



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Facultad de la Energía las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables

CARRERA DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000

Autor:

Alexander Fernando Rodríguez Saavedra

Director:

Ing. Carlomagno Nixon Chamba Tacuri, Mg.Sc.

Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

LOJA-ECUADOR

2021

Certificación.

Ing. Carlomagno Chamba Tacuri, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS Y DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado realizado por el señor egresado: **ALEXANDER FERNANDO RODRÍGUEZ SAAVEDRA**, con CI:**1105191595**, en su proceso de investigación denominado **“CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”**, previo a la obtención del título de Ingeniera en Geología Ambiental Y Ordenamiento Territorial, la misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, 10 de diciembre del 2020



Firmado electrónicamente por:
**CARLOMAGNO NIXON
CHAMBA TACURI**

Ing. Carlomagno Nixon Chamba Tacuri, Mg.Sc.

DIRECTOR DE TESIS

Autoría

Yo, **Alexander Fernando Rodríguez Saavedra** declaro ser el autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional- Biblioteca Virtual



Firmado electrónicamente por:
**ALEXANDER FERNANDO
RODRIGUEZ SAAVEDRA**

Firma:

Cédula: 1105191595

Fecha: 11 de marzo del 2021

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN DEL TEXTO COMPLETO.

Yo **Alexander Fernando Rodríguez Saavedra**, declaro ser autor de la tesis titulada: **“CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”**, como requisito para optar al grado de: **INGENIERO EN GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los dos días del mes de febrero del dos mil veintiuno.



Firmado electrónicamente por:
**ALEXANDER FERNANDO
RODRIGUEZ SAAVEDRA**

Firma:

Autor: Alexander Fernando Rodríguez

Saavedra

Cédula: 1105191595

Dirección: Loja (Cdla. Julio Ordoñez)

Correo: afrodriguez@unl.edu.ec

Celular: 0997710762

Director de tesis:

Ing. Carlomagno Nixon Chamba Tacuri, Mg. Sc

Tribunal de grado:

Ing. Julio Eduardo Romero Sigcho, Mg. Sc

Ing. José Francisco Ochoa Alfaro, Mg. Sc.

Ing. Oscar Adrián Estrella Lima, Mg. Sc.

Agradecimiento.

A Dios por permitirme disfrutar de mi familia y la oportunidad de ser mejor cada día.

A la Universidad Nacional de Loja y los docentes de mi carrera por las experiencias y enseñanzas técnicas y éticas que me supieron brindar, y en especial al ingeniero Carlomagno Chamba por su excelente orientación en el desarrollo de este proyecto de investigación.

A mis abuelitos por su amor y sabiduría, a mis primos y tíos por su cariño, respeto y confianza, por haberme brindado su apoyo y compañía en este viaje, nada de esto hubiera sido posible sin ellos.

A mis grandes amigos Óscar y Kim. A mis compañeros de clase, en especial a Verito, Daniela, Julio y Jefferson, por las experiencias compartidas y por ser ejemplo de amistad verdadera en mi vida.

Alexander Rodríguez Saavedra

Dedicatoria.

Quiero honrar a mis padres por haber puesto todo su amor y confianza en mí, por siempre estar a mi lado, a su apoyo incondicional para hacer de mí una mejor persona, a mis hermanos y querido sobrino David que sin duda son un pilar fundamental en mi vida.

Todos mis logros se los debo a ellos.

Alexander Rodríguez Saavedra

Índice de Contenidos.

CERTIFICACIÓN.	II
AUTORÍA	III
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR.	IV
AGRADECIMIENTO.	V
DEDICATORIA.	VI
1. TÍTULO.	1
2. RESÚMEN.	2
3. INTRODUCCIÓN.	4
3.1. OBJETIVOS.	5
4. REVISIÓN DE LA LITERATURA.	6
4.1. Yacimientos Minerales.	6
4.2. Minerales no metálicos.	6
4.2.1. Materiales de construcción.	7
4.2.2. Mineral industrial.	7
4.3. Distribución de los minerales no metálicos en la región austral del Ecuador. 8	
4.4. Clasificación de la industria cerámica.	8
4.4.1. Principales Minerales para la industria cerámica.	10
4.4.2. Clasificación industrial de las arcillas.	13
4.4.3. Clasificación de los tipos tecnológicos de mena en feldespatos	15
4.5. Proceso cerámico.	17
4.6. Criterios para la elección de materias primas cerámicas.	18
4.7. Control de calidad de las materias primas.	19
5. MATERIALES Y MÉTODOS.	21
5.1. Materiales.	21
5.1.1. Materiales de campo.	21
5.1.2. Materiales de oficina.	21
5.2. Métodos.	22
5.2.1. Recopilación bibliográfica.	22

5.2.2.	Teledetección.....	22
5.2.3.	Levantamiento en campo y muestreo.	22
5.2.4.	Trabajo de Laboratorio	24
5.3.	Registro de información.....	37
6.	RESULTADOS.	38
6.1.	Caracterización del área de estudio.	38
6.1.1.	Ubicación.....	38
6.1.2.	Acceso.	38
6.1.3.	Clima	39
6.1.4.	Hidrografía	39
6.1.5.	Geomorfología	40
6.1.6.	Marco Geológico.....	41
6.1.7.	Geología Regional.....	48
6.2.	Resultados del primer objetivo.....	54
6.2.1.	Geología Local.	54
6.3.	Resultados del segundo objetivo.....	69
6.4.	Resultados del tercer objetivo.	99
7.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	100
8.	CONCLUSIONES.....	106
9.	RECOMENDACIONES.	108
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	109
11.	ANEXOS.....	113
	ANEXO 1. MAPA GEOLÓGICO REGIONAL DEL ÁREA DE ESTUDIO. ...	113
	ANEXO 2. MAPA DE AFLORAMIENTOS DEL ÁREA DE ESTUDIO.	131
	ANEXO 3. MAPA DE INDICIOS MINERALES ENCONTRADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.	133
	ANEXO 4. FICHAS DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS.	135
	ANEXO 5. FICHAS DE DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO	166
	ANEXO 6. RESULTADO DE LOS ENSAYOS FÍSICOS Y MECÁNICOS	173
	ANEXO 7. RESULTADO DE LOS ENSAYOS QUÍMICOS DE FLUORECENCIA DE RAYOS X	187

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama K ₂ O vs. SiO ₂ (en peso%) mostrando las tendencias evolutivas mayores, correspondientes a las series: shoshonítica, calco-alkalina alta en potasio, calco-alkalina y baja en potasio	16
Figura 2. Fases del proceso cerámico	18
Figura 3. Criterios para la elección de la materia prima cerámica.....	19
Figura 4. Curva de distribución de tamaño de partícula	27
Figura 5. Curva de flujo para la determinación del límite líquido de una arcilla	29
Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de muestreo de roca.....	36
Figura 7. Mapa de Ubicación del área de estudio, poblaciones y red vial.....	38
Figura 8. Mapa de ubicación del área de estudio mostrando la cobertura geológica del cinturón metamórfico paleozoico, los cinturones plutónicos permo-triásicos, los depósitos volcánicos del Arco Celica, los depósitos sedimentarios cretácicos de la Cuenca Alamor-Lacones y el batolito de Tangula a lo largo de Ecuador y el norte de Perú. Modificado de Chew et al., 2007 (Geología adaptada de Kennerley, 1973; Litherland et al., 1994; León et al., 2000).....	42
Figura 9. Estratigrafía de la Cuenca Alamor-Lacones según Kennerley (1973) para Ecuador y Reyes & Caldas (19879 para Perú. (Tomado de Jaillard et al., 1999).....	44
Figura 10. Estratigrafía y evolución tectónica s.l. de la Cuenca Alamor-Lacones durante el Cretácico. (Tomado de Jaillard et al., 199).....	45
Figura 11. Composición porcentual de elementos químicos Muestra MC-R-18.....	70
Figura 12. Composición porcentual de elementos químicos Muestra MC-R-23.....	71
Figura 13. Composición porcentual de elementos químicos Muestra MC-R-25.....	73
Figura 14. Composición porcentual de elementos químicos Muestra MC-R-28.....	75
Figura 15. Composición porcentual de elementos químicos Muestra CL-R-47.....	77
Figura 16. Composición porcentual de elementos químicos Muestra CL-R-48.....	79
Figura 17. Composición porcentual de elementos químicos Muestra CL-R-49.....	81
Figura 18. Composición porcentual de elementos químicos Muestra CL-R-53.....	83
Figura 19. Composición porcentual de elementos químicos Muestra PD-R-61.....	85
Figura 20. Composición porcentual de elementos químicos Muestra CL-R-63.....	87

Figura 21.Composición porcentual de elementos químicos Muestra CL-R-64.....	89
Figura 22. Composición porcentual de elementos químicos Muestra MC-R-66.....	90
Figura 23.Composición porcentual de elementos químicos Muestra CL-R-88.....	92
Figura 24.Composición porcentual de elementos químicos Muestra ZP-R-110	94
Figura 25.Composición porcentual de elementos químicos Muestra PD-R-125.....	96
Figura 26.Composición porcentual de elementos químicos Muestra PD-R-127.....	98
Figura 27. Captura de pantalla del Web Map realizado con QGis.	99
Figura 28. Representación gráfica de las muestras de arcillas recolectadas, en la que se relaciona el contenido en % en peso de (SiO ₂ + Al ₂ O ₃ / MgO + CaO).	100
Figura 29. Representación gráfica de las muestras de arcillas recolectadas, en la que se relaciona el contenido en % en peso de (Fe ₂ O ₃ + TiO ₂ / MgO + CaO).	101
Figura 30. Representación gráfica de todas las muestras de arcillas, relacionando el Índice Plástico con el % en peso de Al ₂ O ₃	102
Figura 31. Relación entre la composición mineralógica y la plasticidad según (Day, 1999) de las muestras arcillosas del área de estudio	104
Figura 32. Diagrama de clasificación de rocas magmáticas K ₂ O vs SiO ₂ , según Peccerillo & Taylor,.....	105

Índice de Tablas

Tabla 1. Lugares donde aparecen y usos de los minerales no metálicos.	6
Tabla 2. Lugares donde aparecen y usos de los minerales no metálicos.	9
Tabla 3. Principales minerales utilizados como materia prima cerámica.....	12
Tabla 4. Principales rocas utilizadas como materia prima cerámica	13
Tabla 5. Tabla comparativa del contenido de óxidos colorantes versus color del producto (Villacís,2008)	15
Tabla 6. Abertura de las mallas según norma ASTM.....	26

Índice de cuadros

Cuadro 1. Clasificación industrial de las arcillas.....	14
Cuadro 2. Clasificación de los tipos tecnológicos de mena.....	16
Cuadro 3. Ensayos para determinar la calidad de los materiales arcillosos.....	20
Cuadro 4. Ficha para descripción de afloramientos.....	23
Cuadro 5. Ficha de descripción macroscópica de rocas	24
Cuadro 6. Codificación de muestras de campo.....	25
Cuadro 7. Características físicas, ensayos de clasificación muestra MC-R-25.....	71
Cuadro 8. Propiedades cerámicas industriales de la muestra MC-R-25.....	72
Cuadro 9. Características físicas, ensayos de clasificación muestra MC-R-28.....	73
Cuadro 10. Propiedades cerámicas industriales de la muestra MC-R-25.....	74
Cuadro 11. Características físicas, ensayos de clasificación muestra CL-R-47.....	75
Cuadro 12. Propiedades cerámicas industriales de la muestra CL-R-47.....	76
Cuadro 13. Características físicas, ensayos de clasificación muestra CL-R-48.....	77
Cuadro 14. Propiedades cerámicas industriales de la muestra CL-R-48.....	78
Cuadro 15. Características físicas, ensayos de clasificación muestra CL-R-49.....	79
Cuadro 16. Propiedades cerámicas industriales de la muestra CL-R-49.....	80
Cuadro 17. Características físicas, ensayos de clasificación muestra CL-R-53.....	81
Cuadro 18. Propiedades cerámicas industriales de la muestra CL-R-49.....	82
Cuadro 19. Características físicas, ensayos de clasificación muestra PD-R-61.....	83
Cuadro 20. Propiedades cerámicas industriales de la muestra PD-R-61.....	84
Cuadro 21. Características físicas, ensayos de clasificación muestra CL-R-63.....	85
Cuadro 22. Propiedades cerámicas industriales de la muestra CL-R-63.....	86
Cuadro 23. Características físicas, ensayos de clasificación muestra CL-R-64.....	87
Cuadro 24. Propiedades cerámicas industriales de la muestra CL-R-64.....	88
Cuadro 25. Características físicas, ensayos de clasificación muestra CL-R-88.....	90
Cuadro 26. Propiedades cerámicas industriales de la muestra CL-R-88.....	91
Cuadro 27. Características físicas, ensayos de clasificación muestra ZP-R-110.....	92
Cuadro 28. Propiedades cerámicas industriales de la muestra ZP-R-110.....	93

Cuadro 29. Características físicas, ensayos de clasificación muestra PD-R-125	95
Cuadro 30. Propiedades cerámicas industriales de la muestra PD-R-125.....	95
Cuadro 31. Características físicas, ensayos de clasificación muestra PD-R-127.	96
Cuadro 32. Propiedades cerámicas industriales de la muestra PD-R-127	97
Cuadro 33. Clasificación industrial de arcillas del área de estudio según Fernandez et al., (2002)	103
Cuadro 34. Clasificación de tipos de mena de feldespatos en el área de estudio en función del contenido de K20	104

Índice de Fotografías

Fotografía 1. Afloramiento de arcillas sector Algodonal de Jupal parroquia Macará, cantón Macará, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (601729E, 9527366N).....	54
Fotografía 2. Afloramiento de arcillas sector Casharumi parroquia Celica, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (618519E, 9545329N).....	55
Fotografía 3. Afloramiento de arcillas sector Cerro Verde, parroquia Celica, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (615072E, 9543815N).....	56
Fotografía 4. Afloramiento de arcillas sector Cerro Verde, parroquia Celica, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (615072E, 9543815N).....	57
Fotografía 5. Afloramiento de arcillas caoliníticas sector El Guineo, parroquia Cruzpamba, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (607160E, 9535767N).....	58
Fotografía 6. Afloramiento de arcillas sector Doce de Diciembre, parroquia del mismo nombre, cantón Pindal, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (603487E, 9551381N).....	59
Fotografía 7. Afloramiento de arcillas sector Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (614286E, 9547910N).....	60
Fotografía 8. Afloramiento de tobas basalto andesíticas altamente alteradas de la formación Celica, sector Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (608231E, 9548575N).....	61
Fotografía 9. Afloramiento de arcillas caoliníticas y contacto discordante entre la formación Chaquino sobre la Formación Celica en el sector El Naranjo, Cantón Celica coordenadas UTM, Datum WGS 84 (597138E, 9528714N).....	62
Fotografía 10. Afloramiento de arcillas sector Pindal, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (596286E, 9545396N).....	63
Fotografía 11. Afloramiento de arcillas sector Milagros, cantón Pindal, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (591568E, 9543412N).....	64
Fotografía 12. Afloramiento de arcillas caoliníticas sector El Guineo, parroquia Cruzpamba, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (607160E, 9535767N).....	65
Fotografía 13. Afloramiento de Granodiorita, sector Macará, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (614439E, 9515926N).....	66
Fotografía 14. Afloramiento de dacita sector Laguar, cantón Macará coordenadas UTM, Datum WGS 84 (609893E, 9521935N).....	67

Fotografía 15. Afloramiento de Feldepatato, sector Algodonal de Jupal, cantón Macará coordenadas UTM, Datum WGS 84 (601263E, 9527769N)	68
Fotografía 16. Afloramiento de Calizas de la Formación, sector Guasimal, parroquia Limones, cantón Zapotillo, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (566259E, 9515516N).....	69
Fotografía 17. Pieza cerámica de la muestra MC-R-25	72
Fotografía 18. Pieza cerámica de la muestra MC-R-28.....	74
Fotografía 19. Pieza cerámica de la muestra CL-R-47	76
Fotografía 20. Pieza cerámica de la muestra CL-R-48	78
Fotografía 21. Pieza cerámica de la muestra CL-R-49	80
Fotografía 22. Pieza cerámica de la muestra CL-R-53	82
Fotografía 23. Pieza cerámica de la muestra PD-R-61	84
Fotografía 24. Pieza cerámica de la muestra CL-R-63	86
Fotografía 25. Pieza cerámica de la muestra CL-R-64	88
Fotografía 26. Pieza cerámica de la muestra CL-R-88	91
Fotografía 27. Pieza cerámica de la muestra ZP-R-110.	93
Fotografía 28. Pieza cerámica de la muestra PD-R-125	95
Fotografía 29. Pieza cerámica de la muestra PD-R-127	97

1. TÍTULO.

**“CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA
INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ
Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”**

2. RESÚMEN.

El presente trabajo de investigación comprende la caracterización de zonas de interés de materias primas no metálicas para la producción de cerámica plana de los cantones Pindal, Celica, Macará y Zapotillo a escala 1:50000, en el cual se ha hecho énfasis a la determinación de propiedades físicas, químicas e industriales, con la finalidad de poder reconocer la aplicación de las mismas.

Para ello ha sido necesario en primera instancia realizar una planificación con base en documentación bibliográfica preexistente y teledetección del área de estudio, actividades previas necesarias para el establecimiento de criterios que permitan el reconocimiento de aquellas zonas consideradas como potenciales. Mismas que fueron corroboradas posteriormente en la identificación y selección de muestras dentro del trabajo de geología de campo y finalmente caracterizadas mediante análisis de laboratorio (ensayos físicos, químicos, mecánicos y físico-cerámicos).

De los resultados de las muestras obtenidas se pudo determinar siete indicios de arcillas margosas, tres indicios de arcillas no margosas poco plásticas, dos indicios de arcillas no margosas plásticas, un indicio de caliza, finalmente tres indicios de feldespatos de mena tipo I.

Finalmente, el trabajo de investigación se resume en un Mapa Web (base de datos georeferenciada), realizado con el software libre QGIS, el mismo que se encuentra almacenado en internet a través de un repositorio digital libre GitHub. Al contenido del mismo se puede acceder libremente, y por ende se puede visualizar los resultados de cada muestra mineral identificada de la investigación.

Palabras Claves: cerámica, arcillas margosas, mapa web, mineral no metálico

ABSTRACT.

The present research work includes the characterization of areas of interest of non-metallic raw materials for the production of flat ceramics in the cantons of Pindal, Celica, Macará, and Zapotillo at a scale of 1:50000, in which emphasis has been placed on the determination of physical, chemical and industrial properties, to be able to recognize their application.

To do this, it has been necessary for the first instance to carry out planning based on pre-existing bibliographic documentation and remote sensing of the study area, preliminary activities necessary for the establishment of criteria that allow the recognition of those areas considered as potential. These were subsequently corroborated in the identification and selection of samples within the geological fieldwork and finally characterized using laboratory analysis (physical, chemical, mechanical and physical-ceramic tests).

From the results of the samples obtained, it was possible to determine seven indications of marly clays, three indications of non-marly clays that are not very plastic, two indications of non-marly clays that are plastic, one indication of limestone, and finally three indications of type I feldspars.

Finally, the research work is summarized in a Web Map (georeferenced database), made with the free software QGIS, which is stored on the internet through a free digital repository GitHub. Its content is freely accessible, and therefore the results of each identified mineral sample of the research can be visualized.

Keywords: ceramics, loamy clays, web map, non-metallic mineral, non-metallic mineral

3. INTRODUCCIÓN.

Las investigaciones hasta hoy realizadas por el Estado Ecuatoriano a través de las instituciones de investigación geológica y empresas privadas, han permitido la elaboración de varios mapas geológicos a diferentes escalas, a través de los cuales ya se han demostrado la existencia de ambientes o condiciones geológicas propicias y zonas anómalas para la búsqueda y definición de depósitos y/o yacimientos minerales metálicos, no metálicos y materiales de construcción.

Durante el periodo 2007-2009, la DINAGE-INIGEMM realizó la compilación de las ocurrencias de materias primas no metálicas, dando como resultados el inventario nacional de 34 clases de minerales no metálicos y materiales de construcción, con un total de 1704 ocurrencias inventariadas, el estudio que incluye el mapa de ocurrencias minerales no metálicas a escala 1:1000000. Este aporte científico a identificado la presencia de baritina en el cantón Zapotillo y yeso en el cantón Macará. Además, los respectivos Planes de Ordenamiento Territorial para cada cantón destacan la explotación de material pétreo como materia prima no metálica dentro de la economía del sector.

El Mapa Metalogenético de la República de Ecuador, 2019, escala 1:1'000.000 actualizado por el Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE) en coordinación con empresas públicas y privadas, representa los yacimientos e indicios minerales conocidos en el país sustentada con información histórica de recursos minerales, información de ocurrencias minerales actualizada por el IIGE y nuevos proyectos mineros que se desarrollan en el país. En la zona de estudio el mapa evidencia para el cantón Zapotillo el prospecto Pampa Blanca que es un epitermal de Au. Tres prospectos en el cantón Macará, 1) Los Linderos: pórfido de Cu-Au 2) La Greca: epitermal de alta sulfuración de Au-Ag, y 3) Laguar: pórfido de Cu-Au. En cuanto al cantón Celica presenta el prospecto La Zanja que es un depósito epitermal de Cu-Au y el depósito Celica que es epitermal y pórfido de Au-Cu.

De acuerdo al trabajo de Investigación de Materias Primas Minerales No Metálicas en el Ecuador realizado por Uribe R (2015) se menciona que a lo largo de la provincia de Loja existen importantes ocurrencias de minerales no metálicos como arcillas, caolín, esméctica y yeso, los

mismos que no poseen un estudio detallado y por tanto se desconoce la presencia de yacimientos potenciales que podrían existir a una escala más precisa

Geológicamente el área de estudio se caracteriza por encontrarse sobre un basamento ígneo de materiales volcánicos masivos, sin embargo, el mayor porcentaje de la zona presenta aflorando materiales sedimentarios como: feldespatos, zonas donde predominan las lutitas negras y zonas en donde se pueden encontrar carbonatos. Esto significa una pauta importante para el desarrollo de investigaciones sobre materiales no metálicos.

Por lo tanto, el trabajo de caracterización de las materias primas no metálicas en los cantones Pindal, Celica, Macará y Zapotillo servirá como base de localización e identificación de blancos favorables para la futura ejecución de proyectos de evaluación y explotación de reservas minerales óptimas para la industria cerámica, lo cual significará una fuente importante de generación de empleo directo e indirecto para el desarrollo de los cantones involucrados y la economía en general del país.

3.1. OBJETIVOS.

Objetivo General.

Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Pindal, Celica, Macará y Zapotillo de la provincia de Loja a escala 1:50000.

Objetivos Específicos.

- Describir geológicamente las materias primas no metálicas de interés en el área de estudio.
- Caracterizar las propiedades físicas mineralógicas e industriales de las materias primas no metálicas en los prospectos más representativos.
- Elaborar una base de datos de las materias primas no metálicas de los cantones Pindal, Celica, Macará y Zapotillo.

4. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

4.1. Yacimientos Minerales.

La naturaleza abarca una gran variedad de recursos minerales. Según (Haldar, 2018) un depósito de mineral es una concentración natural de uno o más metales, no metálicos y una combinación de minerales dentro de la roca huésped. Tiene una forma, tamaño tridimensional definido basado en criterios económicos con cantidad finita (toneladas) y calidad promedio (% de ley). La forma varía según la naturaleza compleja del depósito, como estratificado, diseminado, vetado, doblado y deformado. Puede estar expuesto en la superficie o escondido debajo de colinas pedregosas y áridas, suelos agrícolas, arena, ríos y bosques.

4.2. Minerales no metálicos.

Definidos como una roca, mineral u otra sustancia de ocurrencia natural con valor económico, excluidas las menas metálicas, minerales energéticos y las gemas. Se establecen como minerales industriales, entre los que destacan las arcillas en sus distintas formas y los materiales de construcción (arenas, gravas, granitos, pizarras, entre otros). Los materiales de la Tierra que no se utilizan como combustibles ni se procesan debido a los metales que contienen se suelen denominar recursos minerales no metálicos, estos se extraen y procesan por los elementos no metálicos que contienen o por las propiedades físicas o químicas que poseen. (Tarbuck & Frederick K, 2005).

Tabla 1. Lugares donde aparecen y usos de los minerales no metálicos.

<i>Mineral</i>	<i>Usos</i>	<i>Lugares de aparición</i>
<i>Apatito</i>	Fertilizantes fosfatados	Depósitos sedimentarios
<i>Asbestos</i>	Fibras incombustibles	Alteración metamórfica
<i>Azufre</i>	Productos químicos; fabricación de fertilizantes	Depósitos sedimentarios; yacimientos hidrotermales
<i>Calcita</i>	Agregados; fabricación del acero; acondicionamiento Depósitos sedimentarios del suelo; productos químicos; cemento; piedra de construcción	Depósitos sedimentarios
<i>Corindón</i>	Gemas; abrasivos	Yacimientos metamórficos
<i>Cuarzo</i>	Ingrediente principal del vidrio	Intrusiones ígneas; depósitos sedimentarios
<i>Diamante</i>	Gemas; abrasivos	Pipas de kimberlita; depósitos de placeres

<i>Fluorita</i>	Fabricación de acero; purificación del aluminio; vidrio; productos químicos	Yacimientos hidrotermales
<i>Grafito</i>	Mina de los lápices; lubricantes; refractarios	Yacimientos metamórficos
<i>Granate</i>	Abrasivos; gemas	Yacimientos metamórficos
<i>Halita</i>	Sal de mesa; productos químicos; control del hielo	Depósitos de evaporitas; domos de sal
Minerales de la arcilla	<i>Cerámica; porcelana</i>	<i>Producto residual de la meteorización</i>
<i>Moscovita</i>	Aislante en aplicaciones eléctricas	Pegmatitas
<i>Silvina</i>	Fertilizantes de potasio	Depósitos de evaporitas
<i>Talco</i>	Polvo utilizado en las pinturas, los cosméticos, etc.	Yacimientos metamórficos
<i>Yeso</i>	<i>Yeso blanco</i>	<i>Depósitos de evaporitas</i>

Fuente: Modificado de (Tarbuck & Frederick K, 2005).

4.2.1. Materiales de construcción.

Según (Tarbuck & Frederick K, 2005) los materiales de construcción consisten en roca triturada, arena y grava. Se utilizan en todo tipo de construcción, tienen poco valor intrínseco dado que la mayoría de estos están ampliamente distribuidos y presentes en cantidades casi ilimitadas. Su valor económico surge sólo después de que los materiales han sido extraídos del terreno y procesados.

4.2.2. Mineral industrial.

Las rocas y minerales industriales agrupan una amplia variedad de sustancias que participan en diversas industrias aportando determinadas propiedades (fundencia, refractariedad, abrasividad, absorción, color, nutrientes, etc.) al proceso de fabricación o al producto final. ((SIEMCALSA), 2008).

En la Provincia de Loja a parte de la minería concesionada, se explota una gran cantidad de materiales para la construcción por parte de instituciones públicas y empresas constructoras privadas, como arcilla para ladrilleras, arenas, gravas y rocas masivas para el mercado local. El centro de la industria ladrillera se encuentra en el Cantón Catamayo, asimismo, las ocurrencias

conocidas de caolín están situadas en la parte este de la provincia, sector Salapa de la parroquia el Valle, dentro de la zona metamórfica de la Cordillera Real. (Uribe, 2015).

4.3. Distribución de los minerales no metálicos en la región austral del Ecuador.

La explotación de caliza y puzolana para la industria del cemento constituye el rubro más importante de la producción minera no metálica. La versión actualizada del Mapa de ocurrencias de minerales no metálicos del Ecuador a escala 1:1 000 000 (INIGEMM, Ministerio de Recursos Naturales No Renovables, 2011) presenta cerca de 300 indicaciones entre yacimientos, depósitos, prospectos e indicios de minerales no metalíferos o RMI y campos de yacimientos de hidrocarburos. La distribución de los principales yacimientos de RMI por su volumen e importancia se concentra principalmente en las regiones Costanera y Austral, en tanto que la región Interandina cuenta con recursos de aguas minerales, termales y naturales de montaña. (Cornejo, 2016).

Según (Paladines & Soto, 2010) en la región Austral existen en gran cantidad y calidad minerales para producir diferentes tipos de cerámica, vidrio plano y sus derivados, diferentes tipos de cemento, zeolitas, aguas termales, minerales y de montaña, rocas ornamentales, materiales de construcción y metales oro, plata, cobre, plomo y zinc.

Loja, no puede ser considerada como una provincia minera, es muy probable que un incremento del detalle de las investigaciones geólogo-mineras, pueda definir zonas con potencial a ser aprovechadas; mientras tanto la riqueza en no-metálicos la ubica como una región de provisión de materia prima para la industria de cerámicos y cemento de las ciudades de Quito, Guayaquil y Cuenca (PDOT Provincia de Loja, 2015).

4.4. Clasificación de la industria cerámica.

La industria cerámica comprende una amplia gama de productos fabricados por diferentes procesos y materias primas, estando sujetos a diversas formas de clasificación según características, entre otras, físico-químicas, compositivas y de aplicación. El tabla 2 presenta una de las subdivisiones más comunes, adoptada por la Asociación Brasileña de Cerámica - ABC, que se basa en criterios técnicos y en el tipo de aplicación (Júnior, 2019).

Tabla 2. Lugares donde aparecen y usos de los minerales no metálicos.

SECTOR CERÁMICO	PRODUCTOS
Cerámica roja o estructural	Materiales utilizados en la construcción civil: ladrillos, bloques, azulejos, elementos huecos, losas, tubos de cerámica y arcillas expandidas; y utensilios para el hogar y adornos.
Revestimientos	Materiales en forma de placa utilizados en la construcción civil para revestir ambientes interiores y exteriores: paredes, pisos, bancos y piscinas. Reciben designaciones tales como: baldosas, porcelana, gres, baldosas, pisos, etc.
<p>Cerámica blanca</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Artículos sanitarios <ul style="list-style-type: none"> ▪ vajilla ▪ Aisladores eléctricos para alta y baja tensión. ▪ Cerámica artística (decorativa y utilitaria). ▪ Cerámica técnica para diferentes propósitos, tales como: química, eléctrica, térmica y mecánica. 	Comprende materiales tradicionalmente constituidos por un cuerpo blanco o transparente y, en general, cubiertos por una capa vítrea transparente e incolora y que se agrupan por el color claro de la masa, necesario por razones estéticas y / o técnicas. Con la llegada de los esmaltes opacificados, muchos de los productos de este grupo comenzaron a fabricarse, sin perjuicio de las características de una aplicación dada, con materias primas más impuras, responsables de la coloración más oscura del cuerpo cerámico.
Materiales Refractarios	Productos diseñados para soportar altas temperaturas en condiciones específicas de proceso y operación de equipos industriales, que generalmente involucran tensiones mecánicas, ataques químicos, variaciones repentinas de temperatura y otras demandas. Se clasifican con respecto a las materias primas o al componente químico principal: sílice, silico-aluminoso, aluminoso, mullita, cromito-magnesio, carburo de silicio, grafito, carbono, circonia, etc.
Aislamiento térmico	Materiales aislantes clasificados según la masa específica y la temperatura de uso: refractarios aislantes; aislantes térmicos no refractarios, que comprenden productos tales como vermiculita expandida, lana de vidrio y lana de roca (utilizada hasta 1.100 °C); fibras o lanas cerámicas que tienen composiciones como sílice, sílice-alúmina, alúmina y circonia, que pueden alcanzar temperaturas de funcionamiento de 2.000 °C o más.

Fritas y Colorantes	Son materias primas importantes para varios segmentos cerámicos que requieren ciertos acabados. La frita (o esmalte frito) es vidrio esmerilado, fabricado por industrias especializadas a partir de la fusión de la mezcla de diferentes materias primas. Los tintes consisten en óxidos puros o mezclas de pigmentos inorgánicos sintéticos, que se utilizan como aditivos para esmaltes y cuerpos cerámicos. Estos materiales combinados se aplican a la superficie del cuerpo cerámico que, después de la cocción, adquiere un aspecto vítreo. Este acabado tiene como objetivo mejorar la estética, hacer que la pieza sea impermeable, aumentar la resistencia mecánica y mejorar o proporcionar otras características específicas.
Abrasivos	Granos abrasivos obtenidos por procesos cerámicos y productos obtenidos de estos materiales, destinados a trabajos de corte, rectificado y pulido: lijas, muelas abrasivas, discos de desgaste y corte, piedra de afilar, etc.
Cerámica avanzada	Materiales desarrollados a partir de materias primas sintéticas de la más alta pureza y mediante procesos estrictamente controlados. Se clasifican según sus funciones: electrónica, magnética, óptica, química, térmica, mecánica, biológica y nuclear.

Fuente: Modificado de - Associação Brasileira de Cerâmica – ABC (www.abceram.gov.br).

4.4.1. Principales Minerales para la industria cerámica.

Todos los fabricantes de piezas cerámicas, ya sean artesanales, utilitarias o estructurales, parten de un origen común que es el consumo de minerales arcillosos (No metálicos), y se diferencian por los procesos de producción, que pueden ser de carácter artesanal o industrial, donde se emplean tecnologías modernas de fabricación. (Uribe, 2015).

Las materias primas minerales usadas en la obtención de piezas cerámicas son principalmente sólidos cristalinos inorgánicos no metálicos, los cuales han sido formados por procesos geológicos complejos (Vázquez, Torres, Garza, Martínez, & López, 2009).

La calidad de los productos cerámicos se sustenta en la materia prima que se utilice para su elaboración en productos terminados. Según (Galán & Aparicio, 2000), los productos cerámicos clásicos, que constituyen la "cerámica tradicional", están preparados con materias primas naturales, que de acuerdo con su función pueden ser plásticas o no plásticas. Las primeras son esencialmente arcillas. Las no plásticas pueden tener una función de "desgrasantes" (materiales que reducen la plasticidad permitiendo una mejor trabajabilidad y facilitando el secado), o son

elementos "fundentes" (que facilitan una cocción a menor temperatura e introducen los elementos necesarios para la formación de nuevas fases).

La arcilla es una roca sedimentaria formada por partículas muy finas (>50% es <2 μ m), que mezclada con agua es plástica, que endurece con el secado y calor, y que contiene filosilicatos y otros minerales que le imparte las mismas propiedades (minerales de la arcilla). Las arcillas tienen otros minerales diferentes de los anteriores, que se denominan minerales asociados (cuarzo, feldespatos, calcita, piritita) y ciertas fases asociadas no cristalinas, que pueden o no impartir plasticidad, y la materia orgánica (Guggenheim & Martin, 1995). Cuando el porcentaje en carbonato es superior al 25% se denominan arcillas margosas, que pueden llegar a margas (-50% carbonatos), y que también son materias primas cerámicas. Asimismo, las arcillas compactadas, diagenetizadas (pizarras) pueden ser materias primas. El origen de las arcillas puede ser marino, lacustre o continental, de cualquier edad, si bien las principales materias primas se encuentran en los terrenos terciarios y cuaternarios, que no han sufrido metamorfismo y conservan mejor sus propiedades plásticas.

Las materias primas no plásticas reducen la plasticidad y facilitan la de floculación, mejoran la permeabilidad y empaquetamiento de la pasta, y aportan óxidos para la formación de fases líquidas y cristalinas o son inertes. Los principales minerales no plásticos son: feldespatos (y feldespatoides) que son fundentes; cuarzo y arenas silíceas que actúan como inertes; calcita y dolomita, que pueden ser reactivos y también fundentes; y los óxidos de Fe y otros elementos (Cu, Co, Mn, Ti.) que suelen actuar como pigmentos, y en ciertos casos como fundentes.

En general las materias primas cerámicas mayormente utilizadas son silicatos y rocas silicatadas. Los principales minerales que entran en composiciones cerámicas son: cuarzo, feldespatos, nefelina, talco, magnesita, olivino, serpentina, sepiolita, vermiculita, wollastonita, cromita, grafito, andalucita/sillimanita/distena, cordierita, pirofilita, minerales de Li y B, zircón (Tabla 3).

Tabla 3. Principales minerales utilizados como materia prima cerámica

	Minerales	Fórmulas	Tipos de yacimientos frecuentes
Formas de la sílice	Cuarzo	SiO ₂	Cuarcitas, areniscas, diques de cuarzo, precipitación química.
Feldespatos	Ortoclasa	KSi ₃ O ₈ Al	Pegmatitas. Arenas de descomposición de granitos y gneises.
	Microclina		
	Plagioclasas	Na Si ₃ O ₈ Al (albita) Ca Si ₂ O ₈ Al ₂ (anortita)	
Neso silicatos alumínicos y otros minerales de aluminio	Andalucita	Al ₂ O ₃ SiO ₄	Aureolas de metamorfismo de rocas ígneas en sedimentos arcillosos. Gneises. Esquistos y pegmatitas
	silimanita		
	Distena		
	Corindón	Al ₂ O ₃	Pegmatitas pobres en sílice. Rocas
	Pirofilita	Al ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	Rocas ultra básicas.
Silicatos magnésico s y otros minerales de Mg	Olivino	Mg ₂ SiO ₄ (forsferita)	Rocas ultra básicas.
	Talco	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	Dolomías silicificadas. Serpentinias y olivinos alterados. Ambientes metasomáticos, hidrotermal y de metamorfismo regional.
	Cordierita	Mg ₂ Si ₅ AlO ₁₈ Al ₃	Rocas de Mg y Al fuertemente metamorizadas. Esquistos y gneises inyectados por rocas ígneas
	Magnesita	Mg CO ₃	Series carbonatadas metamorizadas.
	Vermiculita	(Mg, Fe, Al) ₃ (Mg,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₄ H ₂ O	Pegmatitas máficas. En serpentinas. Alteración de biotitas.
	Wollastonita	CaSiO ₃	Calizas impuras metamorizadas.
	Otros minerales	Grafito	C
Zircón		ZrSiO ₄	Placeres. Accesorios en rocas
Cromita		FeCr ₂ O ₄	Rocas ultra básicas. Placeres.

Fuente: Galán & Aparicio, (2000)

Como rocas se usan o han sido usadas: arcillas comunes (y margas), caolines y arcillas caoliníferas, pizarras, bauxitas y lateritas, areniscas y cuarcitas, basaltos, tobas, vidrios volcánicos, granitos y pegmatitas, diatomitas, y caliza y dolomias (Tabla 4).

Tabla 4. Principales rocas utilizadas como materia prima cerámica

Nombre de la roca	Mineralogía esencial	Fórmula mineral
Caolín	Caolinita y metahalloysita Halloysita	$Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$
	Feldespato. Cuarzo Illita (mica degradada y de tamaño pequeño)	$Al_4Si_4O_{10}(OH)_8 \cdot 4H_2O$
Arcilla refractaria	Caolinita, Cuarzo, illita	
Bauxita	Gibbsita Diasporo Bohemita	$Al(OH)_3$ $\alpha - AlO(OH)$ $\gamma - AlO(OH)$
	Cuarzo, caolinita, óxidos de Fe	
Granito	Cuarzo, feldespatos Moscovita Biotita	$K Al_2 Si_3 AlO_{10}(OH)_2$ $K (Al, Mg, Fe)_3 Si_3 AlO_{10}(OH, F)_2$
	Pizarra	Cuarzo, feldespatos, illita Clorita
Caliza	Calcita, aragonito	$CaCO_3$
Dolomía	Dolomita	$(Ca, Mg) (CO_3)_2$
Serpentina	Crisotilo y antogorita	$Mg_6 Si_4 O_{10} (OH)_8$
Arenisca, cuarcita	Cuarzo	
Arcillas cerámicas	Cuarzo, calcita, dolomita, caolinita, illita, clorita, vermiculita, óxidos de Fe, montmorillonita	$(Al, Mg, Fe)_2 (Si, Al)_4 (OH)_2 O_{10} \cdot X^+ \cdot 0.7 \cdot n H_2O$

Fuente: Galán & Aparicio, (2000)

4.4.2. Clasificación industrial de las arcillas.

Según (Fernández, García, Lombardero, Sánchez, & Regueiro, 2002) y su posterior modificación por parte del Instituto Tecnológico Geominero de España, las arcillas industriales se pueden clasificar en función de parámetros tales como: el índice de plasticidad y su composición

química (contenido de carbonatos, óxido de hierro, óxido de aluminio). Y en función de ello define sus principales aplicaciones en la preparación de pastas cerámicas, tal como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación industrial de las arcillas

Grupo	Denominación	Características	Aplicaciones Principales
Grupo 1 Arcillas de cocción blanca	Ball Clays	CaO+MgO<2.5% Fe ₂ O ₃ <3%	Arcillas con cierto carácter refractario. Baldosas de pasta blanca y porcelana sanitaria. Gres porcelánico
Grupo 2 Arcillas Montmorilloníticas	2.1 No calcáreas	CaO+MgO<2.5% Esmectitas como mineral accesorio de la fracción arcilla, siendo ésta de media a alta.	Utilización en la preparación de pastas par pavimento y revestimiento poroso, como componente minoritario para aumentar la plasticidad de las mismas.
	2.2 Calcáreas	CaO+MgOε2.5% Esmectitas como mineral accesorio de la fracción arcilla, siendo ésta de media a alta.	
Grupo 3 Arcillas margosas	3.1 Contenido alto de Carbonatos o tipo Araya	CaO+MgO≥17.5%	Su variable contenido en carbonatos les confiere buenas características como componentes mayoritarios en pastas de revestimiento poroso. Las tipo Chulilla pueden utilizarse en pasta para gres como componente minoritario.
	3.2 Contenido medio de Carbonatos o tipo Mass Vell	10%=CaO+MgO<17.5%	
	3.3 Contenido bajo de Carbonatos o tipo Chulilla	2.5%=CaO+MgO<10%	
Grupo 4 Arcillas no margosas	4.1 Arcillas plásticas	CaO+MgO<2.5% Al ₂ O ₃ ≥19% IP≥25	Forman parte de la formulación de pastas para gres en porcentajes elevados (hasta 70% en algunos casos). Se mezclan arcillas con diferente IP y materias desgrasantes hasta obtener el comportamiento óptimo de la pasta en crudo y en cocido.
	4.2. Arcillas poco plásticas (incluye la tipo Moró)	CaO+MgO<2.5% Al ₂ O ₃ <19% IP<25	
Grupo 5 Arcillas especiales	Caolín	Presencia de kanditas como minerales principales de la fracción arcilla, siendo ésta alta.	Las aplicaciones industriales de estas arcillas no son la cerámica, sino como absorbentes, cargas, refractarios, etc.
	Paligorskita – attapulgita	Presencia de paligorskita como mineral principal de la fracción arcilla, siendo ésta alta.	
	Bentonita	Presencia de esmectitas como minerales principales de la fracción arcilla, siendo ésta alta.	
	Sepiolita	Presencia de sepiolita como mineral principal	

Fuente: Fernández, García, Lombardero, Sánchez, & Regueiro, (2002)

La presencia de Fe_2O_3 afecta el color que resultará al momento que se someta la masa a cocción, según (Villacís, 2008) que relaciona el contenido de Fe_2O_3 y TiO_2 para la determinación del color del producto cerámico para tonalidades claras es importante tener en consideración lo siguiente tabla 5.

Tabla 5. Tabla comparativa del contenido de óxidos colorantes versus color del producto (Villacís,2008)

Contenido de óxidos colorantes		Color del producto
Fe2O3	TiO2	
0,2 – 0,4	0,0 – 0,1	Muy blanco
0,4 – 0,7	0,1 – 0,15	Blanco
0,7 – 0,8	0,2 – 0,3	Ligeramente amarillo
0,8	0,3	Amarillo claro

Fuente: (Villacís, 2008)

4.4.3. Clasificación de los tipos tecnológicos de mena en feldespatos

Las rocas ígneas siálicas tanto intrusivas como extrusivas son las que poseen por lo general un porcentaje mayor de feldespatos potásicos. Para la clasificación de una roca ígnea (Peccerillo & Taylor, 1976) proponen un diagrama donde se enfrentan los porcentajes en peso del contenido de sílice (SiO_2) en el eje (x) y el óxido de potasio (K_2O) en el eje (y). Además proponen la discriminación de series tholeiíticas, calcoalcalinas y shoshoníticas en dicho diagrama, ver figura 1.

Los contenidos de Na y K del feldespato permiten considerarlo entre potásico y sódico-potásico, según la clasificación de los feldespatos y feldespatoides propuesta por (Barba, y otros, 1997). Para la materia prima recolectada en campo y en función de los análisis químicos de las mismas (Laverde, y otros, 2004) proponen una clasificación en función del contenido en porcentaje de K_2O , a fin de determinar tipos de mena concerniente a feldespatos, ver cuadro 2.

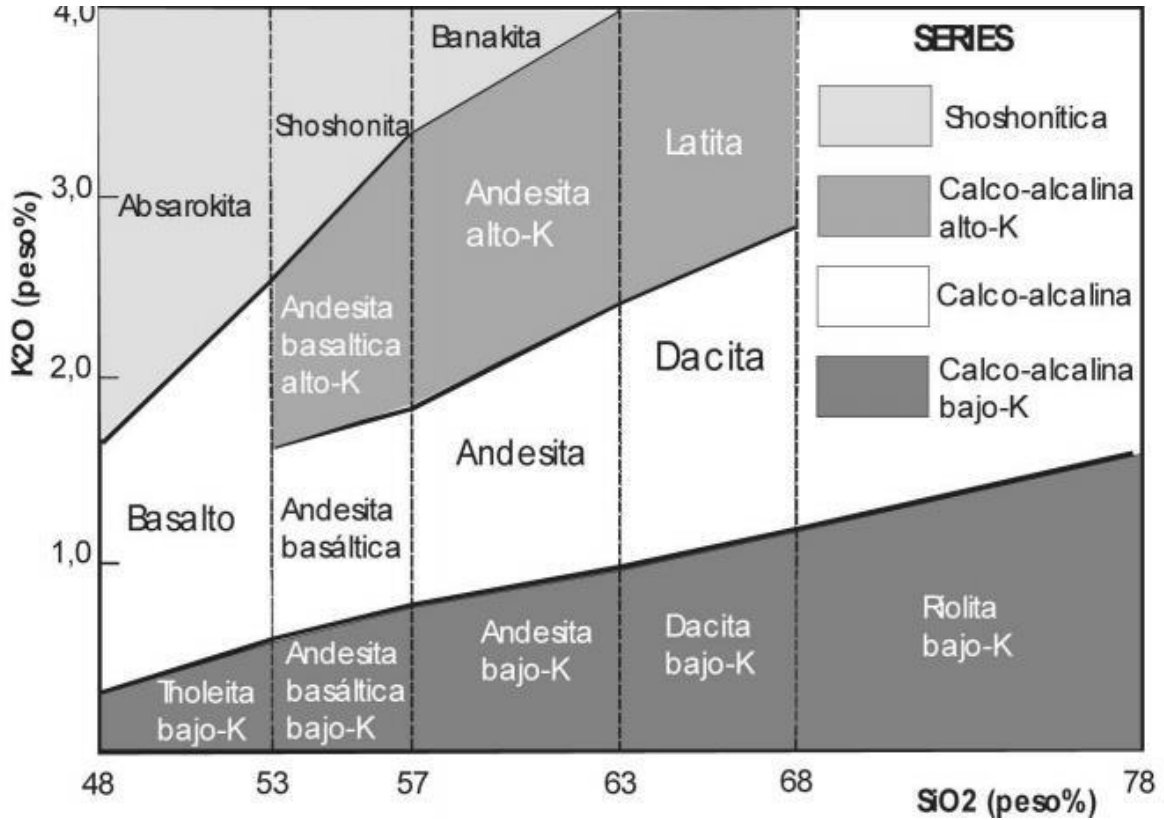


Figura 1. Diagrama K_2O vs. SiO_2 (en peso%) mostrando las tendencias evolutivas mayores, correspondientes a las series: shoshonítica, calco-alcalina alta en potasio, calco-alcalina y baja en potasio
Fuente: (Wilson, 1991)

Cuadro 2. Clasificación de los tipos tecnológicos de mena

Tipo de mena	Contenido de K_2O
I	$K_2O < 3\%$
II	$3\% < K_2O < 4\%$
III	$4\% < K_2O$

Fuente: (Laverde, y otros, 2004)

4.5. Proceso cerámico.

El proceso cerámico consta de cinco etapas (Figura 2):

1. La selección y preparación de las materias primas,
2. La preparación del cuerpo cerámico, que consiste en la preparación de la mezcla, homogenización y amasado,
3. El moldeado, que puede hacerse por varios procedimientos,
4. El secado, y La cocción.

