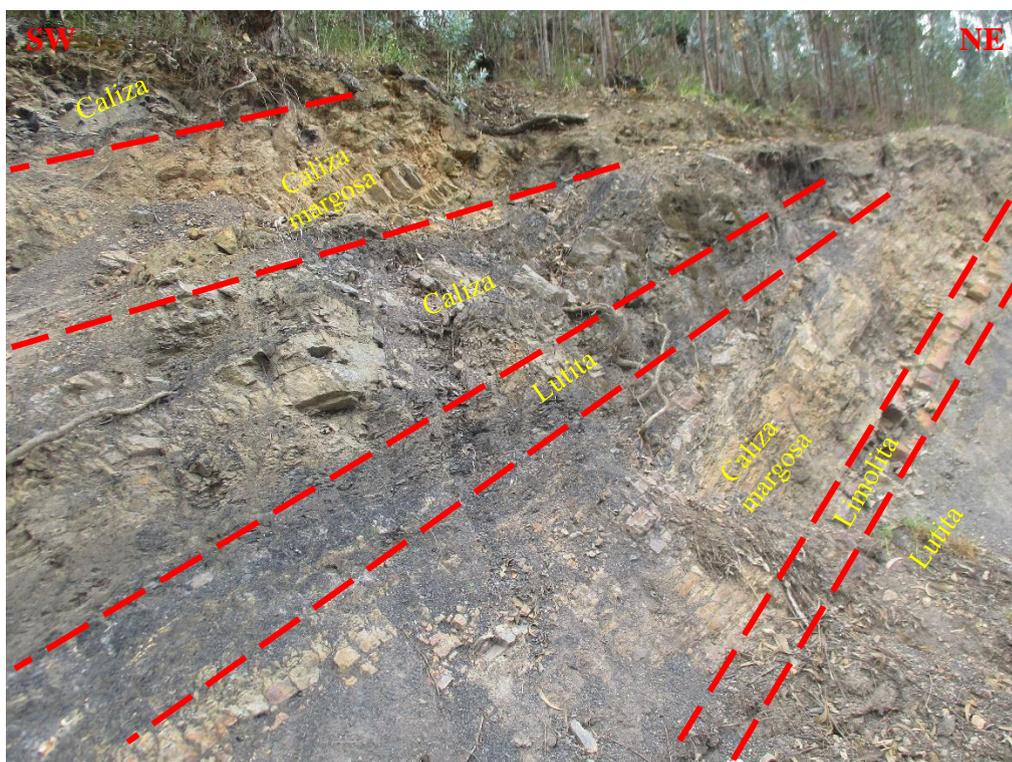


Figura 71. Intercalación de estratos potentes de lutitas con estratos de calizas margosas y calizas mudstone y wackestone. Coordenadas: 783708E, 9204739N y 2366 m.s.n.m.

3.2.2.2. Estructuras sedimentarias

A. Laminación

Son superficies sin-sedimentarias, en la zona de Llacanora se presentan en superficies delgadas de 0.5 a 3 cm de espesor mayormente en lutitas a lo largo de la columna estratigráfica de la Formación Santa.



Figura 72. Laminación de lutitas grises, carretera Cajamarca a Llacanora.
Coordenadas: 783314, 9204774N y 2640 m.s.n.m.

B. Estratificación lenticular

Son estructuras sin-sedimentarias, en la zona de estudio se han identificado principalmente en calizas wackestone del Miembro III.



Figura 73. Estratificación lenticular en calizas wackestone en el Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 783968, 9204701N y 2680 m.s.n.m.

C. Estratificación paralela

Estas estructuras sin-sedimentarias, se identificaron en estratos intercalados de areniscas, limolitas y lutitas a lo largo de la extensión de la Formación Santa.



Figura 74. Estratificación paralela en limolitas rojizas del Miembro III de la Formación Santa. Coordenadas: 783483, 9204807N y 2676 m.s.n.m.

3.2.2.3. Facies sedimentarias

Las principales Litofacies reconocidas en la zona de estudio son las siguientes:

- A. Litofacies de areniscas y limolitas
- B. Litofacies de lutitas grises
- C. Litofacies de mantos de carbón
- D. Litofacies de limolitas rojizas
- E. Litofacies de calizas
- F. Litofacies de calizas margosas

La columna litoestratigráfica en la zona de Llacanora inicia con el Miembro I el mismo que consta de facies de areniscas de grano medio y limolitas intercaladas

con facies de lutitas grises, estas facies indicaban periodos de ambiente de sedimentación corresponde a un marino somero, pasando al Miembro II donde se identificaron facies de areniscas de grano fino a medio y facies de mantos de carbón bituminoso. Al comenzar el Miembro III con litofacies de limolitas rojizas intercalándose con facies de calizas mudstone, wackestone y packestone, terminando nuevamente con una intercalación de facies de lutitas grises y calizas margosas hasta llegar a la Formación Carhuaz.



Figura 75. Litofacies de arenisca y limolitas en el Miembro I de la Formación Santa. Coordenadas: 783324, 9204708N y 2637 m.s.n.m.



Figura 76. Litofacies de lutitas grises del Miembro I de la Formación Santa.
Coordenadas: 783253, 9204659N y 2632 m.s.n.m.



Figura 77. Litofacies de mantos de carbón bituminoso intercaladas con areniscas del Miembro II. Coordenadas: 783413, 9204794N y 2657 m.s.n.m.



Figura 78. Litofacies de limolitas rojizas en el Miembro III. Coordenadas: 783483, 9204807N y 2676 m.s.n.m.



Figura 79. Litofacies de calizas y litofacies de calizas margosas del Miembro III.
Coordenadas: 783708E, 9204739N y 2366 m.s.n.m.

3.2.3. Correlación litoestratigráfica

Para realizar la correlación estratigráfica se han analizado y comparado las columnas estratigráficas de la zona de Chancay y de la zona de Llacanora, mediante el Sistema Gráfico de Correlación de Shaw (1994) se ha llegado a determinar que las dos zonas se correlacionan en 5 secuencias, como se puede ver en los anexos – Correlación estratigráfica :

A. Secuencia 1

El Miembro I de la Formación Santa, tanto en la zona de Chancay y Llacanora, está conformado por una intercalación de areniscas de grano fino a medio, limolitas y lutitas grises.

B. Secuencia 2

Consiste en una secuencia rítmica de limolitas grises tabulares intercaladas con areniscas y lutitas grises.

C. Secuencia 3

Esta secuencia se caracteriza por la intercalación de estratos potentes de limolitas rojizas de hasta 2 metros de espesor con mantos de carbón bituminoso de hasta 1.50 m de espesor con lutitas grises y areniscas cuarzosas de grano fino a medio.

D. Secuencia 4

En esta secuencia se encuentran calizas mudstone y wackestone intercaladas con lutitas grises y se observa también limolitas rojizas.

E. Secuencia 5

Presenta calizas wackestone intercaladas con estratos de calizas margosas.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

De nuestra hipótesis planteada, La Formación Santa en las zonas de Chancay y Llacanora se correlacionan litoestratigráficamente, ya que presentan equivalencias en cuanto a sus características litológicas, paleontológicas, ambiente de depositación, estructuras sedimentarias, texturas, espesor, secuencia sedimentaria en el espacio y tiempo geocronológico; debido a los resultados encontrados en la formación Santa que afloran en la zona de Chancay y Llacanora en la que se identificó que principalmente la litología consiste en una alternancia de arenisca, limolita, lutitas en los Miembros I y II de ambas zonas de investigación y una secuencia de rocas carbonatadas en el Miembro III de la Formación Santa.

Por otro lado, se han identificado mantos de carbón bituminoso de hasta 1.5m de espesor intercalados con estratos de arenisca; por lo tanto, se acepta la hipótesis inicialmente planteada, demostrando así que nuestra hipótesis de investigación se formuló de acorde con la realidad existente en la zonas de investigación y con los resultados obtenidos.

La presente investigación nos permitió conocer las características litoestratigráficas y posteriormente compararlo y correlacionarlo las columnas litoestratigráficas de la Formación Santa en las zonas de Chancay y Llacanora.

Díaz (2014), En su publicación " Correlación litoestratigráfica entre las sucesiones mesozoicas de la isla de Ibiza y el prebético de Alicante, España", menciona que todas las unidades litoestratigráficas mesozoicas reconocidas en la isla de Ibiza poseen un claro equivalente en la transversal sierra de Mariola-Alicante, que coincide con nuestra investigación en la que La Formación Santa de la zona de Chancay coincide con la zona de Llacanora por los hallazgos ya expuestos.

Ronald (2013), en su estudio denominado " Correlación estratigráfica del sector central y margen occidental de la cuenca Lancones (Albiano superior – Turoniano)", afirma que la columna estratigráfica del sector central y la margen occidental se correlacionan en 6 miembros, coincide con nuestra investigación ya que las columnas estratigráficas de la Formación santa de las zonas de Chancay y Llacanora se correlacionan en este caso en tres Miembros I, II y III.

Saavedra (2019), En su Tesis "Estratigrafía de las formaciones Santa, Carhuáz y Farrat en el caserío de Shaullo Chico del Distrito de Los Baños del Inca", menciona que la Formación Santa presenta predominio litológico de lutitas y estructuras sedimentarias que son: nódulos y estratificación lenticular en las lutitas. Coincide con la investigación en la zona de chancay se identificaron estructuras sedimentarias como son nódulos calcáreos, se identificaron también estratificación lenticular en ambas zonas.

Cabe mencionar que la presente correlación estratigráfica se realizó solamente teniendo en cuenta la Litoestratigrafía de la Formación Santa, no se tomó en

cuenta las características bioestratigráficas, debido a que requiere de conocimientos más específicos en Paleontología y Bioestratigrafía.

Se recomienda a los tesisistas de ingeniería geológica a realizar estudios detallados de la Formación Santa en las zonas de Chancay y Llacanora y se pueda determinar los estratotipos de los Miembros I, II y III.

Se recomienda a los tesisistas de ingeniería geológica a realizar estudios petrográficos con la finalidad de realizar una clasificación más precisa de las rocas de la Formación Santa en las zonas de Chancay y Llacanora.

4.2. Conclusiones

Primera: La Formación Santa se correlaciona en las zonas de Chancay y Llacanora, ya que en ambas zonas se evidencia una litología que consiste en una alternancia de areniscas de grano fino a medio intercaladas con limolitas y lutitas en el Miembro I, posteriormente aparecen los mantos de carbón bituminoso en el Miembro II y finalmente se evidencia una alternancia de limolitas, lutitas, calizas mudstone y wackestone con calizas margosas en el Miembro III. En las dos zonas de estudio se han identificado estructuras sedimentarias semejantes como son la estratificación lenticular en calizas, estratificación paralela en limolitas, areniscas y laminación en lutitas grises.

Segunda: La columna litoestratigráfica en las zonas de Chancay tiene un espesor total de 131 metros y en la zona de Llacanora tiene un espesor total de 128 metros,

para un estudio detallado se dividió en tres miembros I, II y III;

en la zona de Chancay el Miembro I tiene un espesor de 45 metros el cual consta básicamente de una intercalación de lutitas grises, limolitas grises con areniscas de grano fino a medio de color rojizo de grado medio fuertemente fracturadas con estratos de lutitas de hasta 10cm de espesor y limolitas; en la zona de Llacanora el Miembro I tiene un espesor de 43 metros formado por intercalación de estratos de areniscas cuarzosas de grano medio de hasta 25 cm de espesor, lutitas grises de hasta 20 cm de espesor y limolitas grises muy fracturadas. El Miembro II en la zona de Chancay tiene un espesor de 37 metros consta básicamente de una intercalación de estratos potentes de limolitas rojizas de hasta 2 metros de espesor con mantos de carbón bituminoso de hasta 1.50 m de espesor con lutitas grises y areniscas cuarzosas de grano fino a medio; en la zona de Llacanora el Miembro II tiene un espesor de 44 metros, consiste en una intercalación de estratos de limolitas rojizas con mantos de carbón bituminoso de hasta 80cm de espesor con lutitas grises y areniscas cuarzosas de grano fino a medio. El Miembro III en la zona de Chancay tiene un espesor de 49 metros que consiste de una intercalación de estratos potentes de lutitas, con estratos de calizas margosas y calizas wackestone, calizas packstone y calizas margosas; el Miembro III en la zona de Llacanora tiene un espesor de 41 metros el mismo que consiste en una intercalación de estratos potentes de lutitas con estratos de calizas margosas y calizas wackestone.

Tercera: Las facies sedimentarias identificadas en ambas zonas son principalmente litofacies de areniscas y limolitas, litofacies de lutitas grises, litofacies de mantos de carbón, litofacies de limolitas rojizas, litofacies de calizas y litofacies de calizas margosas.

Cuarta: Las estructuras sedimentarias identificadas en la zona de Chancay son bioturbación en calizas, estratificación paralela, estratificación lenticular en calizas packestone, concreciones y laminación; en la zona de Llacanora se han identificado principalmente laminación, estratificación paralela y estratificación lenticular.

Quinta: Las secuencias sedimentarias presente en la Formación Santa en ambas zonas son 5, en el Miembro I de la Formación Santa, tanto en la zona de Chancay y Llacanora, está conformado por una intercalación de areniscas de grano fino a medio, limolitas y lutitas grises. La secuencia 2 consiste en una secuencia rítmica de limolitas intercaladas y lutitas grises. La secuencia 3 se caracteriza por la intercalación de estratos potentes de limolitas rojizas de hasta 2 metros de espesor con mantos de carbón bituminoso de hasta 1.50 m de espesor con lutitas grises y areniscas cuarzosas de grano fino a medio. La secuencia 4 se identificó calizas mudstone y wackestone intercaladas con lutitas grises y se observa también limolitas rojizas y la secuencia 5 presenta calizas wackestone intercaladas con estratos de calizas margosas.

REFERENCIAS

- Arellano, G. J. (2004).** Correlaciones estratigráficas. UNAM.
- Benavides, V. (1955).** Geología de la Región de Cajamarca.
- Concha, R. F. (2013).** Correlación estratigráfica del sector central y margen occidental de la cuenca Lancones (Albiano superior – Turoniano). INGEMMET.
- Díaz, J. A. (2014).** Correlación litoestratigráfica entre las sucesiones mesozoicas de la isla de Ibiza y el prebético de Alicante, España. Revista de la Sociedad Geológica de España .
- Dunham, R. (1962).** Clasificación de rocas carbonatadas de acuerdo con la textura depositacional. Tulsa. <https://doi.org/Oklahoma>
- Duran, J. (2018).** Estudio sedimentológico y estratigráfico de la microcuenca Cochamarca - San Marcos Cajamarca Perú. UNC.
- Folk, R. (1974).** Petrología de las Rocas Sedimentarias: Clasificación de las rocas clásticas. Hemphill.
- Lagos, A., & Quispe, Z. (2010).** Aportes a la correlación estratigráfica de las Formaciones Santa y Carhuaz en los cuadrángulos de Cajamarca y San Marcos. Sociedad Geológica del Perú.
- Reyes, R. L. (1980).** Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. Lima: INGEMMET.

Rodriguez, R. (2016). Universidad Nacional de Cajamarca.

