



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

TITULO DE INGENIERO EN GEOLOGÍA Y MINAS

Evaluación de las Arcillas de los barrios El Calvario y las Palmeras para el uso de Cerámica”

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

AUTOR: Valarezo Riofrío, Marco Vladimir

DIRECTOR: Freire Serrano, Verónica Aydehe, Ing.

LOJA – ECUADOR

2015

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN.

Ingeniera.

Verónica Aydehe Freire Serrano

DOCENTE DE TITULACIÓN DE GEOLOGIA Y MINAS DE LA UTPL.

De mi consideración:

El presente trabajo de fin de titulación: “Evaluación de las arcillas de los barrios el Calvario y las Palmeras para el uso de cerámica”, realizado por Marco Vladimir Valarezo Riofrío, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, 5 de mayo del 2015

f).....

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Marco Vladimir Valarezo Riofrío declaro ser autor del presente trabajo de titulación: “Evaluación de las arcillas de los barrios El Calvario y las Palmeras para el uso de cerámica”, de la Titulación Geología y Minas, siendo la Ingeniera Verónica Aydehe Freire Serrano, Directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art.88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científico o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f).....

Autor: Marco Vladimir Valarezo Riofrío

C.I. 1103505820

DEDICATORIA

La culminación de este trabajo está dedicada a mi Padre Jorge Enrique y a mi Madre Sonia Eugenia, ejemplos de superación y trabajo en la lucha de construir una descendencia llena de virtudes,

A mi esposa Jenny Lucia, compañera de mi vida y motor de mi desarrollo personal.

A mis hijas María Gabriela y María Emilia, razones de mi esfuerzo y sacrificio.

A mis hermanos Juan Carlos y Jorge Michael, por ser ejemplos para mí, con su permanente superación personal e intelectual.

A mis amigos y familiares que de una u otra forma contribuyeron para la culminación de esta meta tan anhelada.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a la Universidad Técnica Particular de Loja, a los docentes de la Titulación de Geología y Minas, en especial de la Ing. Verónica Aydehe Freire Serrano directora de la presente investigación, por su apoyo, dirección y consejos en el desarrollo del presente trabajo, por su confianza y total apoyo en el camino para culminar mi carrera universitaria, al M. Sc. José Arturo Guartan por su coordinación y consejo en el presente trabajo, por su disposición a transmitir sus vastos conocimientos y su apoyo, también agradezco a la planta docente de la escuela de Geología y Minas que me supieron formar en el ámbito profesional.

A la Dra. Silvia González, directora del Departamento de Química Aplicada, a la Ing. Jessica Cuestas por su orientación y ayuda en lo largo del trabajo y a todos aquellos que colaboraron en la realización del presente trabajo.

A mi grupo de trabajo conformado por los compañeros Leonardo Valle y Wilman Díaz, por su entrega al trabajo, por su solidaridad y compañerismo en el trabajo de investigación como fuera de él.

A mis compañeros y amigos de trabajo que me apoyaron con su aliento y buenos deseos para seguir en esta tarea, a todos ustedes muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN EJECUTIVO.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPITULO I	
1.1. GENERALIDADES.....	6
1.2. Antecedentes.....	7
1.3. Justificación.....	9
1.4. Objetivos.....	10
1.4.1. Objetivo General.....	10
1.4.2. Objetivos Específicos.....	10
CAPITULOII	
2. ASPECTOS FÍSICOS-GEOGRÀFICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	12
2.1. Localización Geográfica.....	12
2.2. Accesos.....	13
2.3. Hidrografía.....	14
2.4. Vegetación.....	14
2.5. Climatología.....	15
CAPITULO III	
3. GEOLOGÌA DEL ÀREA DE ESTUDIO.....	17
3.1. Geomorfología.....	17
3.2. Contexto geológico.....	18
3.2.1. Geología Regional.....	18
3.2.2. Geología Local.....	22
3.2.3. Tectónica.....	22
CAPITULO IV	
4. METODOLOGÌA.....	23
4.1. Tipo de estudio.	24

4.2.	Métodos de investigación.....	24
4.3.	Tratamiento de la muestra.....	25
4.3.1.	Ensayos mecánicos.....	25
4.3.2.	Ensayos físicos.....	25
4.3.3.	Ensayos Químicos.....	25
CAPITULO V		
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	28
5.1.	Resultados de las muestras.....	28
a.	Muestra ROA M1P1.....	28
b.	Muestra ROA M1P2.....	30
c.	Muestra ROA M1P3.....	33
d.	Muestra ROA M1P4.....	34
e.	Muestra ROA M1P5.....	37
f.	Muestra ROA M1P6.....	39
g.	Muestra ROA M1P7.....	41
h.	Muestra ROA M2P1.....	43
i.	Muestra ROA M3P1.....	45
j.	Muestra PINOS M4P1.....	47
k.	Muestra PINOS M4P2.....	49
l.	Muestra PINOS M4P3.....	51
m.	Muestra PINOS M4P4.....	53
n.	Muestra PINOS M4P5.....	55
o.	Muestra PINOS M4P6.....	57
p.	Muestra PINOS M4P7.....	59
q.	Muestra PINOS M4P8.....	61
r.	Muestra PINOS M4P9.....	63
CONCLUSIONES.....		65
RECOMENDACIONES.....		68
BIBLIOGRAFÍA.....		59
ANEXOS.....		72
	Fichas de Campo.....	73
	Procedimientos y ensayos de laboratorio.....	91
	Ensayos de laboratorios.	100
	Registros fotográficos.	152