Como resultado de todo ello se obtiene el producto cerámico, que deberá pasar controles de calidad. Todas las etapas son importantes, pero es sin duda la etapa de la cocción la más crítica e interesante, tanto desde un punto de vista básico, por cuanto supone un conjunto de reacciones del mayor interés científico, como aplicado porque en esta etapa se consigue realmente el producto cerámico final.

El proceso de cocción se realiza a temperaturas superiores a los 900°C, cuando la mayoría de los minerales comunes que entran a formar parte de la pasta son inestables. A estas temperaturas unos minerales se transforman en polimorfos de alta y otros funden parcial o totalmente y se producen reacciones entre los distintos fundidos o reaccionan con los más resistentes, y se neoforman fases estables ante las nuevas condiciones termodinámicas. Con el enfriamiento, más o menos rápido, se produce en general una congelación del equilibrio alcanzado a alta temperatura y coexisten antiguos minerales, que soportan la elevación de la temperatura, junto con otros neoformados (ahora metaestables) y fases vítreas que no llegan a cristalizar. Este proceso de sinterización es el que proporciona realmente el producto cerámico duro y resistente. (Galán & Aparicio, 2000).

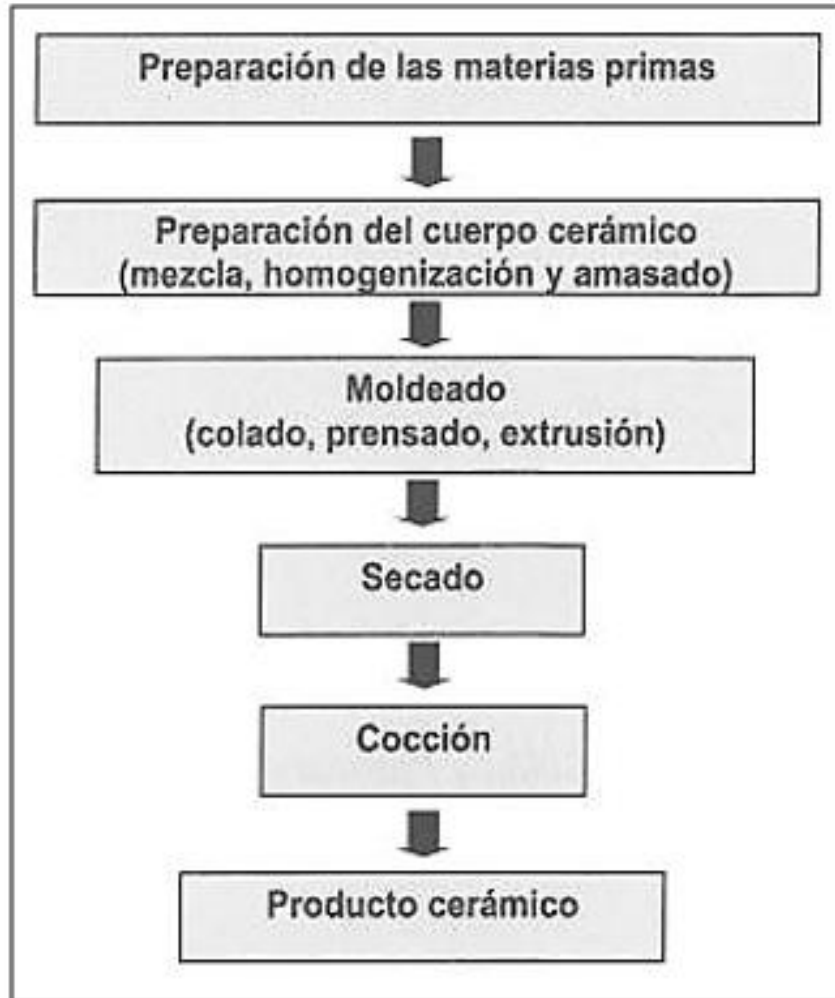


Figura 2. Fases del proceso cerámico
Fuente: (Galán & Aparicio, 2000)

4.6. Criterios para la elección de materias primas cerámicas.

La elección de una materia prima depende en esencia de:

- a) El producto que se desea, y
- b) Su disponibilidad.

La materia prima condiciona las características de la pasta y mediante el proceso de fabricación elegido se obtiene un producto con unas propiedades determinadas, que permitirán usos demandados por el mercado. Por tanto, si se parte de las características y usos del producto cerámico, la elección de las materias primas estará muy condicionada. Sólo la disponibilidad, que se traduce al final en calidad y precio, podrá hacer factible la fabricación del producto cerámico.

Para materiales estructurales apenas existen limitaciones. La composición admitida es muy amplia y la disponibilidad también (Galán & Aparicio, 2000).

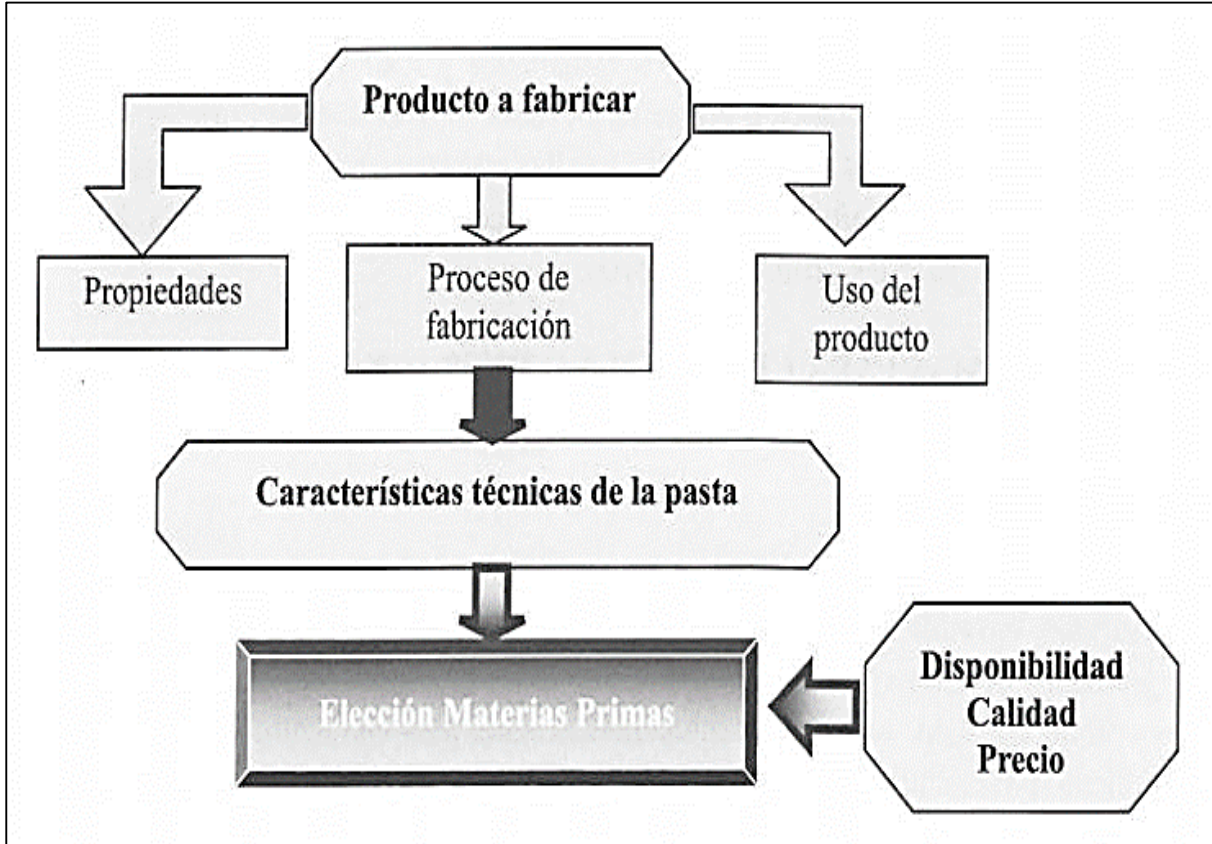


Figura 3. Criterios para la elección de la materia prima cerámica
Fuente: (Galán & Aparicio, 2000)

4.7. Control de calidad de las materias primas.

Una de las metodologías para determinar la calidad de los materiales arcillosos es la de (Blin, 1967) en donde para la industrialización de las cerámicas planas indica que se debe realizar:

Cuadro 3. Ensayos para determinar la calidad de los materiales arcillosos

ENSAYOS	ARTÍCULOS								
	Loza	Azulejos	Sanitario		Baldosas de gres	Tubos de gres	Porcelana	Refractario	
Análisis químico	x	x	x	x	x	x	⚡	⚡	
Pérdida al fuego	⚡	⚡	⚡	⚡	⚡	⚡	⚡	⚡	
Plasticidad	⚡	-	-	-	-	x	⚡	-	
Aptitud al colado	⚡	-	⚡	-	-	-	⚡(1)	-	
Granulometría	x	-	x	-	-	⚡	-	x	
Resistencia mecánica	⚡	x	⚡	x	x	⚡	⚡	-	
Contracción	⚡	⚡	⚡	⚡	⚡	⚡	⚡	⚡	
Cocción	⚡	⚡	⚡	⚡	⚡	⚡	⚡	⚡	
Porosidad	x	x	⚡	⚡	⚡	⚡	x	x	
Deformación	x	x	⚡	⚡	⚡	⚡	x	-	
Dilatación	⚡	⚡	⚡	-	-	x	-	x	
Resistencia pirosclópica	-	-	-	-	-	-	-	⚡	
Fundentes plásticos									
Análisis químico	x	x	x	x	x	x	⚡		
Cocción	⚡	⚡	⚡	⚡	⚡	⚡	⚡		
Fusibilidad	x	x	⚡	⚡	⚡	⚡	⚡		
Granulometría	x	x	⚡	x	x	x	x		
Sílice (s) chamota (c)	(s)	(s)	(s) (c)	(s) (c)	(s)	(c)	(s)	(s) (c)	
Análisis químico	-	-	- -	- -	-	x	x	x ⚡(2)	
Granulometría	⚡	⚡	⚡ ⚡	⚡ ⚡	x	⚡	x	⚡ ⚡	
Cocción	⚡	⚡	⚡ X ⁽³⁾	⚡ ⚡	⚡	-	⚡	⚡ x	
Dilatación	⚡	⚡	⚡ ⚡	⚡ ⚡	-	-	-	⚡ x	
Permeabilidad	-	-	- x	- x	-	-	-	- x	
(1) Según el tipo de porcelana. (2) Según la resistencia pirosclópica. (3) En presencia de esmalte.									
⚡ Ensayo fundamental. x Ensayo auxiliar.									

Fuente: Modificado de (Blin, 1967) Control de Calidad en la industria cerámica. Sevilla.

5. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1. Materiales.

Para la ejecución de la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales.

5.1.1. Materiales de campo.

- GPS Garmin
- Brújula geológica Brunton
- Libreta de campo
- Ácido clorhídrico (HCL) al 10%
- Cámara fotográfica
- Lupa 30x
- Lápices de colores
- Flexómetro
- Lápiz rayador
- Fichas de campo
- Equipo de protección personal
- Cartas geológicas de los cantones a escala 1:1000 000
- Cartas topográficas de los cantones escala 1:50 000

5.1.2. Materiales de oficina.

- Microsoft Office (Excel, Word, Power Point)
- Software Libre QGIS 3.12.3
- Software ArcGis 10.5
- Software Google Earth
- Mapa de ocurrencias de minerales no metálicos. Ecuador, INIGEMM. (2011) escala 1:1'000 000.
- Mapa de indicios de minerales metálicos de la República del Ecuador - 2009 - escala 1 1'000.00
- Cartas geológicas actualizadas a escala 1:100.000 de Alamor, Cariamanga, Macará, Zapotillo y Puyango
- Cartas topográficas del IGM, escala 1:50.000 de Alamor, Cariamanga, Macará, Zapotillo

5.2. Métodos.

5.2.1. Recopilación bibliográfica.

Se obtuvo información pre existente de estudios anteriores geológicos como:

Geology of Loja Province, Southern Ecuador (Kennerley, 1973); The Metamorphic Belts of Ecuador de (Litherland, Aspend, & Jemielita, 1994) como estudios regionales; libro de Geología y yacimientos minerales del Ecuador, (Paladines & Soto, 2010); Investigaciones de Materias Primas Minerales No Metálicas en el Ecuador, (Uribe, 2015); Síntesis litoestratigráfica, estructural, geoquímica y evolución de cuenca Alamor-Punta de Piedra, sector Zaruma-Cariamanga, (INIGEMM, PRIMERA PARTE: Síntesis Litoestratigráfica, Estructural, Geoquímica y Evolución de Cuenca Alamor-Punta de Piedra, Sector Zaruma-Cariamanga, 2013); Análisis litoestratigráfico y de procedencia de los depósitos sedimentarios cretácicos de la cuenca Alamor-Lacones (Carrasco, 2018); Actualización de la memoria técnica de las hojas geológicas de Macará, Cariamanga, Zapotillo, Celica y Alamor a escala 1:100.000, INIGEMM (2016). Además, informaciones de mapas de interés geológico como: mapa de ocurrencias de minerales no metálicos. Ecuador, escala 1:1'000 000 INIGEMM (2011);

5.2.2. Teledetección.

Se utilizó imágenes Landsat/Copernicus de Google Earth del año 2020 que conjuntamente con las hojas geológicas y topográficas permitieron interpretar litologías y ubicar zonas potenciales de posibles arcillas, caolines y feldespatos, con el objetivo de tener una perspectiva clara. Posterior se corrobora en campo lo interpretado.

5.2.3. Levantamiento en campo y muestreo.

En esta etapa se permitió corroborar la información compilada en la etapa anterior y así explorar la zona reconociendo afloramientos naturales o artificiales puntuales donde se extrajo la mayor información geológica posible. Cada afloramiento se ubicó con certeza en el mapa topográfico de campo con ayuda del GPS. La ubicación y descripción litológica con coordenadas geográficas se registró en la ficha técnica de campo (cuadro 4).

Cuadro 4. Ficha para descripción de afloramientos


FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS					
Responsable :				Afloramiento N°	
Muestra:					
UBICACIÓN					
Provincia		Cantón		Parroquia	Sector
LOCALIZACIÓN			TIPO DE AFLORAMIENTO		
X				Natural	
Y				Antrópico	
Z				Dimensiones	Altura
DATUM	WGS84				Longitud
TIPO DE MATERIAL					
Ambiente	Ígneo (X)	Metamórfico ()		Sedimentario ()	
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica () Andesita	
Estado de alteración					
Datos estructurales					
Rumbo				Buzamiento	
DESCRIPCIÓN					
FOTOGRAFÍA					

Fuente: (Gonzales, 2016). Modificado por El Autor, 2021

En el levantamiento de la información geológica se tomará en cuenta características como: tipo de afloramiento, natural o antrópico sobre el que se asienta el afloramiento, la descripción de los mismos se la hará en taludes, márgenes de las vías, así como cortes naturales del terreno, tomando en cuenta los elementos estructurales de las rocas como es el rumbo y buzamiento; sus dimensiones, así como también la potencia de los estratos de interés. Los elementos que lo afectan (presencia de agua), estado de meteorización y coloración de la roca, tamaño de grano, solubilidad de la roca, contactos litológicos.

Además de la recolección de muestras de mano que sean representativas para la identificación macroscópica de las rocas, las cuales serán georreferenciadas mediante la utilización de GPS y características serán registradas en la ficha de identificación macroscópica de rocas, tomado del INIGEMM. (Cuadro 5).

Cuadro 5. Ficha de descripción macroscópica de rocas

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
	Ficha de descripción macroscópica de rocas		
No. de muestra		Datum:	
Coordenadas UTM			
X=	Y=	Z=	
Grupo genético		Fotografía	
Color de la roca			
Textura			
Estructura			
Tamaño de los componente medios			
Composición mineralógica (%)			
Minerales secundarios (%)			
Estado de alteración			
Protolito (en caso de ser roca metamórfica)			
Nombre de la roca			
Observaciones			
Colector			

Fuente: Proyecto Mapeo Geológico, INIGEMM, (2011)

5.2.4. Trabajo de Laboratorio

Una vez identificadas las muestras de interés potencial, estas serán recolectadas en fundas herméticas, las cuales tendrán un peso aproximado de 2 Kg. La codificación para las muestras se expone a continuación:

Identificación de las muestras

El código de identificación de la muestra de roca se compone de:

- 1) **Sector:** Todas las muestras recolectadas serán codificadas con la letra **M**, de esta manera se podrán diferenciar de los demás afloramientos descritos para la geología local que no fueron representativos como muestra de campo, para tal caso estos se representarán de la siguiente manera de acuerdo al cantón perteneciente:

Cuadro 6. Codificación de muestras de campo.

Nombre del Cantón	Código
Celica	CL
Zapotillo	ZP
Alamor	AL
Pindal	PD
Macará	MC

Fuente: El Autor, 2021

- 2) **Tipo de muestra:** Código para diferenciar el tipo de muestra colectada. Para muestras de roca se debe denominar como R, para suelo S, y para detritos D.
- 3) **Número de muestra:** Codificación asignada en números naturales en el intervalo $1=n=8$, donde “n” es el número de muestra (sin cero a la izquierda de n).

Los ensayos de laboratorio serán clasificados en dos fases:

5.2.4.1. Primera Fase:

Está compuesta por todas las muestras catalogadas como potenciales, a las cuales se les realizará ensayos físicos y cerámicos.

1. Numero de muestras:13

✓ Ensayos Mecánicos:

Las muestras recolectadas y catalogadas como potenciales fueron trituradas y pulverizadas antes de proceder a su separación gravimétrica por el tamiz N° 200 (75um), se separaron los limos de las arcillas por sedimentación, se estableció los límites de plasticidad y se determinó la clasificación ASSHTO y SUCS.

✓ Análisis Granulométrico (ASTM D422).

El análisis granulométrico de una muestra de suelo consiste en determinar la proporción relativa en peso de los diferentes tamaños de granos, definidos por las aberturas de las mallas utilizadas.

Equipo

- Serie de mallas ASTM
- Balanzas de diferente sensibilidad

Tabla 6. Abertura de las mallas según norma ASTM

Malla ASTM	Micrómetros (μm)	Mallas (cm^2)	Abertura real (mm)	Tipo de suelo
3"	80	76,12	76,12	GRAVA
2"	50	50,80	50,80	
1 1/2"	40	38,10	38,10	
1"	25	25,40	25,40	
3/4"	20	19,05	19,05	
3/8"	10	9,52	9,52	
N°4	5	4,76	4,76	ARENA GRUESA
N°10	2	2,00	2,00	ARENA MEDIA
N°20	0,90	0,84	0,84	
N°40	0,50	0,42	0,42	
N°60	0,30	0,25	0,25	ARENA FINA
N°140	0,10	0,10	0,105	
N°200	0,08	0,074	0,074	

Fuente: (Espinace, Palma, & Szanto, 2002)

Procedimiento y Cálculos

1. Pasar la muestra seca de suelo por la malla 3/8" y separar el material que pasa esta malla, a fin de determinar el porcentaje de finos de forma confiable posteriormente,
2. Pasar el material retenido en la malla 3/8" por las mallas 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2" y 3/8" pesar las porciones de material retenido en cada una de ellas,
3. Mezclar homogéneamente el material que pasó por la malla 3/8" y tomar una muestra representativa según indicación del instructor,
4. Colocar la muestra obtenida en etapa (3) sobre la malla #200 y lavar el material, utilizando agua común, de tal manera que el agua arrastre los finos haciéndolos pasar por esta malla, hasta que el agua que pasa a través de la malla mantenga su transparencia,
5. Verter cuidadosamente el residuo, en un recipiente desecador y permitirle sedimentar por un período de tiempo suficiente hasta lograr que el agua en la parte superficial de la suspensión se vuelva transparente, eliminar esta agua transparente y colocar el recipiente con la suspensión suelo y agua remanentes en el horno para secado,

6. Al día siguiente, regresar al laboratorio y pesar el residuo secado al horno o, en su defecto, el instructor les entregará otras indicaciones,
7. Finalmente, pasar la muestra (lavada y seca) por las mallas #4 a la #200, registrando el peso retenido en cada malla.

La información obtenida del análisis granulométrico se presenta en un gráfico semilogarítmico como el indicado en la figura 4 donde en abscisas se indican los diámetros de partículas y en ordenadas el porcentaje en peso que pasa.

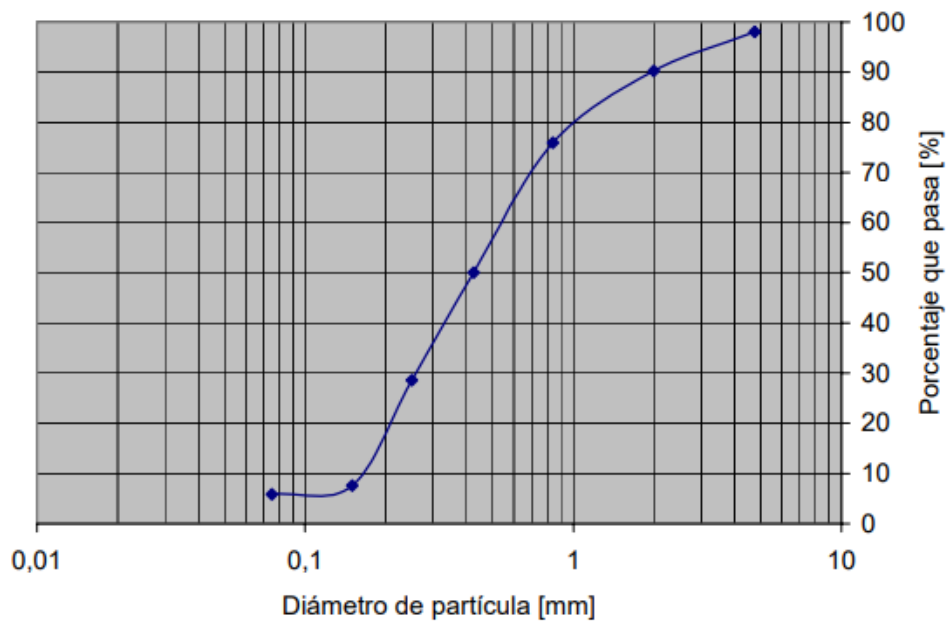


Figura 4. Curva de distribución de tamaño de partícula
Fuente: (Das, 2013)

Límites de Atterberg. (ASTM D4318-95a)

Los límites de Atterberg son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Con ellos, es posible clasificar el suelo en la Clasificación Unificada de Suelos (Unified Soil Classification System, USCS) y en la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras y Transporte del Estado (American Association of State Highway and Transportation Officials, ASHTO).

Equipo

1. Máquina de Casagrande (referencia: norma ASTM N° D 4318-95a)

2. Acanalador (misma referencia)
3. Balanza de sensibilidad 0.1g
4. Varios: espátula de acero flexible, cápsulas de porcelana, placa de vidrio, horno regulable a 110°, agua destilada.

Procedimiento y Cálculo

a) Preparación del material. - Se utiliza únicamente la parte del suelo que pasa por la malla # 40 (0.42 mm). Se procede a agregar o retirar agua según sea necesario y revolver la muestra hasta obtener una pasta semi-líquida homogénea en términos de humedad.

Para los limos y suelos arenosos con poco contenido de arcilla el ensayo se podrá realizar inmediatamente después de agregar agua, siguiendo el procedimiento indicado en letra b. Para los limos arcillosos será necesario conservar la pasta aproximadamente 4 horas en un recipiente cubierto. Para las arcillas este tiempo deberá aumentarse a 15 o más horas para asegurar una humedad uniforme de la muestra.

b) Determinación del límite líquido (WL). - En la práctica, el límite líquido se determina sabiendo que el suelo remoldeado a $w = w_L$ tiene una pequeña resistencia al corte (aprox. 0.02 kg/cm²) de tal modo que la muestra de suelo remodelado necesita de 25 golpes para cerrar en ½ pulgada dos secciones de una pasta de suelo de dimensiones especificadas más adelante.

1. Se deberá iniciar el ensayo preparando una pasta de suelo en la cápsula de porcelana con una humedad ligeramente superior al límite líquido, para lo cual recibirán indicaciones del instructor,
2. Desmontar y secar la cápsula de la máquina de Casagrande, asegurándose que ella se encuentre perfectamente limpia y seca antes de iniciar el procedimiento,
3. Montar la cápsula en su posición para el ensayo,
4. Colocar entre 50 y 70 g de suelo húmedo en la cápsula, alisando la superficie a una altura de 1 cm con la espátula, cuidando de no dejar burbujas de aire en la masa de suelo,
5. Usando el acanalador separar el suelo en dos mitades según el eje de simetría de la cápsula; para una arcilla, el surco se puede hacer de una vez; los limos pueden exigir 2 o 3 pasadas suaves antes de completarlo, siendo este procedimiento aún más complejo cuando se trata de suelos orgánicos con arcillas,

6. Girar la manivela de manera uniforme a una velocidad de dos revoluciones/seg; continuar hasta que el surco se cierre en $\frac{1}{2}$ ” de longitud; anotar el número de golpes, cuando éste sea inferior a 40,
7. Revolver el suelo en la cápsula de Casagrande con la espátula y repetir las operaciones 5) y 6)
8. Tomar una muestra de aproximadamente 5 g de suelo en la zona donde se cerró el surco y pesarla de inmediato para obtener su contenido de humedad, lo que permitirá obtener un punto en el gráfico semi-logarítmico de humedad v/s número de golpes que se describe más adelante,
9. Vaciar el suelo de la cápsula de Casagrande a la de porcelana (que todavía contiene la mezcla de suelo inicial), continuar revolviendo el suelo con la espátula (durante el cual el suelo pierde humedad) y en seguida repetir las etapas (2) a (8),
10. Repetir etapas (2) a (9), 3 a 4 veces, hasta llegar a un número de golpes de 15 a 20.

Cálculo de WL.

Sobre un papel semi-logarítmico se construye la “**curva de flujo**” como se indica en la figura 5. Los puntos obtenidos tienden a alinearse sobre una recta lo que permite interpolar para la determinación de la ordenada w_L para la abscisa $N = 25$ golpes.

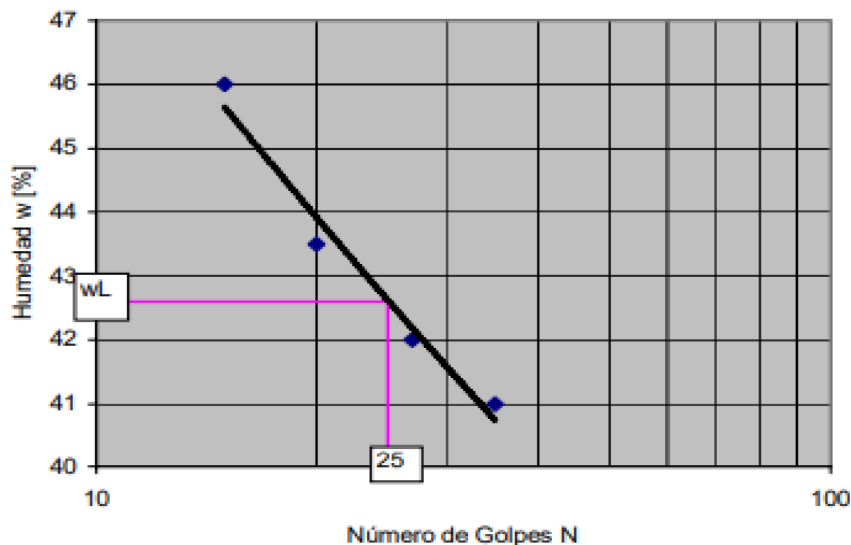


Figura 5. Curva de flujo para la determinación del límite líquido de una arcilla
Fuente: (Das, 2013)

Nota: Método de un punto. Se puede obtener el valor de W_L a través de una sola determinación. Este método es válido para suelos de mismo tipo y formación geológica; se ha observado que tales suelos tienen curvas de flujo de iguales inclinación, en escala semilog. Se usa la fórmula:

$$W_L = w \times \left(\frac{N}{25}\right)^{\tan \alpha}$$

Donde:

a = inclinación curva de flujo (escala semi-log)

N = número de golpes

w = contenido de humedad correspondiente a N. (Valores comunes de $\tan \alpha$: 0.12 a 0.13)

c) Determinación del límite plástico (W_P).- El límite plástico es el contenido de humedad para el cual el suelo se fractura al ser amasado en bastoncitos de diámetro 1/8” (3 mm) cuando se amasa una pequeña porción de suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa.

1. Utilizar una porción del material que queda del ensayo del límite líquido,
2. En los suelos muy plásticos W_P puede ser muy diferente de W_L ; para evitar excesivas demoras en el ensayo con los suelos muy plásticos, es necesario secar el material al aire durante un cierto tiempo extendiéndolo sobre la placa de vidrio o amasándolo sobre toalla nova; se le puede igualmente colocar sobre el horno (a temperatura baja), al sol, o bien bajo una ampolleta eléctrica; en cualquier caso, es necesario asegurarse que se seque de manera uniforme,
3. Tomar una bolita de suelo de 1 cm³ y amasarla sobre el vidrio con la palma de la mano hasta formar bastoncitos de 3 mm de diámetro,
4. Reconstruir la bolita de suelo, uniendo el material con fuerte presión de las puntas de los dedos y amasar nuevamente un bastoncito hasta llegar al límite plástico,

5. El límite plástico, W_P , corresponde al contenido de humedad para el cual un bastoncito de 3 mm, así formado, se rompe en trozos de 0.5 a 1 cm de largo, si no se está seguro de haber alcanzado W_P , es recomendable amasar una vez más el bastoncito,
6. Pesar inmediatamente el bastoncito así formado para determinar su contenido de humedad,
7. Realizar 2 o 3 ensayos repitiendo etapas (3) a (6) y promediar; diferencias entre 2 determinaciones no deberán exceder a 2 %

Índice de plasticidad

Dicho índice es el resultado de la diferencia entre el límite líquido y el plástico, representado por la siguiente expresión:

$$IP = LL - LP$$

✓ ENSAYOS FÍSICOS

Los ensayos físicos se emplearon para determinar las características primordiales del suelo como el ensayo de contracción lineal en seco y por quema, porcentaje de humedad retenida y perdidas por ignición, color de quema. Contracción lineal en seco y por quema. (ASTM C326-03)

Objetivo. - Tener los valores de contracción después de secar y quemar, piezas de arcilla, bajo varias condiciones de procesos.

Síntesis. - En los materiales no-metálicos podremos encontrar hasta tres tipos de agua retenida. La primera es el agua de cristalización, aquella que se encuentra intrínseca en la formula y se elimina con temperaturas entre los 400° y 500° C. la siguiente, el agua superficial presente en una fina capa en las superficies de las arcillas la cual depende del tipo de aniones y cationes presentes. Finalmente hay una pobre porción de agua, la cual es probablemente la continuación de la capa superficial de humedad, se visualiza como una capa que orienta las moléculas de agua hacia la superficie más lejana posible de la arcilla.

Para determinar humedad libre las arcillas, sea cual fuese la forma de la pieza que estamos fabricando esta experimentara cambio de tamaño en sus dimensiones y volumen. La contracción lineal en seco se atribuye este efecto al agua superficial que al evaporarse quedan poros y al estar fresco el material estos se llenan inmediatamente, para la contracción en quema, se da al eliminarse

la materia orgánica (presente en todo material arcilloso como; carbonatos, fosfatos, etc.) y el agua molecular de las arcillas a 500° C, de igual manera al evaporarse por las altas temperaturas del proceso de quema quedan poros internos los cuales se llenan al fundirse el material a unos 800 ° a 1200° C donde se obtiene una pieza con mejores propiedades de resistencia mecánica.

Equipos y Materiales.

1. Moldes de Yeso (madera) para preparación de placas.
2. Horno de Resistencias con control de Temperatura.
3. Platos de aluminio y/o bandejas.
4. Jarras Metálicas o plásticas de 1000 ml.
5. Calibrador Vernier.

Procedimiento.

Observación: Según la norma ASTM se recomienda usar barras cilíndricas de 19mm. de diámetro y 127mm. de longitud, pero tomando en cuenta la falta de materiales de laboratorio, se modificó la forma del espécimen tomando en consideración que el resultado sea lo más acercado al de la norma establecida prescribiendo el siguiente procedimiento.

ESPECIMEN POR VACIADO.

1. Se preparó un slurry (pasta) con un peso específico de 1600 ± 5 Kg. /m
2. Se colocó los moldes de madera (dado que no se disponía de moldes de yeso recomendados por la norma) de tal manera que no se derrame por los lados y se vació el slurry, teniendo siempre en cuenta que el nivel del reservorio del molde este lleno para evitar que se introduzca aire y la pieza quede hueca.
3. Se esperó que la pieza se forme en el molde, para esto utilizamos la técnica del tacto, introduciendo el dedo en el reservorio del molde y palpando la formación de la pieza.
4. Una vez que se determinó que la pieza se ha formado y secado lo suficiente en el molde se desconchó (extrajo la pieza del molde) y se marcaron las diagonales de la placa con una distancia de 50 ± 1 mm. previamente medidas en el calibrador.

5. En el secador de resistencias se los mantiene entre 80 y 100° C, por un periodo de 12 a 24 horas.
6. El disco y la placa son retirados del secadero y se procede a medir el diámetro y las diagonales respectivamente.
7. Los valores de dimensiones obtenidos se los anota y se procede a poner los especímenes en el horno y simular un proceso de quema de 7 horas.
8. Terminado el proceso de cocción de las piezas se las deja enfriar en el horno para evitar que los cambios bruscos de temperatura generen fisuras o distorsionen las piezas.
9. Se procede nuevamente a medir las diagonales y el diámetro según corresponda y se anotan dichos valores.

Cálculos.

Calculo de la Contracción Lineal en Seco como porcentaje de la longitud plástica.

$$S_d = \frac{L_p - L_d}{L_p} \times 100$$

Donde:

S_a = % de contracción lineal en seco.

L_p = Longitud plástica del espécimen.

L_a = Longitud seca del espécimen.

Calculo de la contracción Lineal Total después del secado y quemado del espécimen cerámico, como porcentaje de su longitud plástica.

$$S_t = \frac{L_p - L_f}{L_p} \times 100$$

Donde:

S_t = % de contracción lineal total

L_p = Longitud plástica del espécimen.

L_f = Longitud después de la quema del espécimen.

Porcentaje de humedad retenida y perdidas por ignición (L.O.I.)

Objetivo. - Saber la cantidad de agua superficial y el porcentaje de materia orgánica como carbonatos, fosfatos, residuos de raíces y otros, que se encuentran formando parte de la materia prima.

Síntesis. - Con sus siglas en Ingles L.O.I. (Loss On Ignition), hace referencia a la pérdida de peso que se presentará en un material al momento de su quema, es decir, la materia orgánica parte de la composición natural al someterse a las altas temperaturas que genera una curva de cocción donde se incineran oxidándose a temperaturas entre los 250° C y los 750° C y se descomponen en forma de gas carbónico, al descomponerse esta materia orgánica se reduce el peso y el volumen de la pieza.

Observación: se usa el mismo espécimen de análisis anterior (Ref. C326-03).

Equipos y Materiales.

1. Balanza electrónica con presión de 0.01 g.
2. Tamiz ASTM # 200.
3. Moldes de Yeso o madera para placa cuadrada
4. Horno con controlador de temperatura.

Procedimiento.

1. El espécimen recién desconchado del procedimiento anterior es pesado y se anota su valor.
2. Una vez seco el espécimen se lo vuelve a pesar, para calcular el porcentaje de agua retenida del material.
3. La placa quemada, una vez enfriada al salir del horno se pesa nuevamente y con este peso calcularemos el L.O.I.

Cálculos.

1. % de Humedad Retenida

$$\% \text{ de Humedad Retenida.} = \frac{W_w - W_s}{W_w} \times 100$$

Donde:

Ww = Peso húmedo. (g.)

Ws = Peso en seco (g.)

2. L.O.I.

$$L.O.I = \frac{W_s - W_f}{W_s} \times 100$$

Donde:

Wf = Peso después de quema. ; **L.O.I** = % Pérdidas por Ignición.

Determinación visual del color de quema de la materia prima. (Método Adaptado)

Objetivo. - Mediante este proceso observamos que algunos materiales al ser quemados no presentan el mismo color de su estado natural como materia prima, lo cual permite predecir qué tipos de arcillas son útiles para cada tipo de producto deseado.

Síntesis. - Nos es claro que las arcillas o materiales no metálicos son las recopilaciones de materia orgánica de todas las etapas geológicas las propiedades presentes en cada una dependen intrínsecamente de los compuestos que a estas la conformen, razón por la cual pueden presentar en estado natural un color completamente diferente al de la quema.

Equipos y Materiales.

Moldes de Yeso o madera para placas.

Horno con control electrónico de temperatura.

Sentido de la vista.

Procedimiento.

Siguiendo los pasos realizados en la contracción lineal en seco y por quema (ASTMC326-03) se obtienen los especímenes que serán analizados.

De igual manera se introducen las piezas al horno con una determinada curva de cocción que simule un proceso industrial, se utilizan las piezas obtenidas anteriormente.

Una vez que han salido las piezas del horno se define su color de quema con colores precisos, es decir, Habano Claro, habano Oscuro, Marrón Claro, Marrón oscuro, Amarrillo, Rojo, Rosado, Crema, Blanco, Café, Morado entre otros que se obtengan, evitando hacer desplazamiento de colores en la descripción como, por ejemplo; Amarillo, Rojizo, Casi Rosa, Café, Claro, Oscuro, entre otros.

5.2.4.2. Segunda Fase:

En esta fase se realizará análisis químico mediante la fluorescencia de Rayos X (FRX), para aquellas muestras identificadas como potenciales para el caso de estudio.

- Número de muestras: 16.

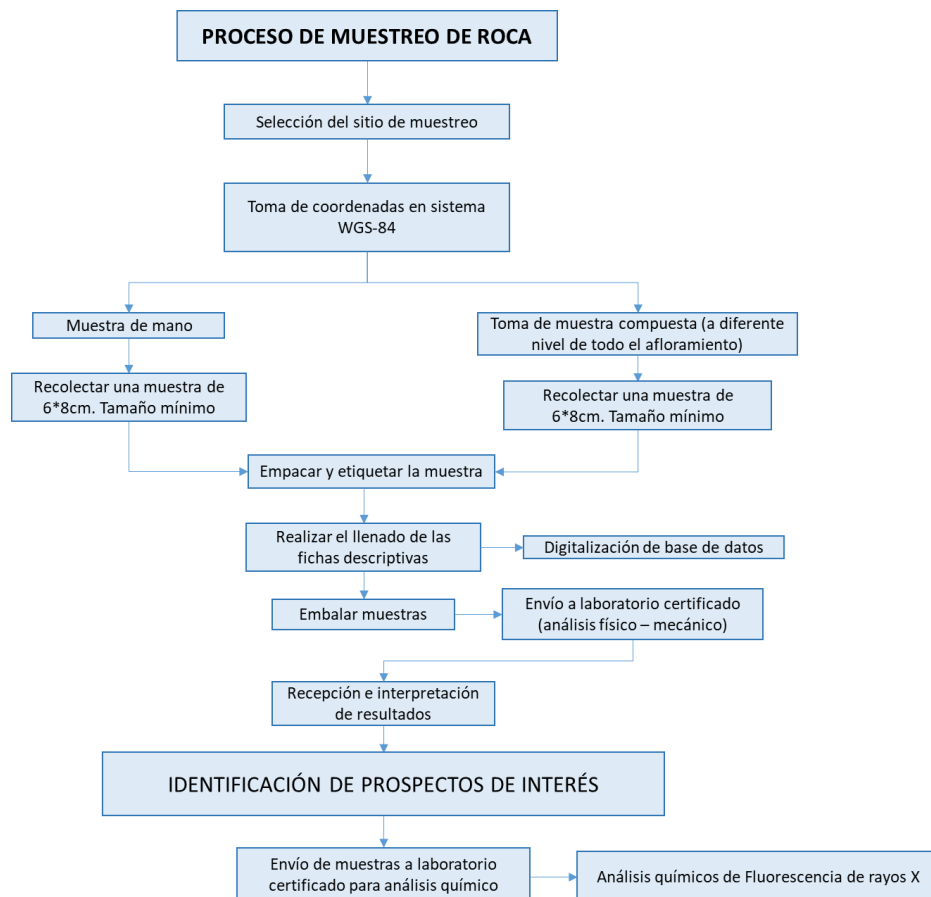


Figura 6. Diagrama de flujo del proceso de muestreo de roca
Fuente: (Torres, 2020)

Análisis cuantitativo de rayos x.

El análisis cuantitativo por fluorescencia de rayos X consiste en excitar la muestra y provocar una radiación fluorescente, la cual, una vez colimada, llega a un cristal analizador, donde se refleja según ángulos determinados, y se detecta en un contador, que lleva la respuesta a un registro gráfico o a un contador de impulsos.

Procedimiento.

Todas las muestras, son analizadas por fluorescencia de rayos X; para ello deben someterse a una preparación standard, que consiste esencialmente en tomar una cantidad aproximada de 10 g, llevarlos a un porta muestras, y mediante un pistón cilíndrico se comprimen con una presión de 260 kg/cm² durante un tiempo fijo de medio minuto; Una vez preparada la muestra, estará lista para ser introducida en el aparato de rayos X para su análisis. La medida consiste en introducir la cápsula en el porta muestras individual e iniciar la medida.

Los análisis fueron realizados por el laboratorio de beneficio de minerales de la UTPL, el equipo utilizado es un espectrómetro de Fluorescencia de rayos X portátil S1Turbo marca Bruker; determinando así sus contenidos en calcio, silicio, aluminio, hierro, azufre potasio, fosforo, titanio y cobalto, expresados, todos ellos, en forma de óxidos.

5.3. Registro de información

Los datos producto de la información recopilada en campo y de los análisis realizados en el laboratorio se almacenaran en una base de datos creada en el software QGIS 2.4 con la herramienta qgis2web, la cual facilita que la información como aspectos: litología, descripción macroscópica de rocas, granulometría, contenido de humedad, composición química, ensayos de quema, entre otros, así como también información de las concesiones mineras de minerales no metálicos proporcionada por la agencia de regulación y control minero (ARCOM) queden a disposición del público accediendo a una plataforma virtual creada por el software.

6. RESULTADOS.

6.1. Caracterización del área de estudio.

6.1.1. Ubicación.

La provincia de Loja se encuentra ubicada al Sur de la Región Interandina de la República del Ecuador, en el valle de Cuxibamba, pequeña depresión de la provincia de Loja situada a 2.100 m.s.n.m. y a 4° de latitud Sur.

El área de estudio se encuentra ubicada en la provincia de Loja, al sur oeste de la misma, comprende los cantones Zapotillo, Celica, Pindal y Macará, posee una extensión de 2522.96 kilómetros cuadrados

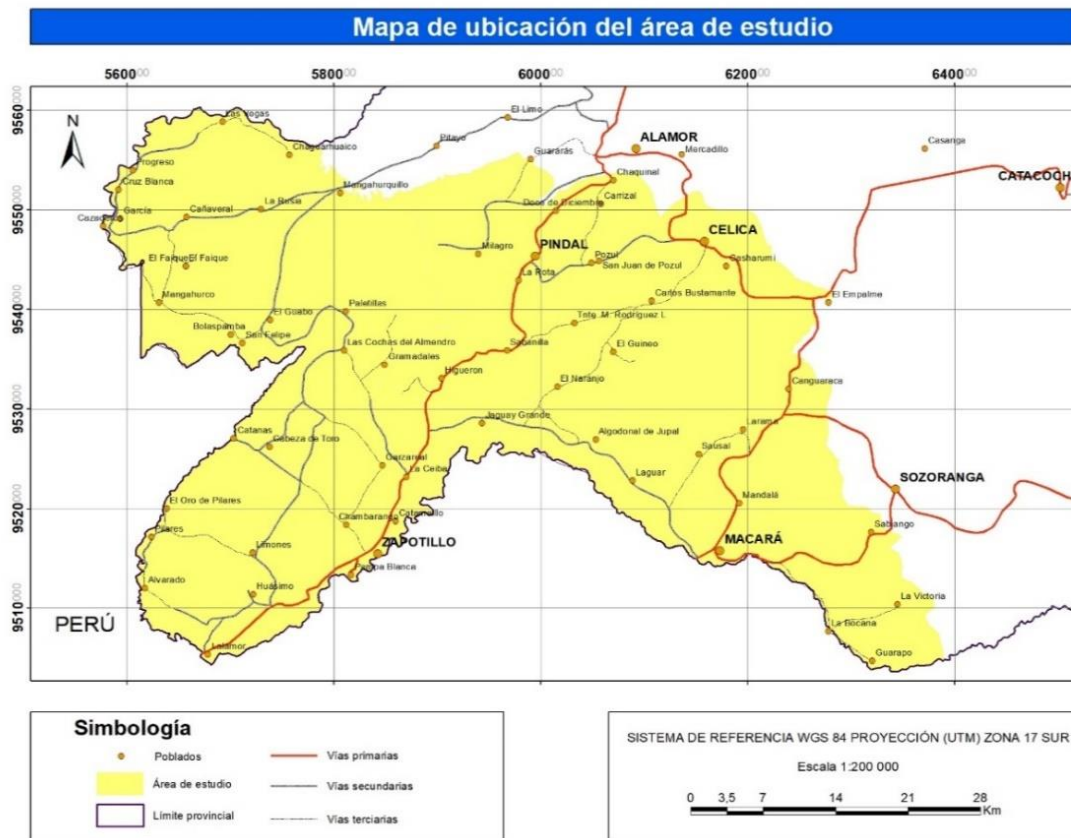


Figura 7. Mapa de Ubicación del área de estudio, poblaciones y red vial
Elaboración: El Autor, 2021

6.1.2. Acceso.

El acceso terrestre hacia la zona de estudio se lo puede realizar desde la ciudad de Quito y recorriendo aproximadamente 685 km por la vía panamericana hasta la ciudad de Loja, desde allí

se lo realiza por las carreteras de primer orden Loja-Catamayo-Catacocha-Celica, Loja-Catamayo-Catacocha-Celica-Alamor; Loja-Catamayo-Catacocha-Celica-Alamor-Zapotillo; Loja-Catamayo-Catacocha-Celica-Macará

Internamente la movilización en la zona es adecuada, presenta vías de primer, segundo y tercer orden, caminos de herradura y senderos que conectan a las parroquias y a los caseríos de los cantones principales.

El acceso por vía aérea se realiza desde el Aeropuerto José Joaquín de Olmedo de Guayaquil o Aeropuerto Mariscal Sucre de Quito, hasta el Aeropuerto Ciudad de Catamayo ubicado en el cantón Catamayo, provincia de Loja; luego se realiza el recorrido terrestre.

6.1.3. Clima

Según (Prefectura de Loja, 2014), el área de estudio se encuentra inferida por climas diversos los cuales son: bioclima Tropical-Muy seco (23,9 °C) para el cantón Pindal, bioclima Templado-Húmedo (15,7°C) para el cantón Celica; bioclima Tropical-Muy seco (24,9 °C) para el cantón Macará y finalmente bioclima Tropical-Subdesértico (25,8°) para el cantón Zapotillo

6.1.4. Hidrografía

Según (PDOT Provincia de Loja, 2015)La zona de se ve influenciada por dos cuencas hidrográficas las cuales son:

Hacia el noroeste de la provincia se encuentra la vertiente izquierda de la cuenca del río Puyango, que también es límite con la provincia de El Oro, en la cual está la otra parte de la cuenca. Finalmente, en el centro y sur de la provincia, con el 65,11% de su área, se encuentra la cuenca del río Catamayo (720 058,58 ha) dividida en 3 subcuencas: la subcuenca del río Catamayo, al sur la subcuenca del río Macará, que limita con el Perú y al oeste la subcuenca del río Alamor.

A partir de la unión de los ríos Catamayo y Macará se inicia la Cuenca Baja o cono de deyección del sistema Catamayo-Chira que aguas abajo va al país vecino del Perú, quedándole al Ecuador una pequeña área, que constituye la franja de Zapotillo.

La cuenca del Catamayo es parte del sistema hidrográfico Catamayo Chira, y la cuenca del Puyango es parte del sistema hidrográfico Puyango Tumbes. Estas dos cuencas y la del Jubones pertenecen a la vertiente del Pacífico

Toda el agua generada en las cuencas se escurre a través de un sistema de drenaje "dendrítico", característico de ríos de "alta montaña", genéticamente en estado "juvenil", y de "valle" en las partes bajas y planas donde el río ha llegado a su estado de semimadurez, El destino final de estas aguas es otro río o el océano, por lo tanto, son cuencas "exorreicas".