Saavedra, J. M. (2019). Estratigrafía de las formaciones Santa, Carhuáz y Farrat
en el caserío de Shaullo Chico del Distrito de Los Baños del Inca. UNC.

Spelucin, C., & Quispe, Z. (2016). Estratigrafía Y Paleontología de la Formación
Santa en los distritos de Cajamarca, Baños del Inca y Llacanora. Sociedad
Geológica del Perú.

Vera, T. J. (1994). Estratigrafía principios y métodos. Madrid: Rueda S.L.

ANEXOS

A. Planos

- Plano 01: Ubicación, zona de Chancay
- Plano 02: Accesibilidad, zona de Chancay
- Plano 03: Topográfico, zona de Chancay
- Plano 04: Unidades Morfogenéticas, zona de Chancay
- Plano 05: Geológico, zona de Chancay
- Plano 06: Ubicación, zona de Llacanora
- Plano 07: Accesibilidad, zona de Llacanora
- Plano 08: Topográfico, zona de Llacanora
- Plano 09: Unidades Morfogenéticas, zona de Llacanora
- Plano 10: Geológico, zona de Llacanora

B. Columnas Lito-estratigráfica

- Columna Litoestratigráfica 01: Miembro I de la Formación Santa, zona de Chancay.
- Columna Litoestratigráfica 02: Miembro II de la Formación Santa, zona de Chancay.
- Columna Litoestratigráfica 03: Miembro III de la Formación Santa, zona de Chancay.
- Columna Litoestratigráfica 04: Miembro I de la Formación Santa, zona de Llacanora.

- Columna Litoestratigráfica 05: Miembro II de la Formación Santa, zona de Llacanora.
- Columna Litoestratigráfica 06: Miembro III de la Formación Santa, zona de Llacanora.
- Columna Litoestratigráfica 07: Columna litoestratigráfica de la Formación Santa de la zona de Chancay
- Columna Litoestratigráfica 08: Columna litoestratigráfica de la Formación Santa de la zona de Llacanora

C. Correlación estratigráfica

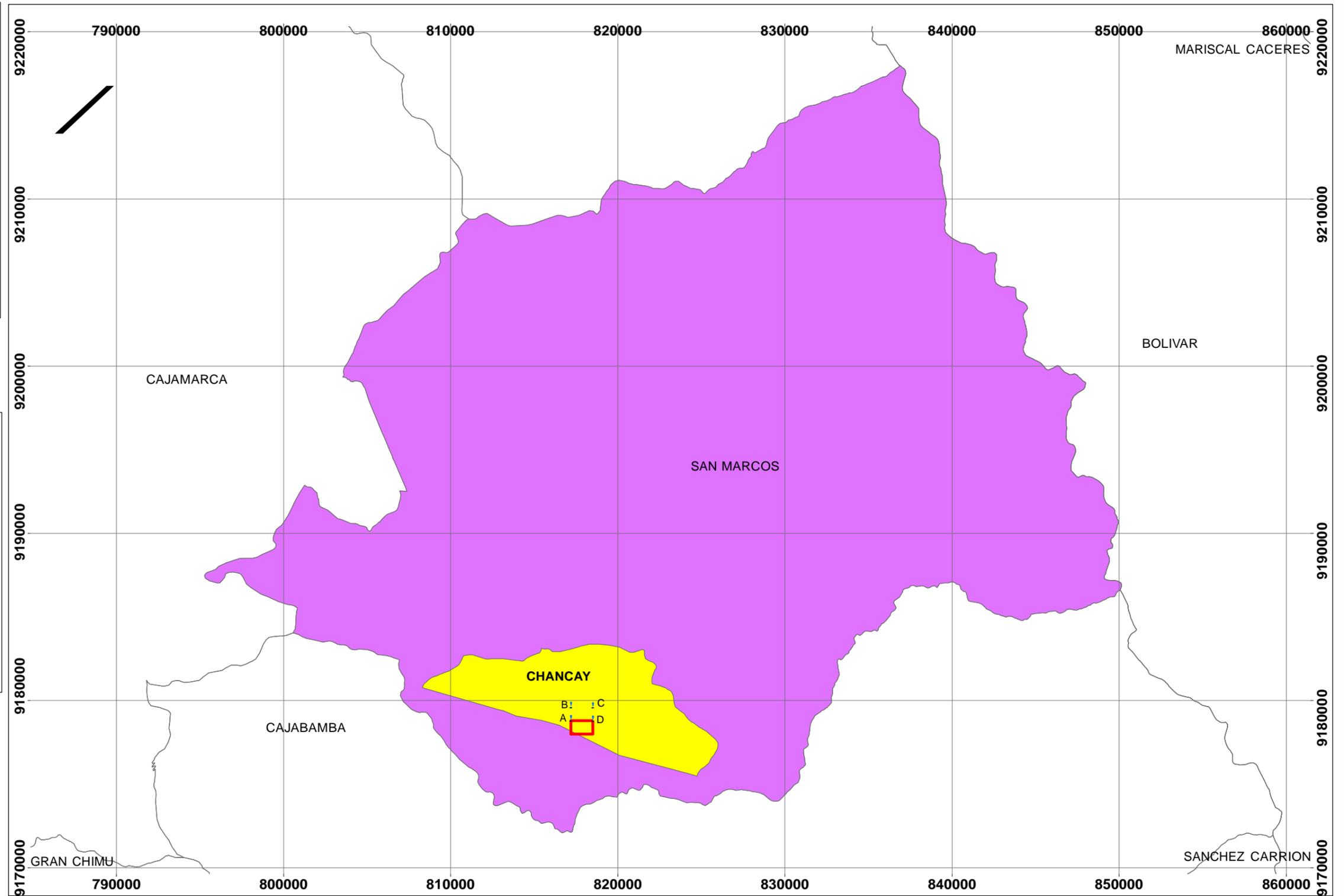
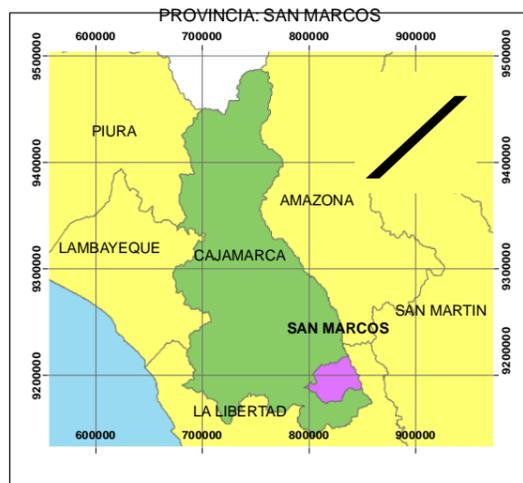
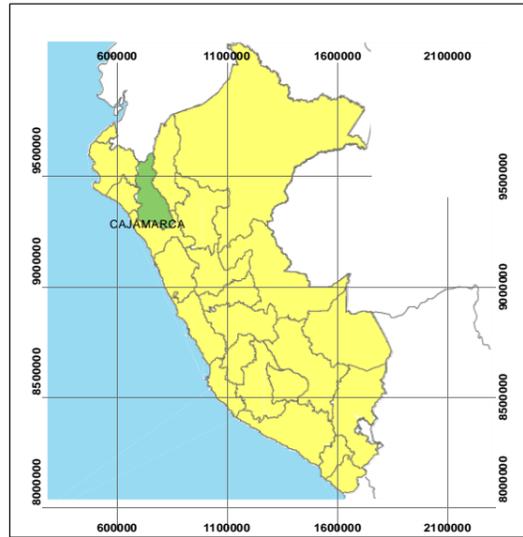
Correlación estratigráfica 01: Correlación estratigráficas de columnas de la zona de Chancay y Llacanora

D. Instrumentos

- Instrumento 01: Ficha de observación de columnas estratigráficas
- Instrumento 02: Ficha de observación estructural

E. Clasificación de rocas carbonatadas y clásticas

- Clasificación de Dunham 1962
- Clasificación de rocas sedimentarias, según Pettijohn (1975) y Folk (1974)
- Clasificación clasificación de Twenhofel (1937) y Tucker (1991)
- Clasificación de J. Udden y C. Wentrth (1979)



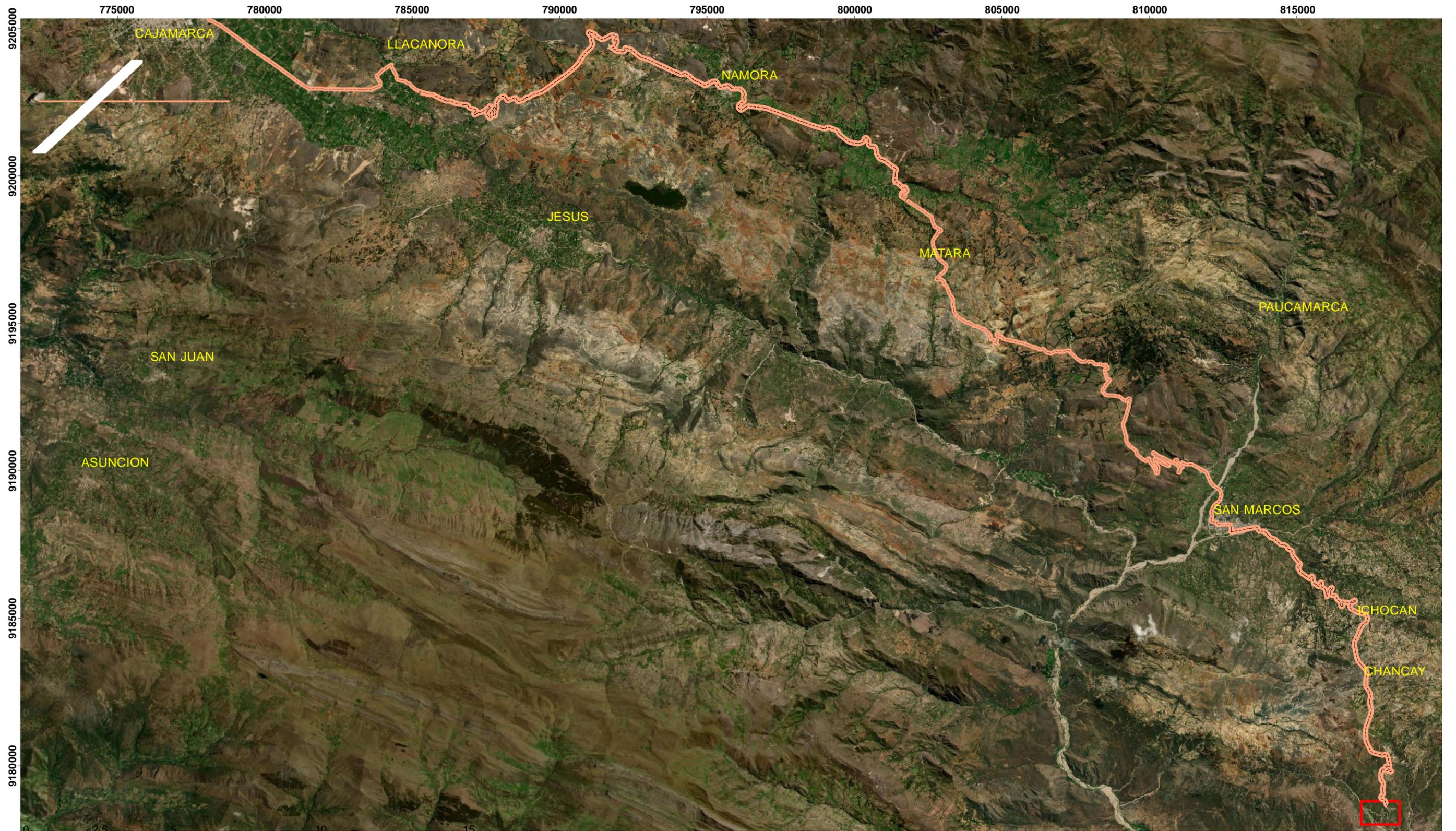
LEYENDA

· VÉRTICES

□ AREA DE ESTUDIO

VERTICE	ESTE	NORTE
A	817200	9178000
B	817200	9178800
C	818500	9178800
D	818500	9178000

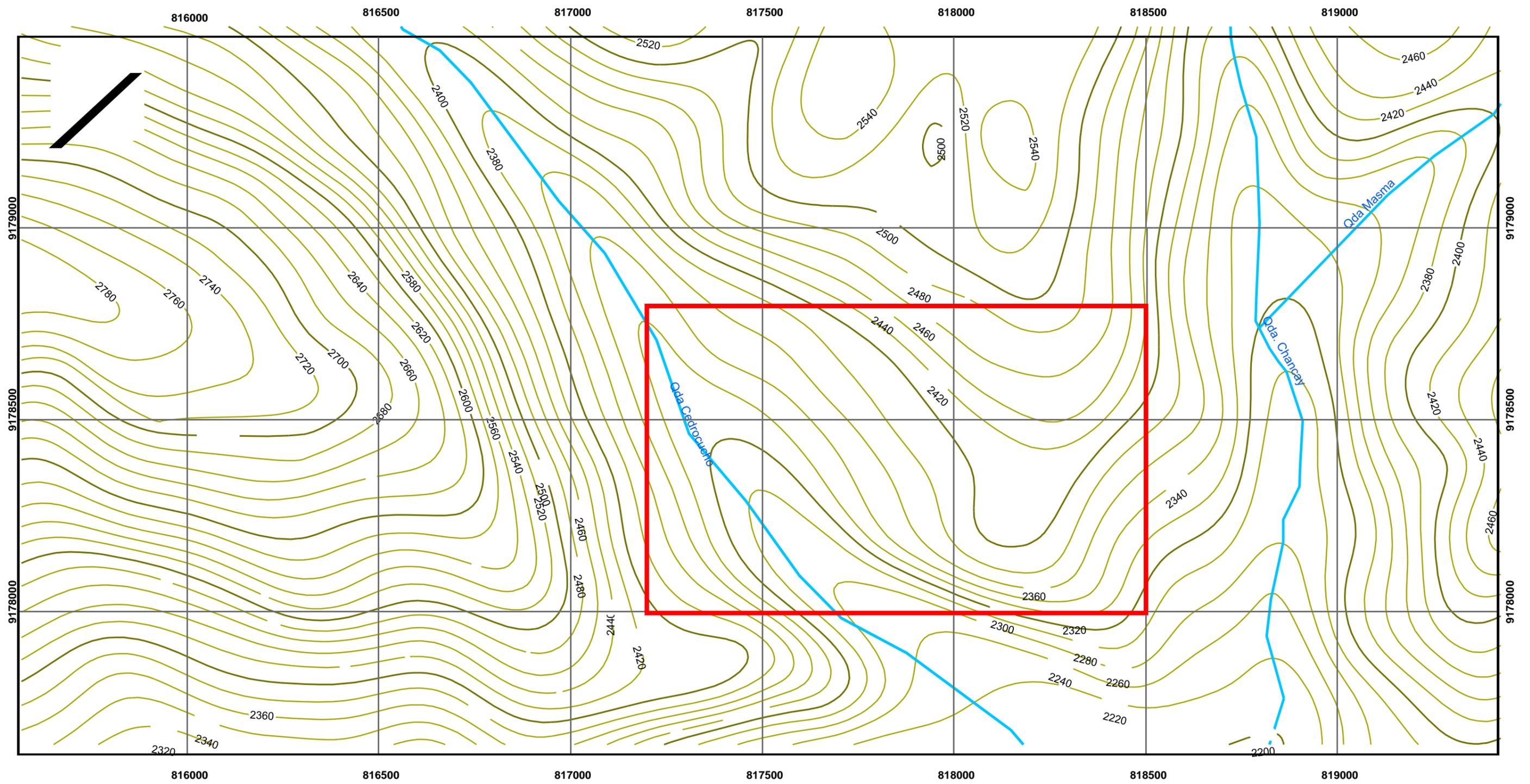
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera de Ingeniería Geológica	
TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022	
PLANO: UBICACIÓN DE LA ZONA DE CHANCAY	
ELABORADO POR: BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA	
ASESOR: Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA	
DATUM	ESCALA
WGS84_UTM_Zone_17s	1:250000
FECHA	
MARZO DEL 2023	
PLANO N°: 01	