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra ROA M1P1	28
Tabla 2. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra ROA M1P2.....	30
Tabla 3. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra ROA M1P3.....	32
Tabla 4. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra ROA M1P4.....	34
Tabla 5. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra ROA M1P5.....	36
Tabla 6. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra ROA M1P6.....	38
Tabla 7. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra ROA M1P7.....	40
Tabla 8. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra ROA M2P1	42
Tabla 9. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra ROA M3P1	44
Tabla 10. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra PINOS M4P1.....	46
Tabla 11. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra PINOS M4P2.....	48
Tabla 12. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra PINOS M4P3.....	50
Tabla 13. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra PINOS M4P4.....	52
Tabla 14. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra PINOS M4P5.....	54
Tabla 15. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra PINOS M4P6.....	56
Tabla 16. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra PINOS M4P7.....	58
Tabla 17. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica de la muestra PINOS M4P8.....	60
Tabla 18. Características físicas, químicas -mineralógicas y de la pasta de cerámica	

de la muestra PINOS M4P9.....	62
Tabla 19. Clasificación de la arcilla según rango de pH.	64
Tabla 20. Clasificación de las cerámicas según su rango de pH-Humedad de la pasta y color a la quema.	65

ÌNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio respecto a la provincia de Loja y al cantón Loja.....	12
Figura 2. Mapa de relieves de la zona de trabajo Datum WGS 84.....	17
Figura 3. Resultado de análisis de DRX, muestra ROA M1P1.....	28
Figura 4. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica ROA M1P1.	29
Figura 5. Pieza de cerámica de la muestra ROA M1P1.....	29
Figura 6. Resultado de análisis de DRX, muestra ROA M1P2.....	30
Figura 7. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica ROA M1P2.	31
Figura 8. Pieza de cerámica de la muestra ROA M1P2.....	31
Figura 9. Resultado de análisis de DRX, muestra ROA M1P3.....	32
Figura 10. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica ROA M1P3.	33
Figura 11. Pieza de cerámica de la muestra ROA M1P3.....	33
Figura 12. Resultado de análisis de DRX, muestra ROA M1P4.....	34
Figura 13. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica ROA M1P4.	35
Figura 14. Pieza de cerámica de la muestra ROA M1P4.....	35
Figura 15. Resultado de análisis de DRX, muestra ROA M1P5.....	36
Figura 16. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica ROA M1P5.	37
Figura 17. Pieza de cerámica de la muestra ROA M1P5.....	37
Figura 18. Resultado de análisis de DRX, muestra ROA M1P6.....	38
Figura 19. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica ROA M1P6.	39
Figura 20. Pieza de cerámica de la muestra ROA M1P6.....	39
Figura 21. Resultado de análisis de DRX, muestra ROA M1P7.....	40
Figura 22. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica ROA M1P7.	41
Figura 23. Pieza de cerámica de la muestra ROA M1P7.....	41
Figura 24. Resultado de análisis de DRX, muestra ROA M2P1.....	42
Figura 25. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica ROA M2P1.	43
Figura 26. Pieza de cerámica de la muestra ROA M2P1.....	43
Figura 27. Resultado de análisis de DRX, muestra ROA M3P1.....	44
Figura 28. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica ROA M3P1.	45
Figura 29. Pieza de cerámica de la muestra ROA M3P1.....	45

Figura 30. Resultado de análisis de DRX, muestra PINOS M4P1.....	46
Figura 31. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica PINOS M4P1.	47
Figura 32. Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P1.....	47
Figura 33. Resultado de análisis de DRX, muestra PINOS M4P2.....	48
Figura 34. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica PINOS M4P2.	49
Figura 35. Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P2.....	49
Figura 36. Resultado de análisis de DRX, muestra PINOS M4P3.....	50
Figura 37. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica PINOS M4P3.	51
Figura 38. Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P3.....	51
Figura 39. Resultado de análisis de DRX, muestra PINOS M4P4.....	52
Figura 40. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica PINOS M4P4.	53
Figura 41. Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P4.....	53
Figura 42. Resultado de análisis de DRX, muestra PINOS M4P5.....	54
Figura 43. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica PINOS M4P5.	55
Figura 44. Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P5.....	55
Figura 45. Resultado de análisis de DRX, muestra PINOS M4P6.....	56
Figura 46. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica PINOS M4P6.	57
Figura 47. Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P6.....	57
Figura 48. Resultado de análisis de DRX, muestra PINOS M4P7.....	58
Figura 49. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica PINOS M4P7.	59
Figura 50. Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P7.....	59
Figura 51. Resultado de análisis de DRX, muestra PINOS M4P8.....	60
Figura 52. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica PINOS M4P8.	61
Figura 53. Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P8.....	61
Figura 54. Resultado de análisis de DRX, muestra PINOS M4P9.....	62
Figura 55. Resultado de análisis de DRX, muestra de cerámica PINOS M4P9.	63
Figura 56. Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P9.....	63

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tiene como objetivo la evaluación de arcillas para el uso de las cerámicas, de los barrios “El Calvario” y “Las Palmeras” de la ciudad de Loja, sobre la base de sus propiedades.