6.1.5. Geomorfología

La zona de estudio se ubica en los andes meridionales del Ecuador que se extienden desde Zaruma-Saraguro hasta la frontera peruana. En esta zona se observa una desaparición progresiva del arreglo de las dos cadenas montañosas bien formadas que constituye la cordillera de los Andes ecuatorianos septentrionales, siendo así que el rasgo más notable es el desarreglo de los relieves (Winckell, y otros, 1992).

El cantón Macará forma parte del Sistema Montañoso Austral Andino del Ecuador. El perfil orográfico del cantón tiene un relieve que desciende desde los 2640 m.s.n.m. en el sector del cerro Jatumpamba en el este, hasta los 295 m.s.n.m. en el sector de Linderos al oeste. En el cantón Macará, la geomorfología se caracteriza principalmente por la presencia de relieves de tipo tectónico erosivo donde se destacan los relieves de tipo montañoso con el 60,23 % del territorio, colinado alto con el 11,12 %, colinado muy alto con el 9,94 %, colinado medio con el 7,35 % y colinado bajo con el 3,38 %. Las formas de relieve que se han originado en el cantón son de tipo: deposicional, denudativo, y tectónico erosivo (Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) 2019 - 2023, 2019)

El cantón Zapotillo está constituido por: colinas medianas, colinas altas, zonas deprimidas, relieve escarpado, llanuras aluviales de depositación, terrazas altas y bajas, relieve montañoso y vertientes convexas (PDOT Zapotillo, 2019). El terreno es accidentado, con elevaciones que varían de 200 a más de 1000 m.s.n.m. Los drenajes principales lo conforman el río Alamor y el Chira, los mismos que aportan a la cuenca Binacional Catamayo-Chira y desaguan en el Océano Pacífico. Se caracteriza por presentar una configuración montañoso moderadamente empinadas, conformada exclusivamente por rocas de edad Cretácica, destacando las sedimentarias del grupo Alamor y específicamente la formación Zapotillo.

El cantón Pindal se encuentra sobre un relieve volcánico sedimentario que forma cadenas intrincadas de montañas cuya altitud disminuye occidentalmente de oriente a occidente. Los

relieves son bastantes diversificados productos del volcanismo como también por los efectos del rejuvenecimiento morfológico actual. En el cantón Pindal es característico la presencia de coluviones sobre las formaciones geológicas preexistentes asociadas al cretáceo; los coluviones se formaron por la acumulación en las laderas de materiales provenientes de masas de roca y suelo deslizados desde las partes altas, transportadas de manera semejante a los fluidos viscosos. El material de estos coluviones es de tamaño heterométrico y está compuesto por bloques y fragmentos angulares de roca meteorizada. Este tipo de depósitos se forma debido a las fuertes pendientes del terreno, el fracturamiento de la roca y abundante precipitación se evidencia una alta presencia de fenómenos de movimientos en masa. Como unidad modeladora más reciente se tiene el medio Aluvial el cual ha sido responsable de la formación de niveles de terrazas de limitada extensión, se encuentra dominada por la acción de los ríos Alamor, varios cauces ubicados en las quebradas Palmira y Zapallos al norte del cantón. Las formas de relieve presentes en el cantón tienen su origen en procesos de carácter: Tectónico Erosivo, Estructural, Denudativo y Depositional o Acumulativo. (PDOT Pindal, 2014)

En el cantón Célica, la geomorfología se caracteriza por la presencia de relieves de tipo estructural caracterizándose los frentes de cuesta, vertiente de cuesta, colinas monoclinales y superficies de cuesta destruida, así como del tipo denudativo y deposicional generados por los procesos de erosión de las partes altas y que son transportados por los afluentes existentes en la zona.). Los relieves tectónicos erosivos en el cantón Célica están directamente relacionados a la Unidad Quillusara, Punta Piedras y el intrusivo del Batolito de Tangula. Estos procesos han dado lugar para la formación de relieves colinados y montañosos. (PDOT Célica, 2011)

6.1.6. Marco Geológico

6.1.6.1. Geología histórica y evolutiva

El área de estudio está comprendida dentro de la cuenca Alamor – Lancones, misma que está ubicada al norte de la Deflexión de Huancabamba, limitada entre el macizo Amotape-Tahuin y el arco submarino Célica.

De acuerdo a (Kennerley, 1973; Feininger y Bristow, 1980; Jaillard et al., 1996), el basamento de la cuenca Alamor – Lancones lo constituyen el Bloque Amotape –Tahuín al norte y oeste, y la Cordillera Real al este (Figura 8)

Dentro del macizo Amotape-Tahuin ocurren meta-sedimentos Paleozoicos e intrusivos Triásicos (Aspden et al., 1995). La Cordillera Real presenta rocas intrusivas y volcánicas del Jurásico y del Cretácico Inferior, atribuidas al desarrollo de un arco volcánico con una subducción buzando hacia el este. Este arco volcánico se desarrolló sobre metasedimentos Paleozoicos e intrusivos Triásicos más antiguos, equivalentes a los del macizo Amotape-Tahuin. (Litherland, Aspden, & Jemielita, 1994). La comparación de las edades radiométricas de estos cuerpos intrusivos y su longitud geográfica indica que estas intrusiones se vuelven más jóvenes hacia el oeste. Esta tendencia sugiere que el eje del arco migró hacia el oeste durante el Jurásico y el Cretácico Inferior, dentro de un sistema extensional, ubicando rocas volcánicas máficas del Arco Alao de edad Cretácico Inferior, al oeste de los intrusivos jurásicos y los depósitos Paleozoicos y Triásicos más antiguos (Spikings, Winkler, Hughes, & Handler, 2005).

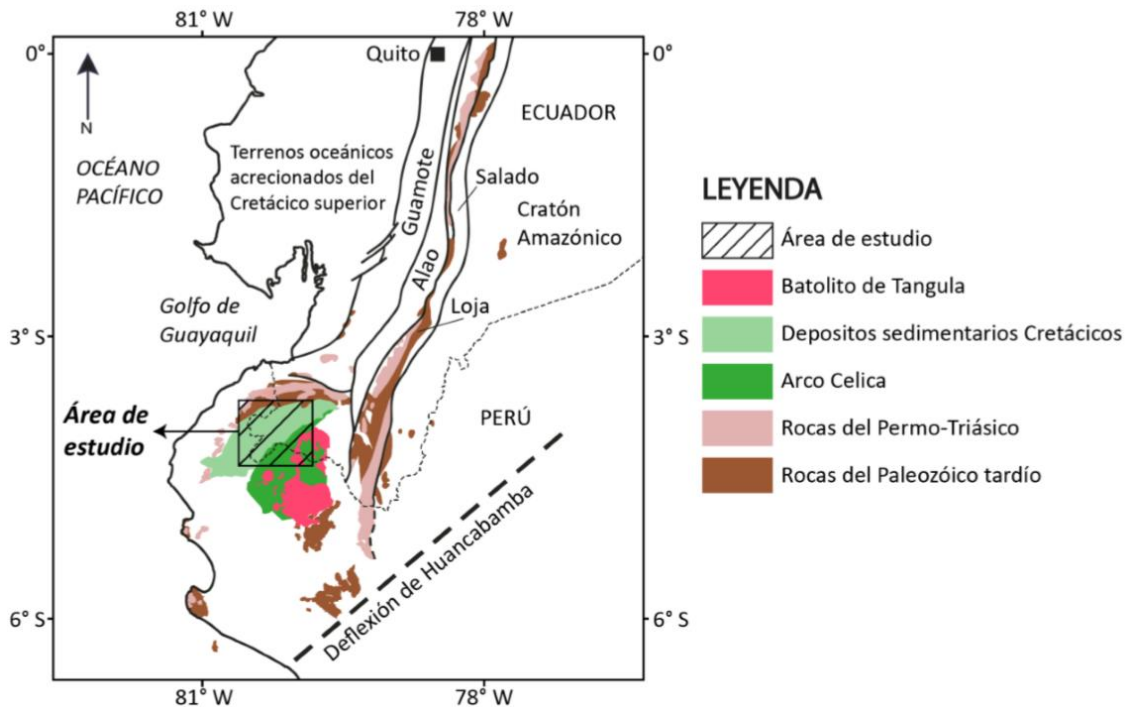


Figura 8. Mapa de ubicación del área de estudio mostrando la cobertura geológica del cinturón metamórfico paleozoico, los cinturones plutónicos permo-triásicos, los depósitos volcánicos del Arco Celica, los depósitos sedimentarios cretácicos de la Cuenca Alamor-Lacones y el batolito de Tangula a lo largo de Ecuador y el norte de Perú. Modificado de Chew et al., 2007 (Geología adaptada de Kennerley, 1973; Litherland et al., 1994; León et al., 2000)

Fuente: (Carrasco, 2018)

Al oeste del Arco Alao geográficamente se encuentra el terreno Guamote. Este terreno según Litherland et al. (1994) es una secuencia metamórfica compuesta por cuarcitas y pizarras, y reinterpretado por Spikings et al. (2015) como una secuencia de antearco del Arco Alao. Separando las rocas del Arco Alao y el terreno Guamote se encuentra una secuencia ofiolítica denominada Unidad Peltetec (Litherland et al., 1994) Esta secuencia fue generada en el Cretácico inferior y obducida en un evento compresional posterior (Spikings, Winkler, Hughes, & Handler, 2005).

Después del evento de deformación Peltetec, se depositaron en discordancia angular las secuencias sedimentarias correspondientes a las Formaciones Hollín, Napo y Tena en la Cuenca Oriente, dando inicio a un nuevo ciclo de sedimentación (Tschopp, 1953). Así mismo al norte de la Deflexión de Huancabamba se desarrolló la cuenca de antearco Alamor-Lancones y el Arco Celica (Jaillard, Laubacher, Bengtson, Dhondt, & Bulot, 1999)

Los depósitos volcánicos de la Cuenca Alamor – Lancones, fueron descritos primero por Kennerley(1973) dentro de la Formación Piñón, la cual consiste principalmente de lavas andesíticas y rocas volcanoclásticas (Aguirre, 1992). Posteriormente Feininger y Brinstow (1980) para evitar confusiones con las series volcánicas de la Costa y Cordillera Occidental, renombran como Formación Celica a estos depósitos volcánicos de la Sierra sur. Estudios geoquímicos en las rocas de la Formación Celica sugieren una afinidad calcoalcalina (Lebrat, 1985; Aguirre, 1992) y toleitica (Pilatasig et al., 2013). Varias series intrusivas cortan la secuencia, entre ellos están los granitoides del Batolito de Tangula y varios cuerpos porfiriticos y subvolcánicos. El pórfido granodiorítico Linderos y el pórfido diorítico Curiplaya presentan dataciones U-Pb de 87.5 ± 1.6 Ma (Winter, 2008) y $92.0 \pm 1,0$ Ma (Schutte, 2009) respectivamente, restringiendo la edad del volcanismo al Coniaciano. Sin embargo, dataciones confiables de la secuencia volcánica en Ecuador no existen. (Carrasco, 2018).

Lateralmente los depósitos de la Formación Celica cambian a secuencias mayormente sedimentarias intercaladas con menor cantidad de material volcánico. Estos depósitos son descritos dentro de la Formación Ciano por Kennerley (1973) y corresponden a las Formaciones Alamor, Quillosara y Carmelo descritas por Jaillard et al. (1996) y Jaillard et al. (1999). Progresivamente hacia el norte y noreste de la cuenca la Formación Ciano cambia lateralmente a facies metamórficas. A esta secuencia metamórfica Kennerley (1973) la denominada como Filitas Zambí,

que es una secuencia tipo flysch de fillitas y cuarcitas, con intercalaciones menores de rocas metavolcánicas (lavas y tobas).

Las series sedimentarias de la Cuenca Alamor-Lancones fueron definidas como las Formaciones Progreso y Zapotillo por Kennerley (1973). La Formación Progreso corresponde a una secuencia de depósitos continentales con conglomerados, areniscas cuarzosas, rocas volcánicas y volcanoclásticas que cambian a depósitos de origen marino donde ocurren intercalaciones de calizas y lutitas (Kennerley, 1973; Feininger, 1975). Esta secuencia en su parte inferior presenta troncos fósiles petrificados del género Araucariae de edad Cretácico Inferior (Shoemaker, 1982). Por otro lado, los depósitos de la Formación Zapotillo corresponden a una secuencia tipo flysch, la cual consiste en grauvacas, lutitas, areniscas y conglomerados (Kennerley, 1973). Estas rocas son los equivalentes laterales de las secuencias volcánicas y volcanoclásticas de las Formaciones Celica y Ciano (Kennerley, 1973; Bristow y Hoffstetter, 1977; Jaillard et al., 1999). (Fig. 9)

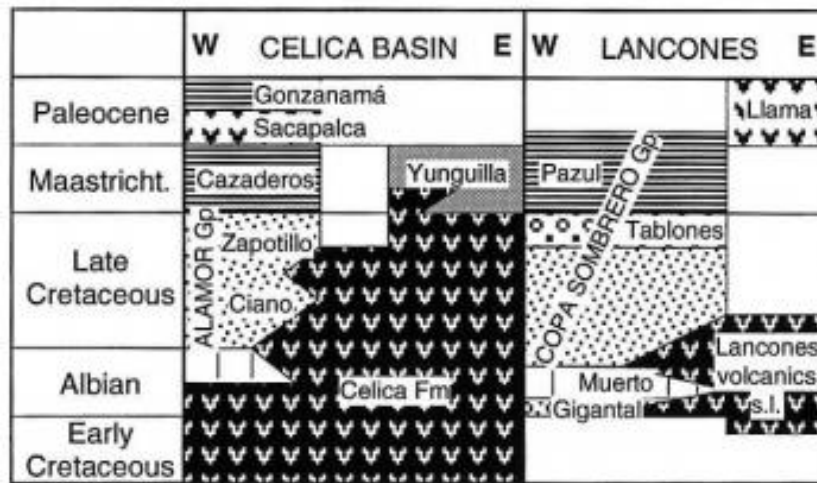


Figura 9. Estratigrafía de la Cuenca Alamor-Lancones según Kennerley (1973) para Ecuador y Reyes & Caldas (1987) para Perú. (Tomado de Jaillard et al., 1999)
Fuente: (Carrasco, 2018)

Posteriormente, Jaillard et al. (1999) en base a la estratigrafía de Kennerley (1973) y la estratigrafía de la Cuenca de Lancones en Perú, diferenciaron varios conjuntos litológicos proponiendo una estratigrafía más detallada y aportando nuevos datos bioestratigráficos. Con respecto a la Formación Progreso diferenciaron tres secuencias, estas son las Grauvacas Basales y la Formación Bosque de Piedra para los depósitos basales continentales y volcánicos, y la

Formación Puyango para la secuencia de calizas y lutitas. Así mismo, para la Formación Zapotillo diferenciaron las secuencias sedimentarias correspondientes la Formación Copa Sombrero y la Formación Cazaderos. (Fig. 10).

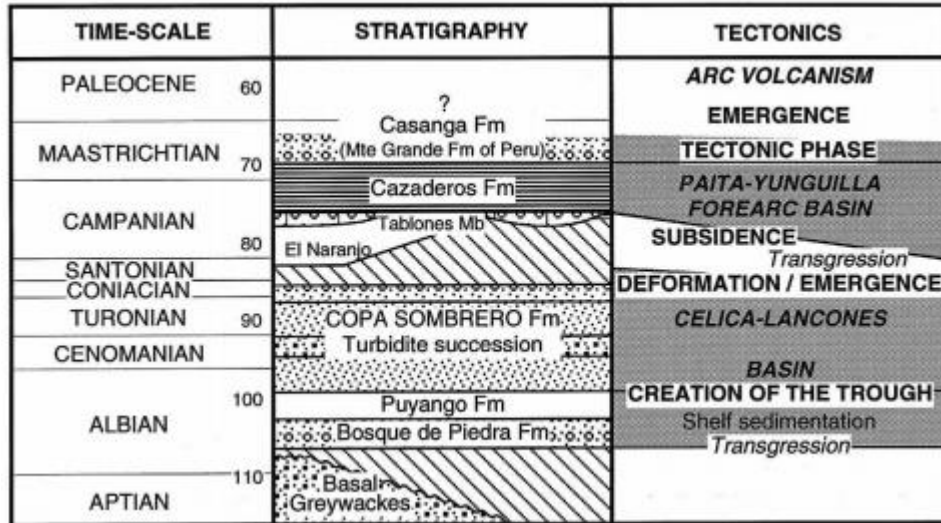


Figura 10. Estratigrafía y evolución tectónica s.l. de la Cuenca Alamor-Lancones durante el Cretácico. (Tomado de Jaillard et al., 199)

Fuente: (Carrasco, 2018)

Finalmente, durante el mapeo geológico realizado por el INIGEMM en 2016 (INIGEMM, 2017, 2018), se estableció una nueva estratigrafía basada principalmente en los estudios previos anteriormente mencionados y nuevas observaciones de campo. En el cual se definió la Formación Quebrada Sábalo para los depósitos continentales basales de la Cuenca Alamor-Lancones, la Formación Puyango que representa la serie de calizas y lutitas, y el Grupo Zapotillo en conjunto con las Formaciones Cañaverál y Cazaderos para el relleno sedimentario sobreyacente. Al Grupo Zapotillo lo subdividen en las Formaciones Chaquino, Tronco Quemado y Mangahurco. (Carrasco, 2018)

6.1.6.2. Geología Estructural.

Litherland y otros (1993) basados en los estudios realizados en los complejos metamórficos interpretan que la cuenca denominada Lancones, es tipo pull apart y fue desarrollada entre las rocas que componen los Dominios Loja-Olmos (Cinturón metamórfico de la Cordillera Real) y Amotape-Tahuín (parte sur del Cinturón Metamórfico de El Oro). Esta última interpretación es compartida por Raynald (2000).

De acuerdo a la hoja geológica Macará 1:100 000 menciona el intenso tectonismo al que estuvo sometido el área, ha provocado en su mayoría deformaciones frágiles como fallas transcurrentes, inversas y normales con una orientación preferencial NE-SO, además de sistemas conjugados NO-SE que afectan principalmente a las unidades Cretácicas y Cenozoicas. El desarrollo de fallamientos normales e inversos se atribuye a un inicial régimen extensional y un posterior régimen de compresión, mientras que las fallas transgresivas mantienen dos direcciones ortogonales entre sí, una con dirección NO de cinemática dextral y la otra con dirección NE de cinemática sinistral (estructuras antitéticas) su formación se enmarcaría en un posterior régimen compresivo con salto oblicuo. (INIGEMM, Hoja geológica Macará escala 1:100.000, 2018).

Las estructuras de la CAL evidenciadas en la hoja de Zapotillo escala 1:1000 en orden de más antiguo a más reciente son: estratificación, plegamiento y fallamiento. La estratificación en general es horizontal a subhorizontal, las grauvacas más resistentes forman pequeños escarpes erosivos en las lomas. El espesor de las capas varía entre centimétrico a métrico. La CAL constituye un sinclinal en el cual se depositaron las secuencias turbidíticas en el Cretácico Superior con aportes de talud continental, conformando a su vez una serie de sinclinales y anticlinales pequeños. En la parte occidental de la hoja se observan los plegamientos, formados a partir de esfuerzo de compresión; el rumbo de los ejes de los anticlinales y sinclinales están en su mayoría en dirección noreste - suroeste. El plegamiento en esta zona es abierto, en comparación con los pliegues cerrados de la hoja de Alamor, los pliegues son irregulares y de tipo anticlinal ubicados hacia el sector noroccidental y sinclinal identificados al norte de la quebrada El Prado, la dirección de los ejes es noreste - suroeste y los ángulos de buzamientos de los flancos son entre 20° y 30°, siendo poco evidentes en las imágenes satelitales. Este plegamiento se interpreta como un evento tectónico regional. El fallamiento principal corresponde a las fallas Milagros, Catanas y Chira, tienen una dirección noreste - suroeste, con tendencia a la vertical. Este fallamiento se desarrolló posterior a la depositación y litificación de los sedimentos de la cuenca. Otro sistema secundario de fallas es identificado con una dirección noroeste - sureste, estas cortan los ejes de los pliegues (INIGEMM, Hoja geológica Zapotillo escala 1:100.000, 2018)

De acuerdo a la Hoja Geológica Alamor escala 1:100000 La mayoría de las fallas tienen una dirección NE-SO, algunas con cinemática inversa y en algunos casos tienden a ser fallas de cabalgamiento en razón del ángulo de inclinación del plano de falla, también existen fallas

sinestrales que desplazan estructuras de plegamiento; éstas tienden a representar límites entre dominios litotectónicos y algunas se extienden hacia el sur por más de 20 km hasta Perú. Las principales estructuras identificadas en la zona de estudio constituyen los sistemas de fallas Basal-El Guabo, Milagros y Chira. El sistema Basal-El Guabo separa el terreno metamórfico del volcánico, el poblado La Leonera es el límite entre las formaciones Chaquino y Tronco Quemado de la Fm. Zapotillo, formando pliegues volcados evidenciados por los datos subverticales de buzamiento. Al SE de la falla Chira afloran rocas de plataforma marina de la U. Punta de Piedra, a la que instruyen la mayoría de cuerpos mineralizados porfiríticos e hidrotermales evidenciados en el sector de Linderos, cuerpos intrusivos como la Granodiorita Tangula y otros. Adicionalmente estructuras menores de rumbo NO -SE afectan los pórfidos riolíticos y las rocas del arco volcánico. Hacia el norte las estructuras y ejes de los pliegues tienen rumbo E-O afectados por fallas de cabalgamiento. En general las rocas de las unidades cretácicas que están rellenando la CAL, están fuertemente deformadas. En la parte central, los estratos sedimentarios están fuertemente plegados y deformados. Esto produce un lineamiento marcado en las rocas de las formaciones Zapotillo, Ciano y Celica. (INEGEMM, 2017)

En general, la cuenca sedimentaria Alamor constituye un sinclinal en el cual se depositaron las secuencias turbidíticas en el Cretácico Superior, con aportes de talud continental, formando sinclinales y anticlinales. Se observan plegamientos, formados a partir de esfuerzos de compresión a las rocas sedimentarias; los ejes de los pliegues son NE-SO, con un cabeceo hacia el O. En el río Alamor se evidencia el eje de una estructura anticlinal bien marcada, con rumbo NE-SO, sobre el cual aflora la Fm. Ciano. El eje anticlinal en su flanco derecho tiene ángulos entre 20° y 40° de buzamiento y al oeste, 20° y 50° con un cabeceo SO. En el sector de La Rusia y Mangahurquillo, los plegamientos son subverticales, llegando a presentar pliegues volcados hacia el SE, que indican la presencia de fallas. En el sector NO de la hoja, los anticlinales y sinclinales tienen pendientes más suaves, conformados por formaciones sedimentarias provenientes de un abanico. Los anticlinales son asimétricos, con pendientes más fuertes en los flancos que buzan al NO, algunos pliegues presentan fallas de sobrecorrimiento a lo largo del eje del plano axial. Las rocas volcanoclásticas del lado oriental de la hoja también presentan plegamientos debido a las fuerzas de compresión. La deformación caótica en la cuenca, está relacionada a la marcada actividad tectónica de esta zona, la ductilidad de las formaciones sedimentarias y los esfuerzos de compresión a las mismas (INEGEMM, 2017)

Finalmente en la carta geológica Celica escala 1:50000 menciona que en la zona de estudio las fallas geológicas presentan un rumbo preferencial NE-SO, mientras el fracturamiento presenta dos direcciones, una paralela a las estructuras mayores y otra perpendicular a las primeras. La principal estructura que corta el área de estudio presenta una dirección NE-SO, la misma que en la parte nororiental pone en cabalgamiento las rocas volcanoclásticas de la Unidad Quillosara sobre los sedimentos de las Formaciones Naranja y Casanga, infiriendo su continuidad en la parte suroccidental en base a imágenes satelitales, cuyo trazo podría coincidir con el cambio del curso de afluentes de las quebradas Las Huertas y Changüí, además de escarpes antiguos localizados en los sitios de coordenadas 626487, 9548447 y 622900, 9547820. A 1.5 Kms al sureste de Zazanamá, rasgos morfológicos (escarpe lineal recto) permite inferir la presencia de una falla probablemente de tipo normal y rumbo general NE-SO, con descenso del bloque SE, acompañada con deslizamientos, afectando a las rocas de la Unidad Quillosara, la continuidad de esta estructura se la puede identificar a lo largo de ± 6 Kms. En la parte centro-sur y sureste de la zona de investigación, cuerpos porfiríticos, parecen ser emplazados siguiendo zonas de debilidad, generadas por una deformación frágil probablemente por el intrusivo Tangula. Los sedimentos localizados al noroeste del área de estudio se encuentran deformados generando pliegues (anticlinales y sinclinales) con ejes preferenciales este – oeste con ángulos de buzamiento de moderados a altos (35-90°). Mientras que en la parte nororiental los sedimentos que rellenan la cuenca de río Playas también se encuentran plegadas con buzamientos menores (20-75°). Las estructuras presentes están relacionadas con deformaciones que afectan a las rocas de la cuenca, indicando en ambos casos un ambiente compresivo, sin descartar la intrusión del CIT, el mismo que evidencia un débil control estructural durante su emplazamiento.(Ministerio de Minas y Petróleos, 2008)

6.1.7. Geología Regional.

6.1.7.1. Estratigrafía.

La Cuenca Lancones-Alamor, conocida en el Perú como Lancones (Mourier et al., 1988), renombrada por el INIGEMM (en su estudio de síntesis litoestratigráfica, estructural, geoquímica y evolución de cuenca Alamor-Punta de Piedra, Sector Zaruma Portovelo) por su naturaleza sedimentaria-volcánica como Alamor-Punta de Piedra, constituye una estructura geológica de edad Cretácico ubicada en la zona noroccidental de la Placa Sudamericana, emplazada en el extremo

austral de la región denominada Andes del Norte (Ramos, 1999) o Bloque Norandino (Cediell et al., 2003), entre el Terreno Olmos-Loja y el Macizo Amotape-Tahuín (Pilatasig et al., 2007) respectivamente, constituidos por secuencias metamórficas de edad pre-Cretácico (Litherland et al., 1994).

Una gran parte de la cuenca está ubicada en el sector peruano, mientras en el Ecuador se encuentra hasta el sector Zambí, donde se acuña entre el Macizo Amotape-Tahuín y el Terreno Loja-Olmos.

En la zona de la Cuenca Lancones- Alamor, las rocas metamórficas están sobreyacidas por las unidades litoestratigráficas Cretácicas, constituidas básicamente de rocas volcánicas y sedimentarias. Las secuencias sedimentarias, predominan en la zona occidental mientras la secuencia volcánica predomina en la zona oriental de la cuenca. La Cuenca Lancones-Alamor, comprende las secuencias volcánicas, volcanosedimentarias y sedimentarias localizadas entre el Terreno Loja-Olmos y el Macizo Amotape-Tahuín. El basamento de ésta cuenca en sus bordes O y N son las rocas incluidas en el Macizo Amotape-Tahuín. (DINAGE & INEGEMMENT, 2005)

6.1.6.2. Arco Volcánico Celica.

La sucesión estratigráfica del Arco Volcánico Oceánico de la Cuenca Alamor-Punta de Piedra excluyendo las secuencias del basamento metamórfico expuesto en el borde suroriental en territorio peruano (Pilatasig et al., 2007), considerando la naturaleza y el predominio litológico, establece como lo más antiguo rocas de origen intrusivo y volcánico de composición máfica, incluidas en la Unidad Punta de Piedra. Sobre esta unidad o interdigitadas lateralmente ocurren facies de rocas volcanoclásticas como hialoclastitas y tobas incluyendo lavas subordinadas, todas de composición basáltico-andesítica, incluidas en la Unidad Celica. De la misma forma, al norte del batolito de Tangula existen rocas sedimentarias granulares bien estratificadas intercaladas dentro de la secuencia volcanoclástica incluida en la Unidad Bramaderos que en conjunto con las dos unidades anteriores constituyen la zona relacionada con el arco volcánico. (INIGEMM, PRIMERA PARTE: Síntesis Litoestratigráfica, Estructural, Geoquímica y Evolución de Cuenca Alamor-Punta de Piedra, Sector Zaruma-Cariamanga, 2013)

En sector norte de esta zona volcánica ocurren rocas clásticas de grano grueso, estratificadas, con componentes volcánicos (líticos de basaltos, cristales de plagioclasa y piroxeno)

incluidas en la Unidad Chaguarpamba. Los datos reportados por Jaillard et al. (1999) establecen una edad Aptiano-Albiano para las secuencias volcánica y volcanoclástica. Por correlación estratigráfica, para las secuencias volcanosedimentarias Bramaderos y Chaguarpamba incluyendo las unidades locales Iguinda, El Carmelo y La Ramada se establece una edad Cretácico Inferior Tardío- Cretácico Superior temprano.

6.1.6.3. Litología.

La zona suroriental de la cuenca Alamor-Punta de Piedra, considerando la naturaleza y el ambiente de depositación, está constituida por una potente secuencia de rocas volcánicas y volcanoclásticas asociadas con niveles sedimentarios, depositadas en un ambiente oceánico. Por otra parte, la zona noroccidental, está constituida por rocas siliciclásticas depositadas sobre basamento metamórfico, en un ambiente continental-marino costero. (Anexo 1)

El límite entre los dos ambientes geológicos no está bien definido, sin embargo, considerando que las rocas sedimentarias son parte de una sola cuenca se lo ha interpretado como transicional interdigitado (Pilatasig et al., 2007).

6.1.6.3.1. Unidad Punta de Piedra.

Definida por Egúez y Poma (2001), comprende basaltos masivos y en ciertos sectores como basaltos almohadillados, andesitas, andesitas basálticas y brechas volcánicas, también existen diques de composición intermedia cortando a los basaltos. Los basaltos son negros, magnéticos, contienen clorita, epidota en fracturas como minerales de alteración y sulfuros diseminados (pirita)

6.1.6.3.2. Formación Puyango.

La litología está constituida principalmente por calizas en estratos de entre 10 y 50 cm de espesor, con algunos niveles de lutitas calcáreas en capas delgadas. Las calizas son de grano medio, color gris a negro, con abundante presencia de vetillas de calcita. Las lutitas calcáreas son físciles y de color negro a gris. Toda la secuencia se encuentra fuertemente plegada, presentando gran cantidad de estructuras anticlinales y sinclinales en afloramientos de pocas dimensiones. (INEGEMM, 2017).

6.1.6.3.3. Grupo Celica.

Se define como Grupo Celica a la sucesión de rocas volcánicas, volcanoclásticas y sedimentarias que conforman el arco volcánico Celica, adyacente a la Cuenca Alamor Lancones. Este grupo incluye a las Formaciones Celica y Ciano. (Carrasco, 2018)

6.1.6.3.3.1. Formación Celica.

INIGEMM, (2013) la definió como una secuencia volcanoclástica, intercalada con mantos de lava de composición basáltico-andesítica, que generalmente están silicificados, cloritizados y epidotizados en menor grado. Litológicamente son tobas de cristales de composición andesítica con fenocristales subhedrales de piroxeno y hornblenda; brechas tobáceas de composición andesítica verdosa, con clastos andesíticos; matriz tobácea con minerales de plagioclasa, piroxeno y vidrio volcánico. Puntualmente intercaladas con mantos de lava basalto-andesíticos.

6.1.6.3.3.2. Formación Ciano.

Compuestas por secuencias potentes de estratos medios de areniscas y limolitas intercaladas con rocas volcánicas y volcanoclásticas en menor proporción (Carrasco, 2018).

Kennerley (1973) indican que las intercalaciones de rocas volcánicas son tobas en su mayoría a lavas andesíticas en menor proporción, siendo más frecuentes en las proximidades de la Formación Celica. Jaillard et al. (1999) indican la existencia de pocas intercalaciones de margas y calizas en la parte superior de la secuencia, además de paleocorrientes con dirección norte y noreste

6.1.6.3.4. Grupo Zapotillo.

El Grupo Zapotillo se define como una secuencia de sedimentos siliciclásticos marinos depositados en la parte occidental de la Cuenca Alamor-Lancones. En primer lugar, Kennerley (1973) la definió como Formación Zapotillo y es descrita como una secuencia tipo-fiysh, compuesta de grauvacas, lutitas negras y conglomerados en menor proporción.

6.1.6.3.4.1. Formación Chaquino.

Corresponde a una secuencia muy potente de rocas siliciclásticas. En su parte inferior consiste en intercalaciones de estratos finos a medios de lodolitas y estratos finos de areniscas

masivas de grano muy fino a medio con estratificación paralela, contactos agudos y continuidad lateral. En esta parte ocurren pocas intercalaciones con rocas volcanoclásticas. Continúa con capas de areniscas muy finas con intercalaciones de lodolitas con estructuras flaser, lentficular y mud drapes. Hacia arriba ocurren capas de areniscas de tamaño de grano fino a medio con laminación paralela y ripples de corriente. En su parte superior presenta capas de areniscas con estructura convoluta, areniscas laminadas y lutitas correspondientes a la secuencia de Bouma Tc-Td-Te, y capas con estructura tipo-slump. En el sector de Zapotillo también es posible observar estructuras estrato creciente hacia el techo y diques clásticos de gran magnitud “inyectitas” En la sección tipo se puede observar un espesor de aproximadamente 400 metros. (Carrasco, 2018).

6.1.6.3.4.2. Formación Tronco Quemado.

Litología y espesor. La Formación Tronco Quemado consiste en una secuencia muy potente de estratos métricos (0.5-1.5 metros) de areniscas de grano medio a muy grueso. Estos estratos de areniscas en su mayoría son masivos sin estructuras sedimentarias. Algunos estratos presentan gradación y esporádicamente se observó estratificación cruzada tabular. Los estratos más potentes exhiben clastos flotantes de origen volcánico, y estructuras erosivas a la base (tool marks) que indican dirección NE-SW. El espesor estimado es aproximadamente 250 metros. (Carrasco, 2018).

6.1.6.3.4.3. Formación Mangahurco.

Descrita por Jaillard et al. (1999) como una sucesión de lutitas intercaladas con capas de areniscas arcósicas, dentro de la parte superior de la Formación Copa Sombrero.

Consiste principalmente de secuencias potentes de capas de sedimentos finos principalmente lodolitas con intercalaciones de capas de areniscas gradadas negras de tamaño de grano medio, estas últimas son más frecuentes hacia la parte superior de la secuencia. Dichas areniscas se las reconoce fácilmente debido a que exhiben abundante muscovita en muestra de mano. En ciertas partes se ha observado estratificación cruzada tipo Hummocky. También se observan secuencias potentes de estratos de areniscas masivas (1-1.5 metros) con bases cóncavas cortando los sedimentos finos, estas son de grano grueso y tienen clastos flotantes de hasta 3 centímetros en su mayoría metamórficos (filitas y cuarzo lechoso). (Carrasco, 2018).

6.1.6.3.4.4. Formación Cañaverál.

Consiste en una secuencia de intercalaciones de capas muy potentes (0.5-1 metro) de areniscas de grano medio a muy grueso y conglomerados con clastos de hasta siete centímetros de diámetro. Estos estratos se pinchan lateralmente. Las areniscas son masivas y algunas presentan gradación y clastos flotantes. Los conglomerados, tienen estructura masiva y a veces gradación, fábrica matriz soportada, con clastos sub-redondeados de rocas graníticas, metamórficas (cuarcitas y filitas) y cuarzo lechoso, matriz arenosa, y se encuentran estructuras erosivas a la base. Jaillard et al. (1999) indican paleo-corrientes con dirección hacia el sureste dominante. Se estima una potencia de 200 metros aproximadamente.

6.1.6.3.4.5. Formación Cazaderos.

Consiste principalmente de una secuencia de capas delgadas de sedimentos muy finos de lodolitas de color negro con pocas intercalaciones de capas delgadas de areniscas masivas de tamaño de grano muy fino a medio, con estratificación paralela. En esta secuencia se observan abundantes nódulos calcáreos de hasta un metro de diámetro. Jaillard et al. (1999) reportan diques clásticos y paleo-corrientes, estos últimos con pocos datos medidos sugieren un transporte hacia el noreste. Las areniscas en lámina delgada presentan clastos subangulares a subredondeados de rocas volcánicas, hipoabisales, metamórficas y feldespatos, buen sorteo, fábrica clasto soportada y cementación calcárea. Se sugiere un espesor aproximado de 300 metros (Carrasco, 2018).

6.1.6.3.5. Rocas intrusivas.

6.1.6.3.5.1. Granodiorita Tangula.

Establecido por K ennerley (1973). Corresponde a rocas granodioríticas de textura holocristalina, que presentan minerales de Plg, Kfs, Qz, Bt y en menor cantidad Hbl. La granodiorita está intruyendo tanto a las rocas volcánicas de la unidad Punta de Piedra.

6.1.6.3.5.2. Cuarzodiorita.

Corresponde a las rocas intrusivas que se localizan al SE de la zona de estudio. El afloramiento tipo se localiza en la Q Laguar (U TM: 606 597E; 9 521 349N). La edad del intrusivo no está definida, por lo cual se requiere realizar dataciones para conocer su geo-cronología y así conocer su relación con la Granodiorita Tangula. (INEGEMM, 2017).

6.1.6.3.5.3. Pórfidos Riolíticos.

Se encuentran expuestos en la carretera Saucillo–Macará (U TM: 600 716E; 9 528 227N), se observa varios afloramientos de pórfidos riolíticos de color gris claro con cuarzo, feldespato, piroxeno, zonas de oxidación color café amarillento, con presencia de pirita diseminada. Se estima una edad Cretácico Superior, en referencia a que podría tratarse de un proceso mineralizador de pulsos posteriores, producto del emplazamiento de la Granodiorita de Tangula de edad Cenomaniense, sin embargo esta hipótesis debe ser corroborada con dataciones para así establecer su geo-cronología.

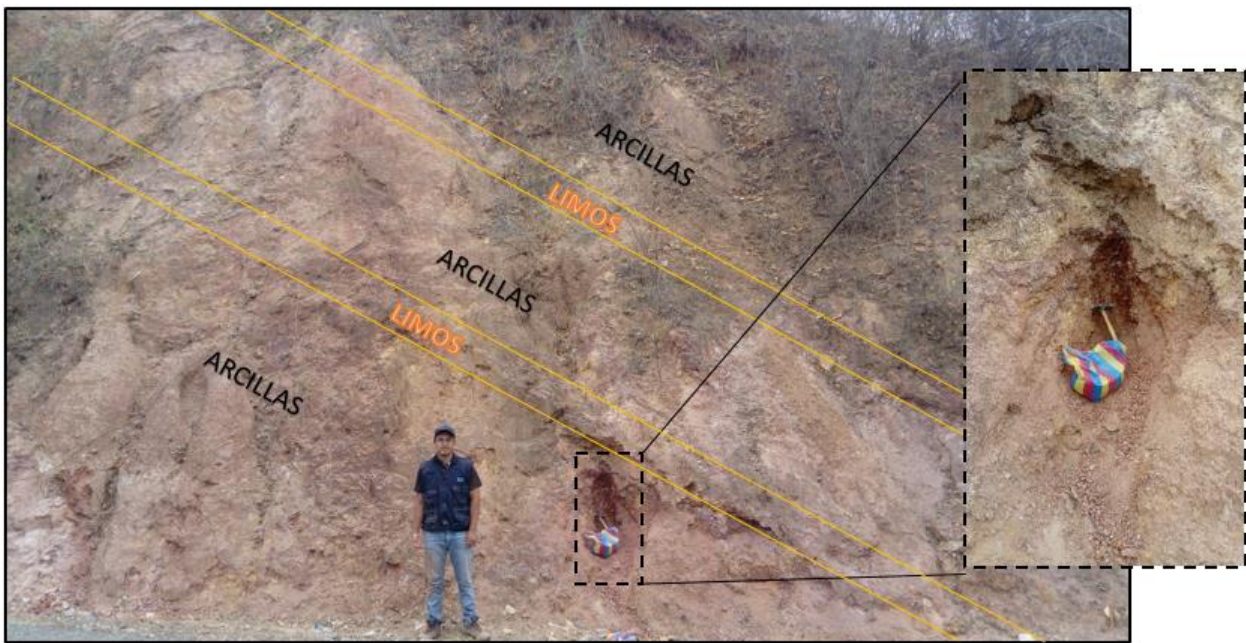
6.2. Resultados del primer objetivo.

6.2.1. Geología Local.

La geología local del área de estudio se la identificó en base a la descripción de 207 afloramientos (Anexo 2 y 4) de los cuales, a través de fotointerpretación previa e interpretación geológica local se determinaron 16 zonas de interés que se describen a continuación (Anexo 3).

6.2.1.2. Arcillas.

6.2.1.2.1. Muestra MC-R-28.

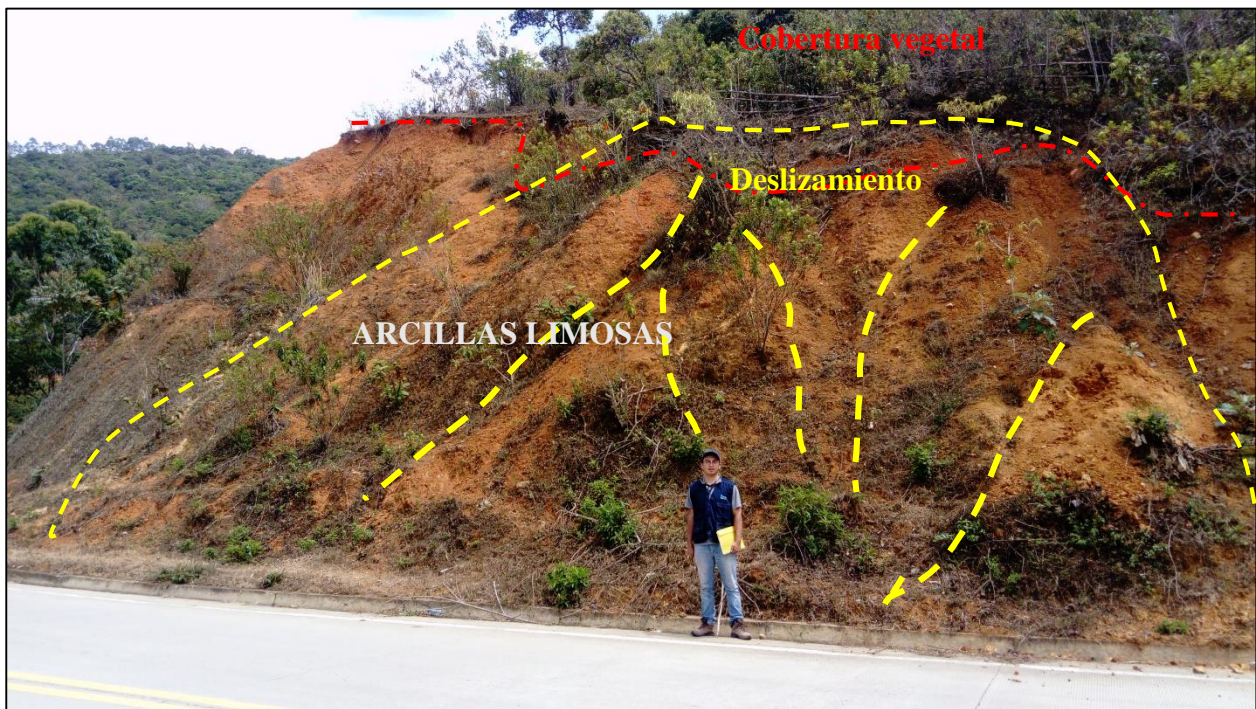


Fotografía 1. Afloramiento de arcillas sector Algodonal de Jupal parroquia Macará, cantón Macará, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (601729E, 9527366N)

Fuente: El Autor, 2021

Afloramiento ubicado en el sector Algodonal de Jupal parroquia Macará, cantón Macará, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (601729E, 9527366N) se recolectó la **muestra MC-R-28**, ubicada al margen de la vía principal Macará – Zapotillo, el afloramiento tiene aproximadamente 12m de altura y 30m de longitud, presenta una intercalación de estratos de limo y arcillas, exhibiendo un rumbo de S60°E y un buzamiento 70°SW. Las arcillas presentan una coloración marrón oscuro y naranja blanquecina, su resistencia en seco es baja, dilatancia lenta, su tenacidad se consideró como media ya que se requirió una presión media para enrollar el bastón hasta cerca del límite plástico, por lo tanto su plasticidad es media y su consistencia suave, finalmente el afloramiento presenta baja cobertura vegetal.

6.2.1.2.2. Muestra CL-R-47.



Fotografía 2. Afloramiento de arcillas sector Casharumi parroquia Celica, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (618519E, 9545329N)

Fuente: El Autor, 2021

En el sector Casharumi parroquia Celica, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (618519E, 9545329N) se recolectó la **muestra CL-R-47**, al margen de la vía Celica-Casharumi, en donde se evidenció un afloramiento de 6m de altura y 24m de longitud. Se observó

un deslizamiento tipo derrubio con dirección SW, que ha sido provocado por la construcción de la vía principal. Este afloramiento consiste en arcillas limosas (provenientes de la alta meteorización y transporte de las andesitas de la formación Celica) tienen coloración ocre, presentó una resistencia en seco baja, dilatancia lenta, ya que al aplicarle agua esta apareció lentamente en la superficie de la muestra durante el agitado y no desapareció cuando se la exprimió, su tenacidad es media debido a que se requirió presión media para enrollar el bastón hasta el límite plástico, de igual manera su plasticidad fue media ya que el bastón fue fácil de enrollar y no se requirió de mucho tiempo para alcanzar el límite plástico, su consistencia se presentó muy suave, además se percibió un olor orgánico terroso, finalmente la muestra se encontraba ligeramente húmeda.