LEYENDA

	AREA DE ESTUDIO		ACCESO A LA ZONA DE ESTUDIO		DISTRITO
---	-----------------	---	-----------------------------	---	----------

		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera de Ingeniería Geológica	
TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022			
PLANO:		ACCESIBILIDAD DE LA ZONA DE CHANCAY	
ELABORADO POR:		BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA	
ASESOR:		Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA	
DATUM	ESCALA	FECHA	
WGS84_UTM_Zone_17s	1:125000	MARZO DEL 2023	
			02

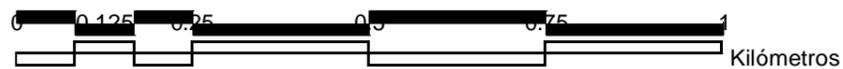


LEYENDA

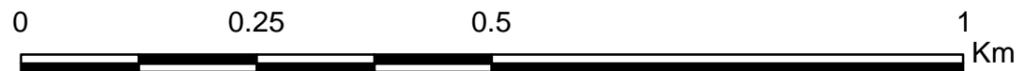
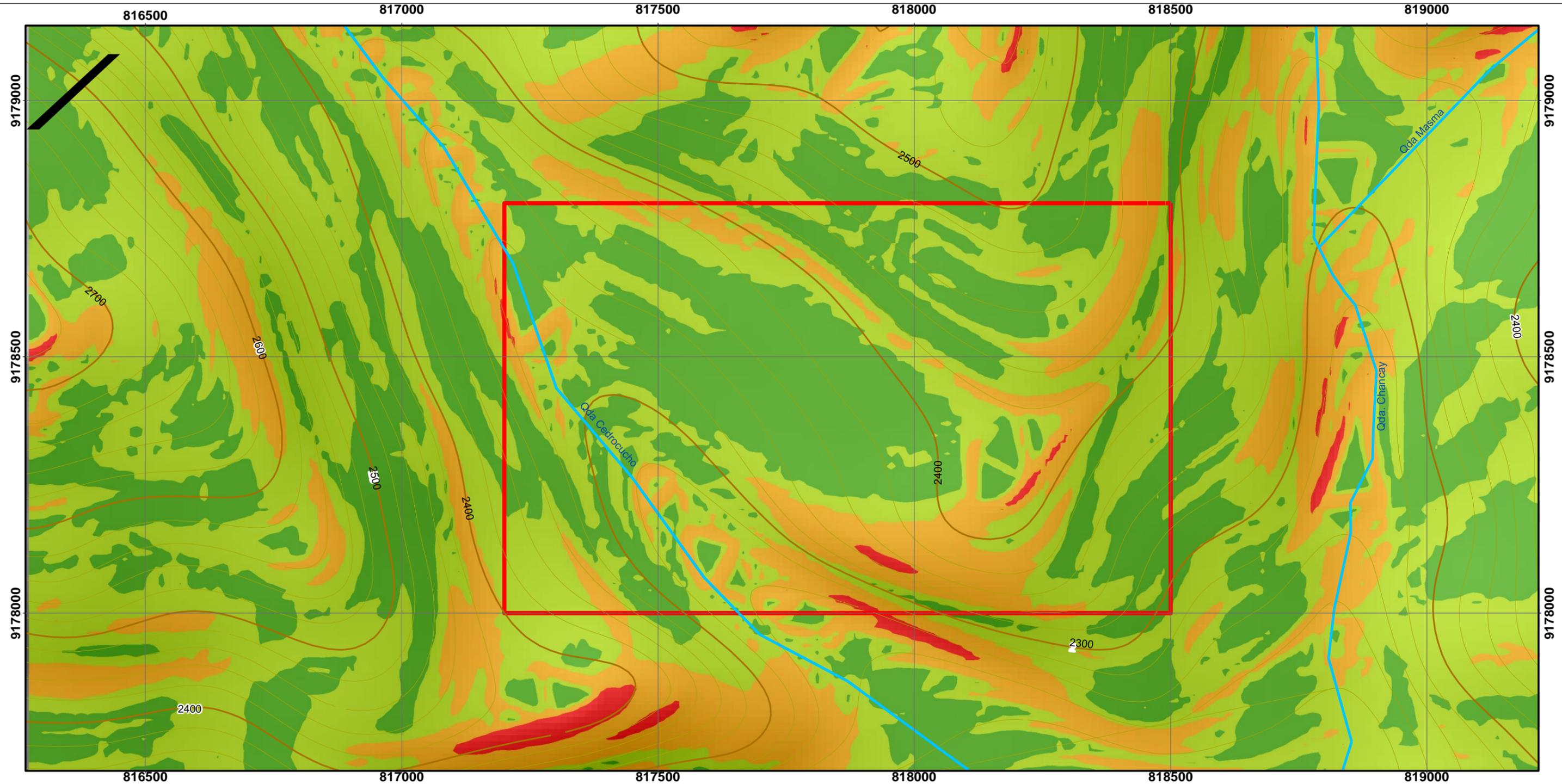
CURVAS DE NIVEL

-  PRIMARIAS
-  SECUNDARIAS
-  AREA DE ESTUDIO

DRENAJE



		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera de Ingeniería Geológica	
TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022			
PLANO:		TOPOGRÁFICO DE LA ZONA DE CHANCAY	
ELABORADO POR:		BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA	PLANO N°: 03
ASESOR:		Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA	
DATUM	ESCALA	FECHA	
WGS84_UTM_Zone_17s	1:10 000	MARZO DEL 2023	



LEYENDA

CURVAS DE NIVEL

-  CN PRINCIPALES
-  CN SECUNDARIAS
-  DRENAJE
-  AREA DE ESTUDIO

UNIDADES MORFOGENÉTICAS

-  PLANICIES 0° - 8°
-  LOMADAS 8° - 20°
-  LADERAS 20° - 50°
-  ESCARPES > 50°



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
 FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera
 de Ingeniería Geológica

TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022

PLANO: UNIDADES MORFOGENÉTICAS DE LA ZONA DE CHANCAY

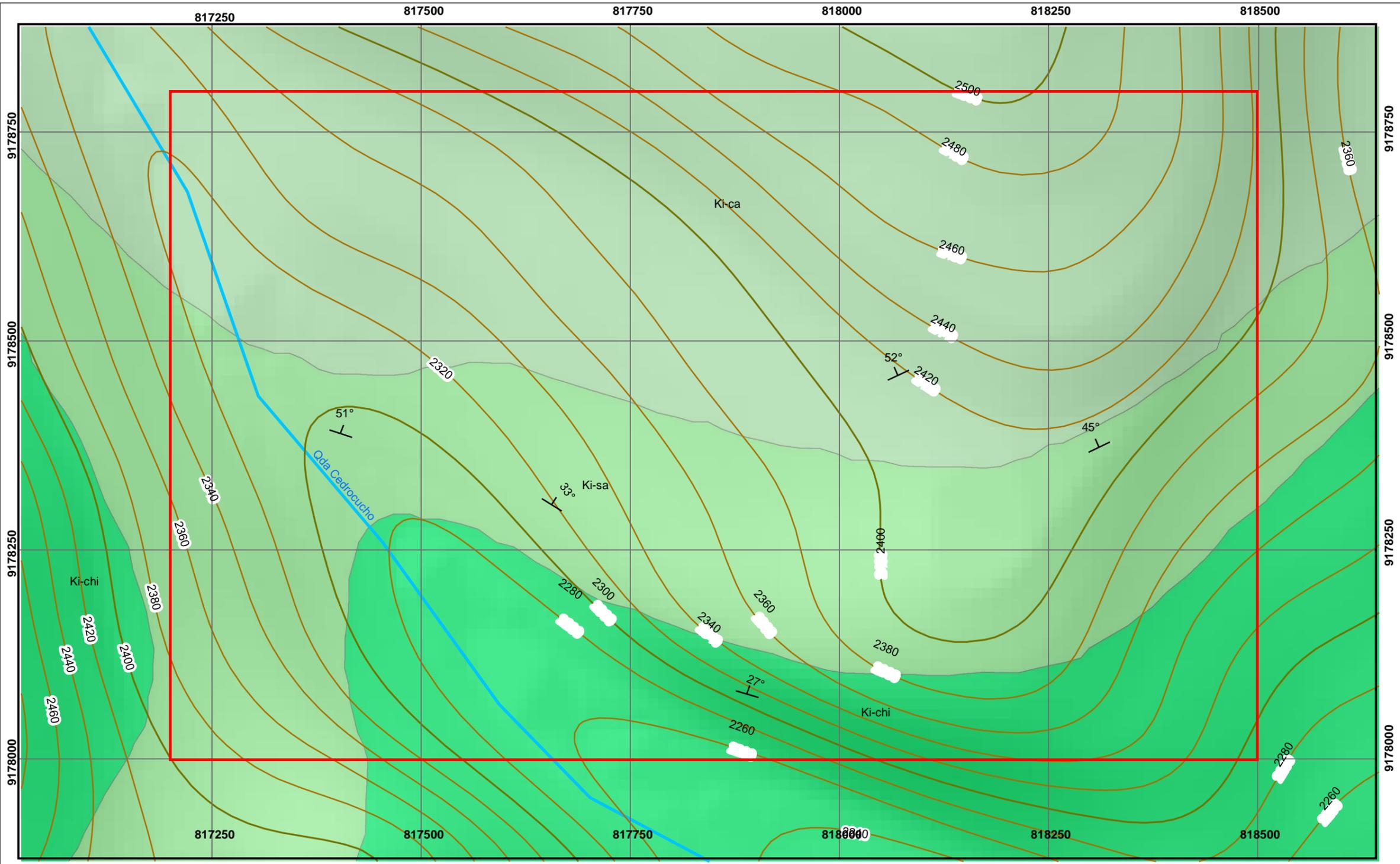
ELABORADO POR: BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA

PLANO N°:

ASESOR: Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA

04

DATUM	ESCALA	FECHA
WGS84_UTM_Zone_17s	1: 7 500	MARZO DEL 2023



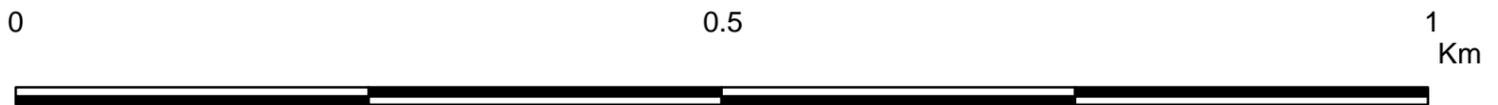
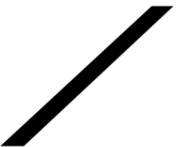
GEOLOGÍA

- Formación Carhuaz (Ki-ca)
- Formación Santa (Ki-sa)
- Formación Chimú (Ki-chi)

LEYENDA

CURVAS DE NIVEL

- PRIMARIAS
- SECUNDARIAS
- AREA DE ESTUDIO
- BUZAMIENTOS
- DRENAJE

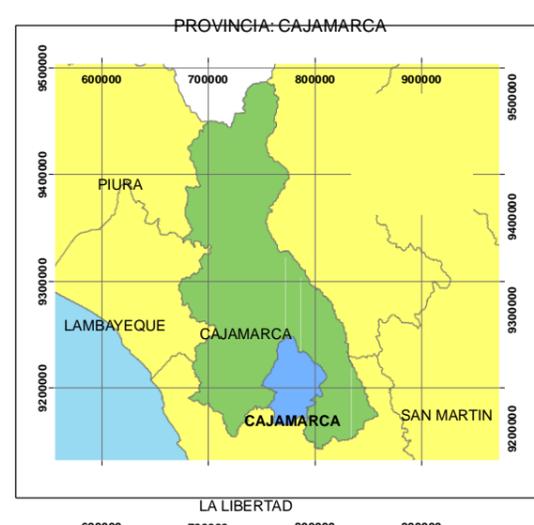
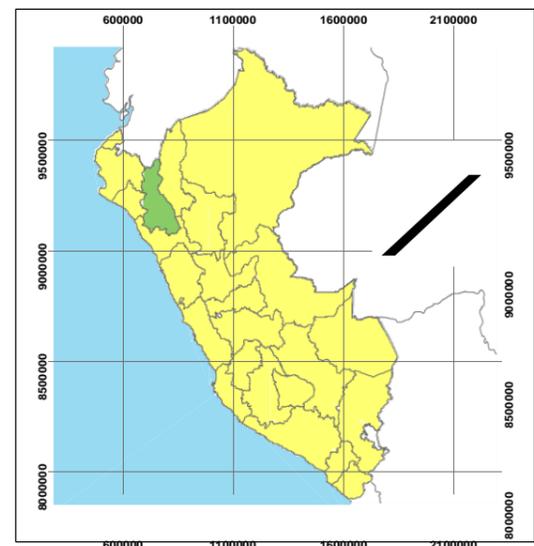
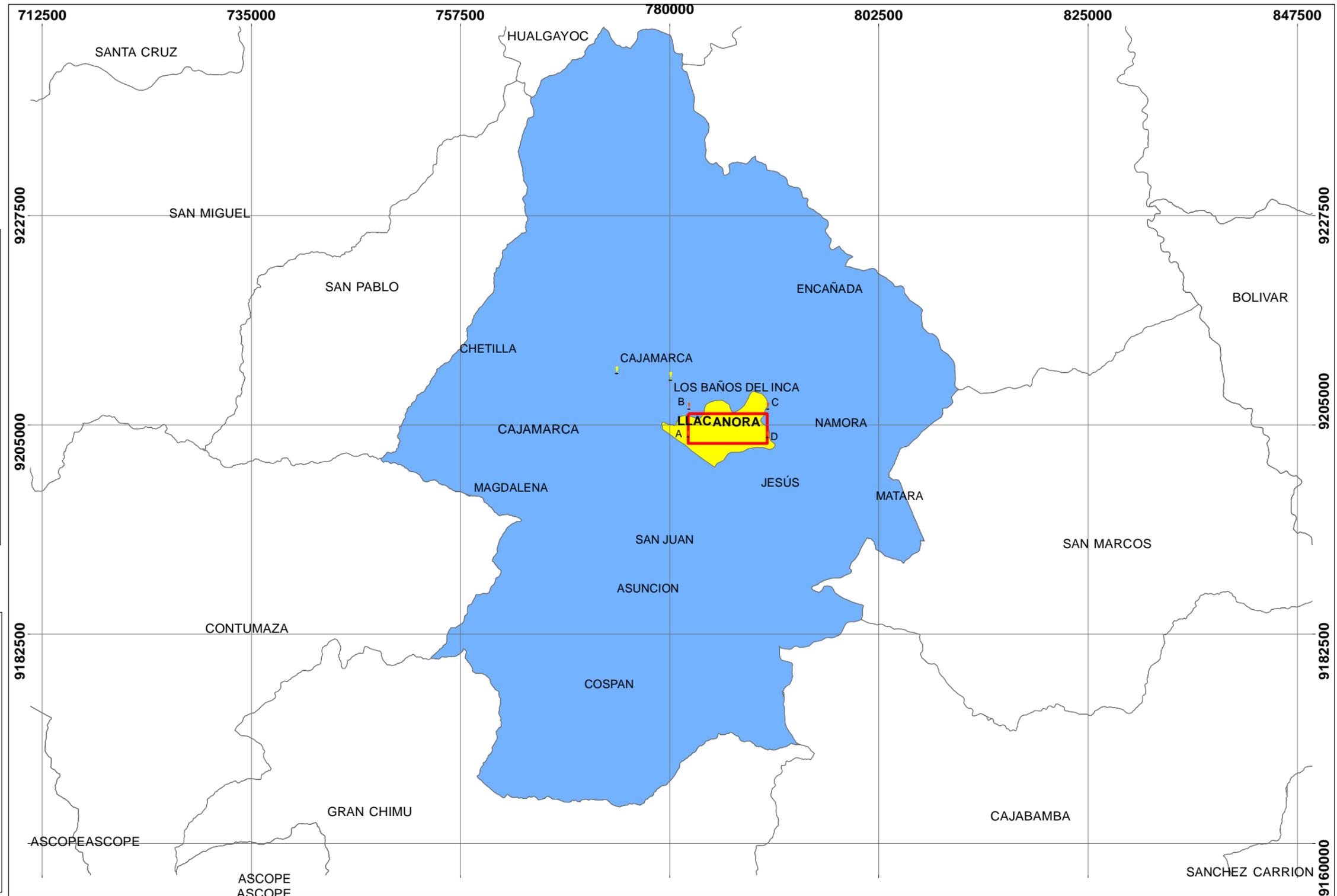