Para la evaluación de estas propiedades se efectuó una recolección de muestras en la Formación San Cayetano, en donde se encuentran estas áreas de estudio y luego de los análisis correspondientes se determinó según los resultados de Difractometría de Rayos X que el mineral más abundante en las muestras de arcilla, es el Cuarzo, luego de ella, la Motmorillonita, seguido de la Caolinita y de la Moscovita.

Estas muestras a su vez fueron analizadas nuevamente por Difractometría de Rayos X, transformadas en piezas cerámicas para conocer los componentes de su estructura arrojando los resultados porcentuales en el siguiente orden: el mineral más abundante es el Cuarzo, seguido de Illita y Hematita.

Los ensayos de fabricación de cerámica nos permitieron concluir que todas las arcillas cumplen las condiciones básicas para fabricación de cerámica.

Los afloramientos estudiados son viables para la explotación de material.

Palabras Clave: Afloramiento, Arcilla, Cuarzo, Cerámica, DRX.

ABSTRACT

This research aims at the evaluation of clays for use of ceramic neighborhoods “El Calvario” and “Las Palmeras” city of Loja, on the basis of their properties.

For the evaluation of these properties carried out a collection of samples in the “San Cayetano” Formation, where are these areas of study and then the corresponding analysis was determined according to the results of X-ray diffraction that the most abundant mineral samples clay, is quartz, after it, Motmorillonita, followed by Kaolinite and Muscovite.

These specimens in turn were our analysis was by X-ray diffractometry, transformed into ceramic pieces for components of its structure yielding the percentage results in the following order: the most abundant mineral is again Quartz, followed by Illite and Hematite.

Trials ceramic manufacturing allowed us in conclusion that all clays meet the basic conditions for manufacture of ceramics.

The outcrops studied are viable for the exploitation of material.

Words Keys: Basset, Clay, Quartz, Ceramic, DRX.

INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país soberano situado en la región noroccidental de América del Sur, con latitud 0° sobre la plataforma continental que cabalga las placas oceánicas de Cocos y de Nazca; este proceso de interacción entre placa continental-oceánica denominado Subducción, describe en el Ecuador la génesis de la Orogénica Andina. En el territorio ecuatoriano, existen tres regiones geográficas geológicas bien definidas, la más notable es la Cordillera de los Andes orientada N-S, hacia su lado Oeste las tierras bajas de la costa y hacia el este las tierras bajas del Oriente, el ancho entre las dos Cordilleras varía de 80 a 120km, manifestando una fuerte actividad volcánica. Cada una de estas regiones posee características geológicas, mineralógicas, orográficas y geográficas propias, las cuales en la actualidad se están estudiando a detalle con el propósito de ubicar y cuantificar sus georecursos en miras al desarrollo de un ordenamiento y planificación del territorio.

En la especificación de la actividad minera, ésta se remonta a época precolonial e inclusive a la preincaica. La primera explotación conocida se sitúa en los flujos de *obsidiana* de Mullumica en la Cordillera Real y las arcillas para la cerámica. Su producción tuvo un nivel de expansión considerable hacia la actual costa ecuatoriana, e inclusive hacia el territorio colombiano, en el periodo comprendido entre los 9000 A.C. – 1500 D.C.

El presente trabajo se realizó en el sector Sur oriental del cantón Loja, en la cuenca sedimentaria miocénica de Loja, la que forma parte de las estructuras geomorfológicas conocidas como cuencas sedimentarias intermontanas. La misma que está ubicada en la Cordillera Central de los Andes al Sur del Ecuador.

En dicha cuenca sedimentaria se encuentra la formación San Cayetano, la misma que es de interés de esta investigación, esta formación se ha descrito como de estratigrafía fina y con elevados índices de plasticidad.

En si el objeto de nuestro proyecto es la búsqueda, clasificación y posibles usos de arcilla para cerámica, en si es roca natural sedimentaria, proviene de la descomposición de las rocas feldespáticas, siendo un silicato aluminico hidratado. Puede ser un elemento suelto o puede estar formando una masa en estado sólido, puede ser coherente o incoherente. Es un material terroso de grano generalmente fino y capaz de convertirse en una masa plástica al mezclarse con cierta cantidad de agua.

Conserva su forma inicial después del secado, adquiriendo a la vez la suficiente dureza para ser manejada. La arcilla no se transforma en cerámica hasta que toda el agua que contiene de manera natural y química se elimina por el calor; cuando esto sucede al cocerlo en el horno, el producto que resulta posee una dureza y un estado inalterable a veces incluso mayor que ciertas rocas.

(Paladines 2005), “La Arcilla se encuentra en el territorio ecuatoriano, en más de 100 áreas mineras donde se explota, concentrándose en las cuencas de Biblián-San Fernando y Loja-Malacatos-Catamayo como las mejores áreas en cantidad y calidad. En estas cuencas, la explotación acumulada ascendió a 381872 toneladas con proyecciones a incrementos por los planes de vivienda estatales. Económicamente, la minería en el Ecuador experimenta una evolución mínima de crecimiento, esto se ve reflejado en los siguientes datos: para el año 2002, los productos mineros reportaron el 0.35% del PIB y se estimó que para el 2007 se mantengan en un 0.30%, sin proyecciones a crecimiento, sino se aprueba una nueva política minera. Paralelamente la Cámara de la Pequeña Minería de Pichincha estableció en su informe para el año 2007, que la actividad generó unos 84000 empleos de forma directa y sobre los 300000 empleos de forma indirecta”