6.2.1.2.3. Muestra CL-R-48.



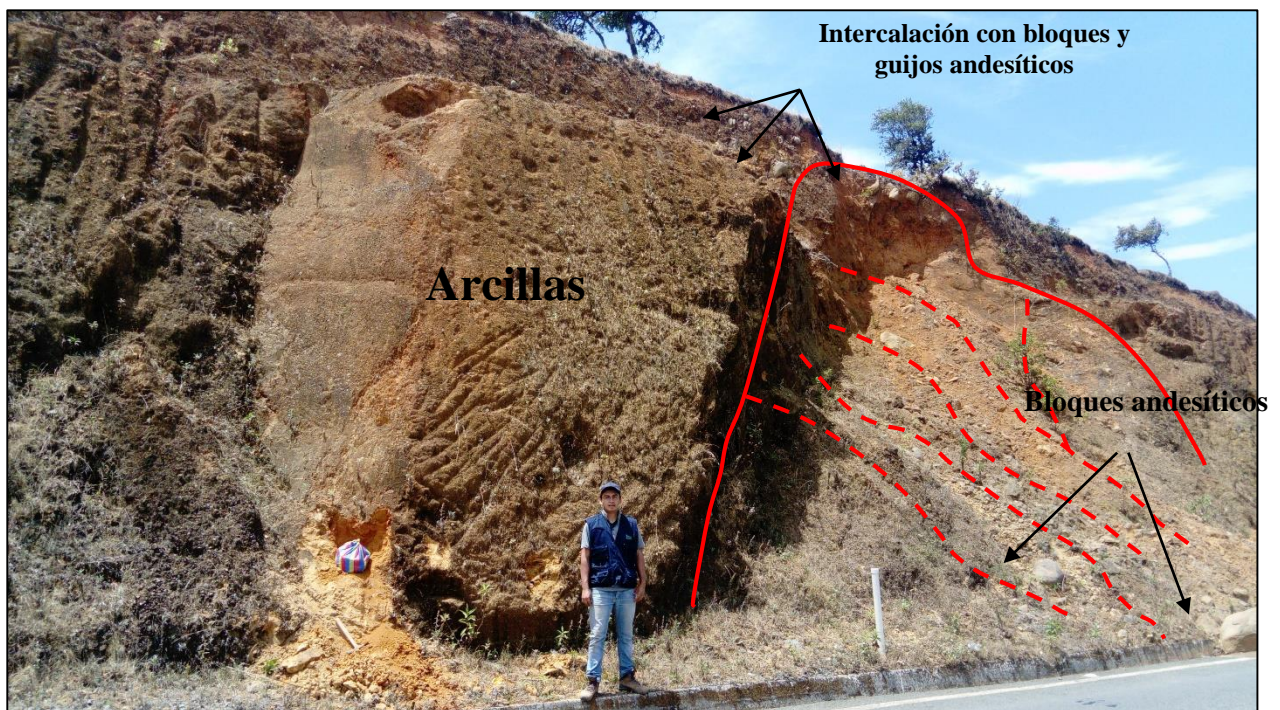
Fotografía 3. Afloramiento de arcillas sector Cerro Verde, parroquia Celica, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (615072E, 9543815N)

Fuente: El Autor, 2021

En el sector Cerro Verde, parroquia Celica, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (615072E, 9543815N) se recolectó la **muestra CL-R-48**, al margen de la vía Celica-Cruzpamba, en donde se evidenció un afloramiento de 5m de altura y 12m de longitud. Se distinguen dos estratos de limo (0,6 m de potencia) y arcillas de (4-5 m de potencia) cuya orientación consta de un rumbo S33°W y buzamiento de 63°NW. Presenta escasa cobertura vegetal, se describió las arcillas al ser un componente mayoritario, y estas tienen una coloración

rojiza magenta en muestra fresca, aunque externamente presenta coloración marrón anaranjada, en cuanto a sus características se pudo identificar que su resistencia en seco es baja, dilatación lenta ya que el agua apareció rápidamente en la superficie de la muestra durante el agitado y desapareció lentamente cuando se la exprimió, su tenacidad fue baja pues solo se requirió una ligera presión para enrollar el bastón hasta cerca de su límite plástico, su plasticidad fue media dado que el bastón fue fácil de enrollar y no se requirió de mucho tiempo para alcanzar el límite plástico, su consistencia se presentó suave, finalmente la muestra se encontraba ligeramente húmeda

6.2.1.2.4. Muestra CL-R-49.



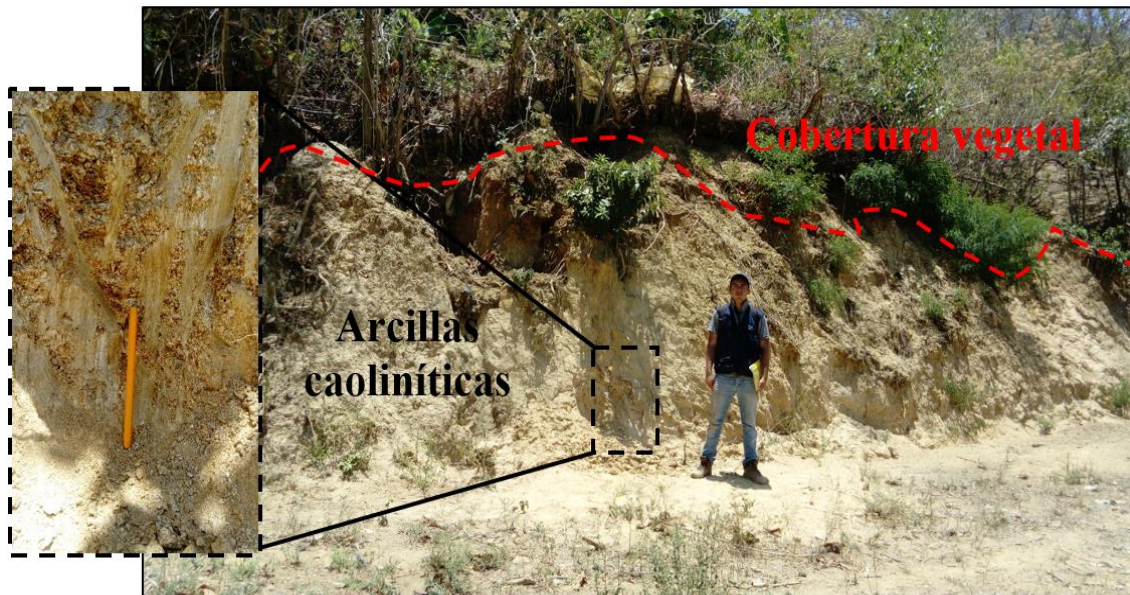
Fotografía 4. Afloramiento de arcillas sector Cerro Verde, parroquia Celica, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (615072E, 9543815N)

Fuente: El Autor, 2021

En el sector Corral del Señor, parroquia Celica, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (615072E, 9543815N) se recolectó la **muestra CL-R-49**, al margen de la vía Cruzpamba-Algarrobbillo se evidenció un afloramiento de 10m de altura y 16m de longitud presenta escasa cobertura vegetal conformado por intercalación arcillosa de coloración naranja blanquecino con guijos y bloques andesíticos (Formación Celica). Presentaba resistencia en seco baja ya que se trituró he hizo polvo con alguna presión de los dedos, dilatación rápida ya que al mezclarla con agua esta apareció rápidamente en la superficie de la muestra durante el agitado y desapareció

rápidamente cuando se la exprimió, su tenacidad es media pues se requirió una presión media para enrollar el bastón hasta cerca de su límite plástico, su plasticidad fue baja dado que se pudo formar un bastón medianamente enrollado, su consistencia se presentó suave, olor terroso, la muestra se encontraba seca, finalmente se pudo observar un deslizamiento pequeño tipo reptación con dirección SE.

6.2.1.2.5. Muestra CL-R-53.

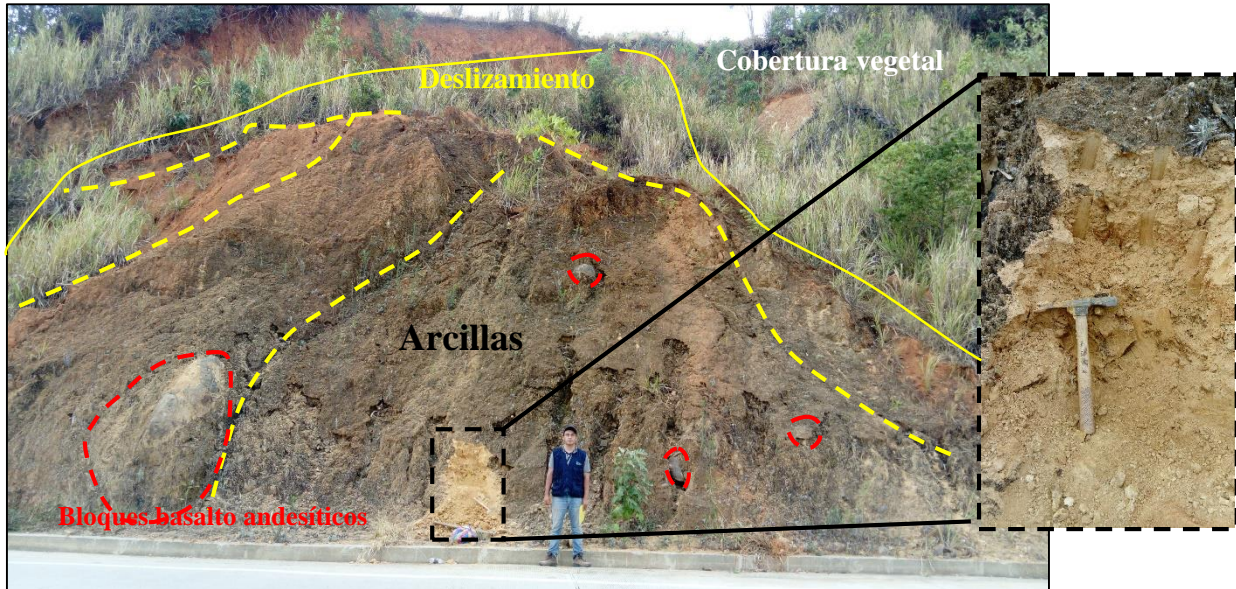


Fotografía 5. Afloramiento de arcillas caoliníticas sector El Guineo, parroquia Cruzpamba, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (607160E, 9535767N)

Fuente: El Autor, 2021

En el sector El Guineo, parroquia Cruzpamba, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (607160E, 9535767N) se recolectó la **muestra CL-R-53**, a 300 m al margen de la vía Cruzpamba-Sabanilla se evidenció un afloramiento de arcillas blancas de 3m de altura y 12m de longitud, coloración marrón claro con intercalaciones blanquecinas, se pudo observar la presencia de minerales tales como el caolín y en menor cantidad cuarzo. En cuanto a sus características identificadas en campo se tiene, resistencia en seco media ya que la muestra se trituro con una presión considerable de los dedos, dilatancia nula a muy lenta ya que no hubo cambio visible en la muestra con el agitado, en cuanto a su tenacidad esta es media pues se requirió una presión media para enrollar el bastón hasta cerca de su límite plástico, su plasticidad fue baja dado que se pudo formar un bastón medianamente enrollado, su consistencia se presentó firme, olor terroso, y finalmente la muestra se encontraba seca y presentaba abundante cobertura vegetal

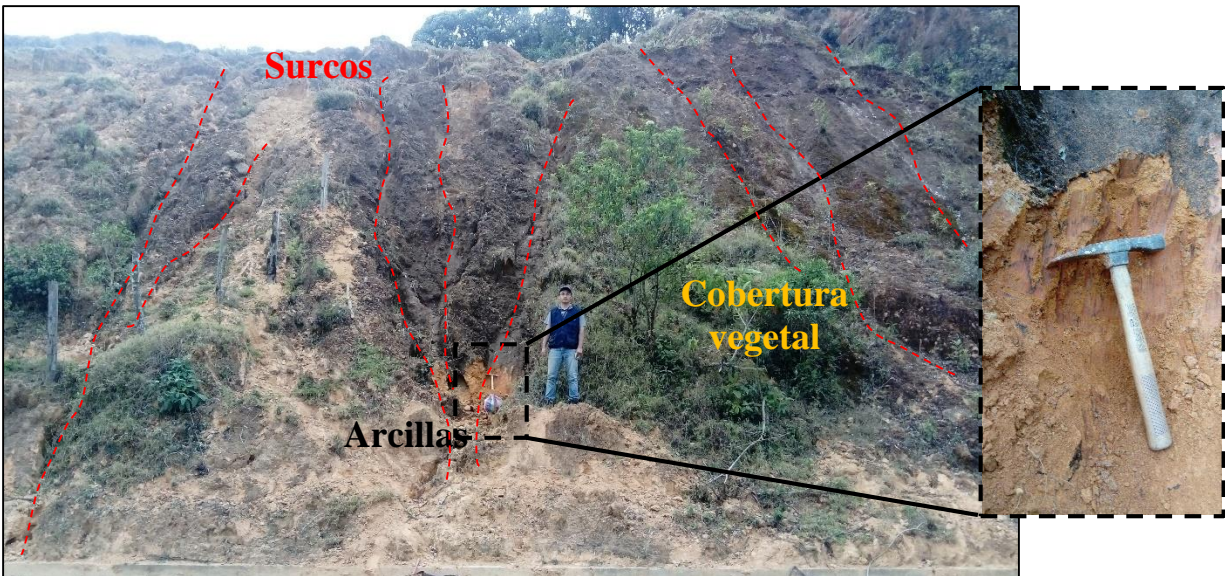
6.2.1.2.6. Muestra PD-R-61.



Fotografía 6. Afloramiento de arcillas sector Doce de Diciembre, parroquia del mismo nombre, cantón Pindal, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (603487E, 9551381N)
Fuente: El Autor, 2021

En el sector Doce de Diciembre, parroquia del mismo nombre, cantón Pindal, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (603487E, 9551381N) se recolectó la **muestra PD-R-61**, en el margen de la vía Celica-Alamor donde se evidenció un deslizamiento tipo rotacional considerable, tiene una dirección SE. El afloramiento presenta 10m de altura y 15m de longitud, constituido de arcillas con poca intercalación de bloques basalto andesíticos de la formación Celica, las arcillas presentan tonalidades externas de marrón rojizo, mientras que la muestra fresca presenta tonalidades marrones claras. En cuanto a sus características identificadas en campo se tiene, resistencia en seco de ligera a media ya que la muestra se trituró con alguna presión de los dedos, su dilatancia se mostró lenta ya que el agua aparece lentamente con el agitado, su tenacidad es ligera pues solo se requirió una ligera presión para enrollar el bastón hasta cerca del límite plástico, el bastón y los pedazos fueron débiles y suaves, por lo tanto su plasticidad es baja, su consistencia se presentó firme, olor terroso, y finalmente presentaba mediana cobertura vegetal.

6.2.1.2.7. Muestra CL-R-63.

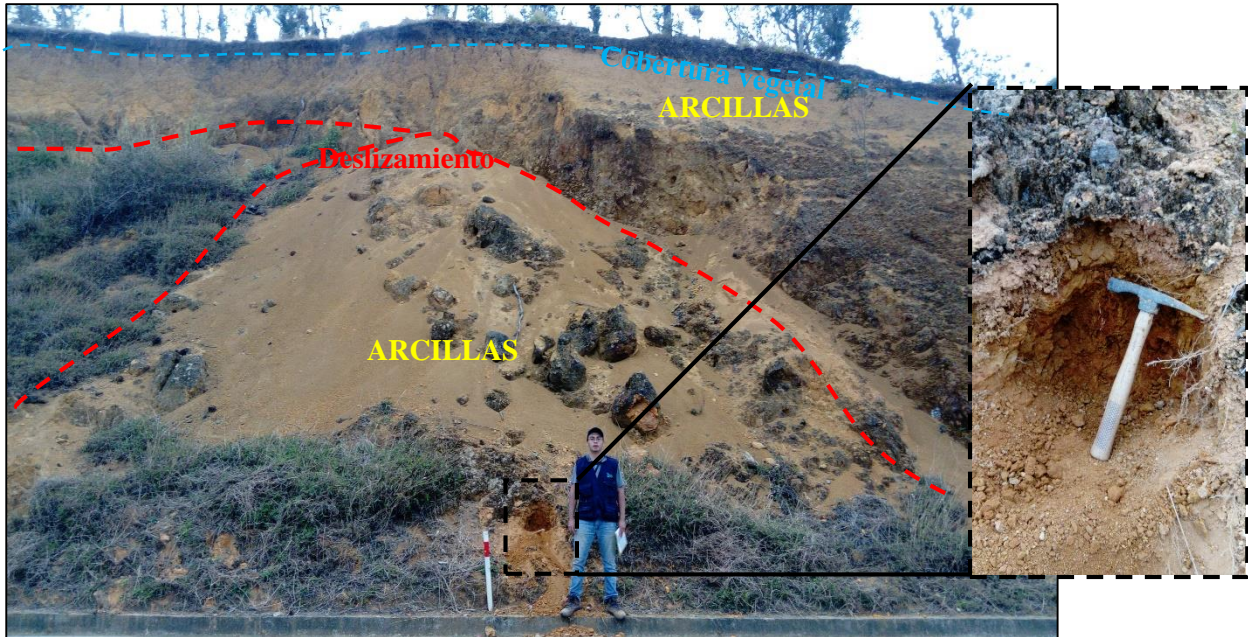


Fotografía 7. Afloramiento de arcillas sector Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (614286E, 9547910N)

Fuente: El Autor, 2021

En el sector Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (614286E, 9547910N) se recolectó la **muestra CL-R-63**, en el margen de la vía Celica-Alamor donde se evidenció un afloramiento de 13m de altura y 40m de longitud, compuesto por arcillas de coloración marrón anaranjado, resistencia en seco media ya que la muestra seca se tritura con una presión considerable de los dedos, presentó dilatación nula a lenta ya que no hay cambio visible o muy poco con el agitado, su tenacidad es media porque se requirió una presión media para enrollar el bastón hasta cerca del límite plástico, la plasticidad es media ya que el bastón fue fácil de enrollar y no se requirió de mucho tiempo para alcanzar el límite plástico, el bastón se disgregó cuando estuvo más seco del límite plástico, presentó consistencia suave, olor terroso, la muestra se encontraba medianamente húmeda y finalmente se pudo observar la presencia de surcos ocasionados por agentes meteorización como el agua, además de poca a mediana cobertura vegetal.

6.2.1.2.8. Muestra CL-R-64.

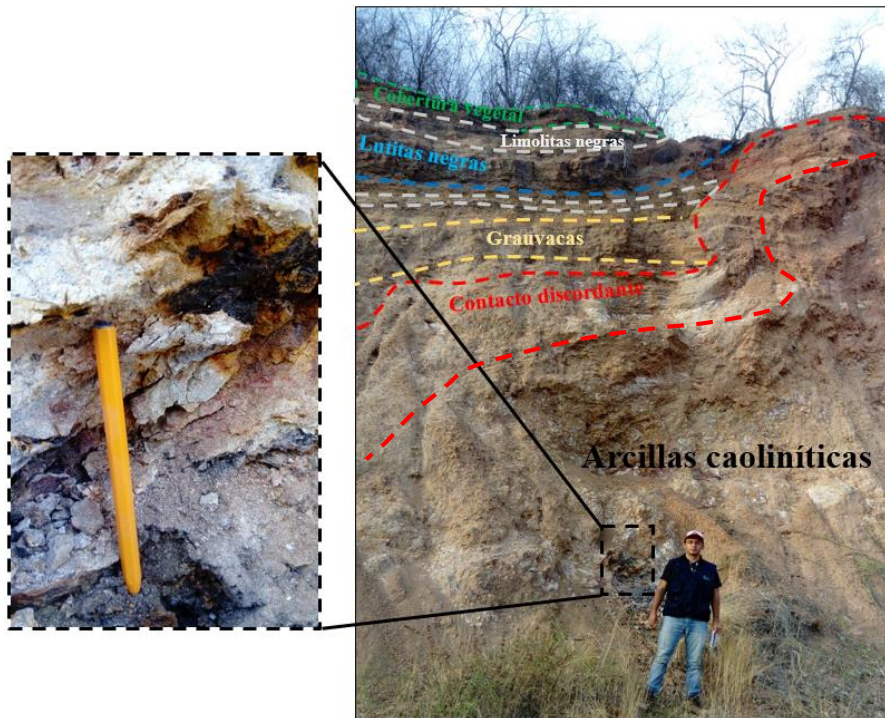


Fotografía 8. Afloramiento de tobas basalto andesíticas altamente alteradas de la formación Celica, sector Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (608231E, 9548575N)

Fuente: El Autor, 2021

En el sector Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (608231E, 9548575N) se recolectó la **muestra CL-R-64**, en el margen de la vía Celica-Pindal donde se evidenció un afloramiento de 11m de altura y 22m de longitud, compuesto por arcillas producto de la alta meteorización y alteración de tobas basalto andesíticas pertenecientes a la formación Celica, de coloración anaranjada, resistencia en seco alta dado que la muestra seca no puede romperse fácilmente con la presión de los dedos, dilatancia nula ya que no hubo cambio visible en la muestra con el agitado, su tenacidad es alta ya que se requirió una presión considerable para enrollar el bastón hasta cerca del límite plástico, presentó consistencia firme, olor terroso, la muestra se encontraba seca y finalmente presentaba una capa de cobertura vegetal de 35cm y se observó la presencia de un deslizamiento tipo rotacional que tiene una dirección SW.

6.2.1.2.9. Muestra CL-R-88.



Fotografía 9. Afloramiento de arcillas caoliníticas y contacto discordante entre la formación Chaquino sobre la Formación Celica en el sector El Naranjo, Cantón Celica coordenadas UTM, Datum WGS 84 (597138E, 9528714N)
Fuente: El Autor, 2021

En el sector El Naranjo, Cantón Celica coordenadas UTM, Datum WGS 84 (597138E, 9528714N) se recolectó la **muestra CL-R-88**, donde se evidenció un afloramiento de 16m de altura y 42m de longitud donde se pudo evidenciar un contacto discordante con rumbo de S56°E y buzamiento de 33°SW entre capas centimétricas de lutitas, limolitas negras y capas esporádicas de grauvacas pertenecientes a la Formación Chaquino que sobreyacen a las arcillas caoliníticas que se presume han sido formadas por la alta meteorización y alteración de las lavas basalto andesíticas de la Formación Celica, en cuanto a la identificación en campo se tiene que dichas arcillas caoliníticas presentan tonalidad rojizas y blanquecinas, resistencia alta ya que la muestra no se pudo romper con la presión de los dedos, se rompía en pedazos entre el pulgar y una superficie dura, no se observó cambio visible en la muestra con el agitado por lo tanto tiene dilatancia nula, en cuanto a su tenacidad esta se presentó igualmente alta ya que se requirió una presión considerable para enrollar el bastón hasta cerca del límite plástico, el bastón y los pedazos tuvieron dureza muy alta, en cuanto a su plasticidad se presentó alta dado que se requirió considerable tiempo y amasado para alcanzar el límite plástico y además el bastón pudo ser

enrollado varias veces después de alcanzar el límite plástico, finalmente su consistencia fue dura, y no presentó humedad

6.2.1.2.10. Muestra PD-R-125.

En el sector Pindal, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (596286E, 9545396N) se recolectó la **muestra PD-R-125**, en el margen de la vía Pindal-Milagro se pudo evidenciar un afloramiento de arcilla de 12m de altura y 22m de longitud tiene resistencia media a alta ya que la muestra seca se rompía en pedazos o se trituraba con una presión considerable de los dedos presentó dilatación lenta ya que no hay cambio visible o muy poco con el agitado, su tenacidad es media ya que fue necesaria una presión media para enrollar el bastón hasta cerca del límite plástico, la plasticidad es media ya que el bastón fue fácil de enrollar y no se requirió de mucho tiempo para alcanzar el límite plástico, presentó consistencia firme, olor terroso, y finalmente presentaba mediana cobertura vegetal.



Fotografía 10. Afloramiento de arcillas sector Pindal, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (596286E, 9545396N)
Fuente: El Autor, 2021

6.2.1.2.11. Muestra PD-R-127.

En el sector Milagro, cantón Pindal coordenadas UTM, Datum WGS 84 (591568E, 9543412N) se recolectó la **muestra PD-R-127**, en el margen de la vía Pindal-Milagro se pudo evidenciar un afloramiento de arcilla de 10m de altura y 18m de longitud de coloración marrón claro, presentó una resistencia media ya que la muestra se trituraba en pedazos con una presión considerable de los dedos, dilatancia lenta, tenacidad media media ya que fue necesaria una presión media para enrollar el bastón hasta cerca del límite plástico, en cuanto a su plasticidad fue media ya que el bastón fue fácil y rápido de enrolla hasta alcanzar el límite plástico, finalmente presentó consistencia firme, olor terroso, y presentaba 40 cm de pastizal cobertura vegetal.



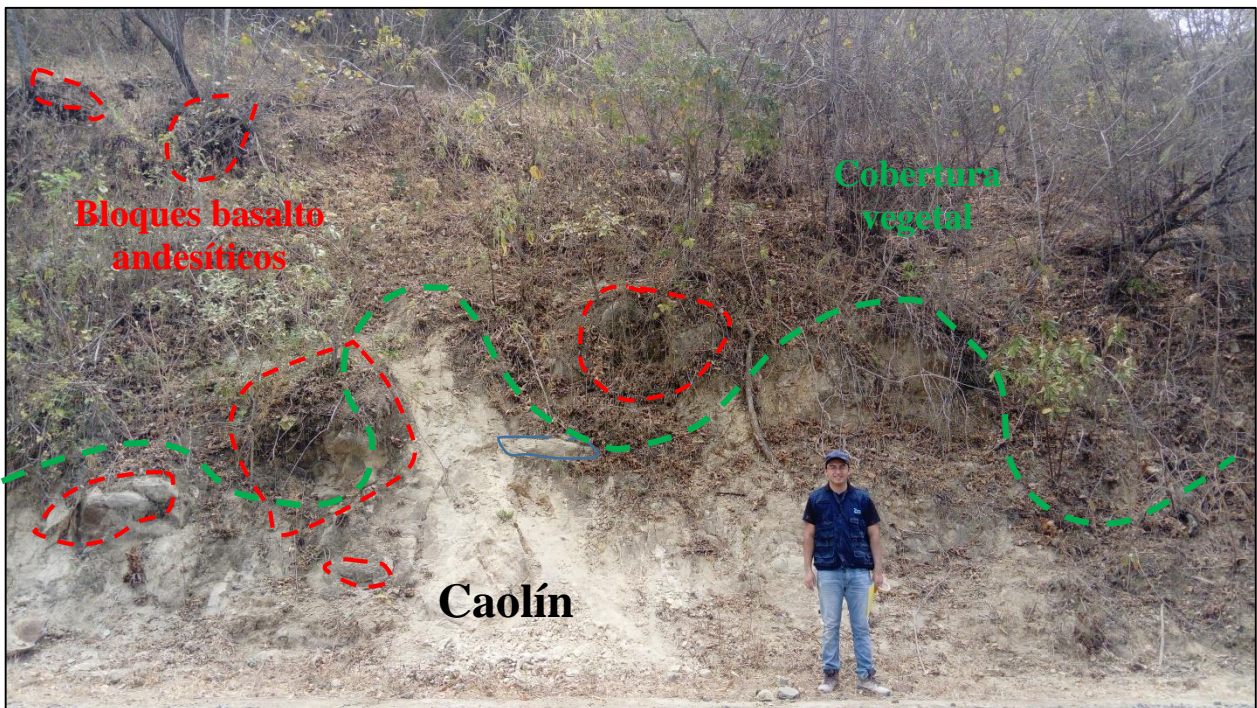
Fotografía 11. Afloramiento de arcillas sector Milagros, cantón Pindal, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (591568E, 9543412N)

Fuente: El Autor, 2021

6.2.1.2.12. Muestra MC-R-25.

En el sector Pasaje de Jujal, cantón Macará, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (607513E, 9524892N) se recolectó la **muestra MC-R-25**, al margen de la vía Macará - Saucillo donde se evidenció un afloramiento de arcilla con poca intercalación de bloques basalto andesíticos de la

Formación Celica, se pudo observar alta alteración de los minerales base como feldespatos, piroxenos y micas. En cuanto a las características físicas identificadas en campo se tiene resistencia en seco nula a ligera dado que la muestra se trituró e hizo polvo con una ligera presión de los dedos; dilatancia rápida a lenta, debido que el agua apareció rápidamente en la superficie de la muestra durante en agitado y desapareció rápidamente cuando se exprimió, presenta tenacidad baja ya que solo se requirió una ligera presión para enrollar el bastón hasta cerca del límite plástico, en cuanto a su plasticidad fue baja ya que se pudo hacer un bastón medianamente enrollado, finalmente presentó consistencia suave y abundante cobertura vegetal.



Fotografía 12. Afloramiento de arcillas caoliníticas sector El Guineo, parroquia Cruzpamba, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (607160E, 9535767N)

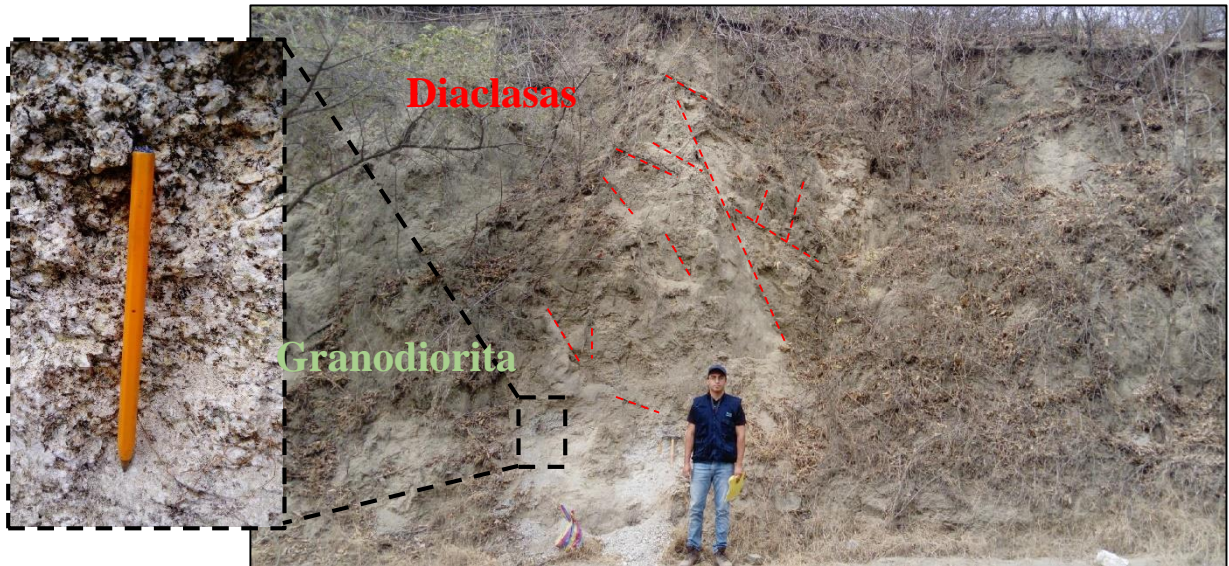
Fuente: El Autor, 2021

6.2.1.3. Feldespatos.

6.2.1.3.1. Muestra MC-R-18.

En el sector Macará, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (614439E, 9515926N) se recolectó la **muestra MC-R-18**, al margen de la vía Macará-Saucillo se pudo evidenciar un afloramiento de granodiorita, tiene dureza media (se pudo rayar con la navaja), altamente meteorizada dado que más de la mitad del macizo rocoso apareció descompuesto o transformado

en suelo, la roca fresca se presenta como una estructura continua, los granos minerales en su mayoría euhedrales se mostraban separados, está compuesto mayoritariamente por feldespatos y cuarzo además de plagioclasas, biotita y micas, tiene textura fanerítica (tamaño de grano de 2mm a 30mm), estructura masiva, moderadamente fracturada, el espaciado entre las fracturas es muy estrecho, finalmente la superficie del afloramiento se presentaba rugosa y tiene poca cobertura vegetal.



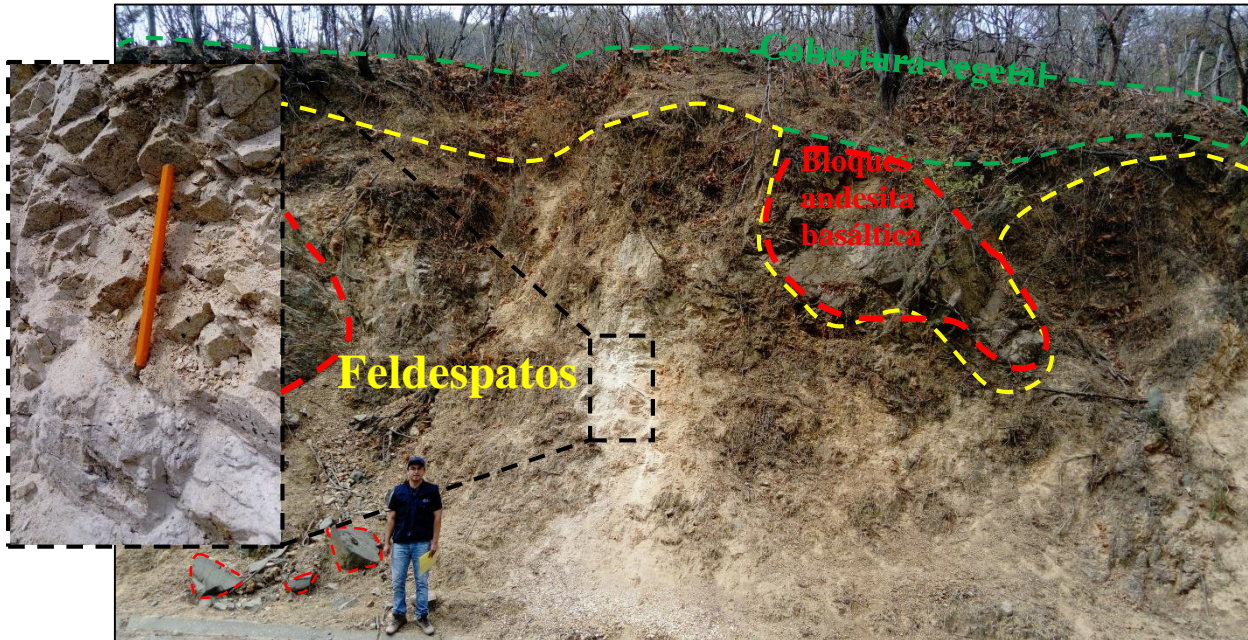
Fotografía 13. Afloramiento de Granodiorita, sector Macará, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (614439E, 9515926N)

Fuente: El Autor, 2021

6.2.1.3.2. Muestra MC-R-23.

En el sector Laguar, cantón Macará coordenadas UTM, Datum WGS 84 (609893E, 9521935N) se recolectó la **muestra MC-R-23**, al margen de la vía Macará-Zapotillo en donde se pudo observar un afloramiento de Dacita de 7m de altura y 20m de longitud. El afloramiento presenta dureza media, medianamente meteorizado ya que menos de la mitad del macizo rocoso aparece descompuesto, se observó la presencia de feldespato y cuarzo como minerales principales, además de la presencia de óxidos de hierro, en cuanto a su textura en general se presenta de grano fino equigranular, la estructura del afloramiento se muestra masiva con ligeras intercalaciones de andesitas basálticas altamente oxidadas de la formación Punta de Piedra con relleno arcilloso, en cuanto a las discontinuidades presenta diaclasas abiertas hasta 1mm en forma escalonada, finalmente el color del afloramiento en general se presenta blanquecino amarillento y tiene

mediana cobertura vegetal. La dirección preferencial de las fracturas están marcada por un rumbo de N38°W y buzamiento de 47°SE.



Fotografía 14. Afloramiento de dacita sector Laguar, cantón Macará coordenadas UTM, Datum WGS 84 (609893E, 9521935N).

Fuente: El Autor, 2021

6.2.1.3.3. Muestra MC-R-66.

En el sector Algodonal de Jupal, cantón Macará coordenadas UTM, Datum WGS 84 (601263E, 9527769N) se recolectó la **muestra MC-R-66**, al margen de la vía Macará-Saucillo en donde se pudo evidenciar un afloramiento pórfido riolítico, se presenta muy duro, existe una ligera meteorización ya que si se pudo observar presencia de óxidos de hierro sobre todo en las superficies de las discontinuidades, está compuesta principalmente por fenocristales de cuarzo (20%), feldespatos (70%) y minerales accesorios de grano fino (10%) como biotita, hornablenda, micas y pirita en menor proporción, el afloramiento presenta una estructura homogénea compacta, diaclasas estrechas planas rellenas de óxidos de hierro, finalmente tiene un color blanco y presenta media cobertura vegetal.



Pórfido riolítico

*Fotografía 15. Afloramiento de Feldespato, sector Algodonal de Jupal, cantón Macará coordenadas UTM, Datum WGS 84 (601263E, 9527769N)
Fuente: El Autor, 2021*

6.2.1.4. Calizas

En el sector Guasimal, parroquia Limones, cantón Zapotillo, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (566259E, 9515516N) se recolectó la **muestra ZP-R-110**, se pudo evidenciar un afloramiento de calizas que se encuentra a lo largo del margen de la quebrada Novillos, tiene una potencia que varía de 2m a 10m y una longitud de aproximadamente 60m de lo que se pudo observar, superpuestas a las calizas se encuentran areniscas de origen volcánico, que presentan un rumbo de S60°E y buzamiento de 25°SW. en cuanto a las propiedades físicas identificadas en campo se tiene que la resistencia en seco es nula ya que la muestra se trituró e hizo polvo fácilmente con una ligera presión de los dedos; dilatancia rápida ya que el agua apareció rápidamente en la superficie de la muestra durante el agitado y desapareció rápidamente cuando se le exprimió; en cuanto a su tenacidad esta es baja ya que se requirió una ligera presión para enrollar el bastón hasta cerca del límite plástico, el bastón y los pedazos fueron débiles y suaves; presenta plasticidad ligera a ninguna ya que el bastón no puede ser enrollado con ningún contenido de agua, finalmente presenta consistencia suave y baja a mediana cobertura vegetal.



Fotografía 16. Afloramiento de Calizas de la Formación, sector Guasimal, parroquia Limones, cantón Zapotillo, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (566259E, 9515516N)
Fuente: El Autor, 2021

6.3. Resultados del segundo objetivo.

En el desarrollo del segundo objetivo se tuvo la colaboración del laboratorio de suelos GEO-HORMIV para la realización de los ensayos físicos y mecánicos cuyos resultados se adjuntan en el Anexo 6

En cuanto a la identificación de las propiedades mineralógicas, se realizó análisis químicos mediante la fluorescencia de Rayos X en el laboratorio de geoquímica analítica de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) cuyos resultados se adjuntan en el Anexo 7

Las propiedades industriales cerámicas fueron determinadas en el laboratorio de suelos de la facultad de Energía las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja, el proceso de quema de los moldes cerámicos fue realizado en el horno eléctrico marca George Bouvier del laboratorio de beneficio minerales de la UTPL, para dicho proceso se llegó de manera progresiva hasta 1100°C en un período de cinco horas.

Muestra MC-R-18

Muestra recolectada en el sector Macará, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (614439E, 9515926N). Los resultados de análisis de fluorescencia de rayos x demuestran la siguiente composición química porcentual (% en peso): **SiO₂**= 66.3%; **Al₂O₃**= 13.6%; **CaO**= 1.67%; **P₂O₅**= 0.00%; **S**= 0.02%; **K₂O**= 0.97%; **Fe₂O₃**= 1.95%; **TiO₂**= 0.2%; **Cr₂O₃**= 0.04%; **MnO**= 0.07%; **ZnO**= 0.052%; **MgO**= 1,40% (Figura 11).

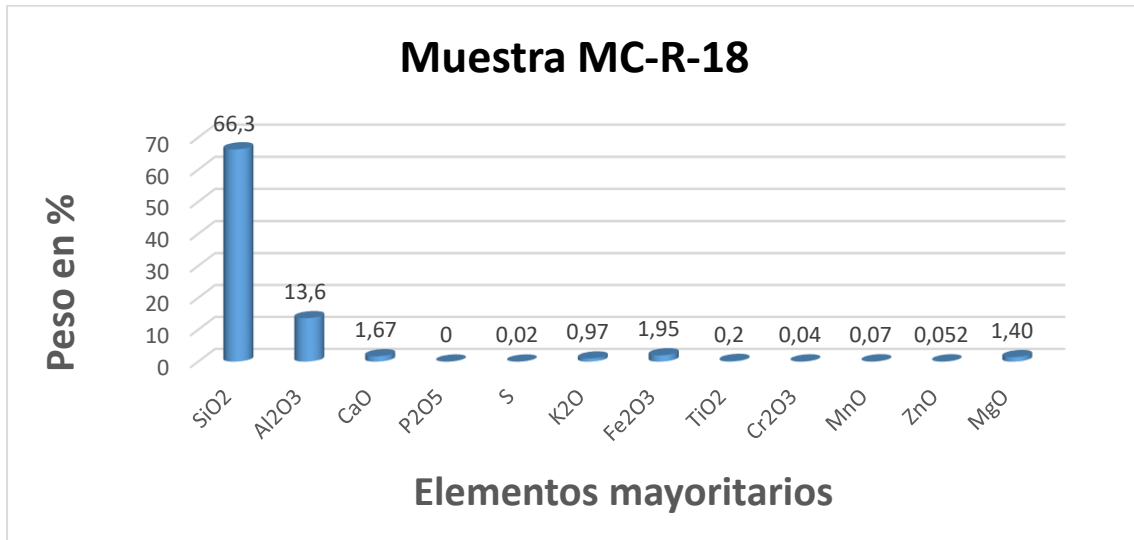


Figura 11. Composición porcentual de elementos químicos Muestra MC-R-18
Elaborado por: El Autor, 2021

Muestra MC-R-23

Muestra recolectada en el sector Laguar, cantón Macará coordenadas UTM, Datum WGS 84 (609893E, 9521935N). Los resultados de análisis de fluorescencia de rayos x demuestran la siguiente composición química porcentual (% en peso): **SiO₂**= 52,4%; **Al₂O₃**= 14,00%; **CaO**= 5,29%; **P₂O₅**= 0,00%; **S**= 0,06%; **K₂O**= 0,49%; **Fe₂O₃**= 4,09%; **TiO₂**= 0,38%; **Cr₂O₃**= 0,03%; **MnO**= 0,13%; **ZnO**= 0,014%; **MgO**= 0,00 (Figura 12).

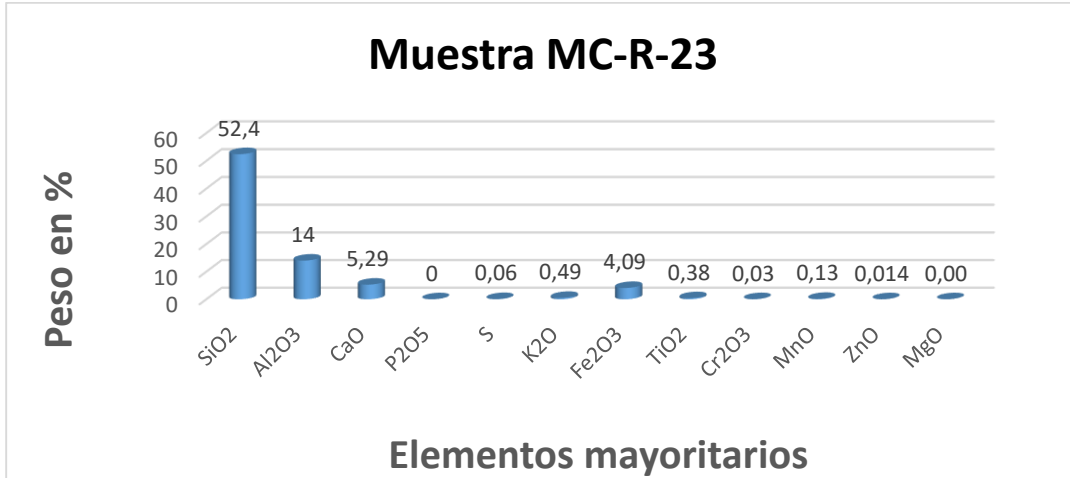


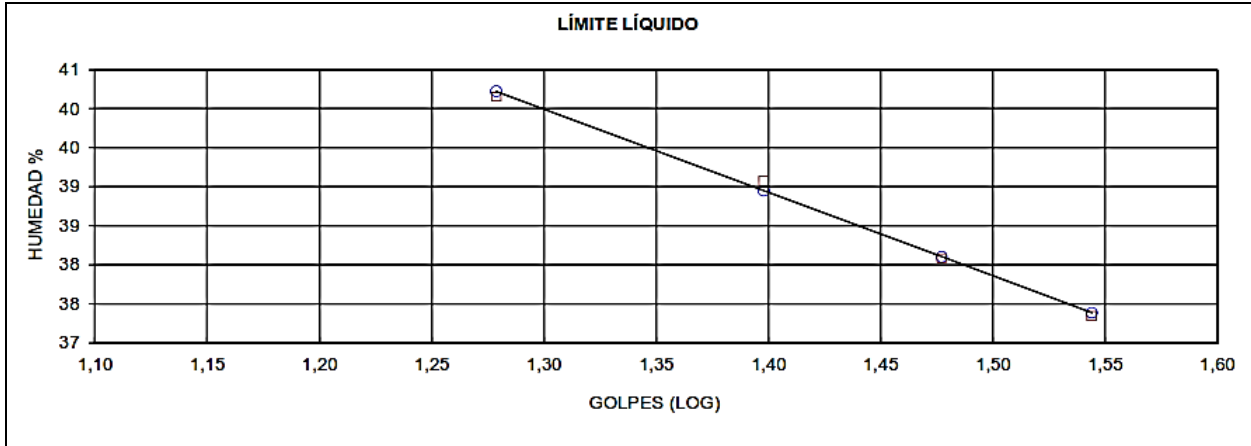
Figura 12. Composición porcentual de elementos químicos Muestra MC-R-23
Elaborado por: El Autor, 2021

Muestra MC-R-25

Muestra recolectada en el sector Pasaje de Jujal, cantón Macará, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (607513E, 9524892N). Los ensayos físicos de clasificación dieron los siguientes resultados (Cuadro 7).

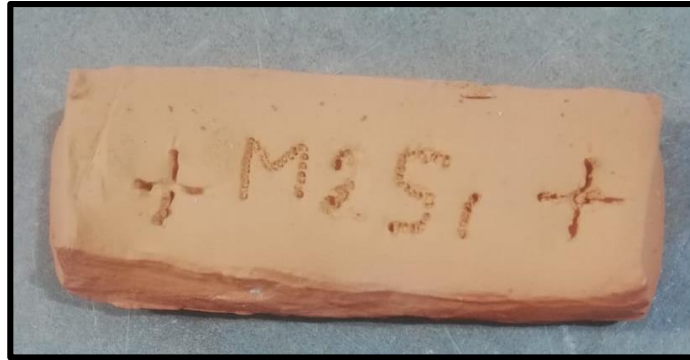
Cuadro 7. Características físicas, ensayos de clasificación muestra MC-R-25.

Propiedades físicas muestra MC-R-25						
Contenido de agua	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Granulometría		
				Grava	Arena	Finos
6.23	39.00	12.00	27.00	0	40	60
Clasificación AASHTO			A-6 Suelos arcillosos			
Clasificación SUCS			CL Arcillas de baja plasticidad			



Fuente: El Autor, 2021

La pieza cerámica de esta muestra se obtuvo producto de su quema a una temperatura progresiva hasta llegar a los 1100°C en un período de cinco horas, dando como resultado una figura uniforme, leve deformación y contracción lineal total de 12,11% (Cuadro 8). Además no presentó fisuramientos y su color de quema es marrón claro (Fotografía 17)



Fotografía 17. Pieza cerámica de la muestra MC-R-25
Fuente: El Autor, 2021

Cuadro 8. Propiedades cerámicas industriales de la muestra MC-R-25

Contracción lineal total (%)	Factor de contracción	Pérdidas por ignición (LOI) [%]	Color de quema
12,11%	1,14	35,71%	Marrón claro

Fuente: El Autor, 2021

Los resultados de análisis de fluorescencia de rayos x demuestran la siguiente composición química porcentual (% en peso): **SiO₂**= 48.4%; **Al₂O₃**= 28.1%; **CaO**= 2.13%; **P₂O₅**= 0.00%; **S**=

0.00%; **K₂O**= 0.85%; **Fe₂O₃**= 7.9%; **TiO₂**= 0.44%; **Cr₂O₃**= 0.05%; **MnO**= 0.151%; **ZnO**= 0.01%; **MgO**= 6,17% (Figura 13).

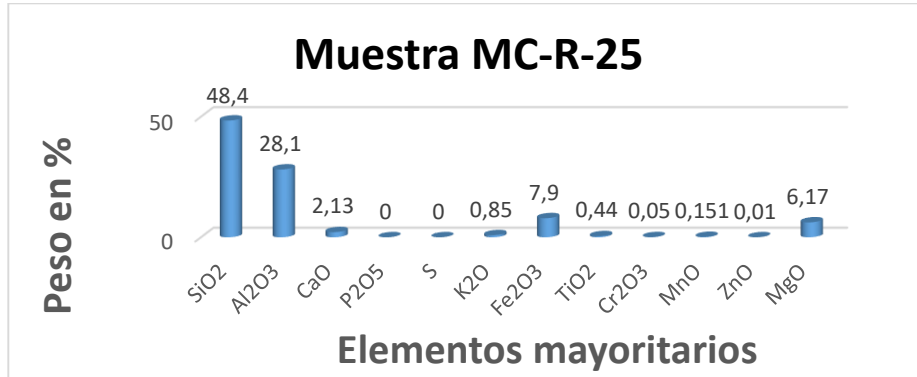


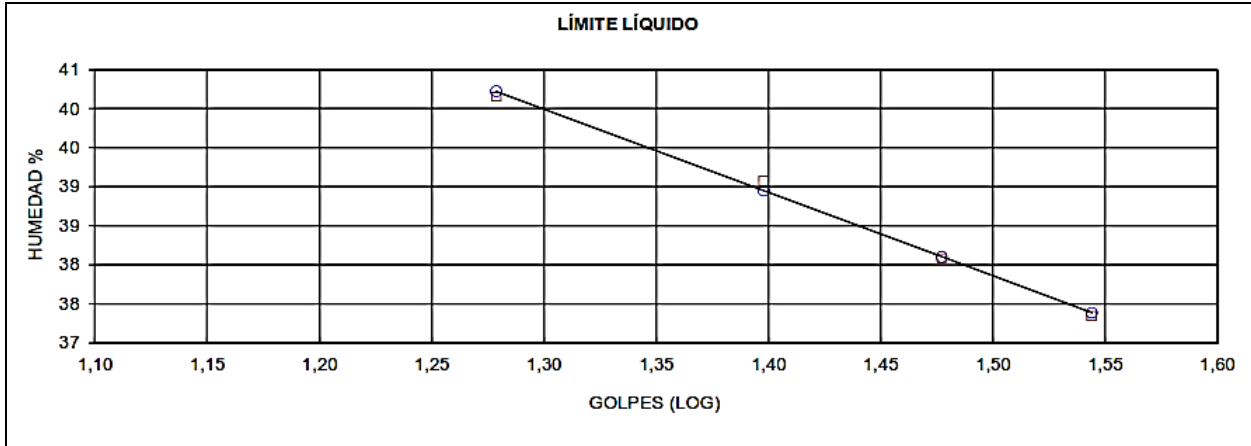
Figura 13. Composición porcentual de elementos químicos Muestra MC-R-25
Fuente: El Autor, 2021

Muestra MC-R-28

Muestra recolectada en el sector Algodonal de Jupal parroquia Macará, cantón Macará, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (601729E, 9527366N), los ensayos físicos de clasificación dieron los siguientes resultados (Cuadro 9).