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera
de Ingeniería Geológica

TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022

PLANO: **GEOLOGICO DE LA ZONA DE CHANCAY**

ELABORADO POR: BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA		05
ASESOR: Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA		
DATUM	ESCALA	FECHA
WGS84_UTM_Zone_17s	1:5000	MARZO DEL 2023



AREA DE ESTUDIO

LEYENDA

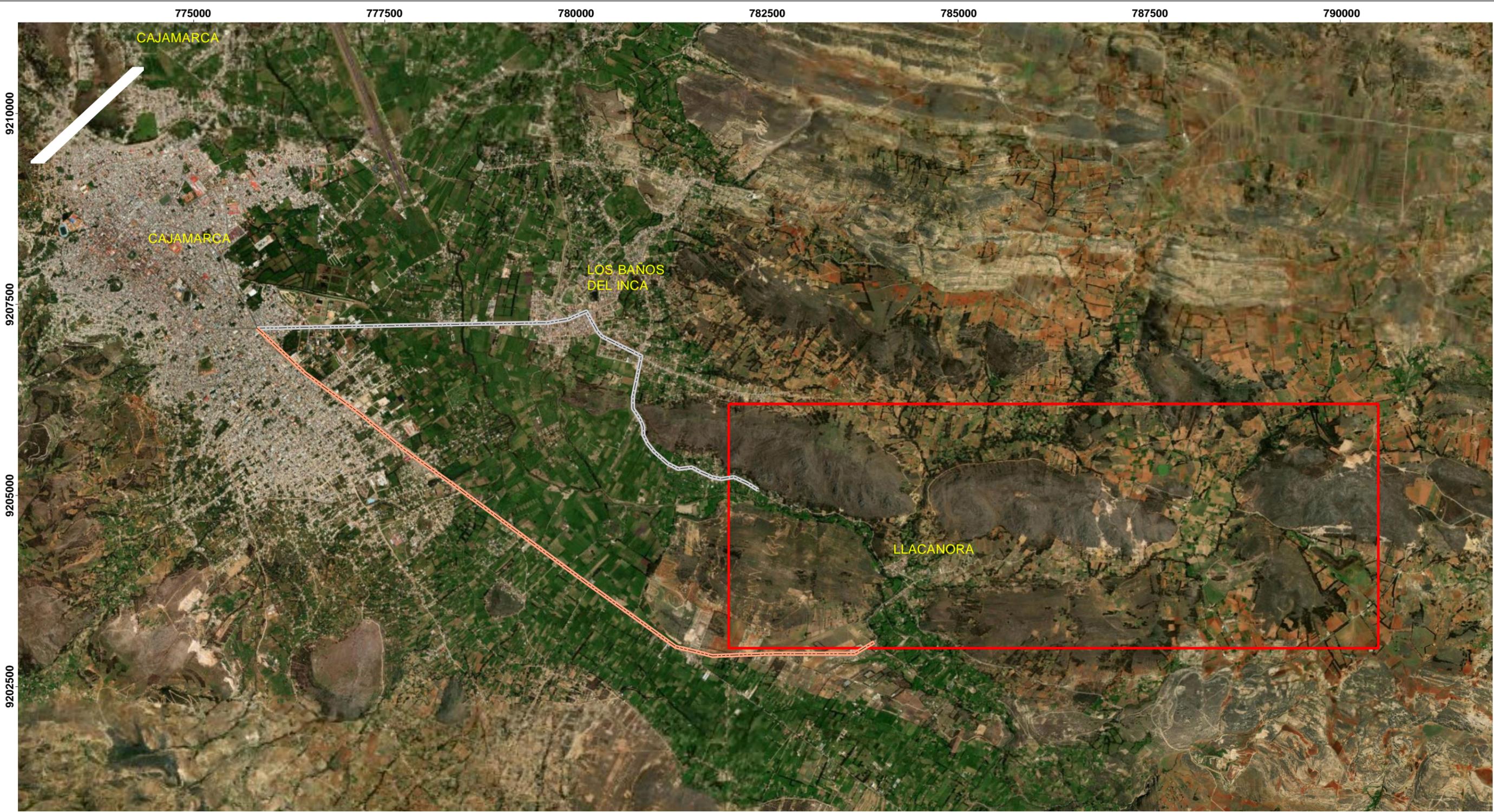
 DISTRITO

 VERTICES

	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera de Ingeniería Geológica	
	TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022	
PLANO: UBICACIÓN DE LA ZONA DE LLACANORA		PLANO N°: 06
ELABORADO POR: BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA		
ASESOR: Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA		
DATUM	ESCALA	FECHA
WGS84_UTM_Zone_17s	1:450000	MARZO DEL 2023

0 5 10 20
30 40
50

VERTICE	ESTE	NORTE
A	782000	9203000
B	782000	9206200
C	790500	9206200
D	790500	9203000

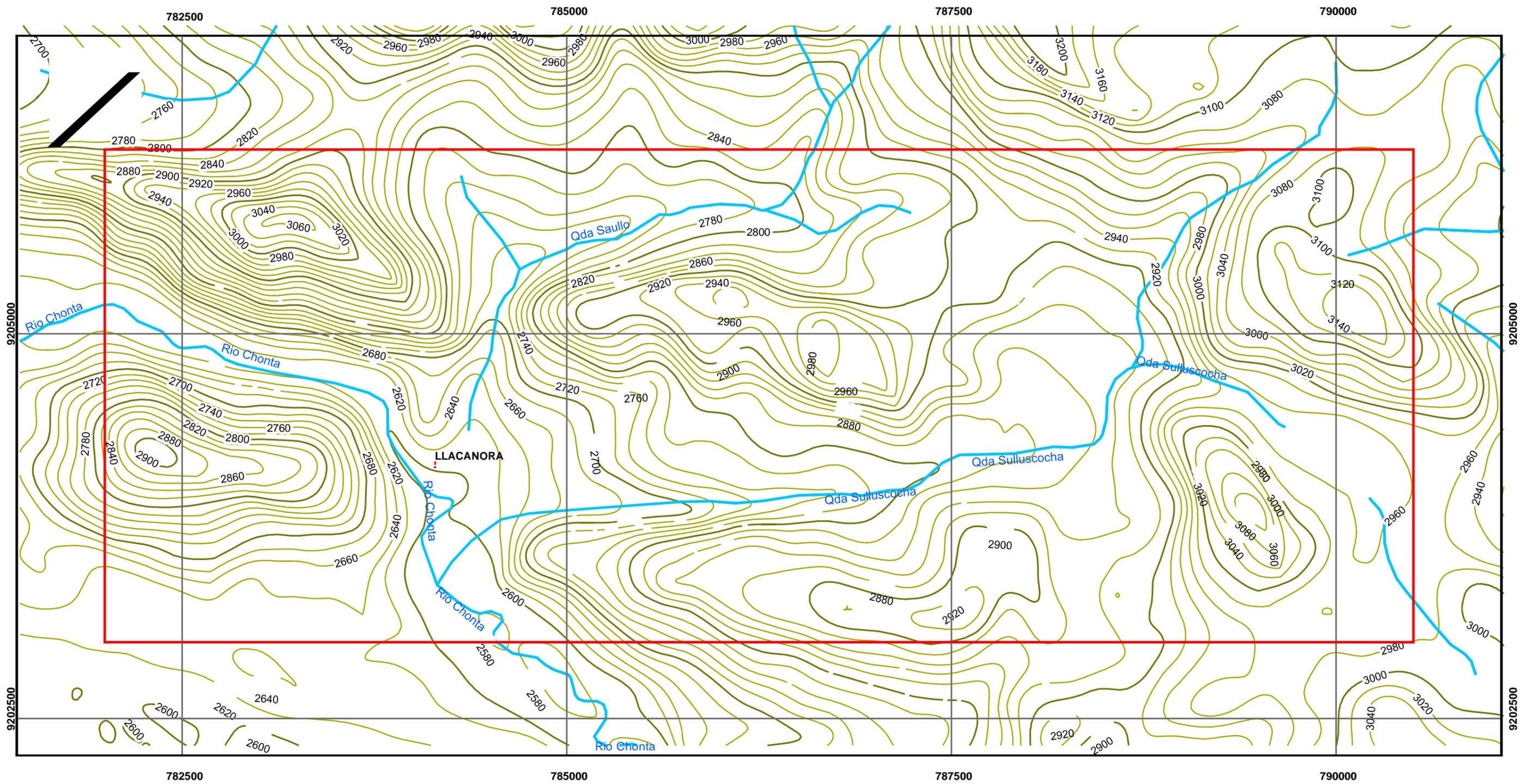


LEYENDA

-  AREA DE ESTUDIO
-  ACCESO A
-  ACCESO B
-  DISTRITO



 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera de Ingeniería Geológica		TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022	
		PLANO: ACCESIBILIDAD DE LA ZONA DE LLACANORA	
ELABORADO POR: BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA		PLANO N°:	
ASESOR: Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA		07	
DATUM WGS84_UTM_Zone_17s	ESCALA 1:50 000		



LEYENDA

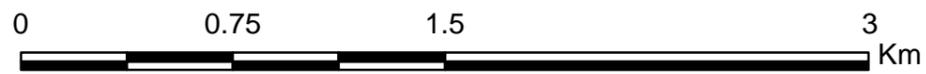
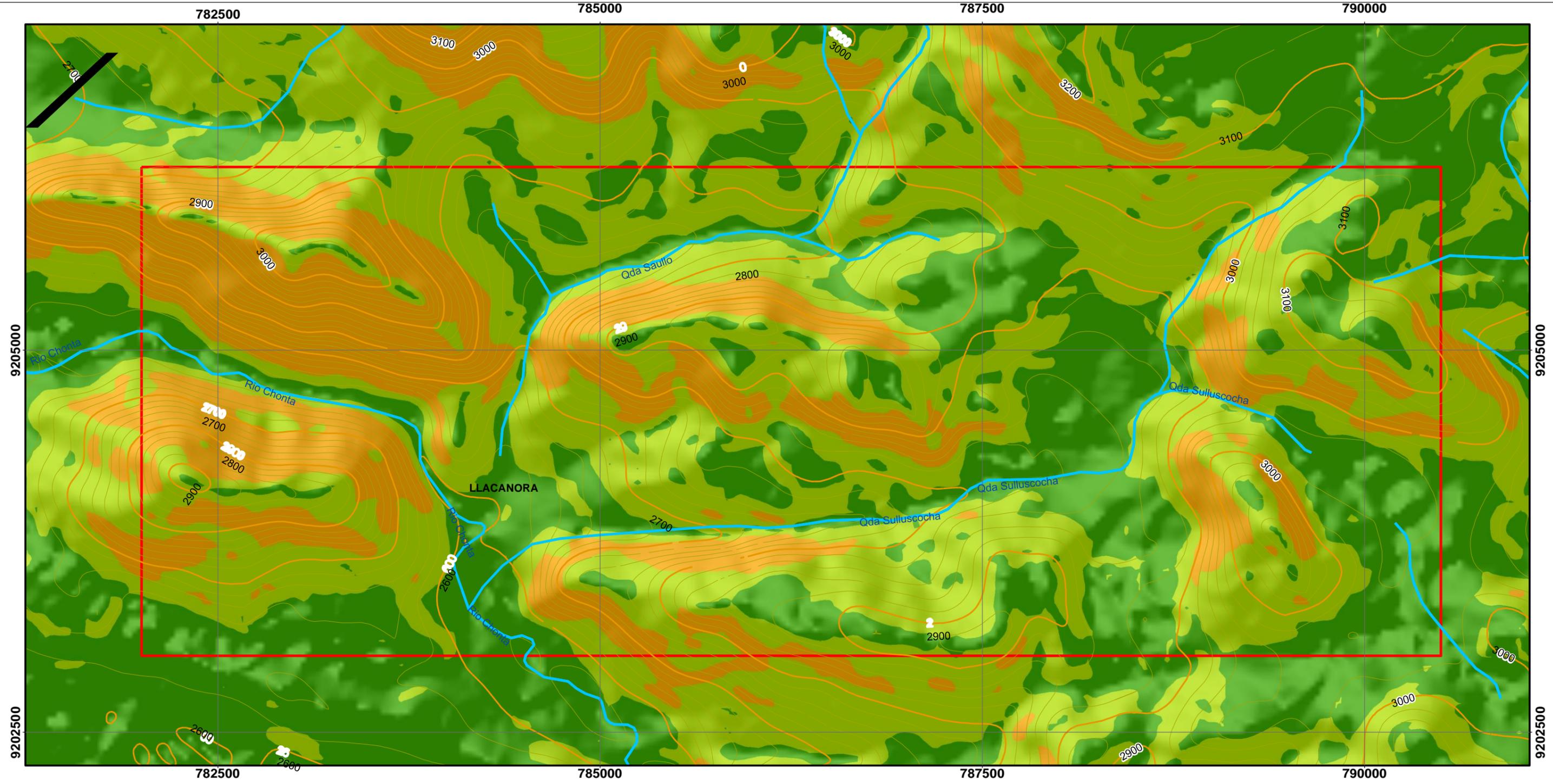
CURVAS DE NIVEL