La pureza de las arcillas del Ecuador, y en especial de la Provincia de Loja, son altamente recomendables para los procesos industriales ya que, sus características en producción mantienen los siguientes rangos:

- Material de estructura laminar, grano fino y de plasticidad media
- Materiales sumamente hidrosopio y de elevada pureza
- Su masa se expande con el agua y le permite ser moldeada fácilmente
- Con la humedad se reblandece y se vuelve plástica
- Al secarse su masa se contrae entre un 5 a 10%
- Los diferentes tipos de pureza permiten una dosificación para productos en masa (ladrillos)
- Adquiere gran dureza al ser sometida a temperaturas variables entre 800-1200 °C.
- Las variables en cocción: temperatura-velocidad de calentamiento, mejoran su resistencia mecánica y su color.¹

¹ ABC de la Minería en el Ecuador 2007.

El análisis mecánico o granulométrico es base para el presente estudio investigativo; ya que este, tiene el objetivo de separar los materiales complejos y heterogéneos, como los materiales arcillosos, individualizando sus componentes, de acuerdo a la diferenciación que estos presentan entre si respecto a las dimensiones de las partículas. Sirven además para el control de granulometría (d_{80}) en reducción de tamaño (trituración-molienda).

Los sitios de investigación, de forma macro, estarán delimitados geográficamente por los Barrios El Calvario, Las Palmeras, exclusivamente y definirán un análisis considerando las áreas mineras: ROA, ROA 1, ROA 2 y LOS PINOS, las cuales según el catastro minero de la Provincia de Loja están dentro de esta zona.

CAPITULO I
GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

La utilización de los recursos minerales es una actividad que se remonta a los albores de la civilización; recurriendo a datos históricos, se puede confirmar que el hombre utilizaba metales hace 8000 años atrás (Neolítico de los Arqueólogos o Holoceno de los Geólogos) los mismos que se podían convertir en herramientas, armas y utensilios que con el tiempo no perdían su forma.

Desde los primeros pobladores, que utilizaban el Sílex como piedra para cortar, hasta la civilización moderna, desarrollada a partir del aprovechamiento de este tipo de recursos, todas las épocas de la Historia han visto como el ser humano recurría a las materias primas de carácter mineral para asegurar su progreso.

Las arcillas se constituyen como recursos minerales no-renovables y no-metálicos como las rocas industriales y los materiales de construcción. Se definen como rocas sedimentarias básicamente formadas por transporte mecánico. Se emplea preferentemente para la industria de la Cerámica, ésta es moldeada y luego cocida hasta que se endurece.

La utilización actual de estas rocas es la Cerámica Estructural (ladrillos y variedades, pavimentos, tuberías, entre otras) así como para usos refractarios que es cada vez mayor. Sus reservas son abundantes y de fácil explotación, por lo que no existen, en el ámbito mundial, reservas potenciales limitadas.

En nuestro país son 75 las áreas mineras de donde se extraen arcillas, y caolines. La mayor concentración de áreas se localiza en las cuencas intramontañosas de **Cuenca-Biblián-San Fernando** y **Loja-Malacatos**.²

La Formación San Cayetano, estudiada en este trabajo se encuentra presente solo al Este de la Cuenca Sedimentaria de Loja. Esta formación se la puede dividir en tres miembros con límites transaccionales:

- El miembro inferior de arenisca de coloración marrón claro algunas capas de conglomerados y lutitas.

² ABC de la Minería en el Ecuador 2007.

- El miembro medio se lo puede considerar de formación entre el superior e inferior está compuesto por areniscas de grano medio, lutitas silicificadas y diatomitas.
- La parte superior el grado de areniscas es fino con lutitas de coloración marrón, gris y blanco, abundantes capas de diatomita y algunos piroclastos de formación.

La orientación de la potencia de la formación es compleja a su plegamiento fuerte estimándose la misma en 800m. La formación San Cayetano se encuentra descansando discordante a la Unidad Metamórfica Chiguinda y Formación Quillollaco. La edad estimativa es del Mioceno Tardío.

1.2. Justificación.

El estudio de “EVALUACIÓN DE LAS ARCILLAS DE LOS BARRIOS EL CALVARIO Y LAS PALMERAS PARA EL USO DE CERÁMICA” permitirá obtener una idea clara del potencial de este recurso a nivel local.

Fomentará el macro desarrollo de la industria cerámica con productos de alta calidad, permitiendo así diversificar las fuentes de trabajo y potencializar los niveles micro empresarial.

En el tema de investigación + desarrollo + innovación (I+D+I) se solventará la base metodológica de investigación textural, mecánica y cerámica de las arcillas.

La investigación se orientó a la determinación de la plasticidad (sobre una base de dosificación), considerada como la capacidad de deformación inelásticas sin agrietamiento. Los niveles de complejidad de la plasticidad permitirán analizar propiedades derivadas de ella.

El justificativo institucional radica en que, la Universidad Técnica Particular de Loja, un centro de estudios superior acreditada, se ve comprometida a brindar y desarrollar temas de investigación geológica, minera y ambiental reales, permitiendo así el desarrollo de nuevos conocimientos y la generación de ciencia con soluciones técnicas y reales a nivel de ingeniería.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Desarrollar la evaluación de las arcillas para el uso de las cerámicas, de los barrios “*El Calvario*” y “*Las Palmeras*” de la Ciudad de Loja, sobre la base de sus propiedades mineralógicas y tecnológicas de procesamiento y cocción.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Definir y caracterizar desde un punto de vista geológico y minero las arcillas de los barrios “*El Calvario*” y “*Las Palmeras*” de la Ciudad de Loja.
- Definir y aplicar la campaña estratégica de muestreo de las arcillas con miras a definir las propiedades mineralógicas, físicas y tecnológicas para un posible uso cerámico.