Cuadro 9. Características físicas, ensayos de clasificación muestra MC-R-28

Propiedades físicas muestra MC-R-28						
Contenido de agua	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Granulometría		
				Grava	Arena	Finos
6,33	41,00	10,00	31,00	6	41	52
Clasificación AASHTO			A-7-6- Suelos arcillosos			
Clasificación SUCS			CL Arcilla de baja plasticidad			



Fuente: El Autor, 2021

La pieza cerámica de esta muestra se obtuvo producto de su quema a una temperatura progresiva hasta llegar a los 1100°C en un período de cinco horas, dando como resultado una figura uniforme y contracción lineal total de 11,83% (Cuadro 10). Finalmente no presenta fisuramientos ni deformación y su color de quema es canela (Fotografía 18).

Cuadro 10. Propiedades cerámicas industriales de la muestra MC-R-25

Contracción lineal total (%)	Factor de contracción	Pérdidas por ignición (LOI) [%]	Color de quema
11,83%	1,13	30,88%	Marrón claro

Fuente: El Autor, 2021



Fotografía 18. Pieza cerámica de la muestra MC-R-28

Fuente: El Autor, 2021

Los resultados de análisis de fluorescencia de rayos x demuestran la siguiente composición química porcentual (% en peso): **SiO₂**= 33.8%; **Al₂O₃**= 23.8%; **CaO**= 0.4%; **P₂O₅**= 0.00%; **S**=

2.74%; **K₂O**= 0.62%; **Fe₂O₃**= 6.98%; **TiO₂**= 0.59%; **Cr₂O₃**= 0.06%; **MnO**= 0.103%; **ZnO**= 0.00%; **MgO**= 0,00% (Figura 14).

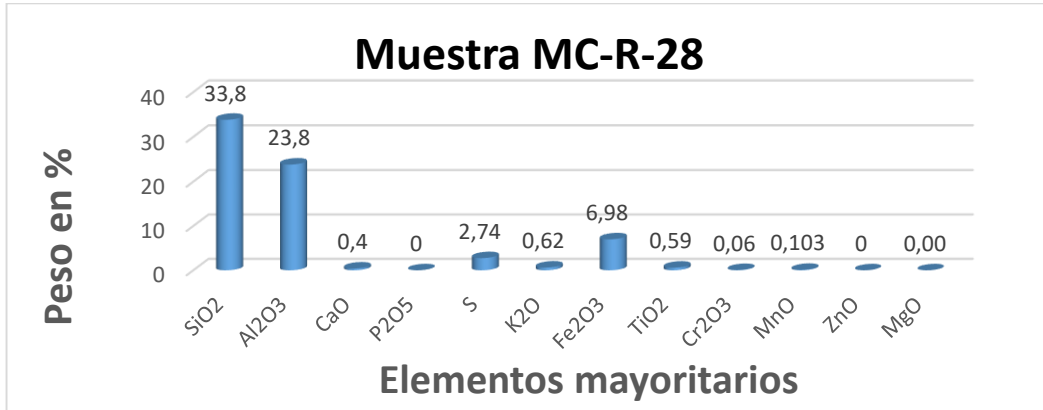


Figura 14. Composición porcentual de elementos químicos Muestra MC-R-28
Fuente: El Autor, 2021

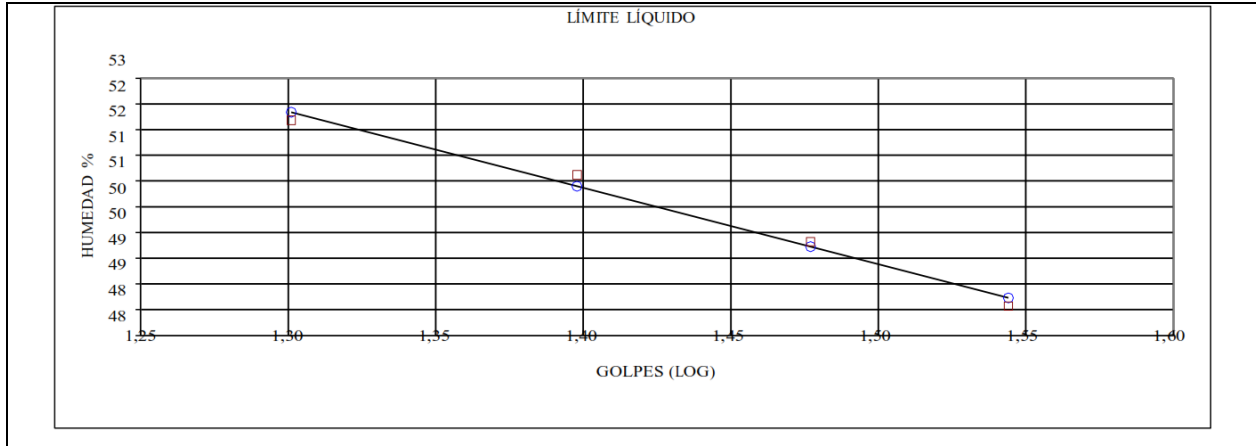
Muestra CL-R-47

Muestra recolectada en el sector Casharumi parroquia Celica, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (618519E, 9545329N), los ensayos físicos de clasificación dieron los siguientes resultados (Cuadro 11).

Cuadro 11. Características físicas, ensayos de clasificación muestra CL-R-47

Propiedades físicas muestra CL-R-47						
Contenido de agua	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Granulometría		
				Grava	Arena	Finos
22,70	50,00	20,00	30,00	0	4	96
Clasificación AASHTO			A-7-6 Suelos arcillosos			
Clasificación SUCS			CH Arcillas de alta plasticidad			

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”



Fuente: El Autor, 2021

La pieza cerámica de esta muestra se obtuvo producto de su quema a una temperatura progresiva hasta llegar a los 1100°C en un período de cinco horas, dando como resultado una figura uniforme y contracción lineal total de 15,94% (Cuadro 12). Finalmente no presenta fisuramientos ni deformación y su color de quema es naranja claro (Fotografía 19).

Cuadro 12. Propiedades cerámicas industriales de la muestra CL-R-47

Contracción lineal total (%)	Factor de contracción	Pérdidas por ignición (LOI) [%]	Color de quema
15,94	1,19	35,59	Naranja claro

Fuente: El Autor, 2021



Fotografía 19. Pieza cerámica de la muestra CL-R-47

Fuente: El Autor, 2021

Los resultados de análisis de fluorescencia de rayos x demuestran la siguiente composición química porcentual (% en peso): **SiO₂**= 40.00%; **Al₂O₃**= 21.9%; **CaO**= 7.15%; **P₂O₅**= 0.00%;

S= 0.07%; K₂O= 0.24%; Fe₂O₃= 13.93%; TiO₂= 1.04%; Cr₂O₃= 0.06%; MnO= 0.228%; ZnO= 0.02%; MgO= 0,00% (Figura 15).

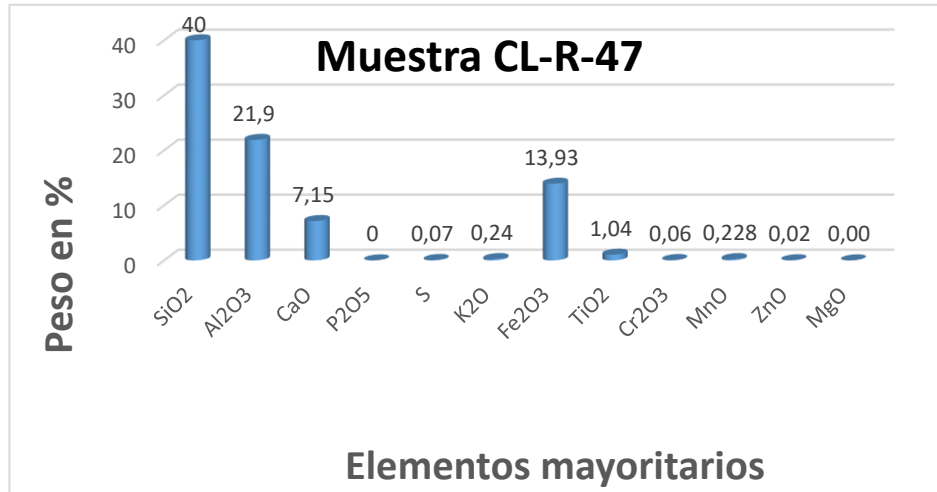


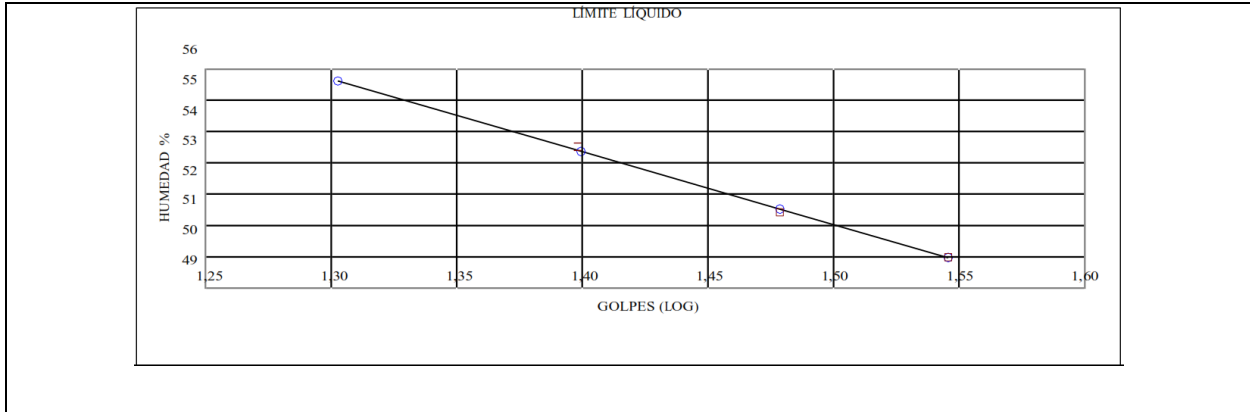
Figura 15. Composición porcentual de elementos químicos Muestra CL-R-47
Fuente: El Autor, 2021

Muestra CL-R-48

Muestra recolectada en el sector Cerro Verde, parroquia Celica, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (615072E, 9543815N), los ensayos físicos de clasificación dieron los siguientes resultados (Cuadro 13).

Cuadro 13. Características físicas, ensayos de clasificación muestra CL-R-48

Propiedades físicas muestra CL-R-48						
Contenido de agua	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Granulometría		
				Grava	Arena	Finos
20,53	53,00	7,00	46,00	0	7	93
Clasificación AASHTO			A-7-6 Suelos arcillosos			
Clasificación SUCS			CH Arcilla de alta plasticidad			



Fuente: El Autor, 2021

La pieza cerámica de esta muestra se obtuvo producto de su quema a una temperatura progresiva hasta llegar a los 1100°C en un período de cinco horas, dando como resultado una figura uniforme y contracción lineal total de 14,74% (Cuadro 14). Presenta ligera deformación, no se observa fisuramientos y su color de quema es rojo naranja (Fotografía 20).

Cuadro 14. Propiedades cerámicas industriales de la muestra CL-R-48

Contracción lineal total (%)	Factor de contracción	Pérdidas por ignición (LOI) [%]	Color de quema
14,74	1,17	40,74	Rojo naranja

Fuente: El Autor, 2021



Fotografía 20. Pieza cerámica de la muestra CL-R-48

Fuente: El Autor, 2021

Los resultados de análisis de fluorescencia de rayos x demuestran la siguiente composición química porcentual (% en peso): **SiO₂**= 40.9%; **Al₂O₃**= 26.3%; **CaO**= 0.33%; **P₂O₅**= 0.00%; **S**=

0.04%; **K₂O**= 1.65%; **Fe₂O₃**= 6.23%; **TiO₂**= 0.82%; **Cr₂O₃**= 0.07%; **MnO**= 0.129%; **ZnO**= 0.09%; **MgO**= 2,77% (Figura 16).

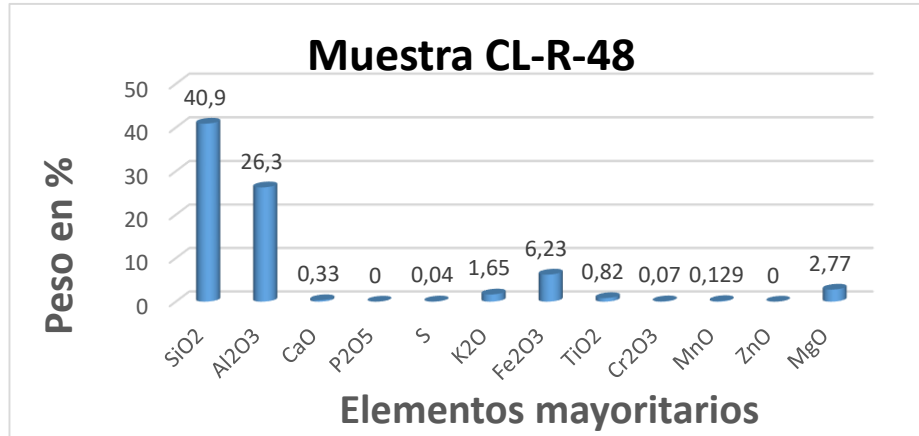


Figura 16. Composición porcentual de elementos químicos Muestra CL-R-48
Fuente: El Autor, 2021

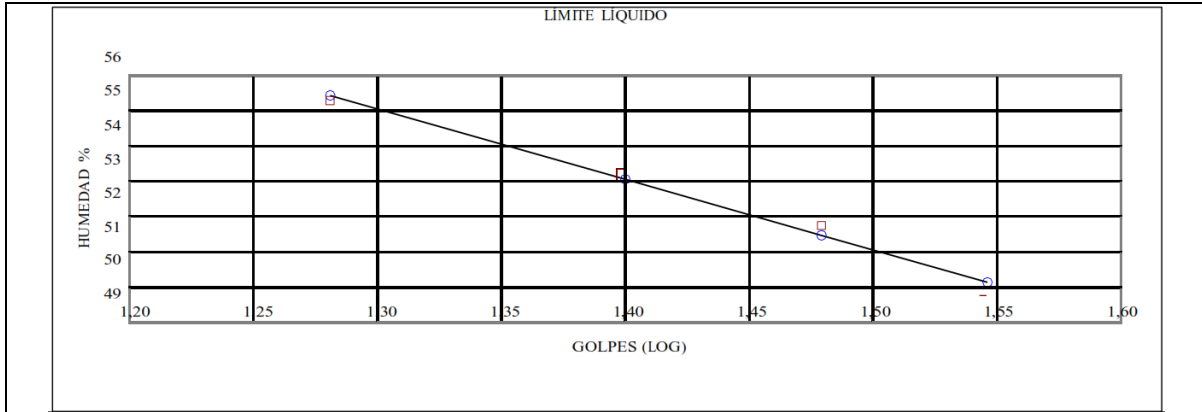
Muestra CL-R-49

Muestra recolectada en el sector Corral del Señor, parroquia Celica, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (615072E, 9543815N), los ensayos físicos de clasificación dieron los siguientes resultados (Cuadro 15).

Cuadro 15. Características físicas, ensayos de clasificación muestra CL-R-49

Propiedades físicas muestra CL-R-49						
Contenido de agua	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Granulometría		
				Grava	Arena	Finos
38,84	53,00	24,00	29,00	0	3	97
Clasificación AASHTO			A-7-6 Suelos arcillosos			
Clasificación SUCS			CH Arcilla de alta plasticidad			

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”



Fuente: El Autor, 2021

La pieza cerámica de esta muestra se obtuvo producto de su quema a una temperatura progresiva hasta llegar a los 1100°C en un período de cinco horas, dando como resultado una figura uniforme y contracción lineal total de 17,81% (Cuadro 16). Presenta ligera deformación, no se observa fisuras y su color de quema es naranja claro (Fotografía 21).

Cuadro 16. Propiedades cerámicas industriales de la muestra CL-R-49

Contracción lineal total (%)	Factor de contracción	Pérdidas por ignición (LOI) [%]	Color de quema
17,81	1,22	38,98	Naranja claro

Fuente: El Autor, 2021



Fotografía 21. Pieza cerámica de la muestra CL-R-49
Fuente: El Autor, 2021

Los resultados de análisis de fluorescencia de rayos x demuestran la siguiente composición química porcentual (% en peso): **SiO₂**= 42.8%; **Al₂O₃**= 23.7%; **CaO**= 1.06%; **P₂O₅**= 0.24%; **S**=

0.05%; **K₂O**= 0.15%; **Fe₂O₃**= 14.74%; **TiO₂**= 1.21%; **Cr₂O₃**= 0.06%; **MnO**= 0.204%; **ZnO**= 0.01%; **MgO**= 3,87% (Figura 17).

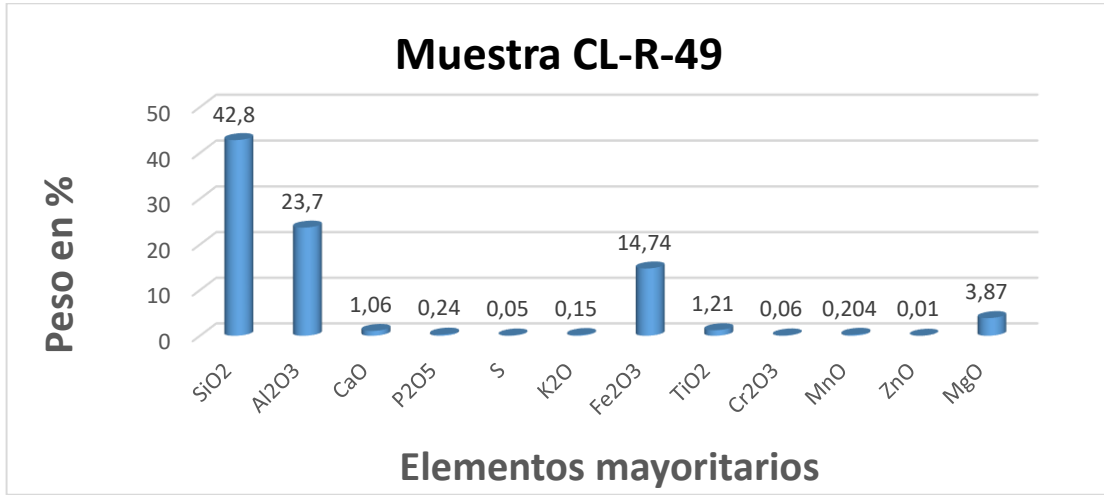


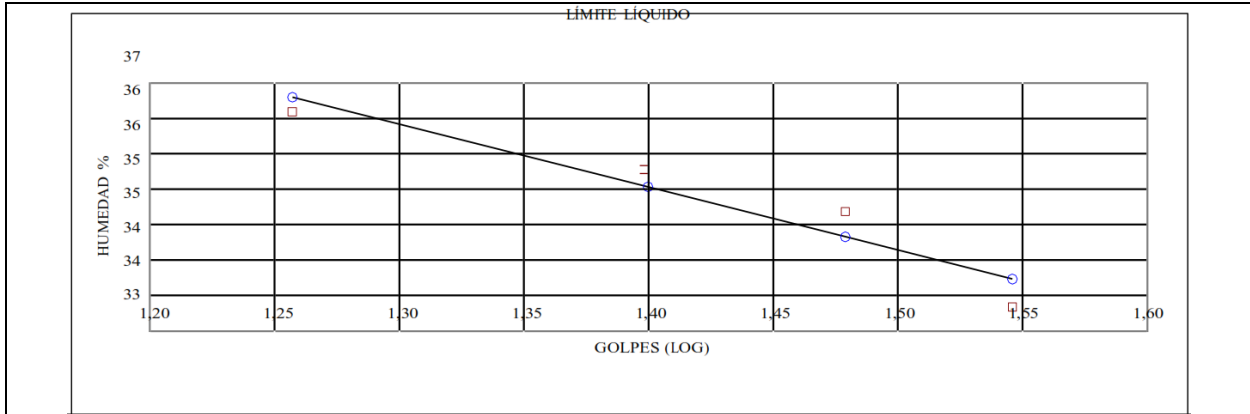
Figura 17. Composición porcentual de elementos químicos Muestra CL-R-49.
Fuente: El Autor, 2021

Muestra CL-R-53.

Muestra recolectada en el sector El Guineo, parroquia Cruzpamba, cantón Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (607160E, 9535767N), los ensayos físicos de clasificación dieron los siguientes resultados (Cuadro 17).

Cuadro 17. Características físicas, ensayos de clasificación muestra CL-R-53

Propiedades físicas muestra CL-R-53						
Contenido de agua	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Granulometría		
				Grava	Arena	Finos
9,01	35,00	14,00	21,00	0	16	84
Clasificación AASHTO			A-6 Suelos arcillosos			
Clasificación SUCS			CL Arcilla de baja plasticidad			



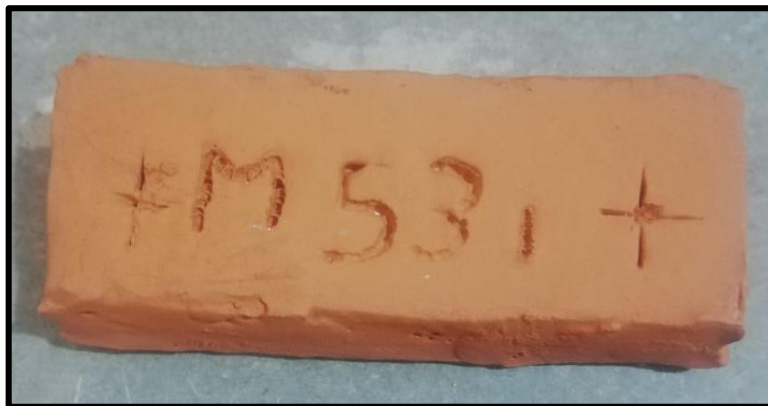
Fuente: El Autor, 2021

La pieza cerámica de esta muestra se obtuvo producto de su quema a una temperatura progresiva hasta llegar a los 1100°C en un período de cinco horas, dando como resultado una figura uniforme y contracción lineal total de 13,63% (Cuadro 18). No presenta deformación, no se observa fisuras y su color de quema es naranja claro (Fotografía 22).

Cuadro 18. Propiedades cerámicas industriales de la muestra CL-R-49.

Contracción lineal total (%)	Factor de contracción	Pérdidas por ignición (LOI) [%]	Color de quema
13,63	1,16	30,77	Naranja claro

Fuente: El Autor, 2021



Fotografía 22. Pieza cerámica de la muestra CL-R-53

Fuente: El Autor, 2021

Los resultados de análisis de fluorescencia de rayos x demuestran la siguiente composición química porcentual (% en peso): **SiO₂**= 47.9%; **Al₂O₃**= 21.8%; **CaO**= 0.86%; **P₂O₅**= 0.00%; **S**=

0.03%; **K₂O**= 0.47%; **Fe₂O₃**= 7.74%; **TiO₂**= 0.63%; **Cr₂O₃**= 0.06%; **MnO**= 0.157%; **ZnO**= 0.014%; **MgO**= 0,00% (Figura 18).

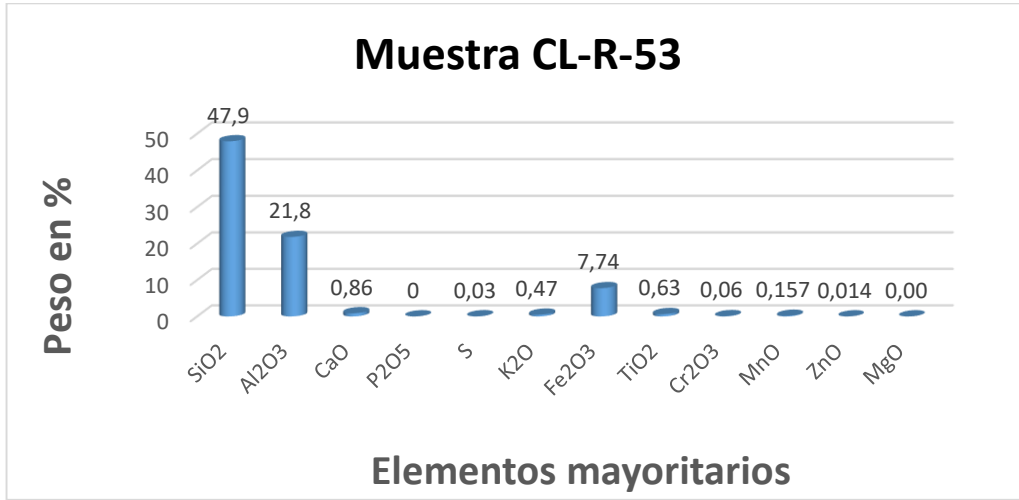


Figura 18. Composición porcentual de elementos químicos Muestra CL-R-53
Fuente: El Autor, 2021

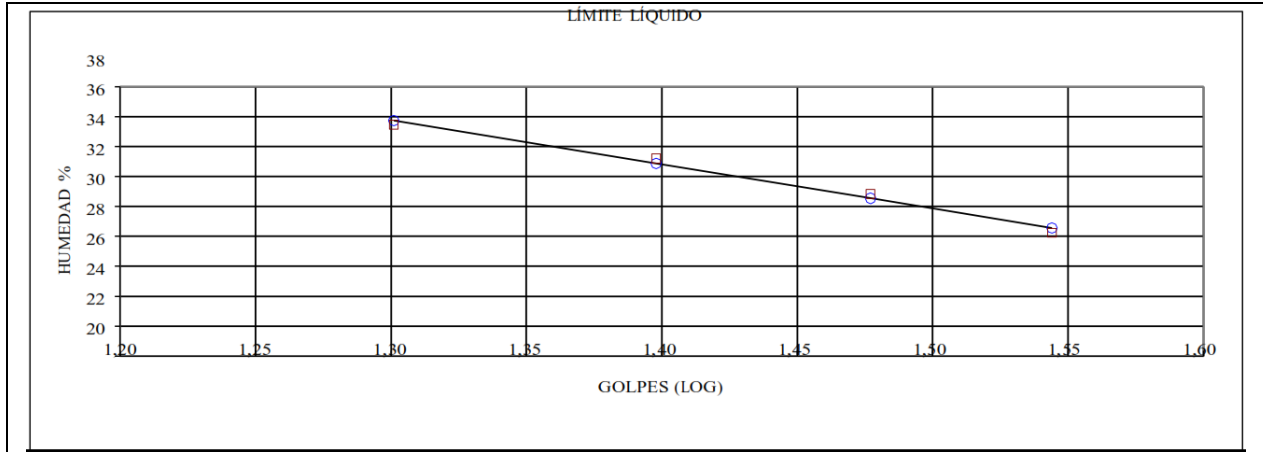
Muestra PD-R-61

Muestra recolectada en el sector Doce de Diciembre, cantón Pindal, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (603487E, 9551381N)), los ensayos físicos de clasificación dieron los siguientes resultados (Cuadro 19).

Cuadro 19. Características físicas, ensayos de clasificación muestra PD-R-61

Propiedades físicas muestra PD-R-61						
Contenido de agua	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Granulometría		
				Grava	Arena	Finos
17,10	33,00	14,00	19,00	0	6	94
Clasificación AASHTO			A-6 Suelos arcillosos			
Clasificación SUCS			CL Arcilla de baja plasticidad			

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”



Fuente: El Autor, 2021

La pieza cerámica de esta muestra se obtuvo producto de su quema a una temperatura progresiva hasta llegar a los 1100°C en un período de cinco horas, dando como resultado una figura uniforme y contracción lineal total de 13,63% (Cuadro 20). Presenta ligera deformación, no se observa fisuras y su color de quema es naranja claro (Fotografía 23).

Cuadro 20. Propiedades cerámicas industriales de la muestra PD-R-61

Contracción lineal total (%)	Factor de contracción	Pérdidas por ignición (LOI) [%]	Color de quema
6,37	1,07	28,21	Naranja claro

Fuente: El Autor, 2021



Fotografía 23. Pieza cerámica de la muestra PD-R-61

Fuente: El Autor, 2021

Los resultados de análisis de fluorescencia de rayos x demuestran la siguiente composición química porcentual (% en peso): **SiO₂**= 57.8%; **Al₂O₃**= 21.6%; **CaO**= 2.89%; **P₂O₅**= 0.00%; **S**=

0.03%; **K₂O**= 0.93%; **Fe₂O₃**= 7.7%; **TiO₂**= 0.68%; **Cr₂O₃**= 0.06%; **MnO**= 0.191%; **ZnO**= 0.02%; **MgO**=1,35% (Figura 19).

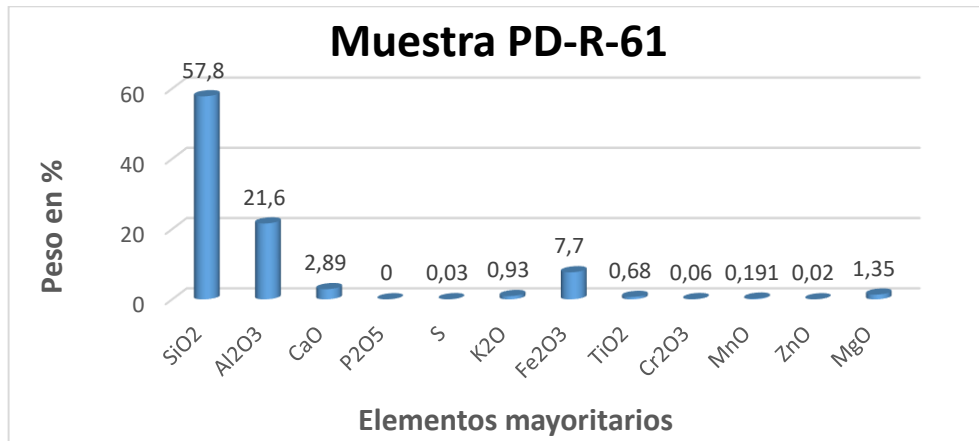


Figura 19. Composición porcentual de elementos químicos Muestra PD-R-61
Fuente: El Autor, 2021

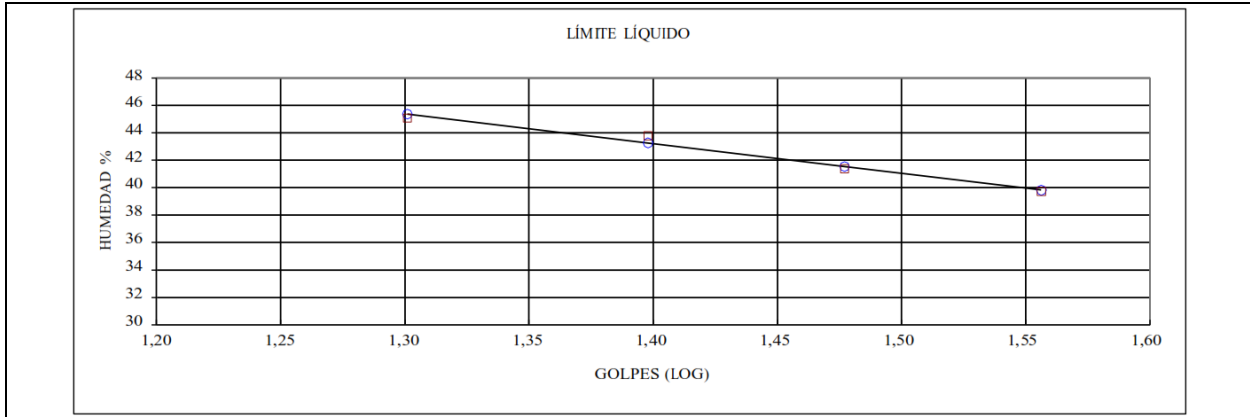
Muestra CL-R-63

Muestra recolectada en el sector Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (614286E, 9547910N), los ensayos físicos de clasificación dieron los siguientes resultados, los ensayos físicos de clasificación dieron los siguientes resultados (Cuadro 21).

Cuadro 21. Características físicas, ensayos de clasificación muestra CL-R-63.

Propiedades físicas muestra CL-R-63						
Contenido de agua	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Granulometría		
				Grava	Arena	Finos
29,22	43,00	19,00	24,00	0	2	98
Clasificación AASHTO			A-7-6 Suelos arcillosos			
Clasificación SUCS			CL Arcilla de baja plasticidad			

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”



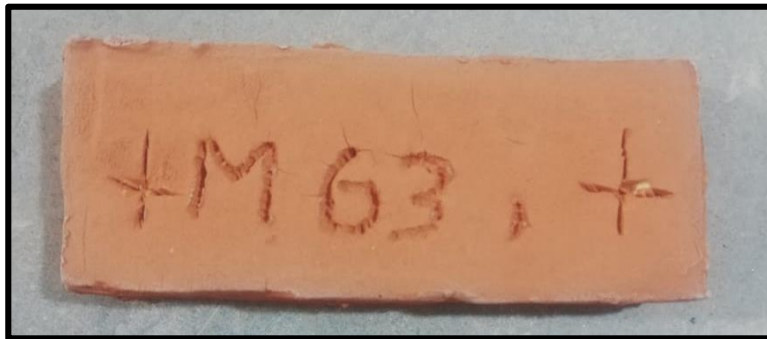
Fuente: El Autor, 2021

La pieza cerámica de esta muestra se obtuvo producto de su quema a una temperatura progresiva hasta llegar a los 1100°C en un período de cinco horas, dando como resultado una figura uniforme y contracción lineal total de 9,70% (Cuadro 22). Se observa ligera deformación, pequeñas fisuras y su color de quema es naranja oscuro (Fotografía 24).

Cuadro 22. Propiedades cerámicas industriales de la muestra CL-R-63.

Contracción lineal total (%)	Factor de contracción	Pérdidas por ignición (LOI) [%]	Color de quema
9,70	1,11	32,39	Naranja oscuro

Fuente: El Autor, 2021



Fotografía 24. Pieza cerámica de la muestra CL-R-63

Fuente: El Autor, 2021

Los resultados de análisis de fluorescencia de rayos x demuestran la siguiente composición química porcentual (% en peso): **SiO₂**= 42,2%; **Al₂O₃**= 23,7%; **CaO**= 0,29%; **P₂O₅**= 0,09%; **S**=

0,17%; **K₂O**= 0,52%; **Fe₂O₃**= 6,63%; **TiO₂**= 0,81%; **Cr₂O₃**= 0,06%; **MnO**= 0,193%; **ZnO**= 0,01%; **MgO**= 0,00 (Figura 20).

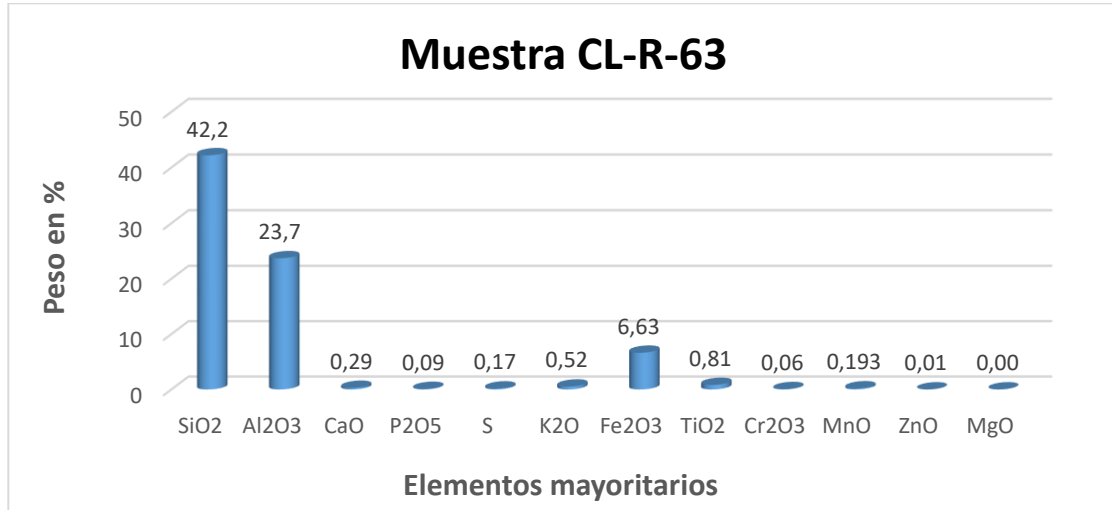


Figura 20. Composición porcentual de elementos químicos Muestra CL-R-63
Fuente: El Autor, 2021

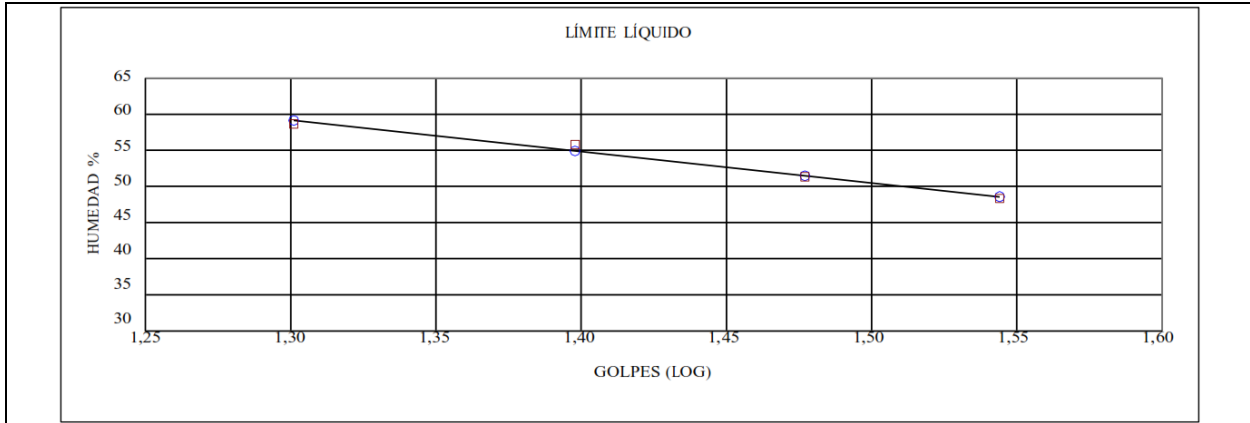
Muestra CL-R-64

Muestra recolectada en el sector Celica, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (608231E, 9548575N), los ensayos físicos de clasificación dieron los siguientes resultados (Cuadro 23).

Cuadro 23. Características físicas, ensayos de clasificación muestra CL-R-64

Propiedades físicas muestra CL-R-64						
Contenido de agua	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Granulometría		
				Grava	Arena	Finos
35,44	55,00	25,00	30,00	0	1	99
Clasificación AASHTO			A-7-6 Suelos arcillosos			
Clasificación SUCS			CH Arcilla de alta plasticidad			

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”



Fuente: El Autor, 2021

La pieza cerámica de esta muestra se obtuvo producto de su quema a una temperatura progresiva hasta llegar a los 1100°C en un período de cinco horas, dando como resultado una figura uniforme y contracción lineal total de 13,63% (Cuadro 24). No presenta deformación, pero se pudo observar fisuras superficiales en toda la pieza, finalmente su color de quema es naranja (Fotografía 25).

Cuadro 24. Propiedades cerámicas industriales de la muestra CL-R-64.

Contracción lineal total (%)	Factor de contracción	Pérdidas por ignición (LOI) [%]	Color de quema
17,73	1,22	41,82	Naranja

Fuente: El Autor, 2021



Fotografía 25. Pieza cerámica de la muestra CL-R-64

Fuente: El Autor, 2021

Los resultados de análisis de fluorescencia de rayos x demuestran la siguiente composición química porcentual (% en peso): **SiO₂**= 39,8%; **Al₂O₃**= 27,2%; **CaO**= 0,18%; **P₂O₅**= 0,00%; **S**= 0,05%; **K₂O**= 0,3%; **Fe₂O₃**= 7,68%; **TiO₂**= 0,84%; **Cr₂O₃**= 0,07%; **MnO**= 0,117%; **ZnO**= 0,01%; **MgO**= 0,00% (Figura 21).

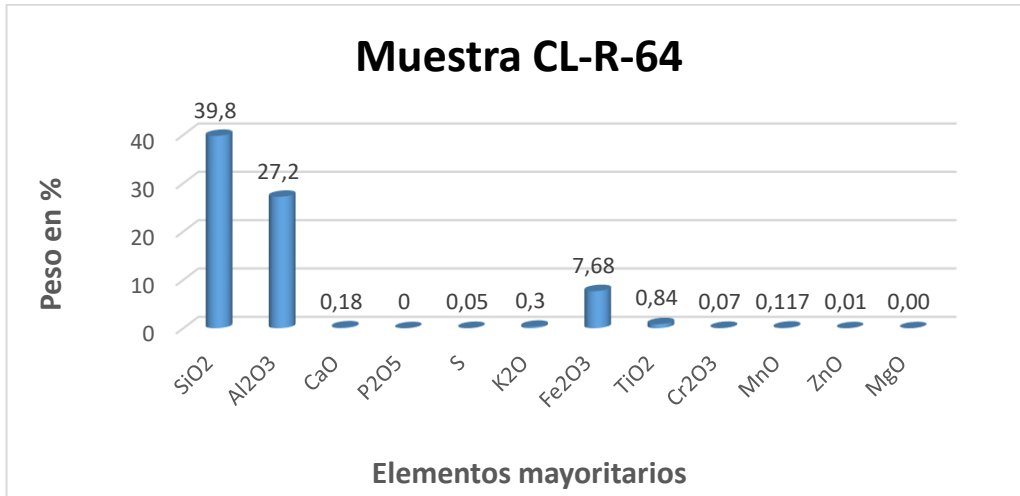


Figura 21. Composición porcentual de elementos químicos Muestra CL-R-64
Fuente: El Autor, 2021

Muestra MC-R-66

Muestra recolectada en el sector Algodonal de Jupal, cantón Macará coordenadas UTM, Datum WGS 84 (601263E, 9527769N). Los resultados de análisis de fluorescencia de rayos x demuestran la siguiente composición química porcentual (% en peso): **SiO₂**= 59,6%; **Al₂O₃**= 20.13%; **CaO**= 4.89%; **P₂O₅**= 0.00%; **S**= 0.04%; **K₂O**= 0.69%; **Fe₂O₃**= 1.12%; **TiO₂**= 0.16%; **Cr₂O₃**= 0.04%; **MnO**= 0.04%; **ZnO**= 0.0%, **MgO**= 0,00% (Figura 22).

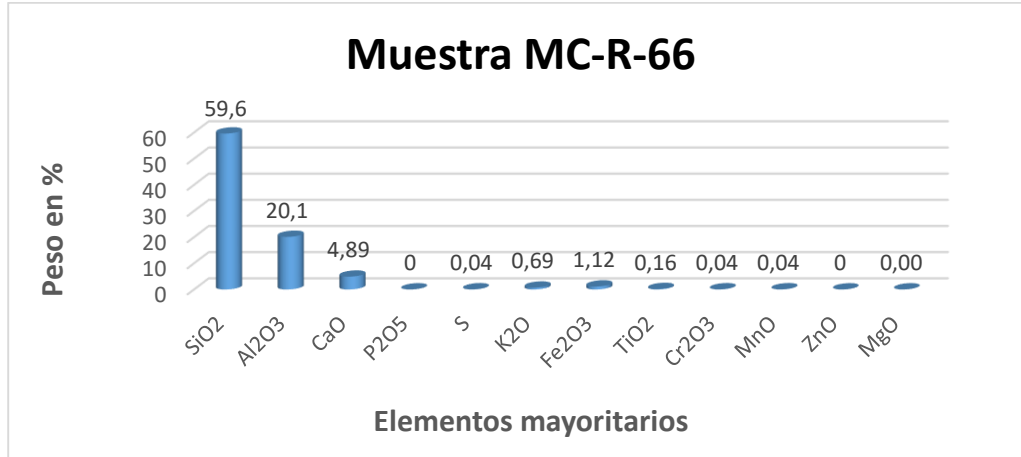


Figura 22. Composición porcentual de elementos químicos Muestra MC-R-66
Elaborado por: El Autor, 2021

Muestra CL-R-88

Muestra recolectada en el sector El Naranjo, Cantón Celica coordenadas UTM, Datum WGS 84 (597138E, 9528714N), los ensayos físicos de clasificación dieron los siguientes resultados (Cuadro 25).

Cuadro 25. Características físicas, ensayos de clasificación muestra CL-R-88

Propiedades físicas muestra CL-R-88						
Contenido de agua	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Granulometría		
				Grava	Arena	Finos
8,59	Debido a la presencia predominante de partículas de tamaño de grano de arena no se pudo realizar los ensayos de límite líquido y límite plástico, por tanto se considera como una arena limosa.			2	56	42
Clasificación AASHTO			A-4 Suelos limosos			
Clasificación SUCS			SM Arena Limosa			

Fuente: El Autor, 2021

La pieza cerámica de esta muestra se obtuvo producto de su quema a una temperatura progresiva hasta llegar a los 1100°C en un período de cinco horas, dando como resultado una figura semi-uniforme y contracción lineal total de 13,63% (Cuadro 26). Presenta deformación, no se observa fisuras, si pequeñas estrías, finalmente su color de quema es morado perlado (Fotografía 26).

Cuadro 26. Propiedades cerámicas industriales de la muestra CL-R-88

Contracción lineal total (%)	Factor de contracción	Pérdidas por ignición (LOI) [%]	Color de quema
5,90	1,06	42,00	Morado perlado

Fuente: El Autor, 2021



Fotografía 26. Pieza cerámica de la muestra CL-R-88

Fuente: El Autor, 2021

Los resultados de análisis de fluorescencia de rayos x demuestran la siguiente composición química porcentual (% en peso): **SiO₂**= 65,6%; **Al₂O₃**= 5,18%; **CaO**= 0,43%; **P₂O₅**= 0,00%; **S**= 0,53%; **K₂O**= 0,00%; **Fe₂O₃**= 4,9%; **TiO₂**= 0,77%; **Cr₂O₃**= 0,05%; **MnO**= 0,089%; **ZnO**= 0,00%; **MgO**= 0,00% (Figura 23).

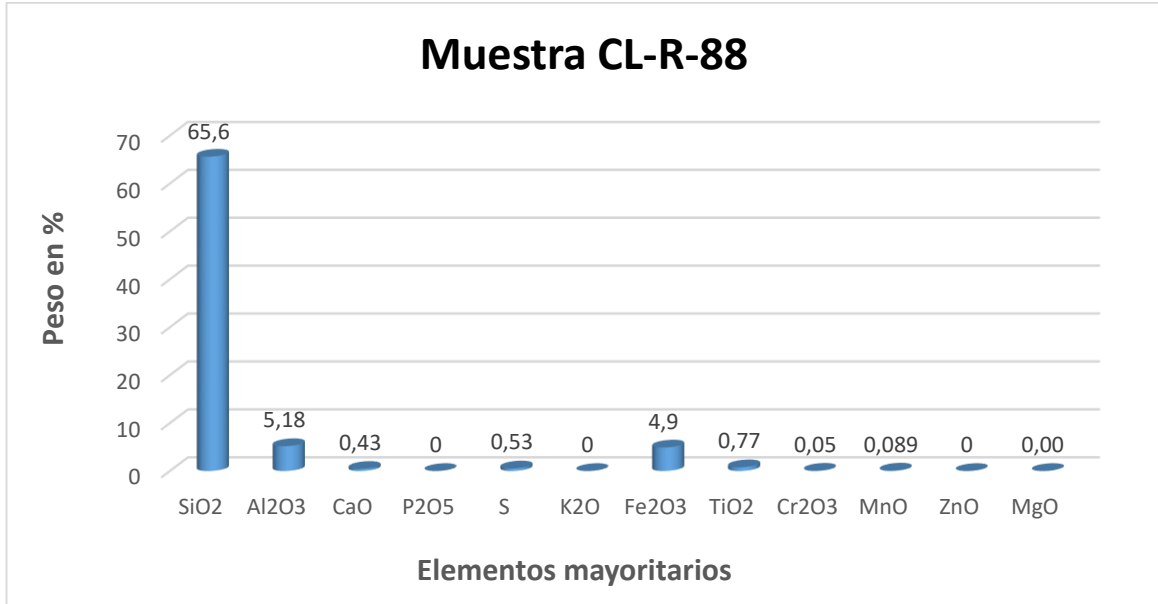


Figura 23. Composición porcentual de elementos químicos Muestra CL-R-88
Fuente: El Autor, 2021

Muestra ZP-R-110

Muestra recolectada en el sector Guasimal, parroquia Limones, cantón Zapotillo, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (566259E, 9515516N), los ensayos físicos de clasificación dieron los siguientes resultados (Cuadro 27).