-  PRIMARIAS
-  SECUNDARIAS
-  AREA DE ESTUDIO

DRENAJE

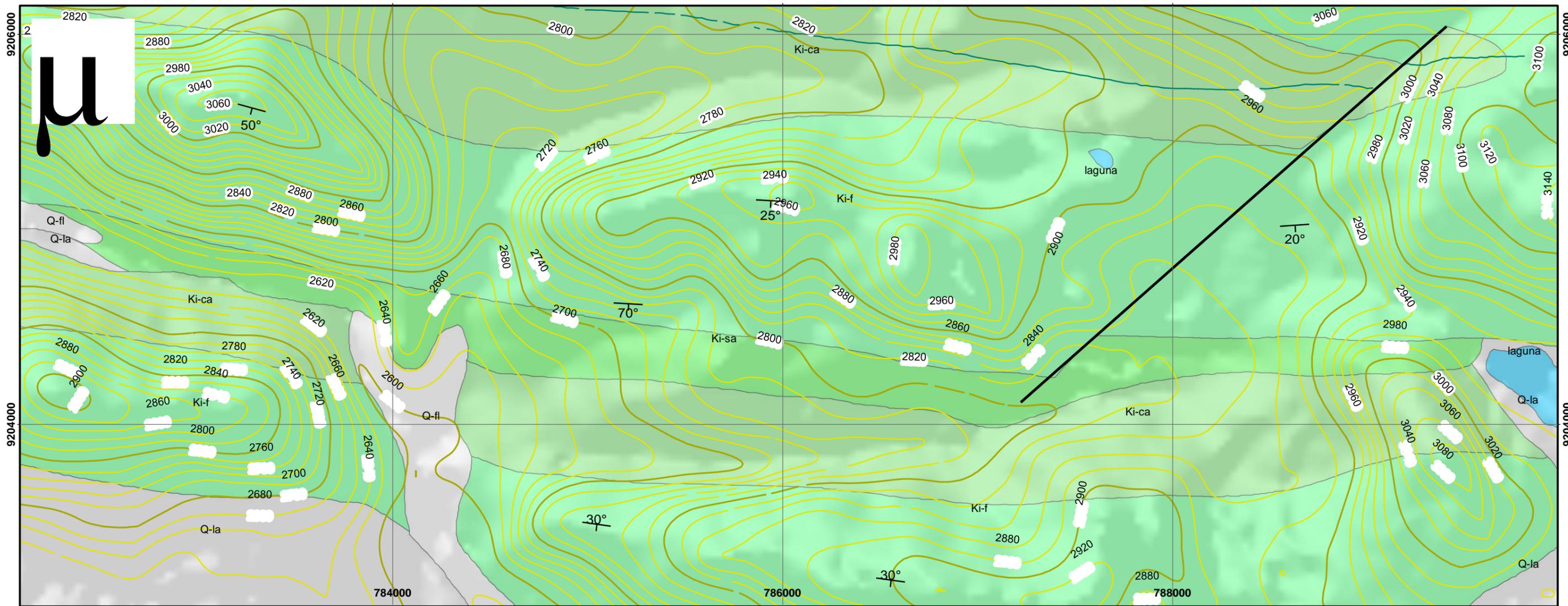


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera de Ingeniería Geológica		TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022	
		PLANO: TOPOGRÁFICO DE LA ZONA DE LLACANORA	
ELABORADO POR: BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA		PLANO N°:	
ASESOR: Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA		08	
DATUM WGS84_UTM_Zone_17s	ESCALA 1:25 000		



LEYENDA	
CURVAS DE NIVEL	UNIDADES MORFOGENÉTICAS
CN PRINCIPALES	PLANICIES 0° - 8°
CN SECUNDARIAS	LOMADAS 8° - 20°
DRENAJE	LADERAS 20° - 50°
AREA DE ESTUDIO	ESCARPES > 50°

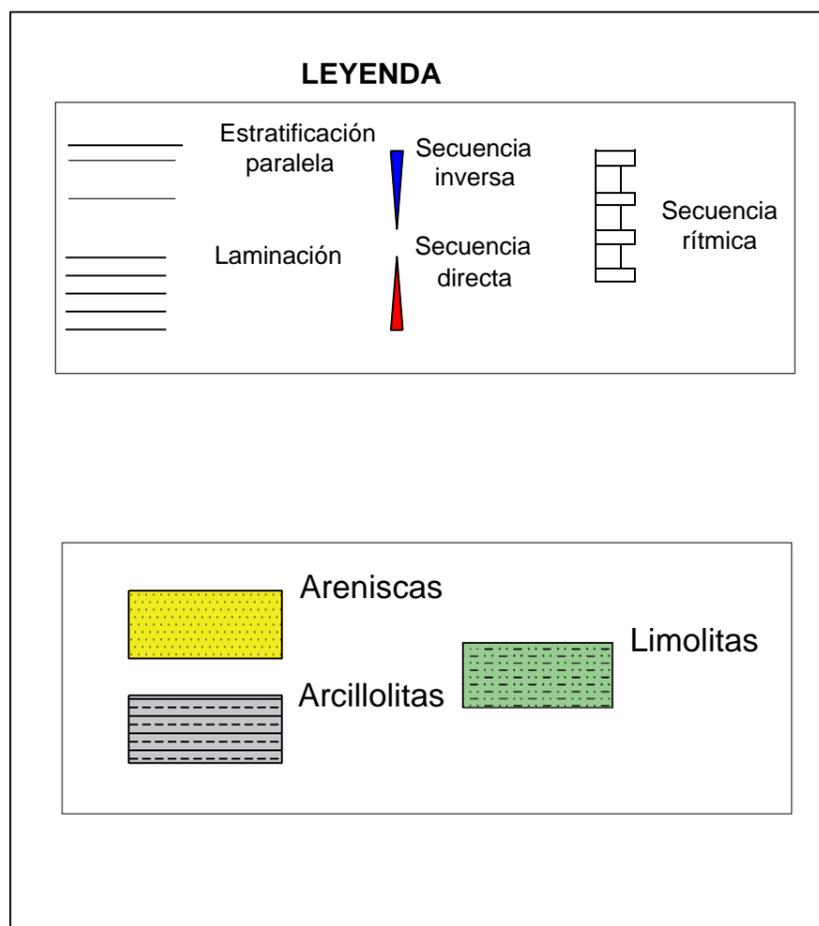
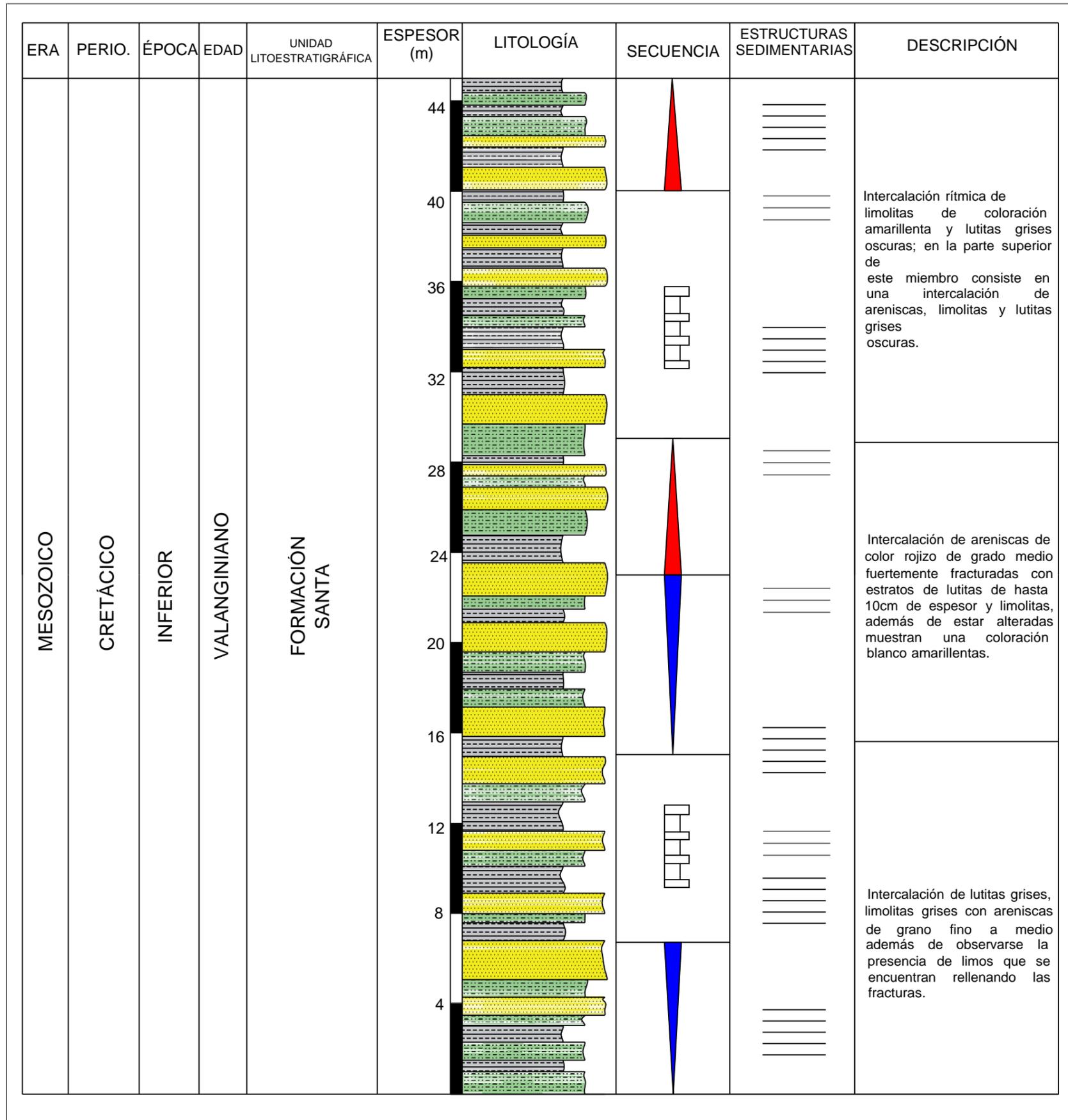
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera de Ingeniería Geológica	
TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022			
PLANO: UNIDADES MORFOGENÉTICAS DE LA ZONA DE LLACANORA		ELABORADO POR: BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA	
ASESOR: Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA		PLANO N°: 09	
DATUM	ESCALA	FECHA	
WGS84_UTM_Zone_17s	1:25 000	MARZO DEL 2023	



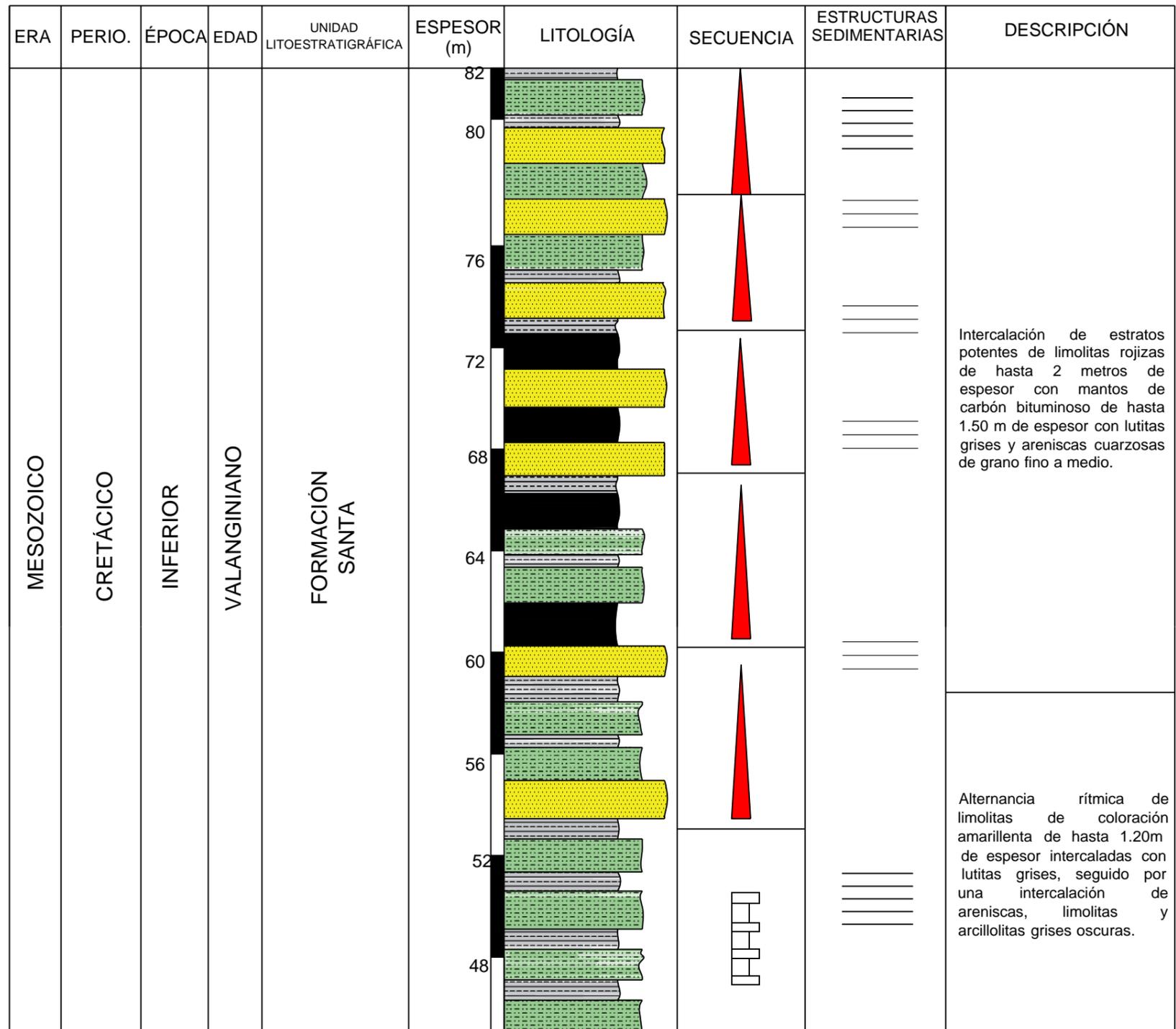
GEOLOGÍA	
	Formación Inca (Ki-in)
	Formación Farrat (Ki-f)
	Formación Carhuaz (Ki-ca)
	Formación Santa (Ki-sa)
	Depósitos fluviales (Q-fl)
	Depósitos lacustres (Q-la)