CAPÍTULO II
ASPECTOS FÍSICOS – GEOGRÁFICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1. Localización Geográfica

Esta investigación se llevó en la Cuenca Sedimentaria Miocénica de la Provincia de Loja, que es parte de las estructuras geomorfológicas llamadas Cuencas Sedimentarias intermontanas, que a su vez se encuentran en la Cordillera Central de los Andes al lado Sur del Ecuador.

El cantón Loja se encuentra a 03° 39' 55" y 04° 30' 38" de latitud Sur (9501249 N - 9594638 N) y, 79° 05' 58" y 79° 05' 58" de longitud Oeste (661421 E -711075 E), Fig. 1. Su orografía se presenta muy irregular y con altitudes que van desde los 700 metros y sobrepasan los 3700 metros.

Específicamente la Formación San Cayetano, el lugar de trabajo geológicamente se describe como expuesta al Este de la falla de cobijadura a lo largo del Río Zamora.

“La Formación puede ser dividida en tres miembros con límites transicionales”:

El miembro inferior de areniscas, contienen capas de areniscas y algunas pequeñas capas de conglomerados y varias capas de carbón.

Una capa intermedia del miembro limonitas que contiene lutitas laminado de color gris y blancos, con abundantes capas de diatomita y algunos piroclastos horizontales, con una rica microflora y gastrópodos (en parte silicificado con dos intercalaciones distintas de 3-5m espesor capas de brecha).

El miembro superior de areniscas tiene una litología similar a la intermedia, pero generalmente muestran una tendencia de depositacion estrato creciente. Tiene una edad del Mioceno Tardío a último” (Tamay J. 2008).



Figura 1. Ubicación de la zona de estudio respecto a la provincia de Loja y al cantón Loja.

Fuente: Valarezo, M

2.2. Acceso

El proyecto desarrollado se encuentra ubicada dentro de la cuenca Zamora Huayco que corresponde a la división política territorial de la hoya de Loja, pertenece a la parroquia de “San Sebastián”, cantón y provincia de Loja. Se encuentra entre las coordenadas UTM 702266 y 9558464, con una altitud de 2166m. s. n. m., una temperatura media anual de 12°C y 18°C y una precipitación de 788mm.

El área de estudio se encuentra en la formación San Cayetano, nuestro polígono de exploración se encuentra dividido en dos zonas por la carretera de segundo orden que une el Barrio las Palmeras-Barrio El Calvario con la Nueva Carretera a Zamora. Es por ello que el acceso al área se lo puede realizar desde la ciudad de Loja utilizando la vía nueva Loja-Zamora, en un recorrido de 6,5km, hasta llegar al control policial. Y regresando por la misma por la vía antes mencionada con una distancia 1,6km, para ubicarnos en el sitio indicado.

Esta vía se la determina de primer orden, en si esta vía permite la movilización con cualquier tipo de vehículo todo el año sin ningún problema, aunque la lluvia dificulta el acceso.

2.3. Hidrografía

Referido a aguas superficiales y afluentes. Los principales ríos que fluyen por la Provincia de Loja son: Catamayo, Puyango y Macará (cuena del Pacífico); el Zamora que se une al Paute y forman el Santiago que desaguan en el Amazonas.

Con relación al área del proyecto desarrollado, NO EXISTE AFLUENTES PRIMARIOS O SECUNDARIOS. Las zonas de vida se desarrollan en zonas de humedad, las cuales reciben y almacenan aguas en tiempo de invierno.

Esto se justifica debido a que formaciones rocosas de arcilla funcionan como áreas de retención de aguas.

2.4. Vegetación

La zona de estudio se encuentra en la parte oriental de la hoya de Loja, el área actualmente se encuentra desprovista de vegetación, ya que es una área totalmente cambiada o altamente alterada, por causa de la ampliación de la frontera agrícola ganadera y el establecimiento de la concesiones para la extracción de arcilla.

La zona cuenta con pendientes irregulares del 10% al 70% en su mayoría que van de moderada a fuertemente escarpadas, con altos índices de erosión esto debido a la ausencia de vegetación.

La zona de estudio está cubierta por extensas áreas de pastizales dedicados a la ganadería (80%), otras con zonas pobladas y las demás áreas se encuentran reforestadas con especies exóticas como el Eucalipto (*Eucaliptus globulus*), Pino (*Pinus patula*), Cipre (*Cupressus macrocarpa*), además del Aliso (*Alnus acuminata*) como especie naturalizada, con escasos individuos, esto ha traído como consecuencia la baja diversidad de especies no solo vegetal sino también de fauna. Estos terrenos no son aptos para la agricultura y ganadería, aunque existen pequeñísimas áreas dedicadas al cultivo de hortalizas.

Todos los terrenos de esta área son susceptibles a derrumbos, deslizamientos y hundimientos debido a la poca protección por falta de la cubierta vegetal, especialmente arbórea, la misma que ha sido eliminada hace muchos años a través de la tala y el establecimiento de potreros especialmente.