Cuadro 27. Características físicas, ensayos de clasificación muestra ZP-R-110.

Propiedades físicas muestra ZP-R-110						
Contenido de agua	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Granulometría		
				Grava	Arena	Finos
16,58	Debido a que la muestra al ser una Caliza, al contacto con el agua se fragua y no se pudieron realizar los ensayos de límite líquido y límite plástico.			0	14	86
Clasificación AASHTO			A-4 Suelos Limosos			
Clasificación SUCS			SM Limo			

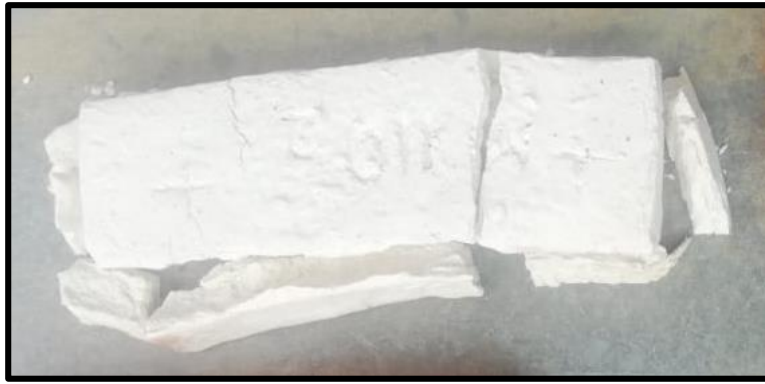
Fuente: El Autor, 2021

La pieza cerámica de esta muestra se obtuvo producto de su quema a una temperatura progresiva hasta llegar a los 1100°C en un período de cinco horas, dando como resultado una figura semi-uniforme y contracción lineal total de 13,63% (Cuadro 28). Presenta deformación total, y su color de quema es blanco hueso (Fotografía 27).

Cuadro 28. *Propiedades cerámicas industriales de la muestra ZP-R-110.*

Contracción lineal total (%)	Factor de contracción	Pérdidas por ignición (LOI) [%]	Color de quema
6,83	1,07	36,23	Blanco hueso

Fuente: El Autor, 2021



Fotografía 27. *Pieza cerámica de la muestra ZP-R-110.*

Fuente: El Autor, 2021

Los resultados de análisis de fluorescencia de rayos x demuestran la siguiente composición química porcentual (% en peso): **SiO₂**= 4,46%; **Al₂O₃**= 6,06%; **CaO**= 50,2%; **P₂O₅**= 1,95%; **S**= 21,1%; **K₂O**= 0,00%; **Fe₂O₃**= 0,48%; **TiO₂**= 0,06%; **Cr₂O₃**= 0,00%; **MnO**= 0,075%; **ZnO**= 0,07%; **MgO**= 15,6% (Figura 24).

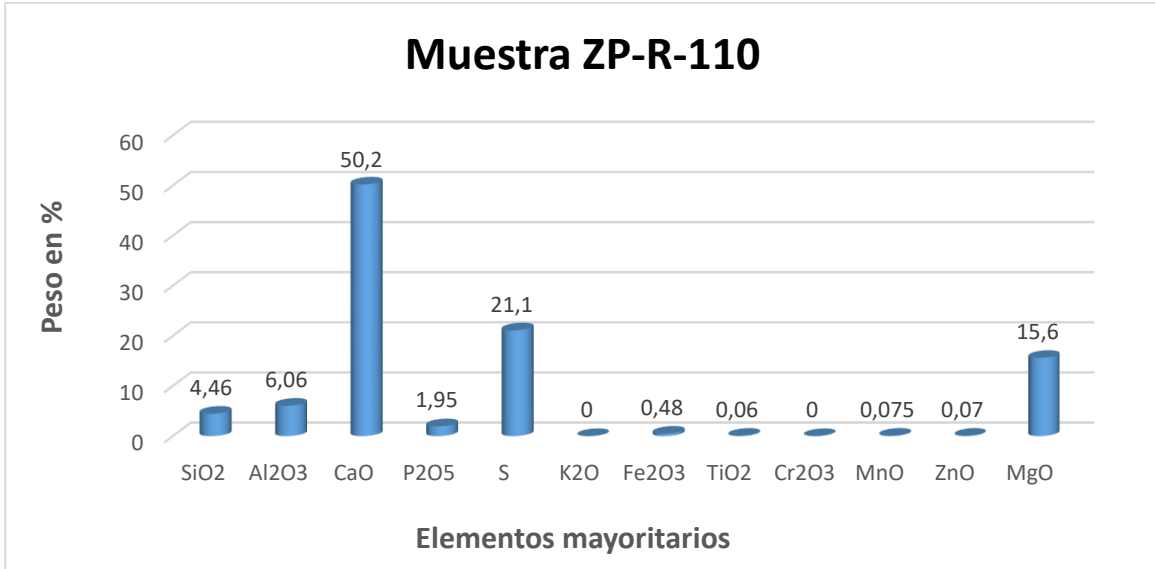


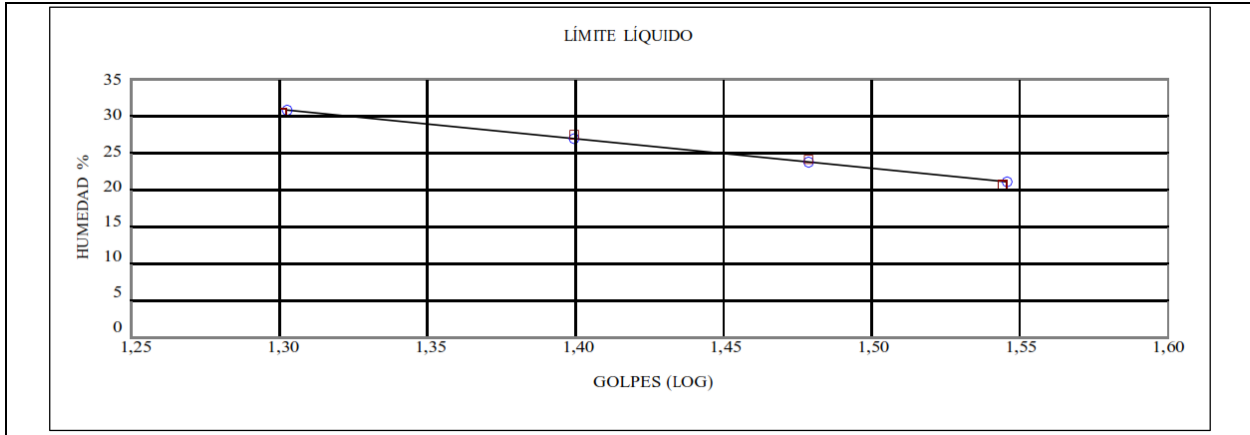
Figura 24. Composición porcentual de elementos químicos Muestra ZP-R-110
Fuente: El Autor, 2021

Muestra PD-R-125

Muestra recolectada en el sector Pindal, coordenadas UTM, Datum WGS 84 (596286E, 9545396N), los ensayos físicos de clasificación dieron los siguientes resultados (Cuadro 29)

Propiedades físicas muestra PD-R-125						
Contenido de agua	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Granulometría		
				Grava	Arena	Finos
8,25	27,00	18,00	9,00	0	13	87
Clasificación AASHTO			A-4 Suelos limosos			
Clasificación SUCS			CL Arcilla de baja plasticidad			

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”



Cuadro 29. Características físicas, ensayos de clasificación muestra PD-R-125

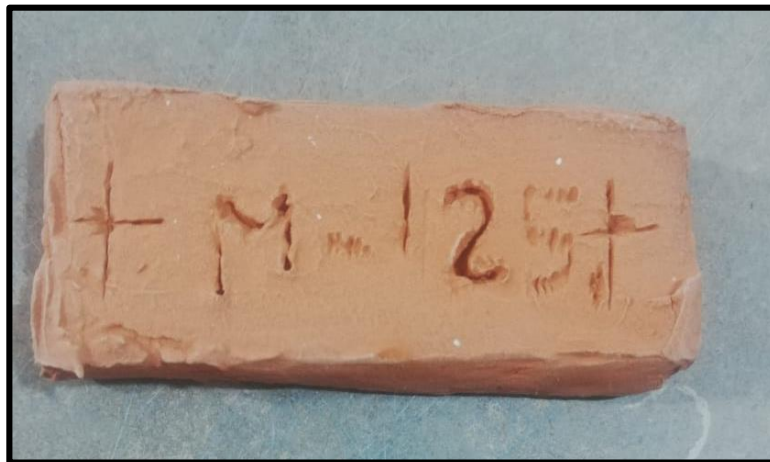
Fuente: El Autor, 2021

La pieza cerámica de esta muestra se obtuvo producto de su quema a una temperatura progresiva hasta llegar a los 1100°C en un período de cinco horas, dando como resultado una figura uniforme y contracción lineal total de 10,00% (Cuadro 30). No presenta deformación, no se observa fisuras y su color de quema es naranja claro (Fotografía 28)

Cuadro 30. Propiedades cerámicas industriales de la muestra PD-R-125.

Contracción lineal total (%)	Factor de contracción	Pérdidas por ignición (LOI) [%]	Color de quema
10,00	1,11	28,57	Naranja claro

Fuente: El Autor, 2021



Fotografía 28. Pieza cerámica de la muestra PD-R-125

Fuente: El Autor

Los resultados de análisis de fluorescencia de rayos x demuestran la siguiente composición química porcentual (% en peso): **SiO₂**= 45,5%; **Al₂O₃**= 19,5%; **CaO**= 4,45%; **P₂O₅**= 0,00%; **S**= 0,13%; **K₂O**= 0,03%; **Fe₂O₃**= 5,29%; **TiO₂**= 0,42%; **Cr₂O₃**= 0,06%; **MnO**= 0,203%; **ZnO**= 0,02%; **MgO**= 0,194% (Figura 25).

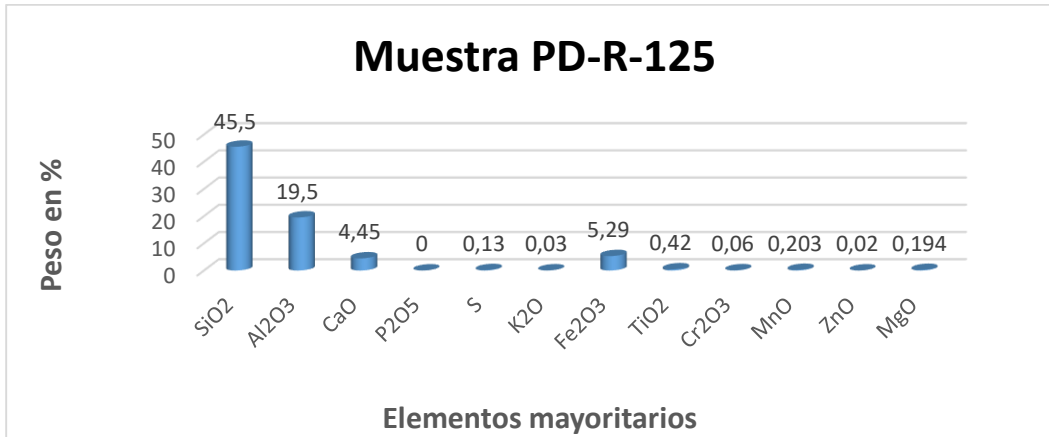


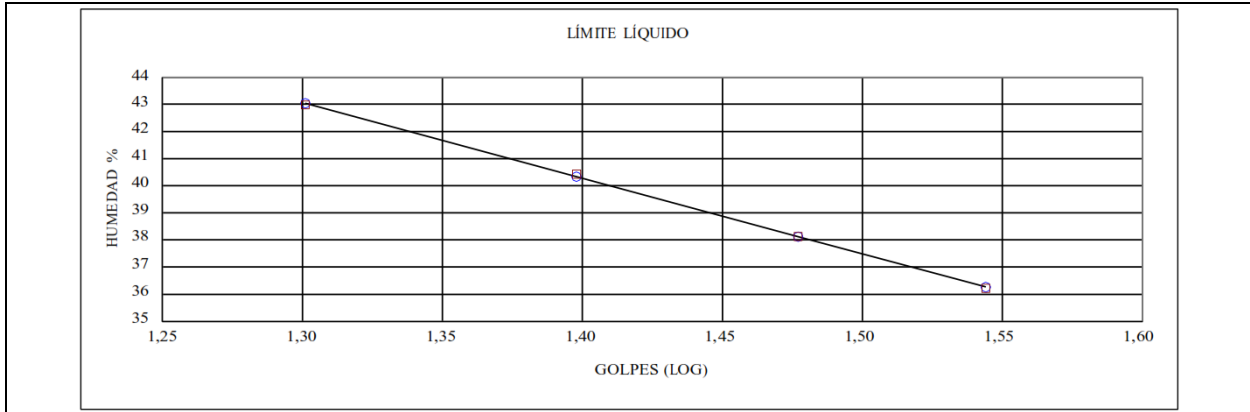
Figura 25. Composición porcentual de elementos químicos Muestra PD-R-125
Fuente: El Autor, 2021

Muestra PD-R-127

Muestra recolectada en el sector Milagro, cantón Pindal coordenadas UTM, Datum WGS 84 (591568E, 9543412N), los ensayos físicos de clasificación dieron los siguientes resultados (Cuadro 31).

Cuadro 31. Características físicas, ensayos de clasificación muestra PD-R-127.

Propiedades físicas muestra PD-R-127						
Contenido de agua	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Granulometría		
				Grava	Arena	Finos
15,51	40,00	20,00	20,00	0	1	99
Clasificación AASHTO			A-6 Suelos arcillosos			
Clasificación SUCS			CL Arcilla de baja plasticidad			



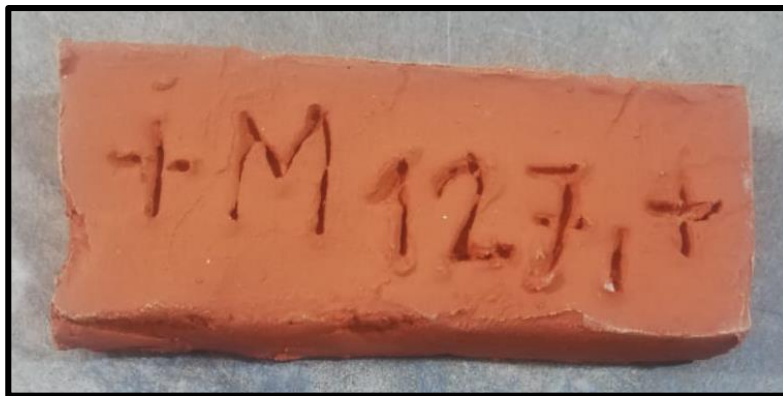
Fuente: El Autor, 2021

La pieza cerámica de esta muestra se obtuvo producto de su quema a una temperatura progresiva hasta llegar a los 1100°C en un período de cinco horas, dando como resultado una figura uniforme y contracción lineal total de 14,10% (Cuadro 32). No presenta deformación, no se observa fisuras y su color de quema es cobre (Fotografía 29)

Cuadro 32. Propiedades cerámicas industriales de la muestra PD-R-127

Contracción lineal total (%)	Factor de contracción	Pérdidas por ignición (LOI) [%]	Color de quema
14,10	1,16	30,26	Cobre

Fuente: El Autor, 2021



Fotografía 29. Pieza cerámica de la muestra PD-R-127

Fuente: El Autor, 2021

Los resultados de análisis de fluorescencia de rayos x demuestran la siguiente composición química porcentual (% en peso): **SiO₂**= 50,3%; **Al₂O₃**= 19,6%; **CaO**= 3,52%; **P₂O₅**= 0,00%; **S**=

0,01%; **K₂O**= 0,97%; **Fe₂O₃**= 10,5%; **TiO₂**= 0,89%; **Cr₂O₃**= 0,06%; **MnO**= 0,158%; **ZnO**= 0,013%; **MgO**= 0,00% (Figura 26).

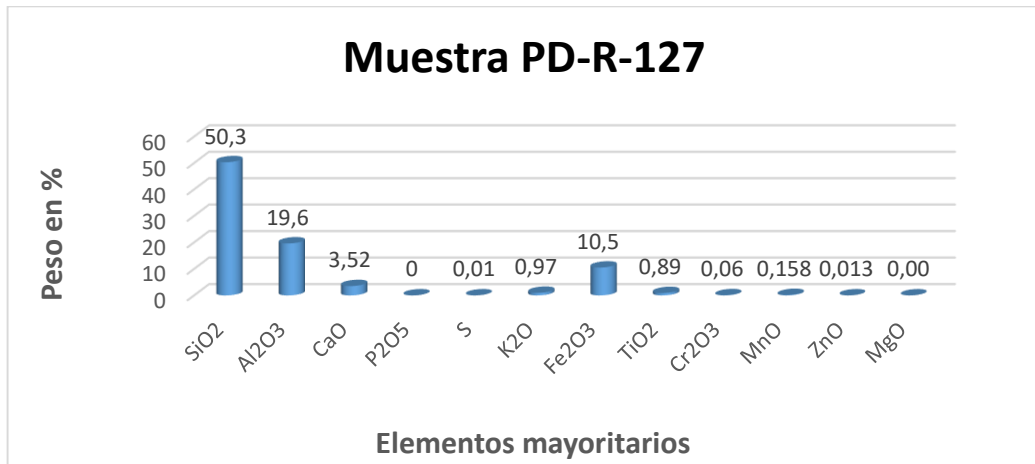


Figura 26. Composición porcentual de elementos químicos Muestra PD-R-127
Fuente: El Autor, 2021

6.4. Resultados del tercer objetivo.

Mediante el software QGIS y la herramienta “web2mapping” se procedió a crear una base de datos, la cual contiene los resultados de los ensayos físicos, cerámicos y químicos de las 16 muestras analizadas en el presente proyecto de investigación. Además contiene los indicios de minerales no metálicos hallados por el INIGEMM en su publicación del año 2011, que corresponden a yeso y baritina (Figura 27).

Se puede ingresar a través del siguiente link:

https://alexrodriguezsse.github.io/indicios_no_metalicos

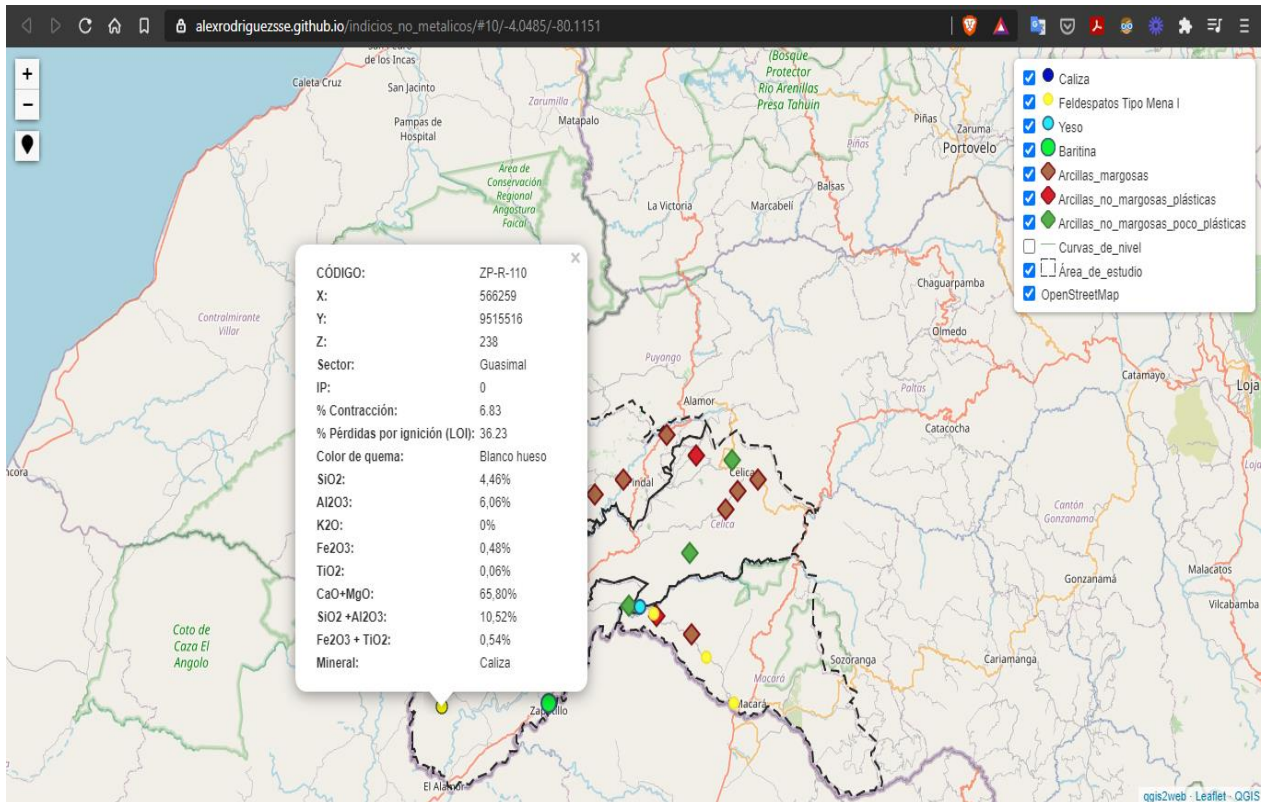


Figura 27. Captura de pantalla del Web Map realizado con QGIS.
Fuente: El Autor, 2021

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En base a los resultados de composición química, índice de plasticidad, granulometría, contracción, obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados en el presente trabajo, se considera muy relevante la representación de los mismos, con la finalidad de poder identificar el tipo de arcilla específico al que corresponde cada una de las muestra recolectadas, para ello se ha tomado como fundamento *los criterios de clasificación industrial de las arcillas de Fernández et al., (2002)*.

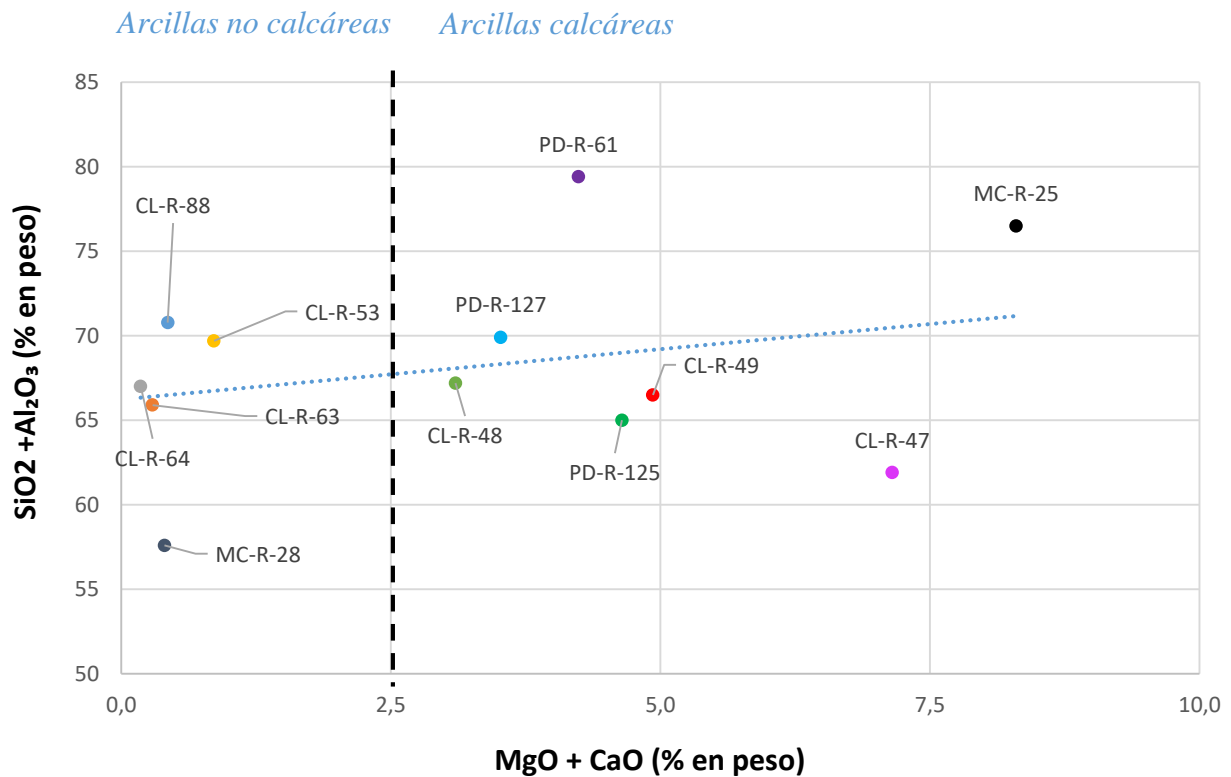


Figura 28. Representación gráfica de las muestras de arcillas recolectadas, en la que se relaciona el contenido en % en peso de ($SiO_2 + Al_2O_3 / MgO + CaO$).

Fuente: El Autor, 2021

La relación de ($SiO_2 + Al_2O_3 / CaO + MgO$) de la Figura 28 presenta una tendencia lineal, la cual expone el criterio de que mientras más margosa es una muestra su contenido de sílice y alúmina es menor. Aun así existe anomalía presentada por las muestras PD-R-61 y MC-R-25, la primera tiene un elevado contenido de sílice y alúmina (79,4%), y un bajo contenido de carbonatos (4,24%), así también la muestra MC-R-25 presenta un elevado contenido de alúmina (76,5%) pero también un elevado contenido en carbonatos (8,3%)

La gráfica a continuación (Figura 29) representa la relación de $(Fe_2O_3 + TiO_2 / CaO + MgO)$, la presencia o ausencia en proporción de estos elementos son los que dan lugar al color de las pastas cerámicas. Se pudo corroborar que ninguna de las muestras recolectadas entra en el rango de las Ball Clays (arcillas de cocción blancas), lo cual en efecto se pudo reconocer con el ensayo de quema realizado a las mismas al presentarse tonalidades oscuras.

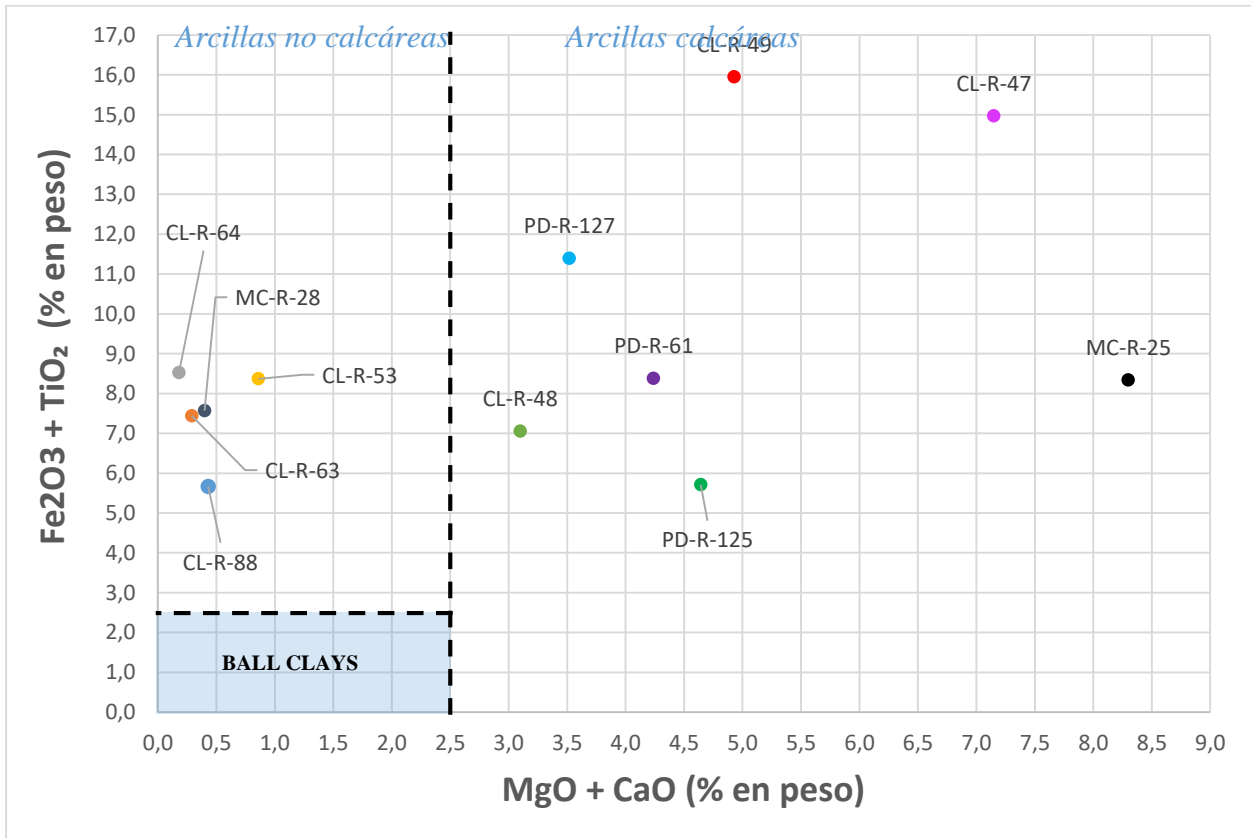


Figura 29. Representación gráfica de las muestras de arcillas recolectadas, en la que se relaciona el contenido en % en peso de $(Fe_2O_3 + TiO_2 / MgO + CaO)$.

Fuente: El Autor, 2021

A continuación en la figura 30 se representa la relación entre el índice de plasticidad y el porcentaje de alúmina, en la que según Fernández et al., (2002), el contenido de alúmina es proporcional al contenido en minerales arcillosos en general, a veces se utiliza como un indicador indirecto de la plasticidad.

Dado que las muestras en su mayoría son de procedencia de los depósitos sedimentarios cretácicos de la cuenca Alamor Lacones, dentro de las cuales se incluyen las formaciones Celica, Ciano y Tronco Quemado. Puede apreciarse que existe una relación clara entre ambos parámetros, presentando una tendencia lineal marcada y de pendiente positiva. El índice plástico incrementa a medida que también lo hace el contenido de alúmina.

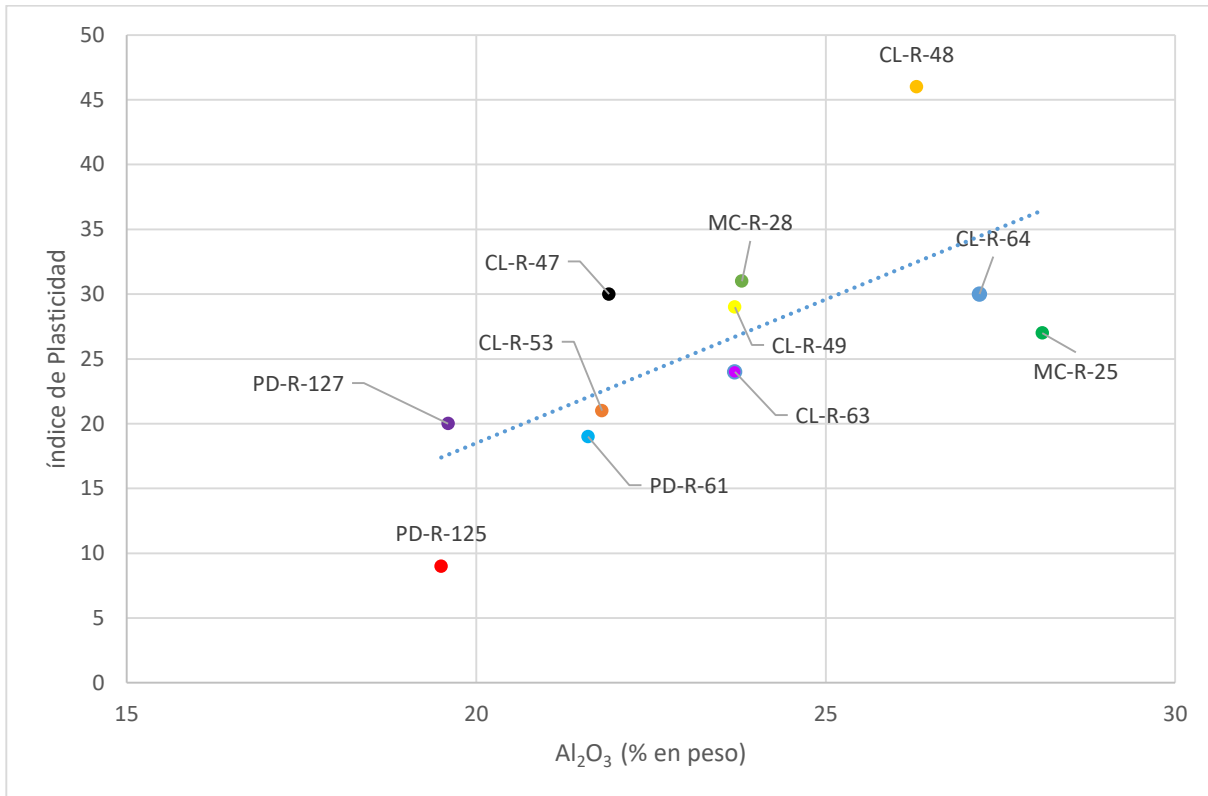


Figura 30. Representación gráfica de todas las muestras de arcillas, relacionando el Índice Plástico con el % en peso de Al₂O₃

Fuente: El Autor, 2021

De las gráficas previamente expuestas se resume en base a Fernández et al., (2002) la clasificación industrial de las arcillas encontradas en el área de estudio (Cuadro 33), presentando ninguna arcilla de cocción blanca, siete arcillas margosas, dos arcillas no margosas plásticas y finalmente dos arcilla no margosa poco plástica.

Cuadro 33. Clasificación industrial de arcillas del área de estudio según Fernandez et al., (2002)

Código	IP	Al ₂ O ₃	CaO + MgO	Fe ₂ O ₃	Grupo	Denominación	Características
ND	ND	ND	ND	ND	1 (Arcillas de cocción blanca)	Ball Clays	<ul style="list-style-type: none"> ● CaO + MgO < 2,5% ● Fe₂O₃ <3%
CL-R-48	46,00	26,3	3,10	6,23	3 (Arcillas margosas)	3.3 Contenido bajo de Carbonatos	<ul style="list-style-type: none"> ● 2,5% ≤ CaO + MgO < 10%
PD-R-127	20,00	19,6	3,52	10,5			
PD-R-61	19,00	21,6	4,24	7,7			
PD-R-125	9,00	19,5	4,64	5,29			
CL-R-49	29,00	23,7	4,93	14,74			
CL-R-47	30,00	21,9	7,15	13,93			
MC-R-25	27,00	28,1	8,3	7,9			
CL-R-64	30,00	27,2	0,18	7,68	4 (Arcillas no margosas)	4.1 Arcillas Plásticas	<ul style="list-style-type: none"> ● CaO+MgO < 2,5% ● Al₂O₃ ≥ 19% ● IP ≥ 25%
MC-R-28	31,00	23,8	0,40	6,98			
CL-R-88	0,00	5,18	0,43	4,9		4.2 Arcillas poco plásticas	<ul style="list-style-type: none"> ● CaO+MgO < 2,5% ● Al₂O₃ < 19% ● IP < 25%
CL-R-53	21,00	21,8	0,86	7,74			
CL-R-63	24,00	23,7	0,29	6,63			

Fuente: El Autor, 2021

En vista que del análisis anterior no se pudo identificar arcillas de cocción blanca se considera oportuno la clasificación propuesta por (Villacís, 2008) que relaciona el contenido de Fe₂O₃ y TiO₂ para la determinación del color del producto cerámico para tonalidades claras (ver Tabla 5), de esta manera y con los resultados químicos FXR se ratifica que ninguna muestra se encuentra en el rango necesario para dicho fin.

En la Figura 31, se puede apreciar la representación gráfica de relación entre la composición mineralógica y la plasticidad propuesta por (Day, 1999). Los resultados de las granulometrías obtenidas de las muestras de las formaciones Celica, Ciano y Tronco Quemado en líneas generales, todas las muestras analizadas son en su mayoría de naturaleza montmorillonítica e illítica. En algunas muestras, fundamentalmente en niveles areniscosos (muestra CL-R-88), el tamaño de partícula predominante es de tipo arena, por otra parte la muestra ZP-R-110 se consideró como una caliza dado sus altos contenidos de CaO.

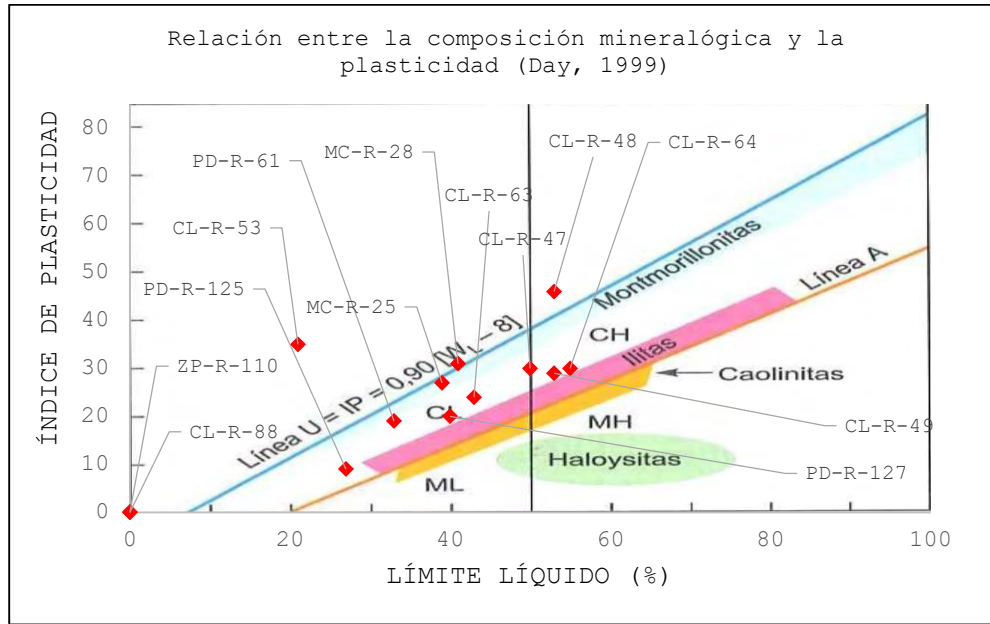


Figura 31. Relación entre la composición mineralógica y la plasticidad según (Day, 1999) de las muestras arcillosas del área de estudio
Fuente: El Autor, 2021

Dado que el Na₂O no es analizado por FRX, no se pudo realizar una identificación completa del tipo de feldespato al que corresponde las muestras relacionadas, por lo tanto para su determinación se tomó como referencia la clasificación de tipos de mena asociado a feldespatos en función del contenido de K₂O de Laverde et al., (2004). Por lo tanto se tiene que las muestras recolectadas pertenecen al tipo de mena I dado que poseen menos del 3% de contenido de K₂O (Cuadro 34).

Cuadro 34. Clasificación de tipos de mena de feldespatos en el área de estudio en función del contenido de K₂O

Código	%K ₂ O	Tipo de mena	Contenido de K ₂ O
MC-R-18	0,49	I	K ₂ O < 3%
MC-R-23	0,97		
MC-R-66	0,69		

Fuente: El Autor, 2021

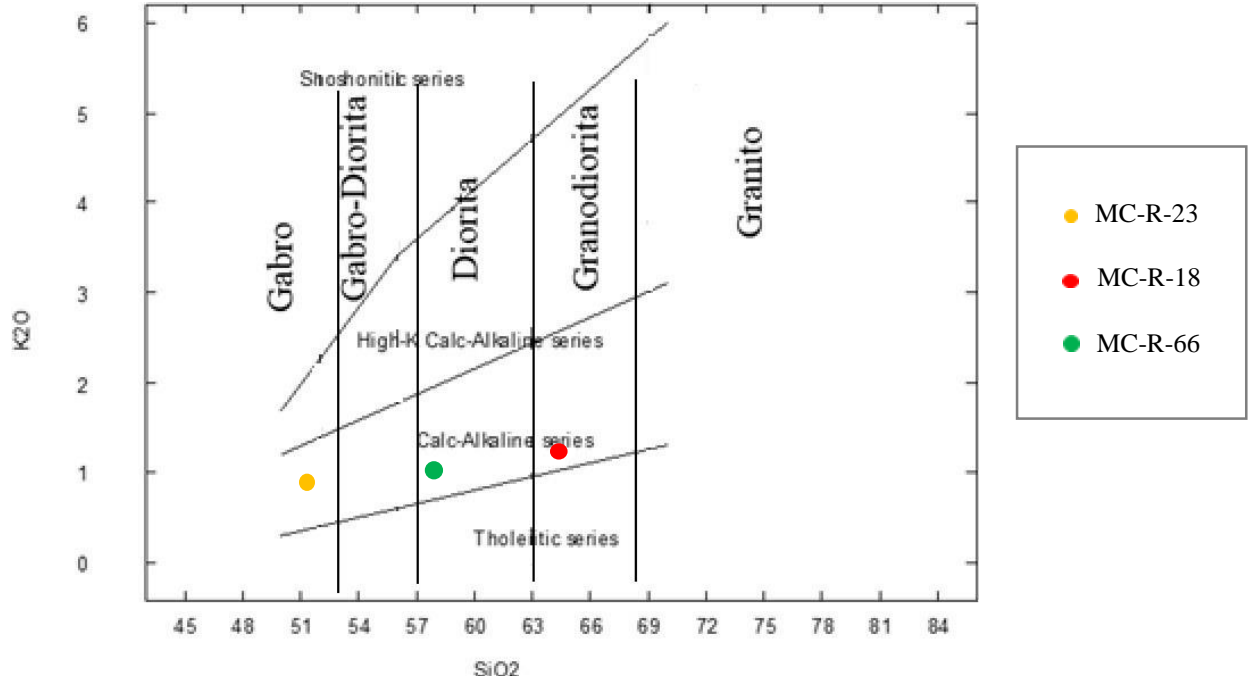


Figura 32. Diagrama de clasificación de rocas magmáticas K_2O vs SiO_2 , según Peccerillo & Taylor, (1976), adaptado por Wilson, (1991)

Fuente: El Autor, 2021

Para complementar la clasificación anterior se consideró oportuno determinar el tipo de roca al que pertenecen las muestras recolectadas, esto se realizó mediante el diagrama de Peccerillo & Taylor, (1976), el cual relaciona el porcentaje en peso de SiO_2 vs K_2O para una clasificación de rocas volcánicas y su contenido de potasio (ver Figura 32). Por lo tanto se puede observar que la muestra MC-R-18 es una Granodiorita que presenta un contenido bajo en potasio, la muestra MC-R-23 se considera como una Gabro de contenido bajo de potasio y finalmente la muestra MC-R-66 es una Diorita con bajo contenido de potasio.

8. CONCLUSIONES.

- El presente trabajo de tesis pretendió resumir de una extensa área las posibilidades de las formaciones geológicas como suministradores de materias primas para la industria cerámica plana que antes no se conocían, cabe recalcar que no es un estudio que pueda utilizarse directamente para planificar una explotación minera ya que esto requiere de estudios geológico-mineros y económicos mucho más detallados.
- La zona de estudio tiene una geología muy compleja, enmarcada en el ámbito de la cuenca Lacones-Alamor y el Arco Celica que según (Carrasco, 2018) se ha desarrollado *in-situ* dentro de una corteza continental durante el Cretácico, lo que es especialmente relevante ya que existen las formaciones detríticas continentales y de sedimentos marinos silisiclásticos, dando lugar a arcillas margosas y no margosas, calizas, feldespatos.
- El Grupo Celica (Formación Ciano y Celica) corresponden como de mayor relevancia para la extracción de arcillas rojas dado su origen geológico que concierne a depósitos volcánicos y sedimentarios asociados al Arco Celica.
- En la zona de estudio hay pocas posibilidades de contener yacimientos explotables de arcillas para cerámica blanca, no se localizó ninguna formación que, de forma general sirva para este fin, ni yacimiento favorable alguno.
- De acuerdo a la relación entre la composición mineralógica y la plasticidad (Day, 1999), la recta vertical en correspondencia con $LL = 50$ es una línea convencional de separación entre arcillas de alta plasticidad, a la derecha que corresponden a las muestras CL-R-47; CL-R-48; CL-R-49, CL-R-64 y arcillas de plasticidad media y baja, a la izquierda siendo las muestras restantes.
- Se considera que el análisis químico propuesto por Fernandez et al., (2002), complementa al análisis dado por Day (1999), al considerar características propias para la aplicación en la industria cerámica. Por lo tanto se tiene que las muestras MC-R-28; CL-R-64, se clasifican en el grupo de las arcillas no margosas plásticas, dado que poseen un índice de plasticidad alto de 31 y 30 respectivamente, contenido de alúmina de 23 a 27 y contenido de $CaO+MgO < 2,5\%$, adecuadas para formular pastas y fabricar productos de cerámica de cocción roja.
- Las muestras CL-R-53 y CL-R-63 corresponden a arcillas no margosas poco plásticas debido a su bajo contenido de $CaO+MgO < 2,5\%$, contenido de alúmina $< 19\%$ e $IP > 25\%$,

siendo propicias, en porcentajes elevados hasta un 70% en algunos casos para la formulación de pastas cerámicas

- Las muestras CL-R-48; PD-R-127; PD-R-61; PD-R-125; CL-R-49; CL-R-47; y MC-R-25 corresponden al grupo de las arcillas margosas con bajo contenido de carbonatos aptas como componente minoritario para fabricación de cerámicas de cocción roja.
- Las muestras MC-R-18; MC-R-23 y MC-R-66 analizadas como feldespatos tienen bajo contenido de K₂O <3% perteneciendo a un tipo de mena I; se debe tener en consideración que la muestra MC-R-18 puede ser utilizada para la producción de cerámica de cocción roja debido a su alto contenido de Fe₂O.
- Para una fase de exploración avanzada y posible explotación minera se debe tener en consideración aspectos tales como: el área de influencia, calidad vial, condición social, ambiental, etc, teniendo en cuenta estos factores y en base a las características analizadas en el presente trabajo de investigación se ha encontrado que los siguientes indicios minerales son idóneos para una siguiente fase de explotación mineral:
 - **Macará:** 1 indicio de arcillas no margosas plásticas (MC-R-28); 1 indicio de feldespatos tipo mena I (MC-R-66).
 - **Pindal:** 1 indicio de arcillas margosas (PD-R-61)
 - **Celica:** 1 indicio de arcillas margosas (CL-R-49); 1 indicio de arcillas no margosas plásticas.

9. RECOMENDACIONES.

- Realizar ensayos de difracción de rayos X (DRX), a fin de determinar la disposición cuantitativa de los minerales presentes, por ejemplo, de una pasta cerámica será posible valorar no sólo su composición química en óxidos, sino también su composición mineralógica, expresada en cuarzo, caolinita, illita, calcita, dolomita, albita (feldespato sódico), microclina (feldespato potásico). De esta manera, al conocer con mayor precisión la naturaleza mineralógica de los contenidos de una pasta cerámica se pueda prever la incidencia de la composición en su comportamiento tecnológico y por lo tanto obtener mayor productividad dentro del posterior proceso industrial.
- Ejecutar una siguiente fase de exploración más a detalle para la muestra MC-R-66, debido a que este pórfido riolítico abarca una gran extensión de terreno y a pesar de sus bajos contenidos de K_2O , los ensayos de difracción de rayos X (DXR) pueden proveer de características favorables para su explotación, como la identificación de feldespatos cálcico-sódicos (plagioclasas) que son especialmente importantes ya que encuentran un amplio uso en todos los sectores cerámicos donde se quiere alcanzar un elevado grado de vitrificación de la pieza por presentar una temperatura de fusión baja y una baja viscosidad en fundido.
- Realizar una exploración geológica enfocada a determinar el volumen (cubicación) existente de las muestras de arcillas que están dentro de la formación Celica, por presentar gran extensión de terreno y características favorables para la industria cerámica plana.