LEYENDA	
	FALLA NORMAL
	BUZAMIENTOS
CURVAS DE NIVEL	
	PRIMARIAS
	SECUNDARIAS

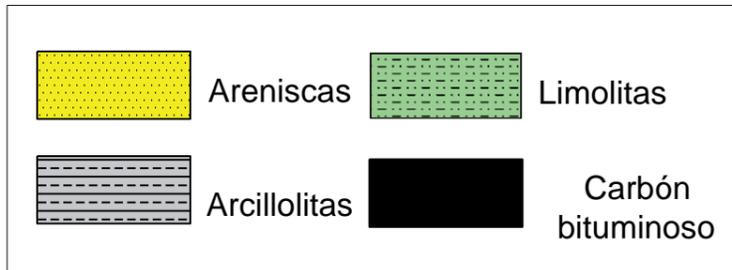
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera de Ingeniería Geológica	
		TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022	
PLANO:		GEOLOGICO DE LA ZONA DE LLACANORA	
ELABORADO POR:		BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA	PLANO N°:
ASESOR:		Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA	
DATUM	ESCALA	FECHA	
WGS84_UTM_Zone_17s	1:20 000	MARZO DEL 2023	
			10



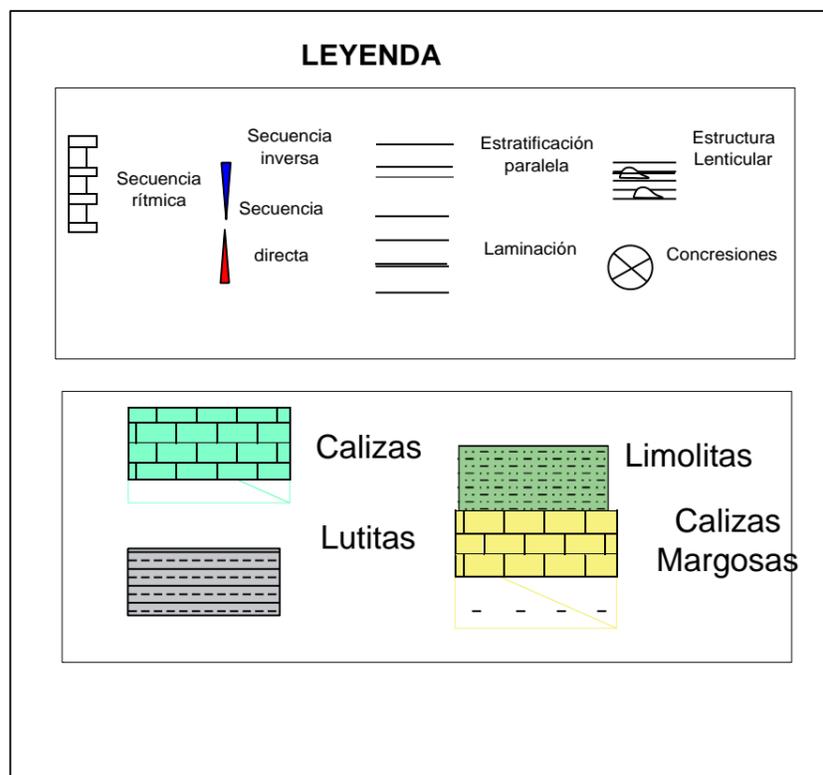
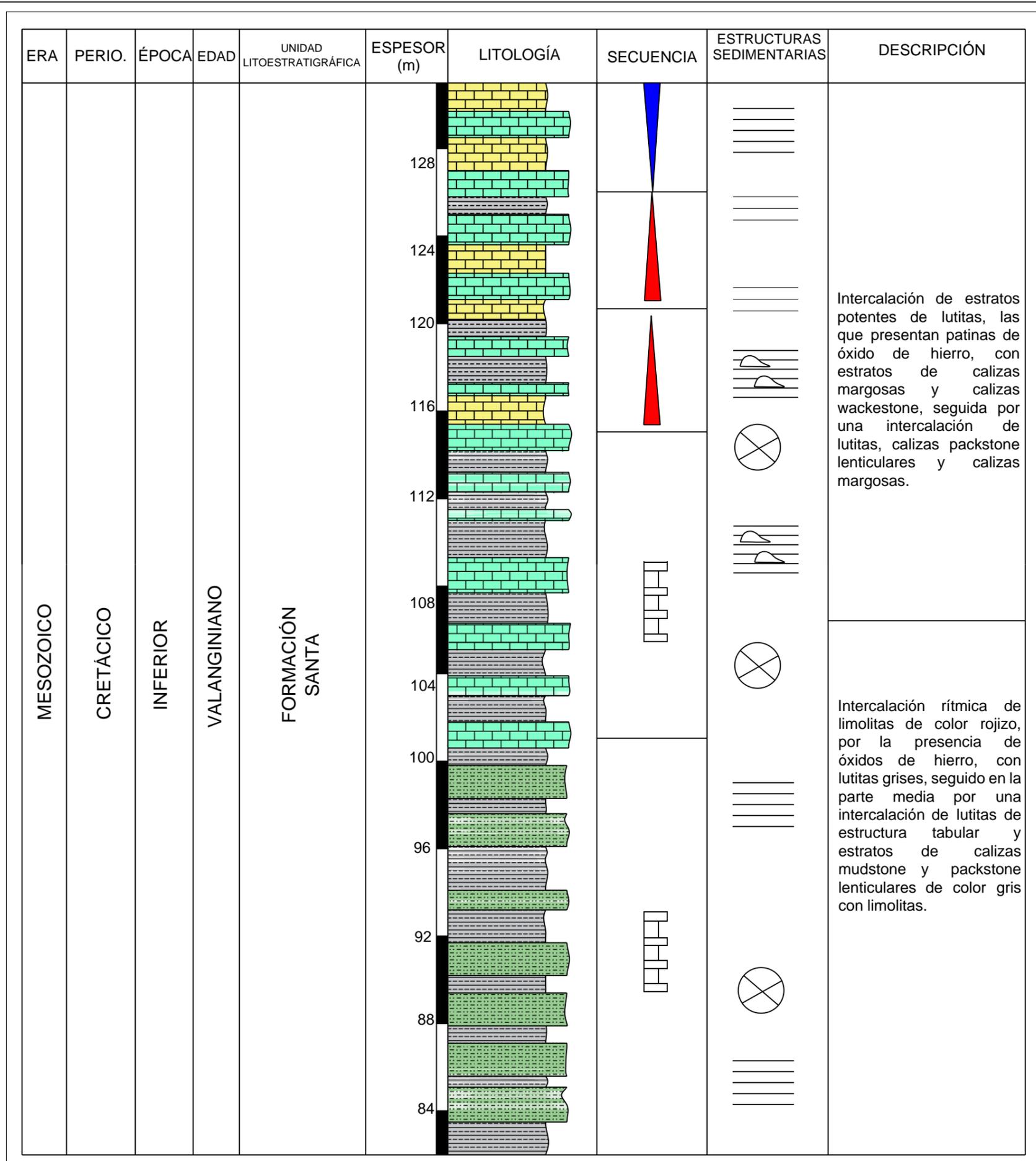
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera de Ingeniería Geológica		
	TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOSTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCA Y LLACANORA, 2022		
COLUMNA LITOSTRATIGRÁFICA DEL MIEMBRO I DE LA FORMACIÓN SANTA, ZONA DE CHANCA Y			
ELABORADO POR: BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA		C. L. N°:	
ASESOR: Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA		01	
DATUM	ESCALA		FECHA
WGS84_UTM_Zone_17s	1:200		MARZO DEL 2023



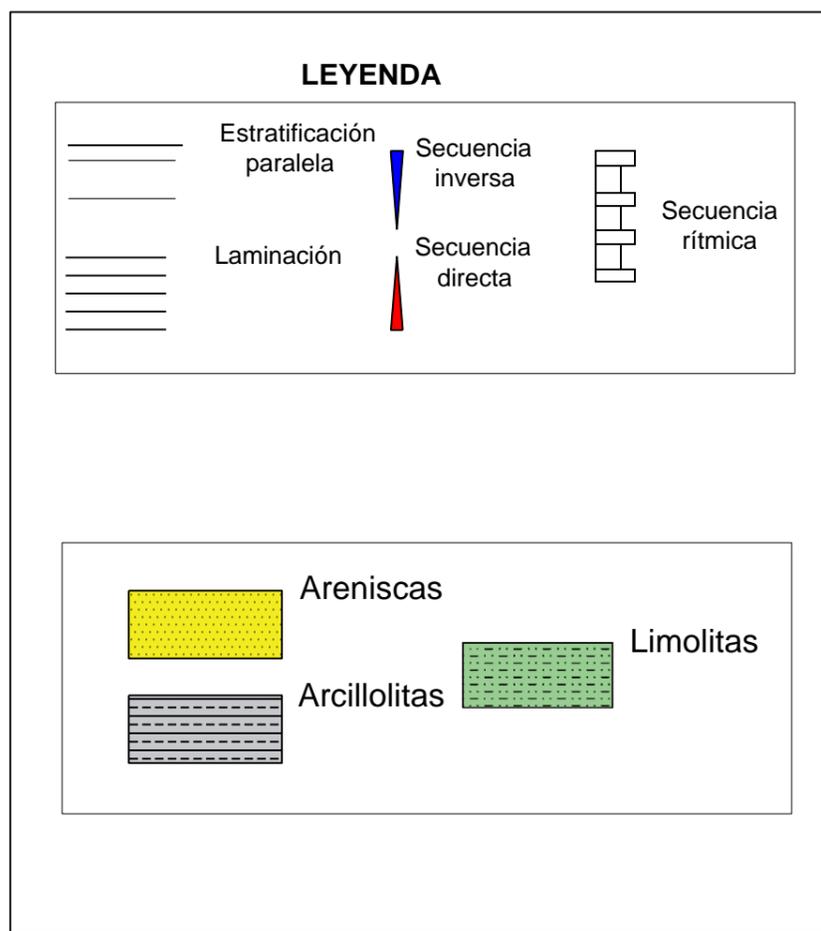
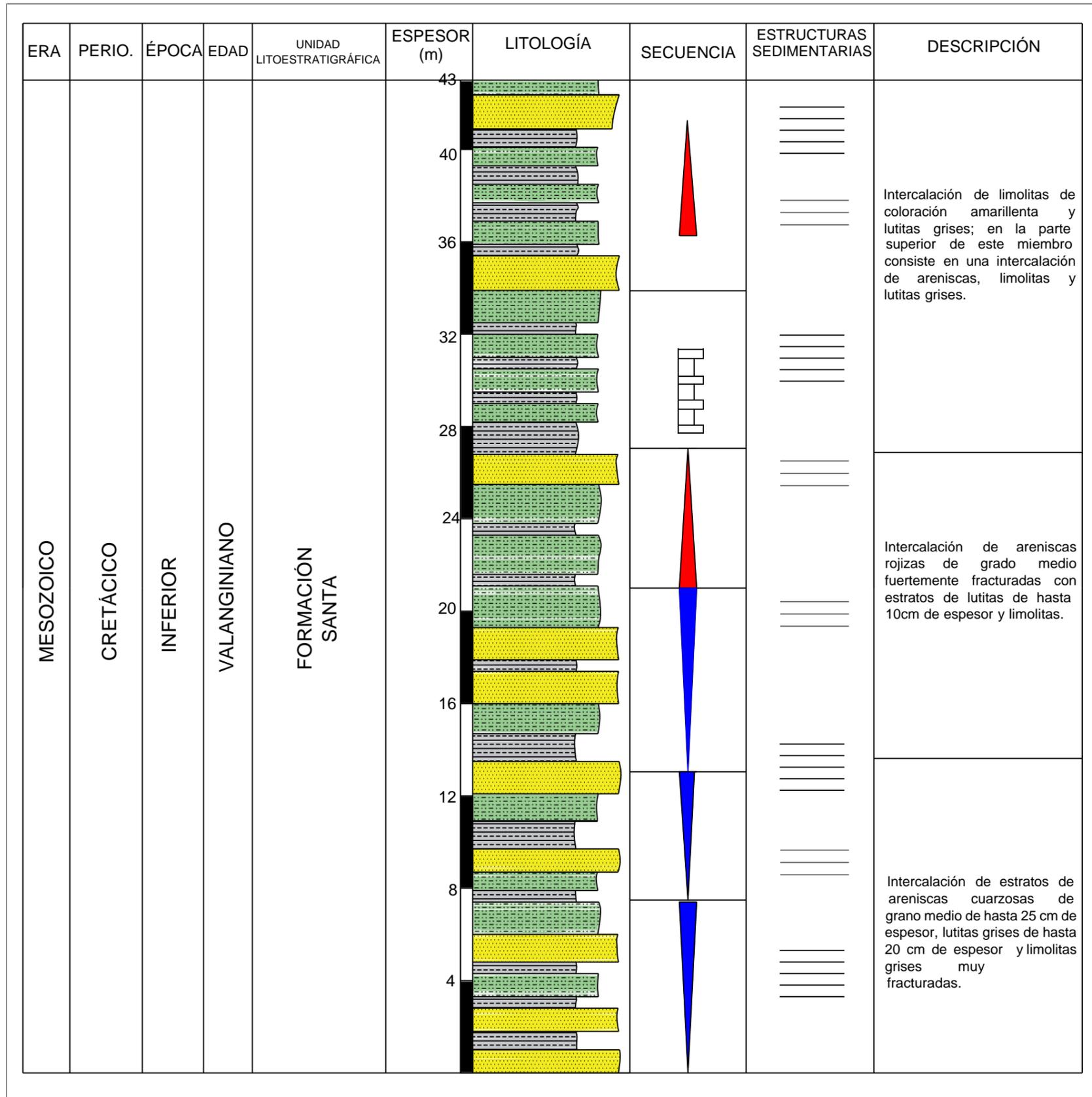
LEYENDA