2.5. Climatología

En la hoya de Loja y por consiguiente en la zona de estudio la temperatura media anual es de 15,3°C, la oscilación térmica es de 1,1°C entre el mes más caluroso (noviembre 15,6°C) y el mes menos caluroso (julio 14,5°C). En general las temperaturas mínimas entre meses son relativamente bajas y ocurren con mayor frecuencia en los meses de junio, julio y agosto. La precipitación promedio anual es de 788,5mm los meses más lluviosos son enero, febrero, marzo y abril y el resto está considerado como temporada ecológicamente seca.³

³ Tomado de la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Loja "La Argelia" Docente Consultor Ing. Segundo Morocho

CAPÍTULO III
GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1. Geomorfología.

Los Andes Ecuatoriales se encuentran conformados por dos zonas, geológicamente distintas con un rumbo NNE. En las que rocas metamórficas subyacen a la Cordillera Oriental, mientras que rocas volcánicas y sedimentarias (Cretácico-Paleoceno) comprenden la masa de la Cordillera Occidental.

Los volcánicos del Neógeno se encuentran cubriendo parcialmente las dos Cordilleras y rellenando los valles interandinos, los que actúan como línea divisoria tanto al norte como al centro del Ecuador.

En el sector Sur la distinción morfológica es obviamente menor, pero geológicamente evidente; sin embargo, la parte suroeste del país es muy diferente, teniendo un basamento metamórfico Pre-mesozoico, que se encuentra cubierto por volcánicos y sedimentos de Cretácico.

Hacia el bloque metamórfico Sur-occidental se puede encontrar rocas más antiguas, existiendo en la actualidad información que indica un núcleo del Paleozoico, el mismo que se encuentra formando la masa de la Cordillera; sin menospreciar la presencia de los volcánicos y sedimentos metamorfoseados del mesozoico (Cretácico).

La Provincia de Loja geológicamente se encuentra conformada por rocas metamórficas del Paleozoico al Este, rocas volcánicas y sedimentarias del cretácico y terciario. El área se encuentra en la Sierra Austral del Ecuador, el terreno es montañoso, con altitudes que varían entre 1200 y 3700m.s.n.m. El río principal es el Catamayo que drena la mayor parte del área hacia el Océano Pacífico. El río Zamora en cambio, drena hacia el Océano Atlántico al Este. En lo que se refiere a la geología encontramos rocas metamórficas y volcánicas instruidas por cuerpos graníticos que son las más difundidas, sedimentos terciarios ocupan las depresiones falladas.

El área de estudio se encuentra ubicada en la Zona Andina Sur, en la zona Sur de la Hoya de Loja, las alturas varían entre los 2070m.s.n.m. a los 2800m.s.n.m. el principal drenaje del área lo constituye el río Zamora el cual tiene un recorrido Sur-Norte.

Geológicamente la cuenca de Loja se encuentra dividida por una falla de cobijadura con una dirección al oeste dentro de la parte occidental y oriental, esta estructura post

disposicional es resultado de la yuxtaposición de dos sub-cuencas con diferente estratigrafía que en sus partes superior e inferior no pueden ser correlacionadas. Sin embargo esta separación tectónica, presenta la pauta para los diferentes nombres de las unidades sedimentarias usados en las subcuencas occidental y oriental. Fig. 2