10. BIBLIOGRAFÍA.

- (SIEMCALSA), S. d. (2008). *Los Recursos Minerales de Castilla y León*. Junta de Castilla y León: Domènech e-learning multimedia, S.A. .
- (2019). *Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) 2019 - 2023*. Macará.
- Barba, A., Beltrán, V., Feliu, C., García, J., Ginés, F., Sánchez, E., & Sanz, V. (1997). *Materias primas para la fabricación de soportes de baldosas cerámicas*. Castellón: Castellón: Instituto de Tecnología Cerámica-AICE.
- Blin, C. (1967). *Control de calidad de la industria cerámica*. Obtenido de <http://boletines.secv.es/upload/196706259.pdf>
- Carrasco, H. (2018). *Análisis Litoestratigráfico y de Procedencia de los Depósitos Sedimentarios Cretácicos de la Cuenca Alamor-Lacones*. Quito.
- Cornejo, P. (2016). *Depósitos Minerales No Metálicos Del Ecuador*. Quito.
- Das, B. (2013). *Fundamento de Geotécnia, Cuarta Edición*. Santa Fe: Cengage.
- Espinace, A., Palma, G., & Szanto, N. (2002). *La geotecniatecnia ambiental aplicada a los vertederos sanitarios*. A.R., Espinace; G.J., Palma; N.M., Szanto.
- Fernández, C., García, J., Lombardero, M., Sánchez, E., & Regueiro, M. (2002). *Materias primas para pavimentos y revestimientos cerámicos en la región de Murcia*. Obtenido de Boletín de la sociedad española de cerámica y vidrio: <http://boletines.secv.es/upload/20090505124322.200140345.pdf>
- Galán, E., & Aparicio, P. (2000). *Materias primas para la industria cerámica*. Obtenido de http://www.ehu.eus/sem/seminario_pdf/SEMINARIO_SEM_2_031.pdf
- Gonzales, M. (2016). *Levantamiento geológico-estructural de la Zona sur de la parroquia Saraguro*. Loja.
- Guggenheim, S., & Martin, R. (1995). *DEFINITION OF CLAY AND CLAY MINERAL: JOINT REPORT OF THE AIPEA NOMENCLATURE AND CMS NOMENCLATURE*

- COMMITTEES . Obtenido de <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1018.2128&rep=rep1&type=pdf>
- Haldar, S. (2018). *Mineral exploration: principles and applications*. Elsevier.
- INEGEMM. (2017). *Hoja geológica Alamor escala 1:100.000*. Quito.
- INIGEMM. (2011). *Ministerio de Recursos Naturales No Renovables*. Obtenido de https://drive.google.com/file/d/1htTEX0_tYWIKIRamP4vc7GvCqnHWhQux/view
- INIGEMM. (2013). *PRIMERA PARTE: Síntesis Litoestratigráfica, Estructural, Geoquímica y Evolución de Cuenca Alamor-Punta de Piedra, Sector Zaruma-Cariamanga*. Quito.
- INIGEMM. (2018). *Hoja geológica Macará escala 1:100.000*. Quito.
- INIGEMM. (2018). *Hoja geológica Zapotillo escala 1:100.000*. Quito.
- Jaillard, E., Laubacher, G., Bengtson, P., Dhondt, A.-V., & Bulot, L. (1999). *Stratigraphy and evolution of the Cretaceous forearc Celica-Lacones basin of southwestern Ecuador*. . Journal of South American Earth Sciences.
- Júnior, M. A. (2019). *Estudo Estratégico da Cadeia Produtiva da Indústria Cerâmica no Estado de São Paulo: Parte I Introdução e a Indústria de Cerâmica Vermelha*. São Paulo.
- Kennerley, J. (1973). *Geology of Loja Province, southern Ecuador*. London: London: Institute of Geological Sciences (Overseas Division).
- Laverde, D., Pedraza, J., Ospina, S., Báez, E., García, I., Pinto, P., & Espitia, I. (2004). *El beneficio de arenas feldespáticas: una solución para la industria cerámica Colombiana*. Dyna, 71(143), 45-54. doi:0012-7353.
- Litherland, M., Aspend, J., & Jemielita, A. (1994). *The metamorphic belts of Ecuador*. Nottingham: Nottingham: BRITISH GEOLOGICAL SURVEY.
- Paladines, A., & Soto, J. (2010). *Geología y yacimientos minerales del Ecuador*. Loja.
- PDOT Pindal, G. (2014). *PROCESOS DE ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN PINDAL*. Pindal.

- PDOT Provincia de Loja, P. d. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Loja 2015 - 2025*. Loja.
- PDOT Zapotillo, G. C. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019 - 2023*. Zapotillo.
- Peccerillo, A., & Taylor, S. R. (1976). *Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey: Contributions to Mineralogy and Petrology (Vol. 58)*.
- Spikings, R., Winkler, W., Hughes, R., & Handler, R. (2005). *Thermochronology of allochthonous terranes in Ecuador: Unravelling the accretionary and post-accretionary history of the Northern Andes. Tectonophysics, 399 (1-4), 195-220*.
- Tarbuck, E. J., & Frederick K, L. (2005). *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física*. Madrid: Pearson.
- Torres, J. C. (2020). *CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE CERÁMICAS PLANA EN LOS CANTONES: ESPÍNDOLA, SOZORANGA, CALVAS, QUILANGA, GONZANAMÁ DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000”*. Loja.
- Tschopp, H. (1953). *Oil explorations in the Oriente of Ecuador, 1938-1950. APPG Bulltin, 37 (10), 2303-2347*.
- Uribe, R. (2015). *revistapolitecnica.epn.edu.ec*. Obtenido de [revistapolitecnica.epn.edu.ec](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/607/pdf): https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/607/pdf
- Vázquez, F., Torres, L., Garza, L., Martínez, A., & López, W. (2009). *Caracterización por XANES, análisis mineralógico y aplicación industrial de un depósito de caolín de México*. Nuevo León.
- Villacís, R. (2008). *Estudio Geológico y evaluación de feldespatos y caolines en el área minera "La Ercilla", prov. Bolivar. Quito*.
- Wilson, M. (1991). *Igneous Petrogenesis*. Harper Collins Academic.

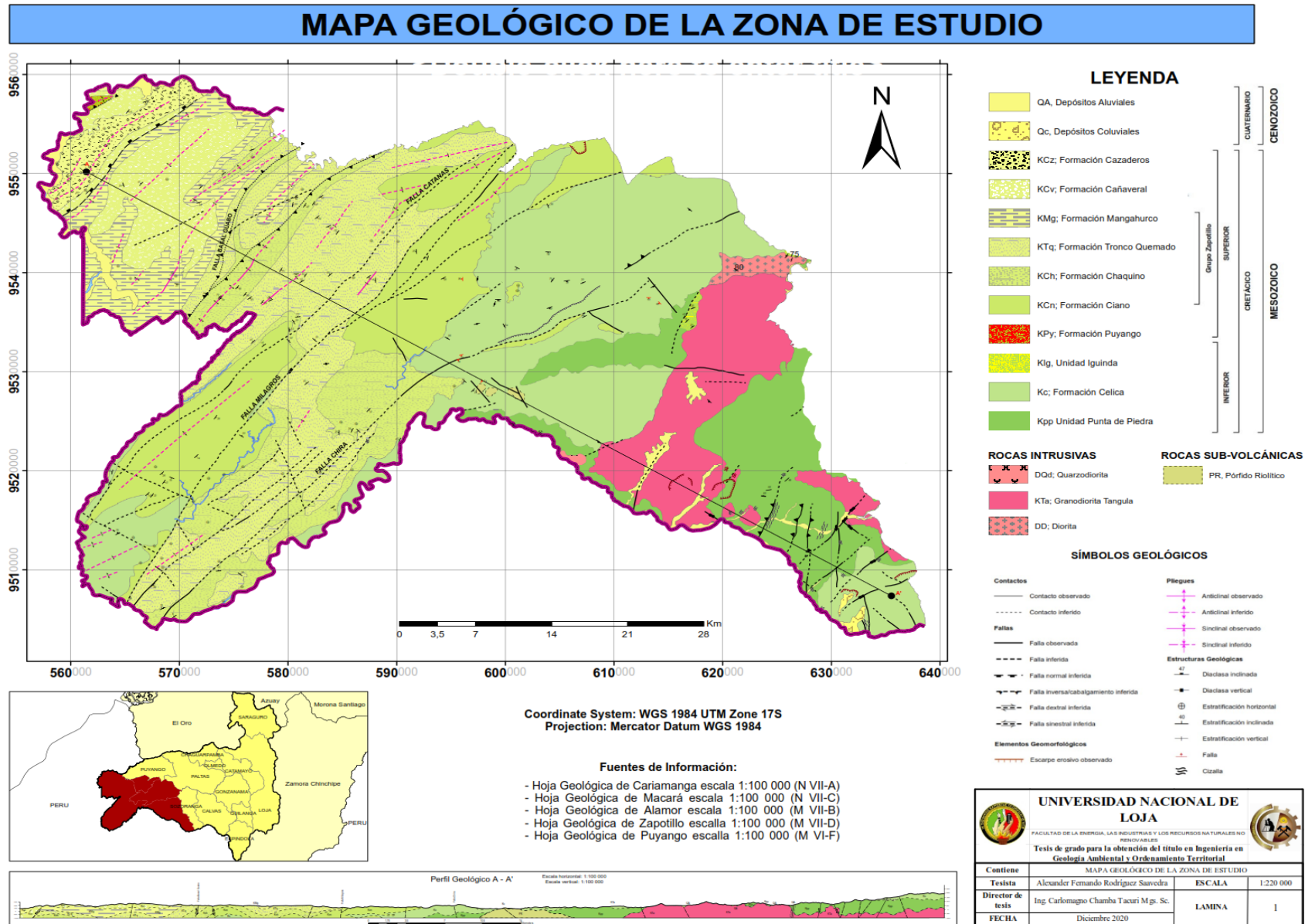
Winckell, A., Marocco, R., Winter, T., Huttel, C., Pourrut, P., Zebrowski, C., & Sourdat, M.
(1992). *GEOGRAFIA BASICA DEL ECUADOR TOMO IV GEOGRAFIA FISICA
VOLUMEN 1*. Quito.

11. ANEXOS

ANEXO 1.

**MAPA GEOLÓGICO REGIONAL DEL
ÁREA DE ESTUDIO.**

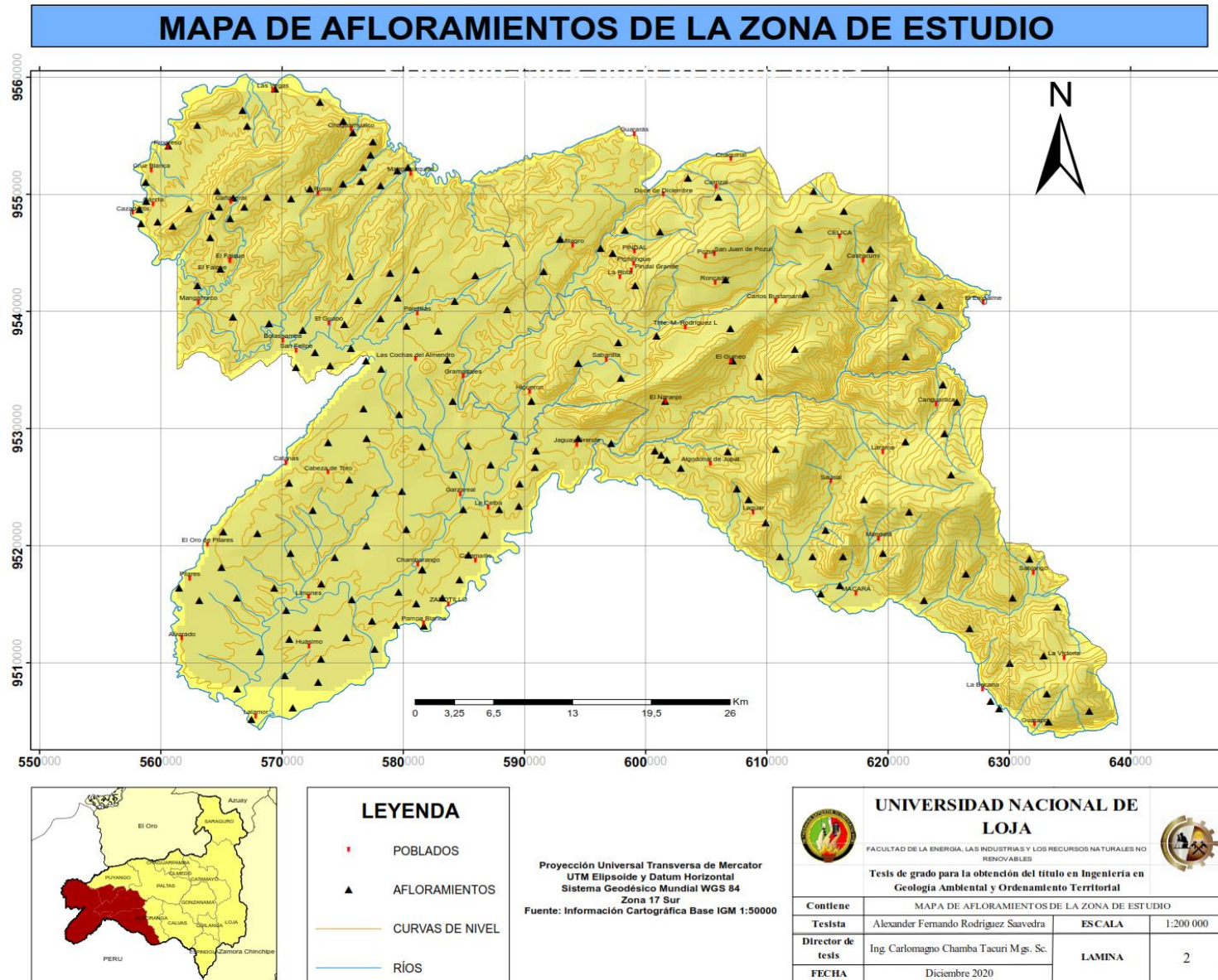
CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000*



ANEXO 2.

MAPA DE AFLORAMIENTOS DEL ÁREA DE ESTUDIO.

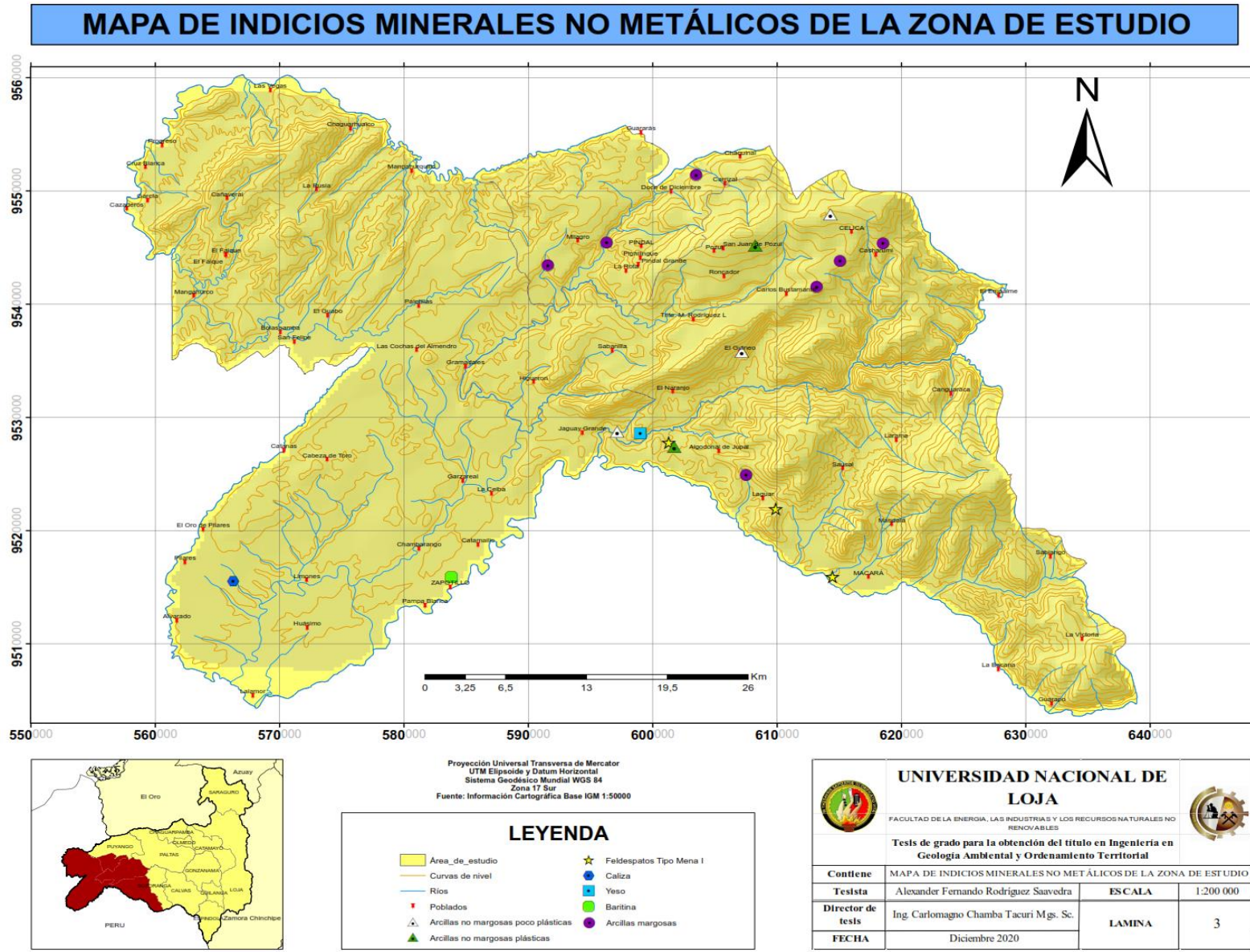
CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000*



ANEXO 3.

MAPA DE INDICIOS MINERALES ENCONTRADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.


CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”




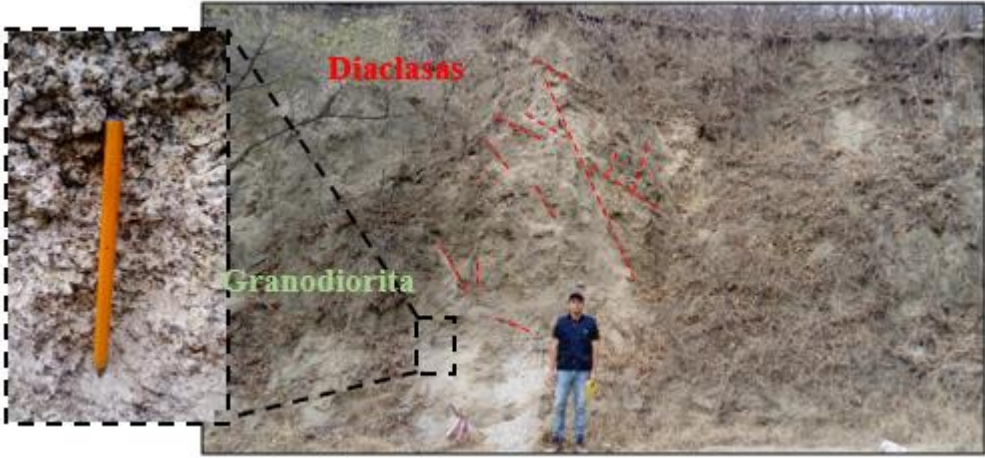
ANEXO 4.


FICHAS DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS.

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	2		
Muestra:	no						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	Sabiango	Sector	Sabiango
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	630898			Natural			
Y	9515349			Antrópico	X		
Z	624,20			Dimensiones	Altura	5m	
DATUM	WGS84				Longitud	24m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo (X)	Metamórfico ()		Sedimentario ()			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica (X) Andesita			
Estado de alteración				Alta			
Datos estructurales							
Rumbo	N/A			Buzamiento	N/A		
DESCRIPCIÓN							
<p>Afloramiento correspondiente a la formación Punta de Piedra, constituido por clastos angulosos y subangulosos de andesita en matriz limo-arcillosa, las roca presentan coloración gris oscura con tonalidades verdosas, predomina la textura afanítica. Finalmente presenta mediana cobertura vegetal</p>							
FOTOGRAFÍA							
							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	6		
Muestra:							
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	La Victoria	Sector	La Victoria
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	6333300			Natural	X		
Y	9510404			Antrópico			
Z	1363			Dimensiones	Altura	5	
DATUM	WGS84				Longitud	11	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo (X)	Metamórfico ()		Sedimentario ()			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica (X)			
Meteorización	Baja			Fracturas	Media		
Datos estructurales							
Rumbo	N91°E			Buzamiento	90°SE		
DESCRIPCIÓN							
<p>Afloramiento basalto andesítico de 5m de altura por 12 m de longitud correspondiente a la formación Punta de Piedra, se encuentra medianamente fracturado con Rumbo N91°E y Bz 90°predominantemente, la roca presenta tonalidades gris oscuras y predomina la textura afanítica.</p>							
FOTOGRAFÍA							
							


FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	10		
Muestra:							
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	La Victoria	Sector	La Victoria
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	633094			Natural			
Y	9507393			Antrópico	X		
Z	1620			Dimensiones	Altura	6m	
DATUM	WGS84				Longitud	16m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo (X)	Metamórfico ()		Sedimentario ()			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica (X)			
Meteorización	Baja			Fracturas	Medias		
Datos estructurales							
Rumbo	N97°E			Buzamiento	85°SW		
DESCRIPCIÓN							
<p>Afloramiento de lavas andesíticas medianamente fracturado, de coloración verdosa en muestra fresca presenta baja meteorización y una falla local normal con un rumbo de N97°E y Buzamiento de 85°SW, tiene un espaciado entre las juntas de 0,5cm.</p>							
FOTOGRAFÍA							
							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	18		
Muestra:	MC-R-18						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	Macará	Sector	Macará
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	614439E			Natural			
Y	9515926N			Antrópico	x		
Z	420			Dimensiones	Altura	5m	
DATUM	WGS84				Longitud	10m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo (x)	Metamórfico ()		Sedimentario ()			
Tipo de Roca	Plutónica (x)			Volcánica ()			
Meteorización	alta			Fracturas			
Datos estructurales							
Rumbo	N/A			Buzamiento	N/A		
DESCRIPCIÓN							
<p>Afloramiento de granodiorita, perteneciente a la Granodiorita de Tangula, tiene una dureza media, altamente meteorizada, se presenta como una estructura continua con presencia de pequeñas diaclasas de 1mm – 3mm de espesor, los granos minerales en su mayoría euhedrales se mostraban separados, está compuesto mayoritariamente por feldspatos y cuarzo además de plagioclasas, biotita y micas, tiene textura fanerítica. Finalmente la superficie del afloramiento se presentaba rugosa y tiene poca cobertura vegetal.</p>							
FOTOGRAFÍA							
							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	24		
Muestra:							
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	Macará	Sector	Loma Alta
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	608017			Natural	X		
Y	9524420			Antrópico			
Z	581,80			Dimensiones	Altura	18	
DATUM	WGS84				Longitud	23	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo (X)	Metamórfico ()		Sedimentario ()			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica (X)			
Meteorización	Media			Fracturas	Mediana		
Datos estructurales							
Rumbo	N/A			Buzamiento	N/A		
DESCRIPCIÓN							
<p>Afloramiento de lavas basalto-andesíticas perteneciente a la Formación Celica, se encuentra medianamente fracturado, de coloración verdosa en muestra fresca presenta mediana meteorización, tiene un espaciado entre las juntas de 1cm-2cm. Se pudo observar fenocristales de feldespatos, alterados a caolín en una matriz afanítica, las vetillas de caolín son de entre 2cm – 5cm, Existe poca cobertura vegetal</p>							
FOTOGRAFÍA							
							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	25		
Muestra:	MC-R-25						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	Macará	Sector	Pasaje de Jujal
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	607753			Natural			
Y	9524687			Antrópico	X		
Z	760			Dimensiones	Altura	8m	
DATUM	WGS84				Longitud	40m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario (x)			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica ()			
Meteorización				Fracturas			
Datos estructurales							
Rumbo	N/A			Buzamiento	N/A		
DESCRIPCIÓN							
<p>Afloramiento arcilla con poca intercalación de bloques basalto andesíticos de la Formación Celica se pudo observar alta alteración de los minerales base como feldspatos, piroxenos y micas.</p>							
FOTOGRAFÍA							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	28		
Muestra:	MC-R-28						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	Macará	Sector	Algonodal de Jupal
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	601729			Natural			
Y	9527366			Antrópico		X	
Z	430			Dimensiones	Altura	12m	
DATUM	WGS84				Longitud	30m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario (X)			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica ()			
Meteorización	Alta						
Datos estructurales							
Rumbo	N/A			Buzamiento	N/A		
DESCRIPCIÓN							
<p>Afloramiento de aproximadamente 12m de altura 30m de longitud, correspondiente a los depósitos sedimentarios del Arco Celica. Presenta una intercalación de estratos de limo y arcillas, exhibiendo un rumbo de S60°E y un buzamiento 70°SW. Las arcillas presentan de coloración marrón oscuro y naranja blanquecina, su resistencia en seco es baja, dilatación lenta, tenacidad media, consistencia suave y plasticidad media, finalmente el afloramiento presenta baja cobertura vegetal.</p>							
FOTOGRAFÍA							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	29		
Muestra:	no						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	Macará	Sector	Linderos
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	600740			Natural	X		
Y	9528127			Antrópico			
Z	344			Dimensiones	Altura	8	
DATUM	WGS84				Longitud	15	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo (X)	Metamórfico ()		Sedimentario ()			
Tipo de Roca	Plutónica (X)			Volcánica (X)			
Meteorización	Baja			Fracturas	Alta		
Datos estructurales							
Rumbo	N/A			Buzamiento	N/A		
DESCRIPCIÓN							
<p>Afloramiento pórvido riolítico, de coloración blanquecina con tonalidades amarillentas en superficies frescas, presenta textura porfirítica, se observa abundantes fenocristales de feldspatos y cuarzos emplazadas en una matriz cristalina. Además existe escasa cobertura vegetal.</p>							
FOTOGRAFÍA							
							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	30		
Muestra:							
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Zapotillo	Parroquia	Zapotillo	Sector	Jaguay Grande
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	594431			Natural			
Y	9529141			Antrópico	X		
Z	336			Dimensiones	Altura	12m	
DATUM	WGS84				Longitud	18m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario (x)			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica ()			
Meteorización	Media			Fracturas	no		
Datos estructurales							
Rumbo	N40°E			Buzamiento	12°NW		
DESCRIPCIÓN							
<p>Afloramiento de 12m de altura por 18 de longitud, corresponde a una alternancia de capas centimétricas de Lutitas y Limolitas de coloración negra, y areniscas siliciclásticas las capas se presentan en un rumbo de N40°E Y buzamiento de 12°NW</p>							
FOTOGRAFÍA							
							


FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	32		
Muestra:	no						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	Garzareal	Sector	Guayabito
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	589090			Natural			
Y	9529370			Antrópico	x		
Z	266			Dimensiones	Altura	9m	
DATUM	WGS84				Longitud	63m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario (x)			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica ()			
Meteorización	Mediana a baja			Fracturas			
Datos estructurales							
Rumbo	N21°E			Buzamiento	26°SW		
DESCRIPCIÓN							
<p>Secuencia estratigráfica de lutitas (capas centimétricas superpuestas), Limolitas (3cm-5cm de espesor) y areniscas (como bloques fracturados de 0,50cm de espesor) pertenecientes a la Formación Chaquino, altamente compactas y fracturadas, se disponen en rumbo N21°E y Buzamiento 26°SW, existe muy baja cobertura vegetal</p>							
FOTOGRAFÍA							
							


FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	34		
Muestra:	N/A						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Celica	Parroquia	Sabanilla	Sector	Sabanilla
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	594421			Natural	X		
Y	9535574			Antrópico			
Z	632			Dimensiones	Altura	30	
DATUM	WGS84				Longitud	25	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo (X)	Metamórfico ()		Sedimentario (X)			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica (X)			
Meteorización				Fracturas			
Datos estructurales							
Rumbo	N/A			Buzamiento	N/A		
DESCRIPCIÓN							
<p>Afloramiento que presenta el contacto discordante entre la Formación Ciano sobre la Formación Celica. Las rocas de la Formación Celica son andesitas porfíricas de coloración verdosa de baja alteración y medianamente fracturadas, mientras de las rocas de la Formación Ciano correspondieron a areniscas y Limolitas altamente alteradas</p>							
FOTOGRAFÍA							
 <p>The photograph shows a steep, rocky outcrop with a clear horizontal line of discordance. The upper part of the outcrop is labeled 'Formación Ciano' and consists of light-colored, weathered sandstones and limonites. The lower part is labeled 'Formación Celica' and consists of darker, greenish, andesitic porphyries. A person in a blue shirt and cap stands at the bottom left of the outcrop for scale. A dashed black line traces the boundary between the two formations across the entire width of the image.</p>							

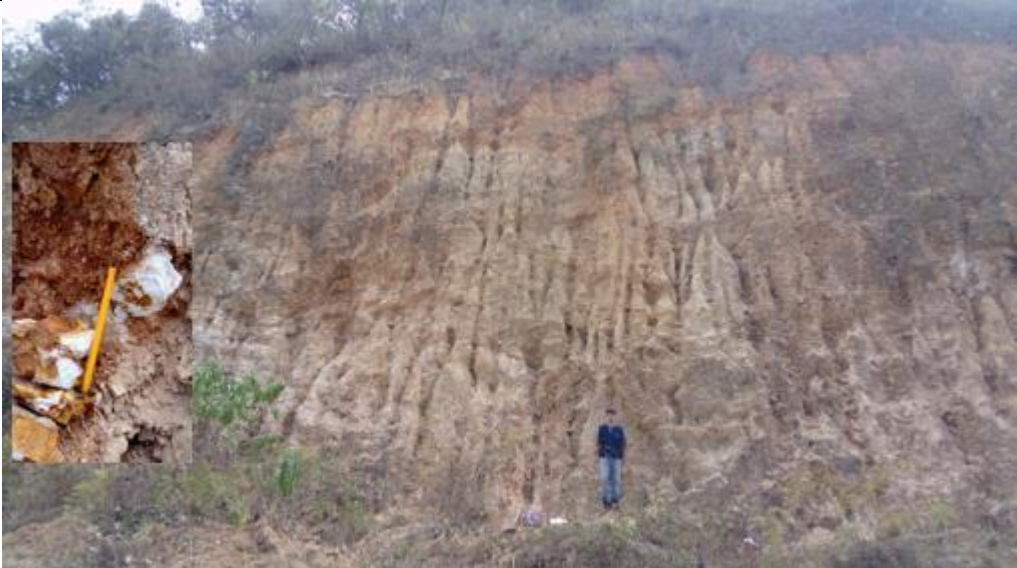
FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	36		
Muestra:							
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Celica	Parroquia	Sabanilla	Sector	Huertas
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	600893			Natural			
Y	9537881			Antrópico	X		
Z	709,90			Dimensiones	Altura		
DATUM	WGS84				Longitud		
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario ()			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica (X)			
Meteorización	Media			Fracturas			
Datos estructurales							
Rumbo	N/A			Buzamiento	N/A		
DESCRIPCIÓN							
<p>Afloramiento que presenta el contacto discordante entre la Formación Ciano sobre la Formación Celica. Las rocas de la Formación Celica se presentan como xenolitos y bloques andesíticos medianamente fracturados, la formación Ciano se observó como areniscas altamente meteorizadas de coloración naranja</p>							
FOTOGRAFÍA							
							


FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	40		
Muestra:	N/A						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	Larama	Sector	Catapo
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	620565			Natural	x		
Y	9525351			Antrópico			
Z	800m			Dimensiones	Altura	5m	
DATUM	WGS84				Longitud	10m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo (X)	Metamórfico ()		Sedimentario ()			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica (X)			
Meteorización	Baja			Fracturas	medias		
Datos estructurales							
Rumbo				Buzamiento			
DESCRIPCIÓN							
<p>Afloramiento de andesitas basálticas correspondiente a la formación Punta de Piedra, altamente fracturado, se observan diaclasas que presentan una separación centimétrica (2cm a 4cm), existe la presencia de minerales como clorita, cuarzos, piritas diseminadas.</p>							
FOTOGRAFÍA							
							


CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	42		
Muestra:	n/a						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	Larama	Sector	Tangula
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	624495			Natural			
Y	9533742			Antrópico	x		
Z	2646			Dimensiones	Altura	10	
DATUM	WGS84				Longitud	22	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo (x)	Metamórfico ()			Sedimentario ()		
Tipo de Roca	Plutónica (x)				Volcánica ()		
Meteorización	alta			Fracturas			
Datos estructurales							
Rumbo	n/a			Buzamiento	n/a		
DESCRIPCIÓN							
<p>Afloramiento granodiorítico, se pudo observar bloques de granodiotira altamente meteorizados, se evidenció en la muestra de mano minerales como caolín, piroxenos cuarzos y feldspatos de gran tamaño, las rocas se encuentran en una matriz arcillosa</p>							
FOTOGRAFÍA							
							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS						
Responsable:	Alexander Rodríguez		Afloramiento N°	43		
Muestra:	n/a					
UBICACIÓN						
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia		Sector
LOCALIZACIÓN			TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	621438		Natural	x		
Y	9536165		Antrópico			
Z	1980		Dimensiones	Altura	14m	
DATUM	WGS84			Longitud	21m	
TIPO DE MATERIAL						
Ambiente	Ígneo (x)	Metamórfico ()		Sedimentario ()		
Tipo de Roca	Plutónica (x)			Volcánica ()		
Meteorización	media			Fracturas	altas	
Datos estructurales						
Rumbo	N/a		Buzamiento	n/a		
DESCRIPCIÓN						
<p>Afloramiento de granodiorita, altamente fracturada, presenta una textura fanerítica, se pudo observar minerales como el cuarzo, feldespato, plagioclasas y piroxenos, y también la incrustación de vetillas de CaCO₃, ya que reaccionó a la aplicación del HCL</p>						
FOTOGRAFÍA						
						

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	47		
Muestra:							
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Celica	Parroquia	Celica	Sector	Guana Guana
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	621080			Natural			
Y	9540990			Antrópico			
Z	1200			Dimensiones	Altura	13	
DATUM	WGS84				Longitud	18	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo (x)	Metamórfico ()		Sedimentario (x)			
Tipo de Roca	Plutónica (x)			Volcánica ()			
Meteorización	alta			Fracturas			
Datos estructurales							
Rumbo	n/a			Buzamiento	n/a		
DESCRIPCIÓN							
<p>Afloramiento con presencia de cárcavas, comprendido por arcillas de tonalidad rojo blanquecino, se pudo observar capas dispersas compactas de feldespatos altamente alterados a caolín, la roca madre corresponde a una diorita que efectivamente borde la parte N de la granodiorita de Tangula, asociado posiblemente a la última fase del emplazamiento de este</p>							
FOTOGRAFÍA							
							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	47		
Muestra:	CL-R-47						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	Celica	Sector	Casharumi
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	618519			Natural			
Y	9545329			Antrópico	X		
Z	1700			Dimensiones	Altura	6m	
DATUM	WGS84				Longitud	24m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario (X)			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica ()			
Meteorización	alta			Fracturas	n/a		
Datos estructurales							
Rumbo	n/a			Buzamiento	n/a		
DESCRIPCIÓN							
<p>En el sector Casharumi parroquia Celica, al margen de la vía Celica-Casharumi, se evidenció un afloramiento de 6m de altura y 24m de longitud, se observó un deslizamiento tipo derrubio que ha sido provocado por la creación de la vía principal. Este afloramiento consiste en arcillas limosas (provenientes de la alta meteorización y transporte de las andesitas de la formación Celica) tienen coloración ocre, resistencia en seco baja, dilatancia lenta, tenacidad media, plasticidad media, su consistencia se presentó muy suave, además se percibió un olor orgánico terroso, finalmente la muestra se encontraba ligeramente húmeda.</p>							
FOTOGRAFÍA							
 <p>La fotografía muestra un talud de tierra ocre con una zona de deslizamiento delimitada por líneas amarillas y rojas discontinuas. Se ven etiquetas como 'Cobertura vegetal' en rojo, 'Deslizamiento' en amarillo y 'ARCILLAS LIMOSAS' en blanco. Una persona está de pie en la parte inferior de la imagen para proporcionar una referencia de escala.</p>							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	48		
Muestra:	CL-R-47						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	Celica	Sector	Cruzpamba
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	615072			Natural			
Y	9543815			Antrópico	X		
Z	1600			Dimensiones	Altura	8m	
DATUM	WGS84				Longitud	16m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario (X)			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica ()			
Meteorización	alta			Fracturas	n/a		
Datos estructurales							
Rumbo	n/a			Buzamiento	n/a		
DESCRIPCIÓN							
<p>En el sector Corral del Señor, parroquia Celica, cantón Celica, al margen de la vía Cruzpamba-Algarrobillo se evidenció un afloramiento de 8m de altura y 16m de longitud presenta escasa cobertura vegetal conformado por intercalación de Limo arcilloso de coloración naranja blanquecino con guijos y bloques andesíticos (Formación Celica).</p>							
FOTOGRAFÍA							
							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	49		
Muestra:	CL-R-49						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Celica	Parroquia	Celica	Sector	Corral del Señor
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	615072			Natural			
Y	9543815			Antrópico	x		
Z	1600			Dimensiones	Altura	8m	
DATUM	WGS84				Longitud	16m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario (x)			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica ()			
Meteorización	alta			Fracturas	s/n		
Datos estructurales							
Rumbo	s/n			Buzamiento	s/n		
DESCRIPCIÓN							
<p>Al margen de la vía Cruzpamba-Algarrobillo se evidenció un afloramiento de 8m de altura y 16m de longitud presenta escasa cobertura vegetal conformado por intercalación de Limo arcilloso de coloración naranja blanquecino con guijos y bloques andesíticos (Formación Celica). Además se observó un deslizamiento tipo reptación</p>							
FOTOGRAFÍA							
<p>The photograph shows a geological outcrop with distinct layers. A person is standing at the base for scale. Red dashed lines outline the outcrop's dimensions. Labels include 'Arcillas' (clay), 'Intercalación con bloques y guijos andesíticos' (intercalation with andesitic blocks and pebbles), and 'Bloques andesíticos' (andesitic blocks).</p>							


FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	52		
Muestra:	s/n						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Celica	Parroquia	Cruzpamba	Sector	Zapallal
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	606973			Natural			
Y	9538529			Antrópico	x		
Z	840			Dimensiones	Altura	12	
DATUM	WGS84				Longitud	8	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario (x)			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica ()			
Meteorización	alta			Fracturas			
Datos estructurales							
Rumbo	s/n			Buzamiento	s/n		
DESCRIPCIÓN							
<p>Afloramiento antrópico que presenta material limo arcilloso como matriz, y bloques andesíticos de la formación Celica, se pudo observar en las rocas andesíticas presentan tonalidades verdosas y la presencia de minerales como clorita, minerales subhedrales de piroxeno y hornblenda</p>							
FOTOGRAFÍA							
							


FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	53		
Muestra:	CL-R-53						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	Cruzpamaba	Sector	El Guineo
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	607160			Natural			
Y	9535767			Antrópico	x		
Z	800			Dimensiones	Altura	3m	
DATUM	WGS84				Longitud	12m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario (x)			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica ()			
Meteorización				Fracturas			
Datos estructurales							
Rumbo	n/d			Buzamiento	n/d		
DESCRIPCIÓN							
<p>Al margen de la vía Cruzpamba-Sabanilla se evidenció un afloramiento de arcillas blancas de 3m de altura y 12m de longitud, coloración marrón claro con intercalaciones blaquecinas, se pudo observar la presencia de minerales tales como el caolín y en menor cantidad cuarzo. En cuanto a sus características identificadas en campo se tiene, resistencia en seco media, dilatancia nula, tenacidad media, su plasticidad fue baja y finalmente la muestra se encontraba seca y presentaba abundante cobertura vegetal</p>							
FOTOGRAFÍA							
<p>The photograph shows a geological outcrop of clay. A red dashed line indicates the top of the vegetation cover. A person is standing next to the outcrop for scale. An inset shows a close-up of the clay sample with a yellow pencil for scale.</p>							

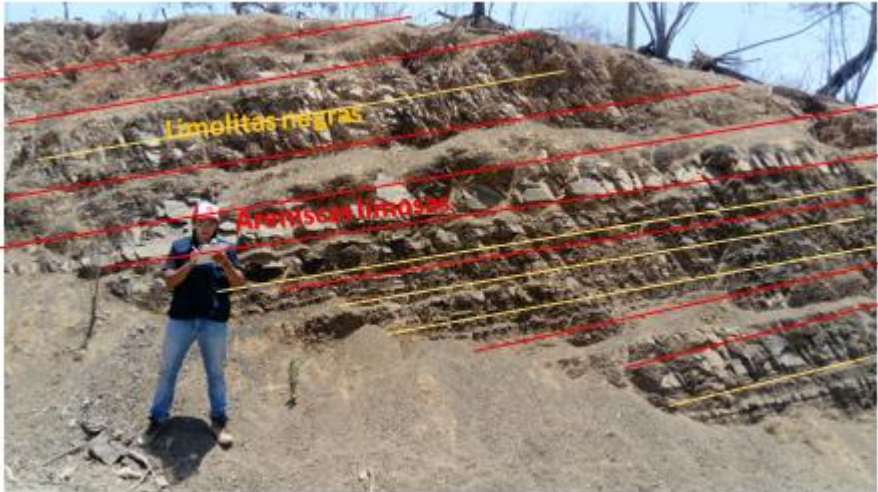
FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	57		
Muestra:							
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Pindal	Parroquia	Pindal	Sector	Varas Blancas
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	599131			Natural			
Y	9542214			Antrópico	X		
Z	754			Dimensiones	Altura	6m	
DATUM	WGS84				Longitud	25m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario (x)			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica (X)			
Meteorización				Fracturas			
Datos estructurales							
Rumbo	N/D			Buzamiento	N/D		
DESCRIPCIÓN							
Afloramiento ubicado al margen de la vía Sabanilla Pindal, que presenta alternancia de areniscas (potencia de 1 a 2 m) y limolitas (potencia 30cm a 70cm) altamente alteradas con bloques métricos de andesitas de la formación Celica.							
FOTOGRAFÍA							


FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	61		
Muestra:	PD-R-61						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	Doce de Diciembre	Sector	Doce de Diciembre
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	603487			Natural			
Y	9551381			Antrópico		X	
Z	800			Dimensiones		Altura	10m
DATUM	WGS84					Longitud	15m
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario (x)			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica ()			
Meteorización	alta			Fracturas		n/d	
Datos estructurales							
Rumbo	n/d			Buzamiento	n/d		
DESCRIPCIÓN							
<p>En el sector Doce de Diciembre al margen de la vía Celica-Alamor se evidenció un deslizamiento tipo rotacional considerable, el afloramiento tiene 10m de altura y 15m de longitud, este consta de arcillas con poca intercalación de bloques basalto andesíticos de la formación Celica, las arcillas presentan tonalidades externas de marrón rojizo, mientras que la muestra fresca presenta tonalidades marrones claras.</p>							
FOTOGRAFÍA							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	63		
Muestra:	CL-R-63						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Celica	Parroquia	Celica	Sector	Celica
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	614286			Natural			
Y	9547910			Antrópico	X		
Z	2000			Dimensiones	Altura	13m	
DATUM	WGS84				Longitud	40m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario ()			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica (X)			
Meteorización	media			Fracturas	n/d		
Datos estructurales							
Rumbo	n/d			Buzamiento	N7d		
DESCRIPCIÓN							
<p>En el sector Celica, al margen de la vía Celica-Alamor donde se evidenció un afloramiento de 13m de altura y 40m de longitud, compuesto por arcillas de coloración marrón anaranjado, resistencia en seco media, dilatación nula a lenta, tenacidad media, la plasticidad es media, presentó consistencia suave, olor terroso, la muestra se encontraba medianamente húmeda y finalmente se pudo observar la presencia de surcos ocasionados por agentes meteorización como el agua, además de poca a mediana cobertura vegetal.</p>							
FOTOGRAFÍA							
							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	66		
Muestra:	MC-R-66						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	Macará	Sector	Algodonal de Jupal
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	601263			Natural			
Y	9527769			Antrópico	x		
Z	430			Dimensiones	Altura	20m	
DATUM	WGS84				Longitud	80m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario ()			
Tipo de Roca	Plutónica (x)			Volcánica ()			
Meteorización				Fracturas			
Datos estructurales							
Rumbo	n/d			Buzamiento	n/d		
DESCRIPCIÓN							
<p>En el sector Algodonal de Jupal, al margen de la vía Macará-Saucillo se pudo evidenciar un afloramiento de pórfido riolítico compuesto principalmente por fenocristales de cuarzo (20%), feldespatos (70%) y minerales accesorios de grano fino (10%) como biotita, hornablenda, micas y pirita en menor proporción, el afloramiento presenta una estructura homogénea compacta, diaclasas estrechas planas rellenas de óxidos de hierro, finalmente tiene un color blanco y presenta media cobertura vegetal.</p>							
FOTOGRAFÍA							
 <p style="text-align: center;">Pórfido riolítico</p>							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	72		
Muestra:	n/d						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Zapotillo	Parroquia	Garzareal	Sector	Garzareal
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	583787			Natural	X		
Y	9529953			Antrópico			
Z	469			Dimensiones	Altura	5	
DATUM	WGS84				Longitud	10	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario ()			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica (X)			
Meteorización				Fracturas			
Datos estructurales							
Rumbo	Flanco izq: N43°E Flanco derecho: N55°W			Buzamiento	Flanco izq: 81°SE Flanco derecho: 16°NW		
DESCRIPCIÓN							
<p>En el sector Garzareal se pudo evidenciar un afloramiento que consistía en un anticlinal tumbado, compuesto por una secuencia estratificada subhorizontal de capas de areniscas limosas gris oscuro, con niveles finos de Limolitas negras</p>							
FOTOGRAFÍA							
							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	76		
Muestra:	n/d						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	Garzareal	Sector	Garzareal
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	577066			Natural			
Y	9532668			Antrópico	X		
Z	520			Dimensiones	Altura	12m	
DATUM	WGS84				Longitud	4m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario (x)			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica ()			
Meteorización				Fracturas	N/D		
Datos estructurales							
Rumbo	S84°W			Buzamiento	30°NW		
DESCRIPCIÓN							
<p>En el sector Garzareal se pudo evidenciar un afloramiento compuesto por una secuencia estratificada inclinada (Rumbo S84°W y buzamiento 30°NW) de capas de areniscas limosas gris oscuro (0,50m de espesor), con niveles finos de Limolitas negras (3cm-5cm)</p>							
FOTOGRAFÍA							
							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	97		
Muestra:							
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Zapotillo	Parroquia	Zapotillo	Sector	Cerezo
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	581051			Natural			
Y	9515043			Antrópico	x		
Z	256			Dimensiones	Altura	8m	
DATUM	WGS84				Longitud	15m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario (x)			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica ()			
Meteorización	media			Fracturas	alta		
Datos estructurales							
Rumbo				Buzamiento			
DESCRIPCIÓN							
<p>En el presente afloramiento se puede observar una alternancia de capas centimétricas de lutitas y Limolitas de color negro a gris oscuro bien fracturadas, además es posible observar la presencia de nódulos calcáreos alargados, la disposición de los estratos está regida por un rumbo de N87W y buzamiento de 10NE</p>							
FOTOGRAFÍA							
							

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	108		
Muestra:							
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Zapotillo	Parroquia	Limones	Sector	Limones
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	569356			Natural			
Y	9516399			Antrópico	x		
Z	240			Dimensiones	Altura	2,5m	
DATUM	WGS84				Longitud	13m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario (x)			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica ()			
Meteorización				Fracturas			
Datos estructurales							
Rumbo	N40°E			Buzamiento	4°SE		
DESCRIPCIÓN							
<p>En el sector Limones se pudo evidenciar un afloramiento perteneciente a la formación Ciano, comprendido por intercalaciones de espesores centimétricos de areniscas, limolitas y lutitas de coloración gris oscuro, las capas se encuentran en la siguiente disposición Rumbo N40°E y Bz 4°SE, finalmente presenta escasa cobertura vegetal</p>							
FOTOGRAFÍA							
							

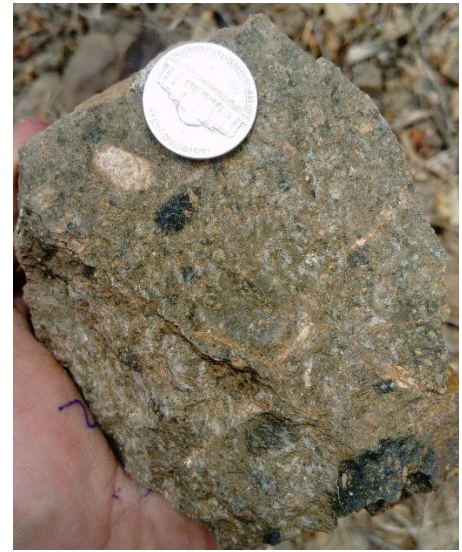
FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Responsable:	Alexander Rodríguez			Afloramiento N°	169		
Muestra:	n/d						
UBICACIÓN							
Provincia	Loja	Cantón	Macará	Parroquia	Cazaderos	Sector	Progreso
LOCALIZACIÓN				TIPO DE AFLORAMIENTO			
X	558781			Natural			
Y	9549396			Antrópico	X		
Z	240			Dimensiones	Altura	4m	
DATUM	WGS84				Longitud	5m	
TIPO DE MATERIAL							
Ambiente	Ígneo ()	Metamórfico ()		Sedimentario (X)			
Tipo de Roca	Plutónica ()			Volcánica ()			
Meteorización				Fracturas			
Datos estructurales							
Rumbo	N76°W			Buzamiento	80°WW		
DESCRIPCIÓN							
<p>En el sector Progreso al margen de la vía se pudo evidenciar un afloramiento comprendido por secuencias de Limolitas negras en estratos muy delgados y lutitas, con la presencia de vetillas de calcita en intercalación</p>							
FOTOGRAFÍA							
 <p>The photograph shows a geological outcrop with distinct layers. Labels with arrows point to different features: 'Limolitas negras' (black limonite) in black text, 'Lutitas negras' (black lutite) in yellow text, and 'Calcita' (calcite) in red text. A person is standing at the base of the outcrop for scale.</p>							

ANEXO 5.