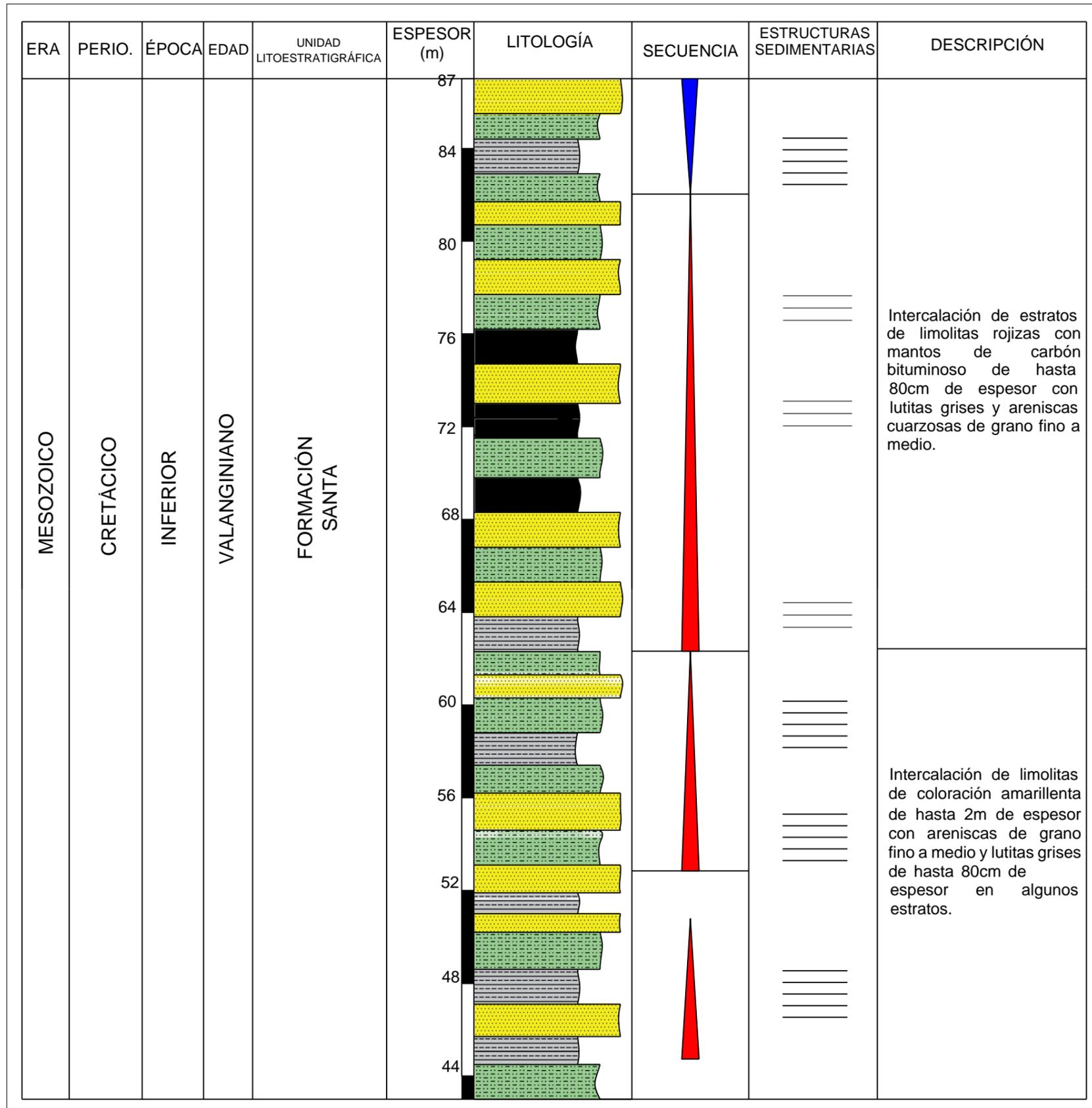
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera de Ingeniería Geológica	
	TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOSTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022	
COLUMNA LITOSTRATIGRÁFICA DEL MIEMBRO II DE LA FORMACIÓN SANTA, ZONA DE CHANCAY		
ELABORADO POR: BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA		C. L. N°: 02
ASESOR: Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA		
DATUM	ESCALA	FECHA
WGS84_UTM_Zone_17s	1:200	MARZO DEL 2023



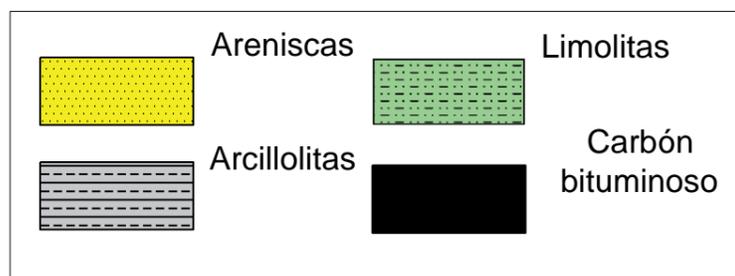
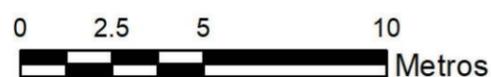
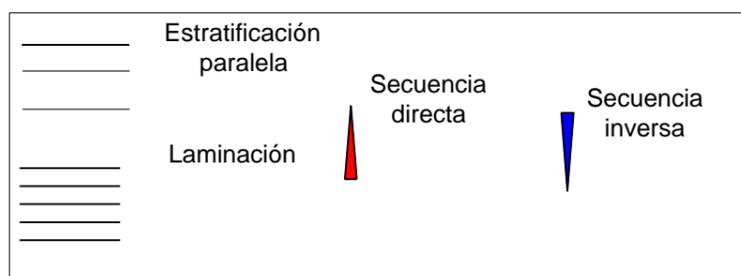
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera de Ingeniería Geológica		
	TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOSTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022		
COLUMNA LITOSTRATIGRÁFICA DEL MIEMBRO III DE LA FORMACIÓN SANTA, ZONA DE CHANCAY			
ELABORADO POR:	BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA	C. L. N°:	
ASESOR:	Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA	03	
DATUM	ESCALA		FECHA
WGS84_UTM_Zone_17s	1:200		MARZO DEL 2023



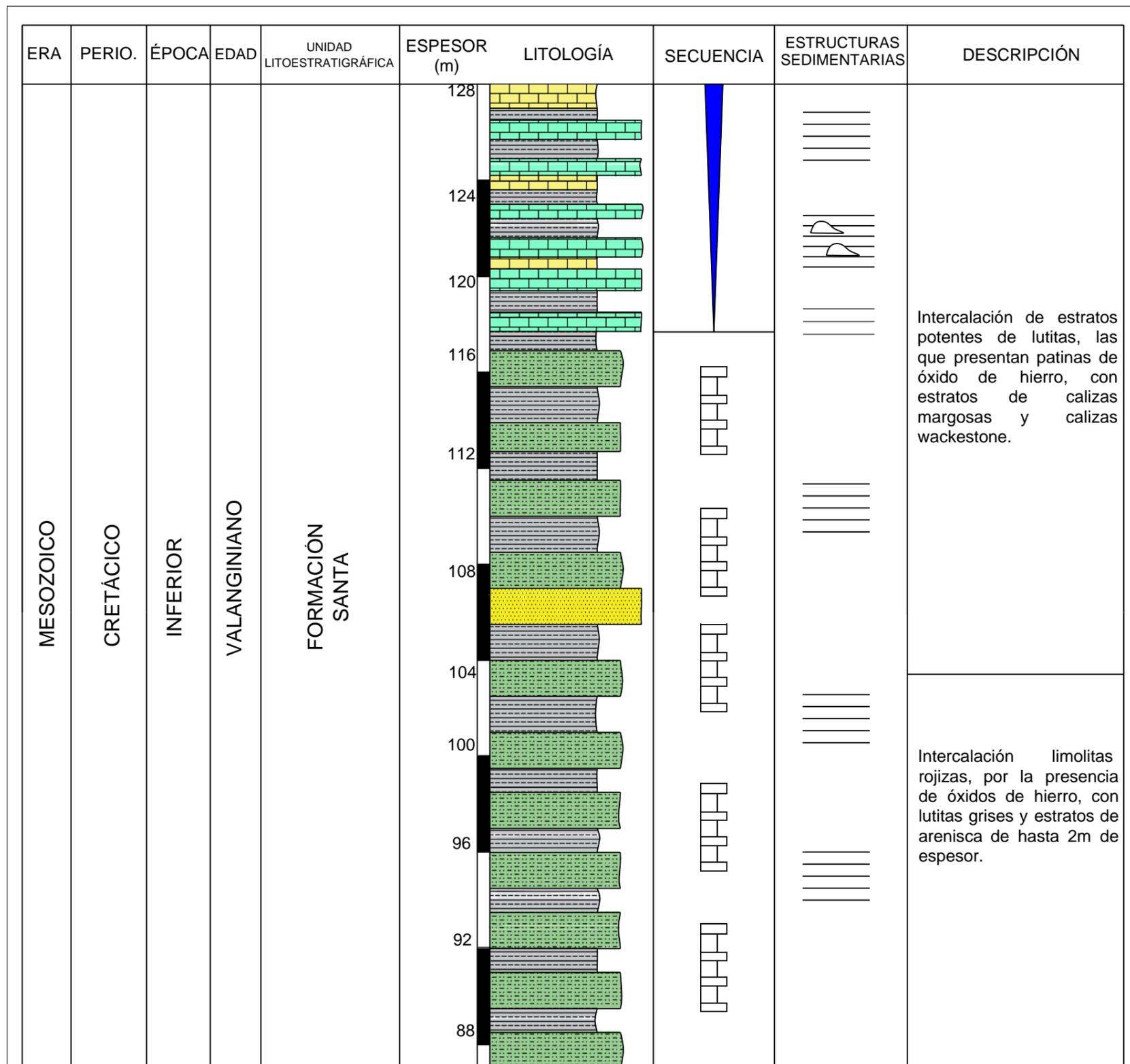
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera de Ingeniería Geológica	
	TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022	
COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA DEL MIEMBRO I DE LA FORMACIÓN SANTA, ZONA DE LLACANORA		
ELABORADO POR: BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA		C. L. N°: 04
ASESOR: Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA		
DATUM	ESCALA	FECHA
WGS84_UTM_Zone_17s	1:200	MARZO DEL 2023



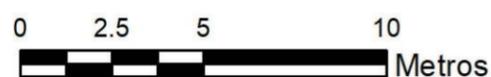
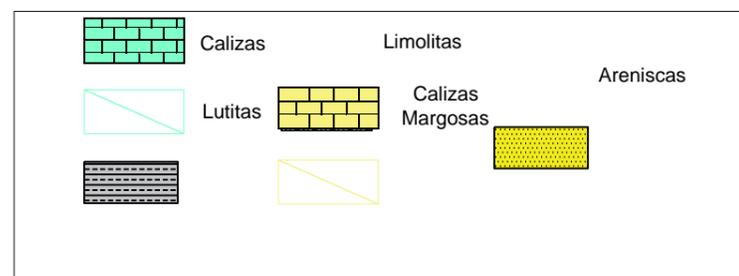
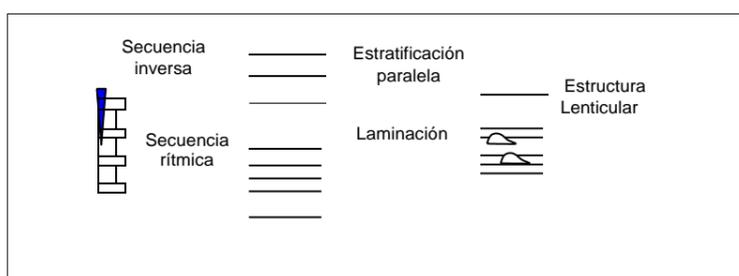
LEYENDA



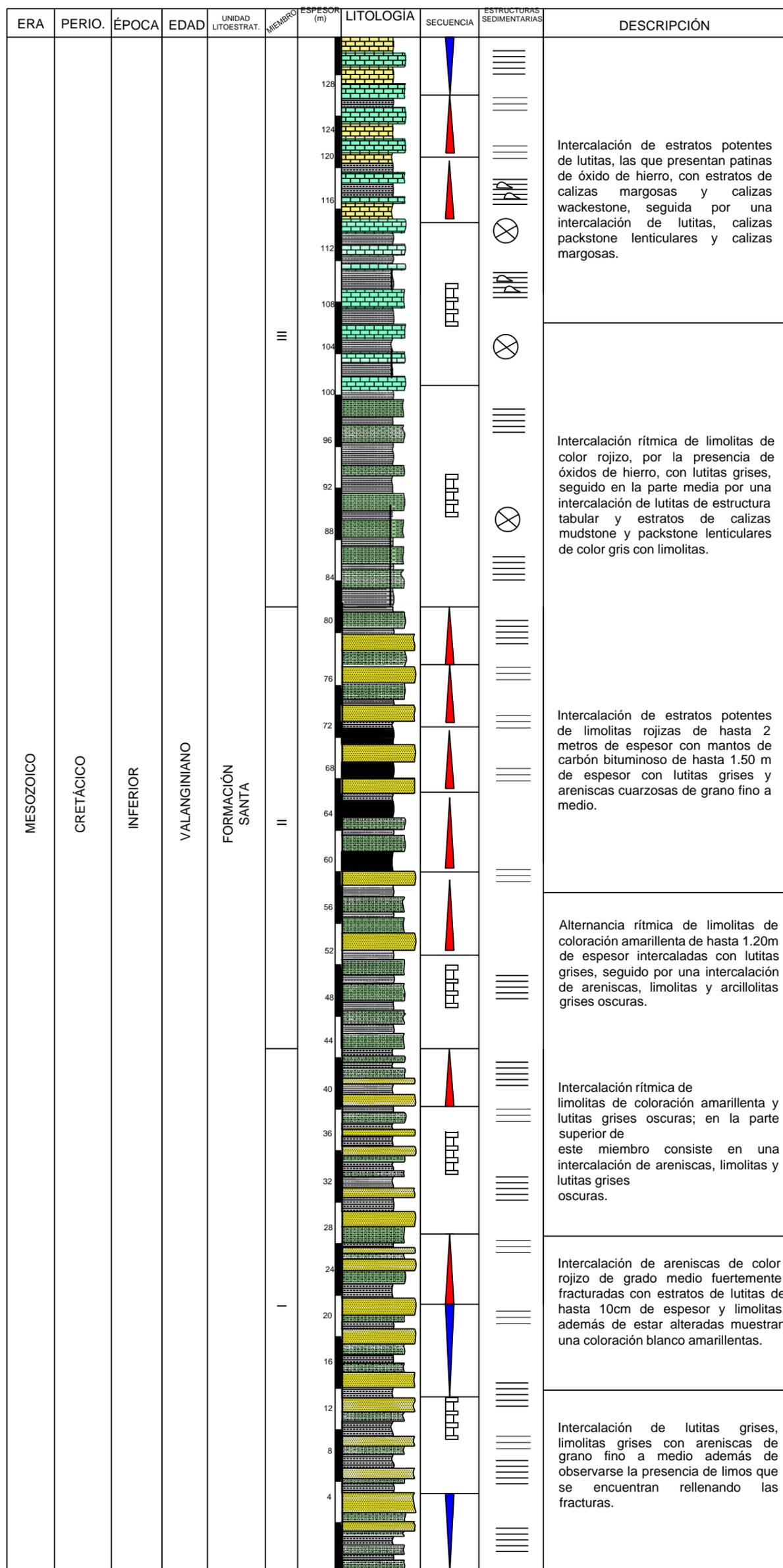
	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera de Ingeniería Geológica	
	TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOSTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022	
COLUMNA LITOSTRATIGRÁFICA DEL MIEMBRO II DE LA FORMACIÓN SANTA, ZONA DE LLACANORA		
ELABORADO POR: BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA		C. L. N°: 05
ASESOR: Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA		
DATUM	ESCALA	FECHA
WGS84_UTM_Zone_17s	1:200	MARZO DEL 2023



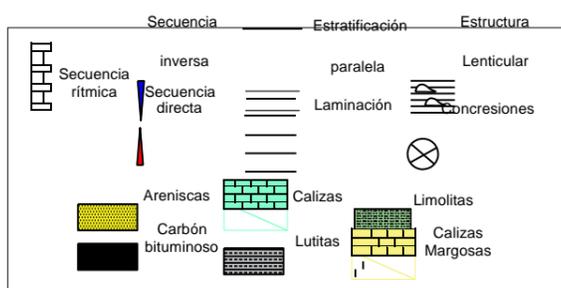
LEYENDA



	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA Carrera de Ingeniería Geológica		
	TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOSTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022		
COLUMNA LITOSTRATIGRÁFICA DEL MIEMBRO III DE LA FORMACIÓN SANTA, ZONA DE LLACANORA			
ELABORADO POR:	BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA	C. L. N°:	
ASESOR:	Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA	06	
DATUM	ESCALA		FECHA
WGS84_UTM_Zone_17s	1:200		MARZO DEL 2023



LEYENDA



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Carrera de Ingeniería Geológica

TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022

COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA, ZONA DE CHANCAY

ELABORADO POR: BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA

C. L. N°:

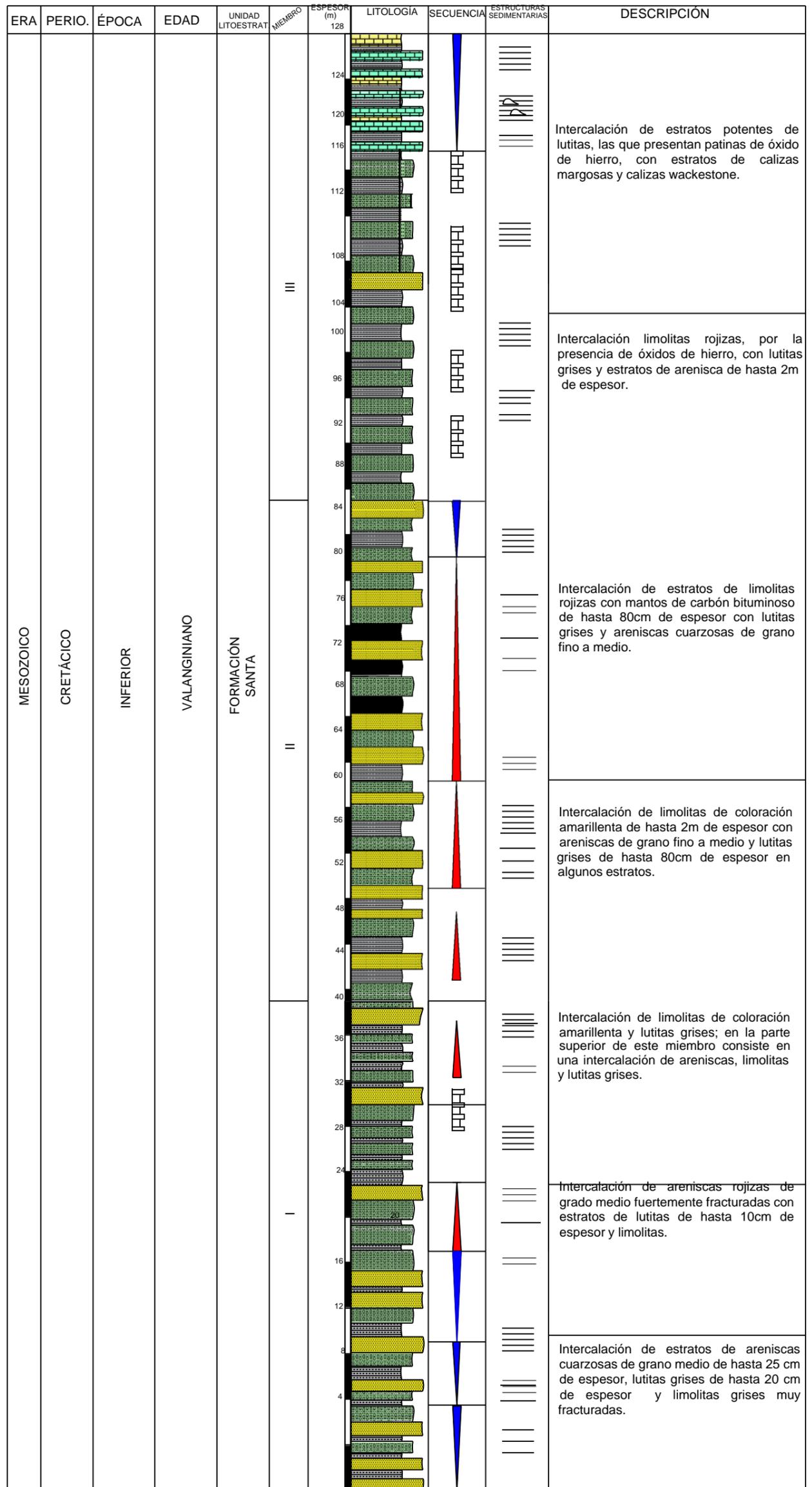
ASESOR: Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA

07

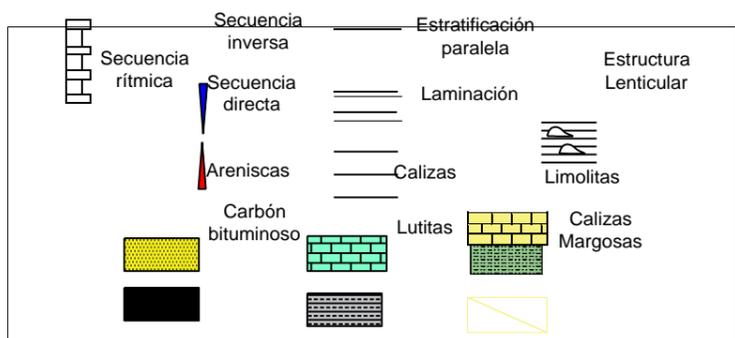
DATUM: WGS84_UTM_Zone_17s

ESCALA: 1:400

FECHA: MARZO DEL 2023



LEYENDA

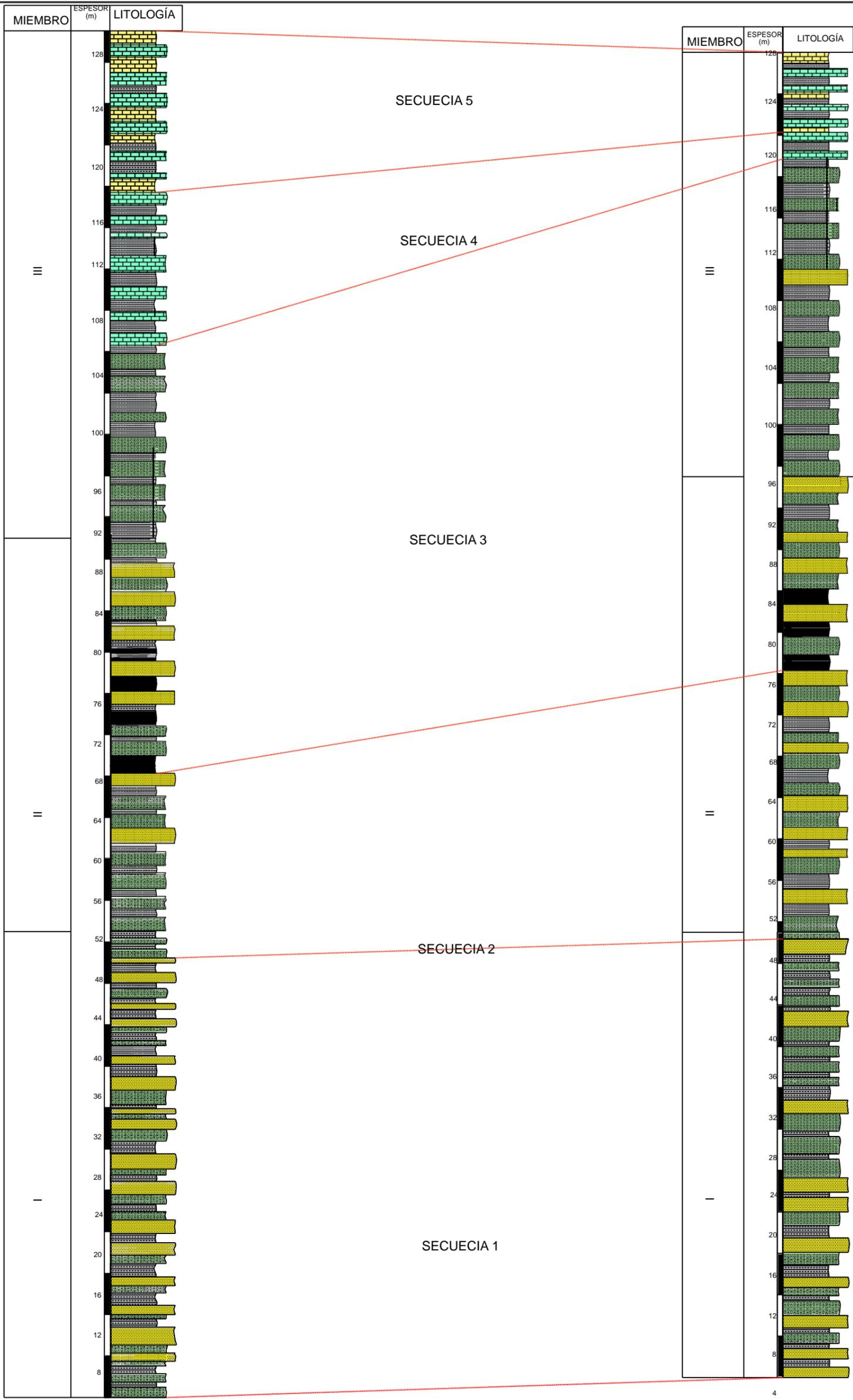


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Carrera de Ingeniería Geológica

TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022

COLUMNNA LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA, ZONA DE LLACANORA

ELABORADO POR: BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA		08
ASESOR: Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA		
DATUM	ESCALA	FECHA
WGS84_UTM_Zone_17s	1:400	MARZO DEL 2023



COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA DE CHANCAY

COLUMNA LITOESTRATIGRÁFICA DE LLACANORA

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Carrera de Ingeniería Geológica



TESIS PROFESIONAL: CORRELACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA EN LOS DISTRITOS DE CHANCAY Y LLACANORA, 2022

CORRELACION LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN SANTA ZONAS DE LLACANORA Y CHANCAY

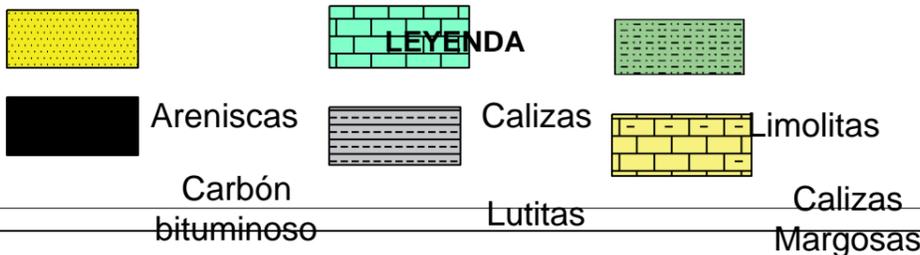
ELABORADO POR: BACH. GISELA LILIANA COTRINA GUEVARA

ASESOR: Ing. Mg. MIGUEL RICARDO PORTILLA CASTAÑEDA

DATUM	ESCALA	FECHA
WGS84_UTM_Zone_17s	1:400	MARZO DEL 2023

C.L. N°:

01



FICHA DE OBSERVACIÓN DE COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS

				COORDENADAS UTM			
LUGAR:				PISO		TECHO	
HORA:				ESTE:	NORTE:	ESTE:	NORTE:
ESPESOR (m)	LITOLOGIA	UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA	FÓSILES	ESTRUCTURA SEDIMENTARIA	FACIE	DESCRIPCIÓN	
19							
18							
17							
16							
15							
14							
13							
12							
11							
10							
9							
8							
7							
6							
5							
4							
3							
2							
1							

Textura deposicional reconocible				Componentes originales unidos durante el desarrollo de una bioconstrucción	Textura deposicional no reconocible
Componentes originales no unidos durante la sedimentación			Esqueleto clasto-soportado sin barro micrítico		
Con barro micrítico		Esqueleto grano-soportado			
Esqueleto matriz-soportado	Esqueleto				
< 10 % granos	> 10 % granos				
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Cristalina

Figura 80. Clasificación de Dunham 1962, modificado por (Moore, 2001)

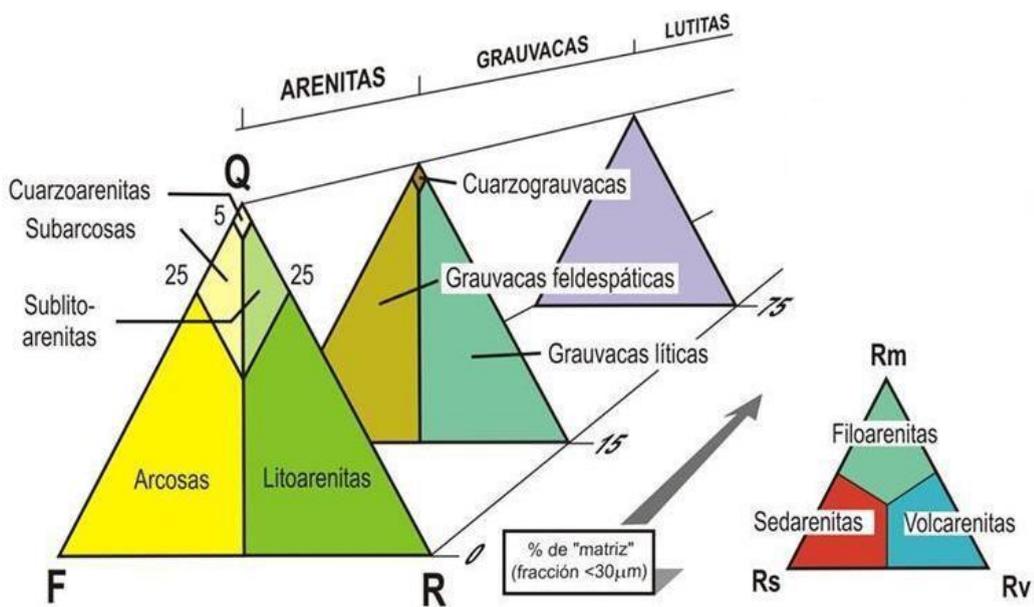


Figura 81. Clasificación de rocas clásticas, tomada de (Pettijhon, 1973)

Porcentaje de arcilla constituyente	> 50% de arcilla	< 50% arcillas	No se conoce nombre de grupo
Descripción de mano de sedimentos inconsolidados	Presenta propiedades* plásticas	Abundante limo visible con lupa y tiene una textura arenosa	
Nombre raíz	Sedimentos arcilloso	Sedimentos limosos	Lodos
Descripción de mano de sedimentos litificados	Con grano extremadamente finos con aspecto homogéneo	Abundante limo visible con una lupa	
Nombre raíz	Arcillita	Limolita	Lodolitas

Figura 82. Clasificación para limolitas y arcillitas, tomado de Twenhofel 1937 y Tucker 1991

CLASIFICACION DE SEDIMENTOS			
Límites de Clases (milímetros)	Clases de tamaño		Término para roca
256 16 4 2	G r a v a s	Peñascos	Conglomerado Brecha Rudita Rocas rudáceas
		Mataténas	
		Guijarros	
		Gránulos	
1 0.05 0.25 0.125 0.0625	A r e n a s	Arenas muy gruesas	Arenisca Arenita Rocas arenáceas
		Arenas gruesas	
		Arenas medianas	
		Arenas finas	
		Arenas muy finas	
0.0312 0.0156 0.0078 0.0039	L i m o s	Limo grueso	Argilita Rocas argiláceas Lodolita Rocas Lodosas Lutita
		Limo medio	
		Limo fino	
		Limo muy fino	
		Arcilla	Lutita

Figura 83. Escalas Granulométricas de las rocas sedimentarias y sedimentos detríticos, tomadas de J. Udden y C. Wentrth (1979)