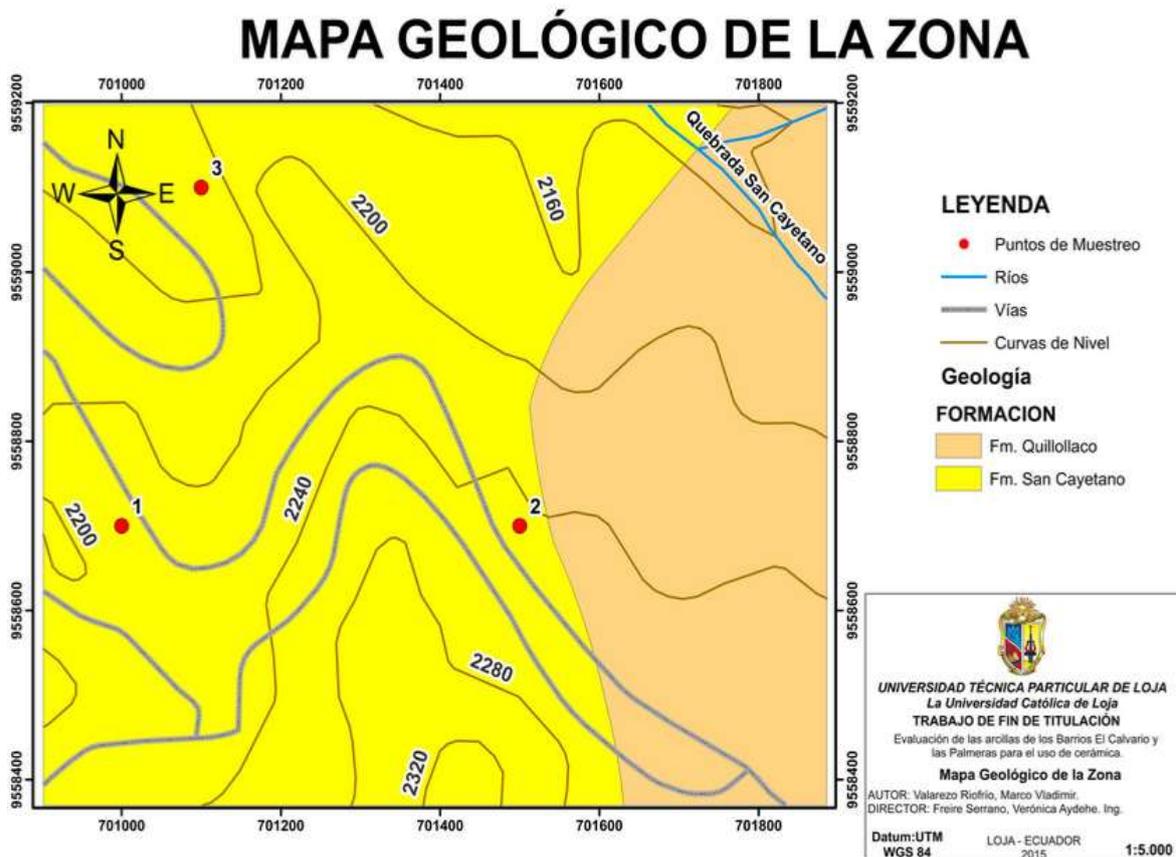


Figura 2. Mapa Geológico de la zona de trabajo. Datum WGS 84.
Fuente: Valarezo, M

3.2. Contexto Geológico

3.2.1. Geología regional

A continuación se realiza una descripción de las diferentes formaciones que se encuentran ocupando la hoya de Loja.

Basamento metamórfico

Unidades Chiguinda y Agoyán

El metamorfismo de la parte Sur de la Cordillera real es denominado Serie Zamora, la edad determinada es el Paleozoico. Este tipo de roca forman el basamento de las cuenca de Loja,

esta serie metamórfica se compone de filitas, esquistos grafiticos, cuarcitas y metalimonitas que pertenecen a la Unidad Chiguinda de edad Devoniano a Perniano y el grado de rocas metamórficas esquistos biotiticos, moscovíticos, gneis a la Unidad Agoyán de edad Paleozoica (Litherland et al., 1994). [Cordillera Real]⁴.

Formación Trigal

La Formación Trigal se compone de areniscas de grano grueso con láminas finas de conglomerados y capas menores de limonita, los conglomerados son compuestos por pequeños clastos volcánicos. La arenisca se presenta con una estratificación horizontal. La potencia de la formación varía desde los 50m en el oeste a los 150m hacia el este en el contacto con la Formación La Banda.

La Formación Trigal se encuentra descansando discordante en las rocas metamórficas de paleozoicas Unidades Chiguinda y Agoyán, y sobrepuesta a la Formación La Banda ambos concordante y discordante. El contacto entre la Formación Trigal y la parte occidental de la Formación San Cayetano en la parte oriental de la cuenca es formado por la falla de cobijadura.

Formación La Banda

Esta Formación se encuentra presente solo al Nor-Oeste de la cuenca, donde forma un intervalo muy persistente.

Los intervalos de caliza son:

- Calizas masivas con contenido de moluscos y ostrapodos.
- Secuencia rítmica de escasas laminas finas de lutitas carbonatadas y calizas
- Capas de cherts.
- Areniscas amarillas de granulado fino.

Los intervalos tienen un espesor de 10 a 20m. y de forma continua horizontal.

La Formación La Banda se encuentra sobre yaciendo a la Formación Trigal, localmente con un contacto insignificante y sobrepuesta a la Formación Belén. La presencia de moluscos y

⁴ Tomado del Breve Léxico Estratigráfico del Ecuador. Litherland et al.m 1994.

foraminíferos indica una depositación marina poco profunda en un ambiente estuariano. La edad determinada es del Mioceno Medio Tardío.

Formación Belén

Aflora en la parte Nor-occidental de la cuenca La orientación Belén se encuentra descansando concordantemente sobre la orientación La Banda. El límite lo constituye un cambio gradual desde una caliza predominante a arenisca. La orientación Belén se encuentra constituida por gruesas capas de areniscas de coloración marrón y grano granulado que contiene lentes de conglomerado orientación esta estratificado y depósitos de desfase. La edad asumida es del Mioceno Inferior la potencia estimada es de 300m.

Formación San Cayetano

Se encuentra presente solo al este de la cuenca del Loja. Esta formación se la puede dividir en tres miembros con límites transaccionales.

El miembro inferior de arenisca de coloración marrón claro algunas capas de conglomerados y lutitas.

La parte superior el grado de areniscas es fino, con lutitas de coloración marrón, gris y blanco, abundantes capas de diatomita y algunos piroclastos de formación. El miembro medio se lo puede considerar de formación entre el superior e inferior está compuesto por areniscas de grano medio, lutitas silicificadas y diatomitas.

La orientación de la potencia de la formación es compleja a su plegamiento fuerte estimándose la misma en 800m. La formación San Cayetano se encuentra descansando discordante a la Unidad Metamórfica Chiguinda y formación Quillollaco. La edad estimativa es del Mioceno Tardío.

Formación Quillollaco

Se encuentra aflorando en el sector de la Quebrada Quillollaco ubicada en la Hoya de Loja (699700/9550200), la orientación está presente en toda la cuenca, orienta en el borde nor-occidental.