FICHAS DE DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS DE MANO

		<h1>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</h1>			
		Ficha de descripción macroscópica de rocas			
No de Muestra:		M-015		Datum:	
				WGS84	
Coordenadas UTM					
X= 621416		Y= 9528854		Z= 940	
Grupo genético		Ígneo			
Color de la roca		Negro verdoso			
Textura		Afanítica			
Estructura		Masiva			
Dureza		Dura			
Tamaño de los componentes		Grano fino (2- 0.1mm)			
Composición mineralógica (%)		Plagioclasa 20% Piroxeno 10% Olivino 15% Sílice 35%			
Minerales secundarios (%)		Óxidos de hierro 20%			
Estado de alteración		Media			
Protolito (en caso de ser roca metamórfica)		N/D			
Nombre de la roca		Basalto Toleítico			
Observaciones		Se pudo observar que la mayor cantidad del masiso rocoso se encuentra sobresaturado en sílice			
Colector		Alexander Rodríguez			


		<h1>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</h1>			
		Ficha de descripción macroscópica de rocas			
No de Muestra:		M-27		Datum:	WGS84
Coordenadas UTM					
X= 602880		Y= 9526615		Z= 430	
Grupo genético		Ígneo			
Color de la roca		Verde grisáceo			
Textura		Porfídica			
Estructura		Masiva			
Dureza		Dura			
Tamaño de los componentes		Grano grueso (5-2mm)			
Composición mineralógica (%)		Matriz tobácea 50%			
		Plagioclasa 20%			
		Piroxeno 20%			
Minerales secundarios (%)		Vidrio volcánico 10%			
Estado de alteración		Alta			
Protolito (en caso de ser roca metamórfica)		N/D			
Nombre de la roca		Brecha andesítica			
Observaciones		Se observó cristales de vidrio volcánico de 10 a 30 mm			
Colector		Alexander Rodríguez			



 <p>1859</p>	<h1>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</h1>		
	Ficha de descripción macroscópica de rocas		
No de Muestra:	M-42	Datum:	WGS84
Coordenadas UTM			
X= 624495	Y= 9533741	Z= 800	
Grupo genético	Ígneo		
Color de la roca	Blanca		
Textura	Fanerítica		
Estructura	Masiva		
Dureza	Media		
Tamaño de los componentes	Grano medio (1-5mm)		
Composición mineralógica (%)	Feldespatos 35% Cuarzo 20% Hornblenda 30%		
Minerales secundarios (%)	Óxidos de hierro 5%		
Estado de alteración	Alto		
Protolito (en caso de ser roca metamórfica)	N/D		
Nombre de la roca	Granodiorita		
Observaciones	Se observan minerales de hornblenda de 3 a 10mm		
Colector	Alexander Rodríguez		

		<h1>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</h1>			
		Ficha de descripción macroscópica de rocas			
No de Muestra:		M-073		Datum:	WGS84
Coordenadas UTM					
X= 584074		Y= 5532332		Z= 320	
Grupo genético		Sedimentaria			
Color de la roca		Pardo			
Textura		Arenosa			
Estructura		Estratos medianamente gruesos (50-20cm)			
Dureza		Media			
Tamaño de los componentes		Grano medio (2mm-0,1mm)			
Composición mineralógica (%)		Micas 60%			
		Feldespatos 20%			
		Cuarzo 10%			
Minerales secundarios (%)		Calcita 5%			
		Piroxenos 5%			
Estado de alteración		alto			
Protolito (en caso de ser roca metamórfica)		N/D			
Nombre de la roca		Grauvaca de grano grueso, levemente calcárea			
Observaciones		Se comprobó con ayuda del HCL la presencia de carbonatos en la muestra			
Colector		Alexander Rodríguez			



 <p>1859</p>	<h1>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</h1>		
	Ficha de descripción macroscópica de rocas		
No de Muestra:	M-73	Datum:	WGS84
Coordenadas UTM			
X= 591568	Y= 9543412	Z= 600	
Grupo genético	Sedimentaria		
Color de la roca	Marrón oscuro		
Textura	Muy bien sorteada		
Estructura	Estratos finos (20-5 cm)		
Dureza	Media		
Tamaño de los componentes	Grano muy fino		
Composición mineralógica (%)	Cuarzo 40% Feldespatos 35% Granates 15%		
Minerales secundarios (%)	Oxidos de hierro 10%		
Estado de alteración	Media		
Protolito (en caso de ser roca metamórfica)	N/D		
Nombre de la roca	Arenisca limosa		
Observaciones			
Colector			


		<h1>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</h1>			
		Ficha de descripción macroscópica de rocas			
No de Muestra:				Datum:	WGS84
Coordenadas UTM					
X= 591568		Y= 9543412		Z=	
Grupo genético					
Color de la roca		Grisáceo			
Textura		Arenosa			
Estructura		Estratos medianamente gruesos (50-20cm)			
Dureza		Media			
Tamaño de los componentes		Grano medio (2-0.5mm) a grano fino (2-0.1mm)			
Composición mineralógica (%)		Micas 40% Feldespatos 35% Cuarzo 15%			
Minerales secundarios (%)		Óxidos de hierro 10%			
Estado de alteración		Bajo			
Protolito (en caso de ser roca metamórfica)		S/N			
Nombre de la roca		Grauvaca de grano fino			
Observaciones					
Colector		Alexander Rodríguez			



ANEXO 6.

RESULTADO DE LOS ENSAYOS FÍSICOS Y MECÁNICOS

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”



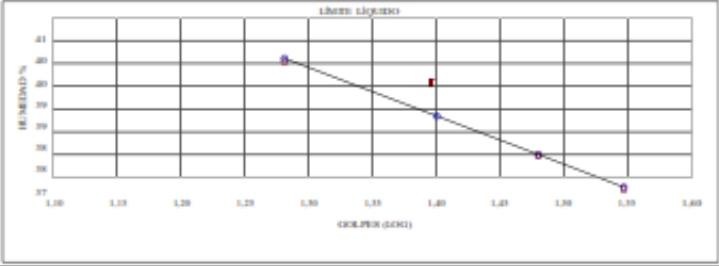
"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CLASIFICACION


PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000	NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
COORDENADA: X = 607.513,00 Y = 9.524.892,00 Z = 410,00 msnnm	BONDOS: METRIBLOC MC-8-25
LOCALIDAD: FASAJE DE JUJAL	AFIJAMIENTO: 25
DIRECTOR: ALEXANDER FERNANDO RODRIGUEZ SAABEDRA	FECHA: 2020-09-16

	GRUPOS	PESO HUM.	PESO SECO	CAPSULA	w %	RESULTADO
1- CONTENIDO DE AGUA		371,30 403,50	353,70 384,90	77,30 79,50	6,37 6,09	6,23
2- LIM. LIQUIDO	19	43,97	37,77	17,35	40,16	38,95
	25	42,18	35,22	17,41	39,88	
	30	38,91	32,98	17,41	38,09	
	35	36,41	31,32	17,69	37,34	
3- LIMITE PLÁSTICO		12,69	12,27	8,73	11,86	11,87
		12,51	12,15	9,12	11,88	

4- GRANULOMETRÍA				5- CLASIFICACIÓN	
PESO (No)	150,00	(U'S)	5	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			150,00	ARENA	40
				FINOS	60
TAMIZ	PESO RET. ACUM.	% RET.	% PASA	LL =	39,00
1"	0,00	0,00	100	LP =	12,00
3/4"	0,00	0,00	100	IF =	27,00
1/2"	0,00	0,00	100		
3/8"	0,00	0,00	100		
No. 4	0,50	0,33	100	CLASIFICACIÓN	
No. 10	3,50	2,67	98	SUCS :	Cl. Arcilla à bajo plasticidad
No. 40	40,80	27,53	73	AASHTO:	A-6 Suelos arcillosos
No. 200	60,10	40,40	60	UC(88):	11
				UC(45):	11



CLASIFICACION AASHTO: Suelos arcillosos (A-6)




Ing. Civil Israel S. Villavicencio A.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR

"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS

Ciudad: www.giohormiv.com
 BUC: 0968 032 283001
 Dirección: Av. Héctor de Pazos y Avenida F. (Paseo a la CAPE ZARAJAL)
 CUS: 0990 212 799
 Servicio: • Estudios Geotécnicos • Clasificación • Clasificación • Estudios estructurales • Parametrización • Topografía • Control de calidad de materiales • Instalación • Construcción • Estudios de impacto ambiental

Zaragoza - Ecuador

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”



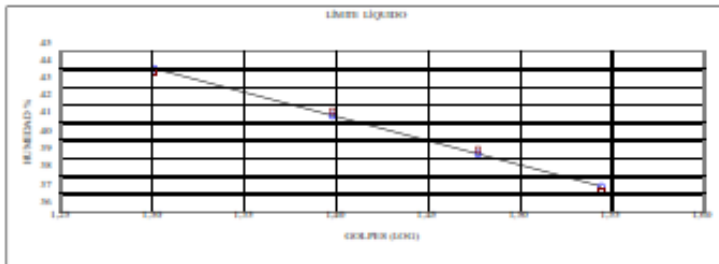
"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN


PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000	NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
COORDENADA: X = 601.729,00 Y = 9.527.346,00 Z = 430 msnnm	BONDRES: MC-8-28
LOCALIDAD: ALGODONAL DE JUPAL	AJUSTAMIENTO: 28
DIRECTOR: ALEXANDER FERNANDO RODRIGUEZ SAAVEDERA	FECHA: 2020-09-14

	GRUPES	PESO HUM.	PESO SECO	CAPSLA	w %	RESULTADO
1- CONTENIDO DE AGUA		365,60 378,50	348,40 360,40	71,40 79,50	6,21 6,44	6,33
2- LIM. LIQUIDO	20	44,69	36,44	17,61	43,81	41,40
	25	41,53	34,39	17,25	41,66	
	30	41,34	34,62	17,60	39,48	
	35	39,99	33,97	17,77	37,16	
3- LIMITE PLÁSTICO		13,14	12,74	8,89	10,39	10,44
		12,62	12,25	8,72	10,48	

4- GRANULOMETRÍA				5- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	150,00	(H ₂ O)	5	GRAVA	6
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			150,00	ARENA	41
				FINOS	52
TAMIZ	PESO RT.	% RET.	% PASA	LL =	41,00
1"	0,00	0,00	100	LP =	10,00
3/4"	0,00	0,00	100	IP =	31,00
1/2"	0,00	0,00	100		
3/8"	0,00	0,00	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	9,60	6,40	100	SUCS :	CL Arcilla de baja plasticidad
No. 10	34,40	29,33	94	AASHTO:	A-7-6 Suelos arcillosos
No. 40	58,40	45,33	55	IG(86):	11
No. 200	71,60	54,13	46	IG(45):	11



CLASIFICACION AASHTO: Suelos arcillosos (A-7-6)



Ing. Civil Israel S. Villavicencio A.

"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS


Correo: geo@geohormiv.com TEL: 09819228001

Ubicada: Av. Simón de Bolívar y Avenida F. (Paseo a la CAPE ZAMBA) CEL: 0991212789

Servicio: • Estudios Geotécnicos • Clasificación • Estudios ambientales • Percepciones • Topografía • Control de calidad de materiales • Pavimentación • Construcción • Estudios de impacto ambiental

Zamora - Ecuador

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”



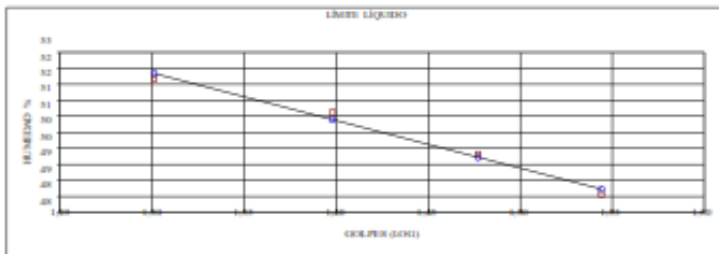
"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

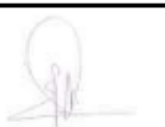
PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000	NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
COORDENADA: X = 618.519,00 Y = 9.545.329,00 Z = 1809 m s.n.m.	BONDRES:
LOCALIDAD: CASHARUMI	MÉTRICO: CL-E-47
DIRECTADO: ALEXANDER FERNANDO RODRIGUEZ SAAYTEIRA	AJUSTAMIENTO: 47
	FECHA: 2020-09-17

	COLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1- CONTENIDO DE AGUA		380,80 266,90	327,80 230,60	79,40 79,70	21,34 24,06	22,70
2- LIM. LIQUIDO	20	46,14	36,45	17,70	51,68	50,40
	25	40,82	33,04	17,67	50,62	
	30	39,74	32,47	17,73	49,32	
	35	36,75	30,52	17,56	48,07	
3- LIMITE PLÁSTICO		12,80 12,67	12,16 12,02	8,98 8,88	20,13 20,70	20,41

4- GRANULOMETRÍA				5- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	150,00	(H ₂ O)	5	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			150,00	ARENA	4
				FINOS	96
TAMIZ	PESO RT.	% RET.	% PASA	LL =	50,00
1"	0,00	0,00	100	LP =	20,00
3/4"	0,00	0,00	100	IP =	30,00
1/2"	0,00	0,00	100		
3/8"	0,00	0,00	100		
No. 4	0,00	0,40	100	CLASIFICACIÓN	
No. 10	1,30	1,27	99	SUCS:	CH Arcillo a alta plasticidad
No. 40	2,60	2,13	98	AASHTO:	A-7-6 Suelos arcillosos
No. 200	6,00	4,40	96	LI(60):	11
				LI(45):	18



CLASIFICACION AASHTO: Suelos arcillosos (A-7-6)



Ing. Civil Israel S. Villavicencio A.

"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS


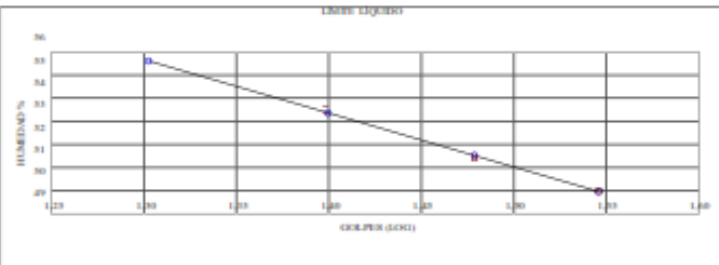

Correo: geo.hormiv@telecel.com.ec TEL: 09913228001

Dirección: Av. Simón de Paquin y Avenida F. (Paseo a la CUPE ZAMORA) TEL: 0991212789


Servicios: • Estudios Geotécnicos • Clasificación • Estudios estructurales • Pavimentación • Termostata • Control de calidad de materiales • Fiscalización • Construcción • Estudios de impacto ambiental

Zamora - Ecuador

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”

 "GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS						
ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN						
PROYECTO : CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000				NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27		
COORDENADA: X = 615.072,00 Y = 9.543.815,00 Z = 1818 msnm		BOVEDAS:		MUESTRAS: CL-E-08		
LOCALIDAD: CERRO VERDE		ASPECTAMENTO: 48		FECHA: 2020-09-16		
MUESTREADOR: ALEXANDER FERNANDO RODRIGUEZ SAAVEDRA						
	GOLFES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		291,30 305,20	254,90 266,70	78,90 76,70	20,80 20,26	20,53
2.- LIM. LIQUIDO	20 25 30 35	47,93 41,69 40,11 40,99	37,12 33,29 32,29 33,14	17,06 17,59 17,08 17,43	55,55 53,50 51,41 49,97	53,36
3.- LIMITE PLÁSTICO		12,76 12,55	12,49 12,28	8,79 8,63	7,30 7,40	7,35
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO INICIAL: 150,00 (H/S)		5		GRAVA 0		
PESO FINAL DE CÁLCULO: 150,00				ARENA 7		
				FINOS 93		
TAMIZ	PESO RT.	% RET.	% PASA	LL = 53,00		
1"	0,00	0,00	100	LP = 7,00		
3/4"	0,00	0,00	100	UP = 46,00		
1/2"	0,00	0,00	100			
3/8"	0,00	0,00	100	CLASIFICACIÓN		
No. 4	0,00	0,00	100	SUCS : CH Arcilla de alta plasticidad		
No. 10	0,10	0,07	100	AASHTO: A-7-6 Suelos arcillosos		
No. 40	1,90	1,27	99	UC(60): 4E		
No. 200	10,50	7,00	93	UC(45): 19		
						
CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelos arcillosos (A-7-6)						
 Ing. Civil Israel S. Vilavicencio A.						
"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS						
Correo: geo.hormiv@telecom.net.ec					RUC: 1900302200001	
Ubicacion: Av. Héroes de Píezarba y Avenida F. (Paseo a la CATEDRAL ZAMORA)					CUI: 0001212789	
Servicio: • Estudios Geotécnicos • Clasificación • Caracterización • Estudios estructurales • Pseudométricos • Topografía • Control de calidad de materiales • Instalación de • Construcciones • Estudios de impacto ambiental						
Zamora - Ecuador						

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”



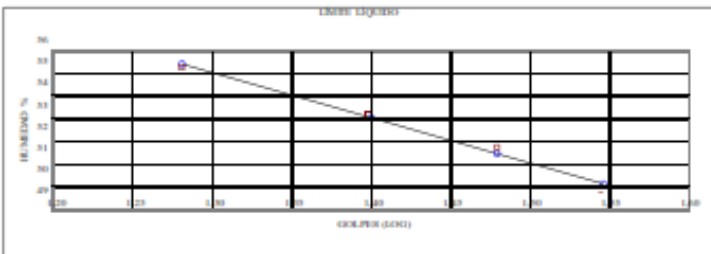
"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN


PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000	NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
COORDENAS: X = 613.175,00 Y = 9.541.502,00 Z = 1600 msnm	BONDOS:
LOCALIDAD: CORRAL DEL SEÑOR	MUESTREO: CL-E-49
BOQUETADO: ALEXANDER FERNANDO RODRIGUEZ SAAVEDRA	ADJUBICAMENTO: 49
	FECHA: 2020-09-22

	GOLETES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA		289,30	228,40	72,50	39,06	38,84
		243,50	195,20	70,10	38,61	
2.- LIM. LIQUIDO	10	45,08	35,92	17,73	35,31	53,00
	25	40,82	32,83	17,81	53,20	
	30	41,93	33,52	17,27	51,75	
	35	41,46	33,35	17,09	49,88	
3.- LIMITE PLASTICO		12,44	11,70	8,82	25,69	24,41
		12,95	12,21	9,01	23,12	

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	150,00	(H/S)	5	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			150,00	ARENA	3
				FINO	97
TAMIZ	PESO RT.	% RET.	% PASA	LL = 53,00 LP = 24,00 IP = 29,00	
1"	0,00	0,00	100		
3/4"	0,00	0,00	100	CLASIFICACIÓN SUCS : CH Arcilla de alta plasticidad AASHTO : A-7-6 Suelos arcillosos IG(86) : 32 IG(45) : 18	
1/2"	0,00	0,00	100		
3/8"	0,00	0,00	100		
No. 4	0,00	0,00	100		
No. 10	0,00	0,00	100		
No. 40	0,20	0,13	100		
No. 200	4,20	2,80	97		



CLASIFICACION AASHTO: Suelos arcillosos (A-7-6)



Ing. Civil Israel S. Villavicencio A.

"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS


Correo: geo.hormiv@unl.edu.ec **RUC:** 090302280001

Ubicacion: Av. Héroes de Píspach y Avenida F. (Paseo a la CAJUE ZAMBA) **CEL:** 0991212789

Servicio: Estudios Geotécnicos - Clasificación - Estudios de suelos - Estudios de suelos arcillosos - Estudios de suelos arenosos - Estudios de suelos orgánicos - Estudios de suelos especiales - Estudios de suelos de alta plasticidad - Estudios de suelos de baja plasticidad - Estudios de suelos de muy baja plasticidad - Estudios de suelos de muy alta plasticidad - Estudios de suelos de muy baja plasticidad - Estudios de suelos de muy alta plasticidad

Zamora - Ecuador

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”



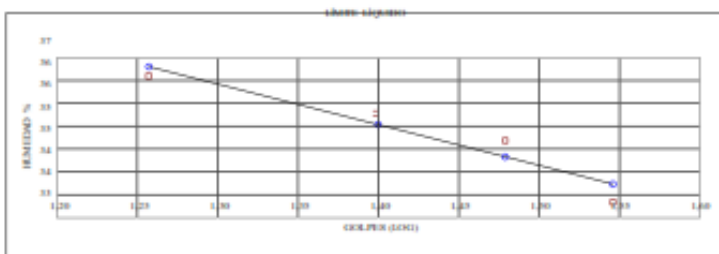
"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

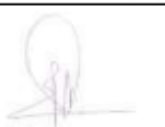
PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000	NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
COORDENADA: X = 607.160,00 Y = 9.535.767,00 Z = 780 mm	BONDOS: CL-E-53
LOCALIDAD: EL GUINEO	AGRUPAMIENTO: 53
DIRECTIVO: ALEXANDER FERNANDO RODRIGUEZ SAAVEDRA	FECHA: 2020-09-14

	GOUPES	PESO HUM.	PESO SECO	CAPSULA	w %	RESULTADO
1- CONTENIDO DE AGUA		331,70 365,80	309,70 342,70	71,10 79,90	9,22 8,79	9,01
2- LIM. LÍQUIDO	18	42,26	35,76	17,75	36,09	35,03
	25	42,80	36,31	17,91	35,27	
	30	42,45	36,02	17,48	34,68	
	35	39,16	33,72	17,40	33,33	
3- LIMITE PLÁSTICO		12,91 12,20	12,42 11,75	9,00 8,53	14,33 13,98	14,15

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	150,00	(H/S)	5	GRAVA	0
PESO FINAL DE CÁLCULO:	150,00			ARENA	16
				FINOS	84
TAMIZ	PESO RT.	% RET.	% PASA	IL =	35,00
1"	0,00	0,00	100	LP =	14,00
3/4"	0,00	0,00	100	IP =	21,00
1/2"	0,00	0,00	100		
3/8"	0,00	0,00	100		
No. 4	0,00	0,00	100	CLASIFICACIÓN	
No. 10	0,00	0,00	100	SECS :	CL Arcilla & liza plasticidad
No. 40	2,40	1,60	98	AASHTO:	A-6 Suelos arcillosos
No. 200	24,60	16,40	84	IC(60):	17
				IC(45):	12



CLASIFICACION AASHTO: Suelos arcillosos (A-6)




Ing. Civil Israel S. Vilavicencio A.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR

"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS

Correo: geo.hormiv@telecel.net.ec	Av. Héctor de Paepeles y Avenida F. (Intersección a la CAFE ZAMORA)	BUC: 090032280001
Teléfono:	• Estudios Geotécnicos • Clasificación • Estudios ambientales • Paramétricos • Topografía • Control de calidad de materiales • Fiscalización • Construcción • Estudios de impacto ambiental	CEL: 0991212789

Zamora - Ecuador

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”



"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS

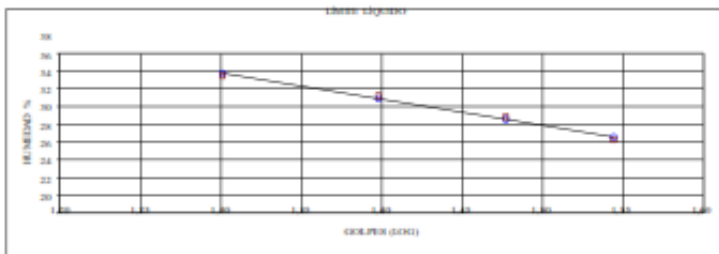
ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000	NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
COORDENADA: X = 603.487,00 Y = 9.551.381,00 Z = 759 mm	BOMBEO: PD-E-61
LOCALIDAD: DOCE DE DICIEMBRE	AGROMENTO: 61
DIRECTADO: ALEXANDER FERNANDO RODRIGUEZ SAAVEDRA	FECHA: 2020-09-22


	COUPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1- CONTENIDO DE AGUA		310,40 302,00	275,70 268,10	72,00 70,60	17,83 17,16	17,10
2- LIM. LIQUIDO	20	44,82	37,71	17,66	35,46	32,87
	25	46,07	39,05	17,90	33,19	
	30	43,61	37,46	17,51	30,83	
	35	43,79	38,08	17,85	28,23	
3- LIMITE PLÁSTICO		13,09 13,44	12,58 12,90	8,86 8,96	13,71 13,71	13,71

4- GRANULOMETRÍA				5- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	150,00	(H/S)	5	GRAYA	0
PESO FINAL DE CÁLCULO:			150,00	ARENA	6
				FINOS	94
TAMIZ	PESO RET.	% RET.	% PASA	U =	33,00
1"	0,00	0	100	LP =	14,00
3/4"	0,00	0	100	IP =	19,00
1/2"	0,00	0	100		
3/8"	0,00	0	100		
No. 4	0,00	0	100		
No. 10	0,20	0	100		
No. 40	1,40	1	99		
No. 200	9,70	6	94		

CLASIFICACIÓN SUCS: CL Arcilla de baja plasticidad AASHTO: A-6 Suelos arcillosos IU(86): 39 IU(45): 12
--



CLASIFICACION AASHTO: Arcillas de baja plasticidad (A-6)




Ing. Civil Israel S. Villavicencio A.

"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS

Correo: geohormiv@geohormiv.com RUC: 090032200001
 Dirección: Av. Marcos de Paz y Avenida F. (Piscinas a la CAPE ZAMBA) CEL: 0991212789
 Servicios: • Estudios Geotécnicos • Clasificación • Estudios estructurales • Piezómetros • Topografía • Control de calidad de materiales • Fiscalización • Construcción • Estudios de impacto ambiental

Zamora - Ecuador

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”



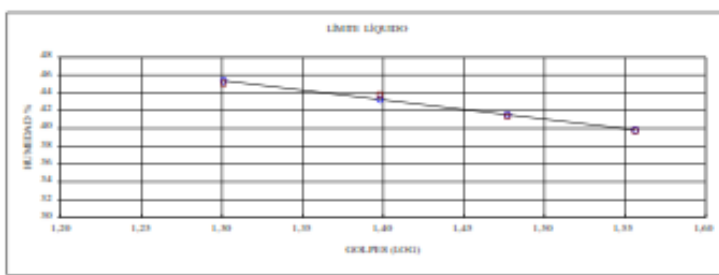
"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000	NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
COORDENADA: X = 614.286,00 Y = 9.547.910,00 Z = 2040 msnnm	BONDOS: MEDERBOS: CL-E-63
LOCALIDAD: CELICA	AFERRAMIENTO: 63
INVESTIGADOR: ALEXANDER FERNANDO RODRIGUEZ SAAVEDRA	FECHA: 2020-09-10


	GOUPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1- CONTENIDO DE AGUA		220,50 249,30	187,00 210,70	71,00 80,10	28,88 29,56	29,22
2- LIM. LIQUIDO	20 25 30 36	44,89 41,62 40,83 42,09	36,49 34,26 34,01 35,09	17,85 17,45 17,53 17,47	45,06 43,78 41,38 39,73	43,21
3- LIMITE PLÁSTICO		12,13 12,07	11,36 11,52	8,52 8,64	18,75 19,10	18,92

4- GRANULOMETRÍA				5- CLASIFICACIÓN	
PESO IN*	150,00	(U/S)	5	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:	150,00			ARENA	2
				FINOS	98
TAMIZ	PESO RT.	% RET.	% PASA	LL =	43,00
1"	0,00	0,00	100	LP =	19,00
3/4"	0,00	0,00	100	IP =	24,00
1/2"	0,00	0,00	100		
3/8"	0,00	0,00	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	0,00	0,00	100	SUCS:	CL. Arcillo à l'hp plasticid
No. 10	0,00	0,00	100	AASHTO:	A-7-6 Suelos arcillosos
No. 40	0,10	0,07	100	IG(60):	25
No. 200	2,70	1,80	98	IG(45):	14



límite líquido

CLASIFICACION AASHTO: Suelos arcillosos (A-7-6)




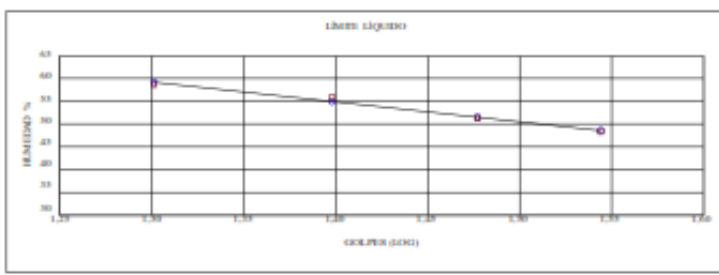
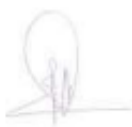
Ing. Civil Israel S. Vilavicencio A.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR

"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS


Correo: info@geohormiv.com.ec TEL: 09603228001
 Ubicación: Av. Simón de Paquin y Avenida F. (Zona de la CAPE ZAMORA) CEL: 0991212789
 Servicios: • Estudios Geotécnicos • Geotécnicos • Clasificación • Estudios estructurales • Permeaciones • Topografía • Control de calidad de materiales • Fiscalización • Construcción • Estudios de impacto ambiental

Zamora - Ecuador

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”

 "GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS						
ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN						
PROYECTO:		CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000			NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27	
COORDENADA:		X = 608.231,00 Y = 9.548.575,00 Z = 2050 msnm			BONDOS: CL-E-64	
LOCALIDAD:		CELICA			AFORAMIENTO: 64	
MUESTRA:		ALEXANDER FERNANDO RODRIGUEZ SAAVEDRA			FECHA: 2020-09-14	
	GOUPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1- CONTENIDO DE AGUA		295,80 329,20	239,70 263,20	80,50 78,00	35,24 35,64	35,44
2- LIM. LIQUIDO	20 25 30 35	38,13 43,80 38,50 39,30	30,63 34,50 31,40 32,25	17,84 34,50 17,57 17,66	58,64 55,79 51,34 48,32	54,92
3- LIMITE PLÁSTICO		13,96 13,93	12,84 12,88	8,50 8,63	25,81 24,71	25,26
4- GRANULOMETRÍA			5- CLASIFICACIÓN			
PESO IN=		150,00 (H ₂ O)	5	GRAVA		0
PESO FINAL DE CÁLCULO:		150,00		ARENA		1
				FINOS		99
TAMIZ	PESO RET.	% RET.	% PASA	IL = 55,00		
1"	0,00	0,00	100	LP = 25,00		
3/4"	0,00	0,00	100	IP = 30,00		
1/2"	0,00	0,00	100	CLASIFICACIÓN		
3/8"	0,00	0,00	100	SUCS: CH Arcilla de alta plasticidad		
No. 4	0,00	0,00	100	AASHTO: A-7-6 Suelos arcillosos		
No. 10	0,00	0,00	100	IH(60): 34		
No. 40	0,30	0,20	100	IH(45): 39		
No. 200	1,20	0,80	99			
						
CLASIFICACION AASHIO: Suelos arcillosos (A-7-6)						
 Ing. Civil Israel S. Villavicencio A. LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR						
"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS Correo: geohormiv@geohormiv.com RUC: 090012200001 Dirección: Av. México de Paqueta y Avenida F. (Paseo a la CAPE ZAMORA) TEL: 0991212789 Servicio: • Estudios Geotécnicos • Clasificación • Estudios estructurales • Piezómetros • Topografía • Control de calidad de materiales • Fundaciones • Construcción • Estudios de impacto ambiental Zamora - Ecuador						

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”



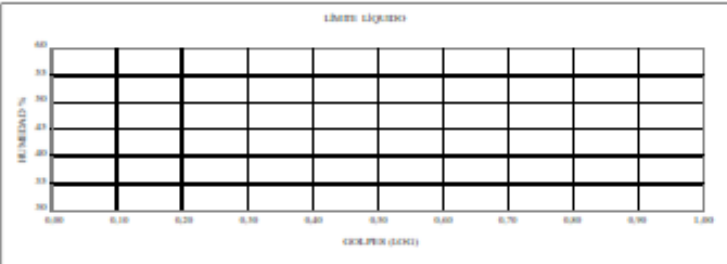
"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000	NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
COORDENADA: X = 597.138,00 Y = 9.528.713,00 Z = 380 mm	BOVEDAS: CL-E-88
LOCALIDAD: EL NARANJO	MUESTREO: 88
BOVEDADO: ALEXANDER FERNANDO RODRIGUEZ SAAVEDRA	FECHA: 2020-09-18

	GOLGES	PESO HUM.	PESO SECO	CAPSULA	w %	RESULTADO
1- CONTENIDO DE AGUA		291,10 249,70	273,90 236,20	79,70 74,00	8,86 8,32	8,59
2- LIM. LÍQUIDO						
3- LIMITE PLÁSTICO						


4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	150,00	(g/s)	5	GRAVA	2
PESO INICIAL DE CÁLCULO:	150,00			ARENA	56
				FINOS	42
TAMIZ	PESO RT.	% RET.	% PASA	LL =	0,00
1"	0,00	0,00	100	LP =	0,00
3/4"	0,00	0,00	100	PL =	0,00
1/2"	0,00	0,00	100		
3/8"	0,00	0,00	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	2,60	1,73	98	SUCS :	SM Arcs limos
No. 10	28,70	20,87	79	AASHTO:	A-4 Suelos limosos
No. 40	62,00	43,07	57	IG(86):	2
No. 200	84,70	58,20	42	IG(45):	2



Hum. líquido

CLASIFICACIÓN AASHTO: Arenas Limosas (A-4)

Observaciones: Debido a la presencia predominante de partículas de tamaño menor a 0,075 mm se considerará como una arena limosa. o se pudorcalzar los ensayos de límite líquido y límite plástico,




Ing. Civil Israel S. Villavicencio A.
LABORADORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR

"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS

Ciudad: www.giohormiv.com TEL: 0980 012200001
 Urbana: Av. Héctor de Pazquiza y Avenida F. (Piscina a la CAJTE ZAMORA) CEL: 0990 212789
 Servici: • Estudios Geotécnicos • Clasificación • Estudios estratigráficos • Fotoagracios • Topografía • Control de calidad de materiales • Inspecciones • Construcción • Estudios de impacto ambiental

Zamora - Ecuador

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”



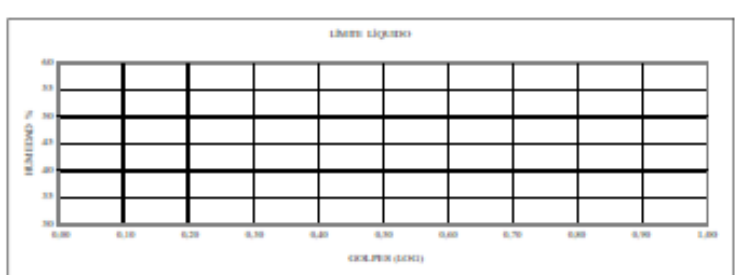
"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000	NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
COORDENADA: X = 566.259,00 Y = 9.515.516,00 Z = 238 mm	BOVEDOS: MUESTRAS: JF-B-110
LOCALIDAD: GUARIMAL	ABRUMAMIENTO: 110
BOVEDADO: ALEXANDER FERNANDO RODRIGUEZ SAAVEDRA	FECHA: 2020-09-14

	GOLFES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1- CONTENIDO DE AGUA		278,30 286,90	251,20 256,00	77,40 80,20	15,59 17,58	16,58
2- LIM. LIQUIDO						
3- LIMITE PLÁSTICO						


4- GRANULOMETRIA				5- CLASIFICACIÓN	
PESO INICIAL: 150,00	(H ₂ O): 5			GRAVA	0
PESO FINAL DE CÁLCULO: 150,00				ARENA	14
				FINES	86
TAMIZ	PESO RT.	% RET.	% PASA	LL =	0,00
1"	0,00	0,00	100	LP =	0,00
3/4"	0,00	0,00	100	PI =	0,00
1/2"	0,00	0,00	100		
3/8"	0,00	0,00	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	0,70	0,47	100	SUCS:	SM Limo
No. 10	9,00	6,47	94	AASHTO:	A-4 Suelos limosos
No. 40	16,20	11,27	89	IG(60):	0
No. 200	21,30	14,67	85	IG(45):	5



LIBROS CEMENTO

CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelos limosos (A-4)

Observaciones: Debido a que la muestra al contacto con el agua se fragua y aumenta su temperatura no se pudo los ensayos de límite líquido y límite plástico.



Ing. Civil Israel S. Vilavicencio A.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR

"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS


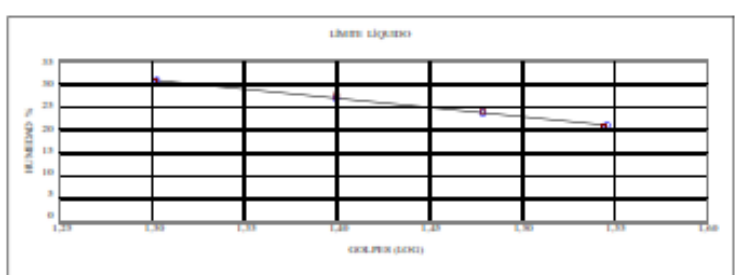

Correo: geohormiv@geohormiv.com TEL: 098102280801

Ubicación: Av. Bóveda de Paqueta y Avenida F. (Piscina a la CACTE ZAMORA) CEL: 0991212789


Servicio: • Estudios Geotécnicos • Clasificación • Estudios estructurales • Proyecciones • Topografía • Control de calidad de materiales • Fiscalización • Construcción • Estudios de impacto ambiental

Zamora - Ecuador

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”

 "GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS							
ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN							
PROYECTO :		CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000			NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27		
COORDENADA:		X = 596.286,00 Y = 9.545.396,00 Z = 720 mm			BONDOS: FD-E-125		
LOCALIDAD:		PINDAL			AGLOMERADO: 125		
DIRECTADO:		ALEXANDER FERNANDO RODRIGUEZ SAAVEDRA					
	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO	
1- CONTENIDO DE AGUA		305,50 295,90	287,40 279,60	71,00 79,40	8,36 8,14	8,25	
2- LIM. LÍQUIDO	20 25 30 35	42,38 40,93 40,50 41,70	36,52 35,83 36,07 37,54	17,22 17,26 17,69 17,37	30,36 27,46 24,10 20,62	26,92	
3- LIMITE PLÁSTICO		16,20 16,96	15,03 15,75	8,68 8,97	18,43 17,85	18,14	
4- GRANULOMETRÍA				5- CLASIFICACIÓN			
PESO INICIAL:		150,00 (11%)		5		GRAVA	0
PESO FINAL DE CÁLCULO:		150,00				ARENA	13
						FINOS	87
TAMIZ	PESO RT.	% RT	% PASA	LL = 27,00			
1"	0,00	0,00	100	LP = 18,00			
3/4"	0,00	0,00	100	IP = 9,00			
1/2"	0,00	0,00	100	CLASIFICACIÓN			
3/8"	0,00	0,00	100	SUCS : CL Arcilla de baja plasticidad			
No. 4	0,00	0,00	100	AASHTO: A-4 Suelos limosos			
No. 10	0,60	0,40	100	LI(60): 10			
No. 40	5,10	3,40	97	LI(45): 8			
No. 200	19,40	12,93	87				
							
CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelos limosos (A-4)							
 Ing. Cril. Israel S. Villavicencio A.							
"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS Correo: info@geohormiv.com TEL: 098102280801 Ubicación: Av. Héctor de Paz y Paz y Avenida P. (Paseo a la CATEDRAL ZAMORA) CEL: 0991212789 Servicios: • Estudios Geotécnicos • Geotécnicos • Clasificación • Estudios estructurales • Permeabilidad • Drenaje • Control de calidad de materiales • Fiscalización • Construcción • Estudios de impacto ambiental							

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000”



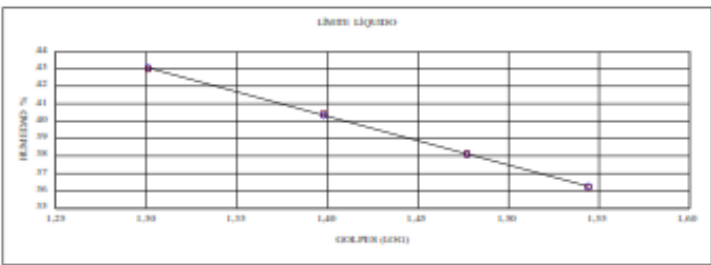
"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES PINDAL, CELICA, MACARÁ Y ZAPOTILLO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000		NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27	
COORDENA: X = 991.568,00 Y = 9.543.412,00 Z = 740 mm		MÉTRICO: PD-E-127	
LOCALIZAC: MLAGRO		ASESORAMIENTO: 127	
RESPONSABLE: ALEXANDER FERNANDO RODRIGUEZ SAAYTERA		FECHA: 2020-09-10	

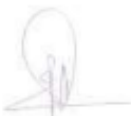
	GOZPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA		285,90 245,90	259,10 222,00	82,50 71,20	15,18 15,85	15,51
2.- LIM. LIQUIDO	20	40,75	33,81	17,71	42,98	40,34
	25	37,57	31,78	17,46	40,43	
	30	37,15	31,59	17,01	38,13	
	35	42,75	36,06	17,59	36,22	
3.- LIMITE PLASTICO		14,98 14,54	13,99 13,56	9,03 8,75	19,96 20,37	20,17

4.- GRANULOMETRIA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	150,00	(U/S)	5	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			150,00	ARENA	1
				FINOS	99
TAMIZ	PESO RET.	% RET.	% PASA	LL =	40,00
1"	0,00	0,00	100	LP =	20,00
3/4"	0,00	0,00	100	IP =	20,00
1/2"	0,00	0,00	100		
3/8"	0,00	0,00	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	0,00	0,00	100	SUCS :	CL Arcilla de baja plasticidad
No. 10	0,00	0,00	100	AASHTO:	A-6 Suelos arcillosos
No. 40	0,00	0,00	100	IG(60):	21
No. 200	2,00	1,33	99	IG(45):	12



límite líquido

CLASIFICACIÓN AASHTO: Suelos arcillosos (A-6)



Ing. Civil Israel S. Villarreal A.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR

"GEO-HORMIV" LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y PAVIMENTOS

Correo: geohormiv@geohormiv.com	RUC: 090102280001	
Ubicación: Av. Héctor de Pazos y Zumbado P. (Paseo a la CACTE ZAMORA)	CUI: 0991212789	
Servicio: • Estudios Geotécnicos - Clasificación - Estudios de estabilidad • Estudios geotécnicos • Topografía • Control de calidad de materiales • Fiscalización • Construcción • Estudios de impacto ambiental		
Zamora - Ecuador		

ANEXO 7.

**RESULTADO DE LOS ENSAYOS QUÍMICOS DE
FLUORECENCIA DE RAYOS X**



UTPL
UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA, MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE BENEFICIO DE MINERALES
SALA DE GEOQUÍMICA ANALÍTICA**

Asunto: Informe de Análisis Químico

Método: Fluorescencia de Rayos X

Solicitante: Alexander Rodríguez Saavedra

Fecha de solicitud: 09 de noviembre de 2020

Fecha de entrega: 11 de noviembre de 2020

En la siguiente tabla se presentan los valores obtenidos del análisis químico realizado por Fluorescencia de Rayos X de las muestras correspondientes al **Exp. No. 048 - 2020**, las cuales pertenecen al desarrollo del tema de tesis: Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Pindal, Celica, Macará y Zapotillo de la provincia de Loja a escala 1:50000.

El análisis se realizó empleando el equipo Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X portátil S1 Turbo marca Bruker.

Nº	ID MUESTR	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	P ₂ O ₅ (%)	S (%)	K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	Cr ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	ZnO (%)	MgO (%)
1	MC-R-18	66,3	13,6	1,67	ND	0,02	0,97	1,95	0,2	0,04	0,07	0,052	1,4
2	MC-R-66	59,6	20,1	4,89	ND	0,04	0,69	1,12	0,16	0,04	0,04	ND	ND
3	MC-R-23	52,4	14	5,29	ND	0,06	0,49	4,09	0,38	0,03	0,13	0,014	ND
4	MC-R-25	48,4	28,1	2,13	ND	ND	0,85	2,4	0,44	0,05	0,151	0,01	6,17
5	CL-R-53	47,9	21,8	0,86	ND	0,03	0,47	7,74	0,63	0,06	0,157	0,014	ND
6	PD-R-127	50,3	19,6	3,52	ND	0,01	0,97	10,5	0,89	0,06	0,158	0,013	ND
7	CL-R-47	40	21,9	7,15	ND	0,07	0,24	13,93	1,04	0,06	0,228	0,02	ND
8	CL-R-49	42,8	23,7	1,06	0,24	0,05	0,15	14,74	1,21	0,06	0,204	0,01	3,87
9	PD-R-61	57,8	21,6	2,89	ND	0,03	0,93	7,7	0,68	0,06	0,191	0,02	1,35
10	CL-R-63	42,2	23,7	0,29	0,09	0,17	0,52	6,63	0,81	0,06	0,193	0,01	ND
11	CL-R-48	40,9	26,3	0,33	ND	0,04	1,65	6,23	0,82	0,07	0,129	ND	2,77
12	MC-R-28	33,8	23,8	0,4	ND	2,74	0,62	6,98	0,59	0,06	0,103	ND	ND
13	ZP-R-110	4,46	6,06	50,2	1,95	21,1	ND	0,48	0,06	ND	0,075	0,07	15,6
14	PD-R-125	45,5	19,5	4,45	ND	0,13	0,03	5,29	0,42	0,06	0,203	0,02	0,194
15	CL-R-64	39,8	27,2	0,18	ND	0,05	0,3	7,68	0,84	0,07	0,117	0,01	ND
16	CL-R-88	65,6	5,18	0,43	ND	0,53	ND	4,9	0,77	0,05	0,089	ND	ND

San Cayetano Alto s/n
Loja - Ecuador
Tel.: (593 - 7) 3701444
Fax: (593 - 7) 2584893
informacion@utpl.edu.ec
Apartado Postal: 11 - 01 - 608
www.utpl.edu.ec



Estos resultados corresponden a la composición química de la muestra expresada en elementos mayoritarios (>1%), minoritarios (<1 a 0,1%) y trazas (ppm).

UTPL y Laboratorio de Beneficio de Minerales se deslindan de toda responsabilidad civil, laboral y penal, derivado del protocolo de muestreo de las alicuotas ingresadas al laboratorio que puedan alterar los resultados del análisis, puesto que en este caso no fueron tomadas por un representante de la UTPL.

Observaciones: El Na_2O y Carbono no es analizado por FRX, pero la muestra los puede contener.

ND: No detectado.

Ing. Erika Calderón M.
Responsable de la Sala de Geoquímica Analítica del
Laboratorio de Beneficio de Minerales