La formación Quillollaco está conformada por conglomerados muy granulados con muy poca orientación de arsénicas. El conglomerado son clastos sostenidos. Los que se encuentran compuestos por clastos metamórficos redondeados: filitas, cuarcitas, vetas de cuarzo y esquistos hasta 50cm en diámetro.

Las capas de conglomerados son hasta 4m de espesor y a veces canalizadas. Hay también orientación de brechas de matriz sostenida con clastos metamórficos. Estas brechas aparecen orientaciones a lo largo del margen oriental de la cuenca. En la parte central de la cuenca, oeste de la ciudad de Loja, las capas de conglomerados son predominantes.

Hacia el sector Sur de la cuenca la potencia llega a alcanzar un máximo de 600m, en la parte central solo están presente 100m, mientras que a lo largo del margen Este de la cuenca el espesor es de 500m.

La formación Quillollaco yace con discordancia angular, y esta sobrepuesta al resto de formaciones como; Trigal, Belén y San Cayetano. La edad de esta formación está estimada que pertenece al Mioceno Tardío.

Formación Salapa

Depósitos piroclásticos que se encuentran aflorando en el nor-oeste y parte Sur de la cuenca de Loja, los mismos se encuentran aflorando claramente en el sector de Salapa en el nor-oeste de la cuenca

La formación Salapa se encuentra descansando en las rocas metamórficas de edad Paleozoica que bordean la cuenca de Loja la potencia estimada es de 10m. Esta formación se encuentra compuestas por tobas ricas en vidrio. Las tobas en algunos sectores se presentan como formación alterada transformada completamente en caolinita.

3.2.2. Geología local

Dentro de esta área y en toda su superficie aflora la formación San Cayetano, regionalmente consiste de arcillas plásticas con intercalaciones de estratos conglomerados, capas guijarrosas, tierras diatomáceas y un manto de carbón (sub lignito) de 1.20m de potencia.

Estas rocas presentan un tectonismo bien marcado, existiendo fallas locales, pliegues, flexuras, hundimientos y deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales.

Las arcillas aflorantes, son de textura fina, grasosas al tacto, color blanquecinos, gris y crema. Yacen en forma de estratos inclinados o intercaladas con otras capas de menos potencia de limonita y lutitas, en conjunto estas poseen una potencia que supera los 12m, con un rumbo N 68° E y su ángulo de buzamiento de 15° a 18° E; en otros frentes se observa pliegues anticlinales y sinclinales de arcillas grises a plumizas, y es por cuanto existe un avance de explotación.

En la parte norte de la zona detallada aflora un contacto entre la arcilla plumiza plástica y la lutitas blanquecina de color gris amarillento con estratos que no superan los 6m, de potencia y estratificación paralela a las arcillas objeto de estudio.

Se debe destacar que en la zona estudiada, continúan aflorando dos capas de carbón de potencia de 1m, cada una separada entre sí.

En el área de estudio afloran arcillas pertenecientes a la Formación San Cayetano, esta arcilla se caracteriza por su alta plasticidad las capas se presentan con un rumbo N68°E y se encuentran buzando de 15° a 18° E; la potencia de las capas se ha estimado en 25m.

En las partes altas en el sector Nor Oriental superior de la microcuenca de la Quebrada Yanacocha se puede encontrar esporádicos afloramientos de conglomerados pertenecientes a la formación Quillollaco.

3.2.3 Tectónica

La zona de estudio se presenta geológicamente estable, en el sector se puede observar dos estructuras definidas:

- a) Falla de la Q. De Minas con una orientación este Oeste.
- b) Falla N-S que se encuentra atravesando la vía Loja-Zamora.

CAPÍTULO IV
METODOLOGÍA

4. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de Estudio:

El presente proyecto se apoyará en el estudio bibliográfico y en el estudio de campo.

4.2. Métodos de Investigación:

La metodología que se usará para este estudio de factibilidad estará acorde a las necesidades de la investigación.

El desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo a partir de la revisión bibliográfica, información oficial, con la que cuenta la UTPL, ARCOM-Loja, así como de los ensayos realizados en los Laboratorio de Geología y Minas de la UTPL, Laboratorio de Cerámicas de CERART – UTPL, además de Laboratorios PROINSTRA S.A.

Las actividades se ejecutaron en función a cada uno de los objetivos, enfocándose básicamente en determinar, mediante ensayos específicos, las condiciones y características de las muestras.

En primer lugar se obtuvo información secundaria de estudios similares existentes, revisando cartas topográficas del área de proyecto, como base para la descripción y levantamiento geológico.

Luego de ello, con esta información se visitó la zona de estudio para obtener en primer lugar una visión clara del lugar y así poder realizar en la caracterización geológico – estructural de polígono de trabajo, además de la recolección de muestras.

El muestreo escogido fue puntual aleatorio, de los estratos aflorantes en los taludes de la zona de estudio, una vez recolectados fueron etiquetadas de acuerdo al lugar de procedencia.

Tomando en cada uno de estos puntos los datos estructurales, así como las características geológicas de las muestras.

4.3. Tratamiento de la Muestras.

El trabajo de recolección de muestras nos arrojó un total de 18 muestras de los cuatro puntos sobresalientes del área de estudio.

4.3.1. Ensayos Mecánicos.

Todas estas muestras fueron trituradas y pulverizadas antes de proceder a su separación por el tamiz de malla N° 200 (75 μm), se eliminó de las mismas materia orgánica, luego se separaron los limos de las arcillas por sedimentación, se secaron las muestras y se eliminaron los carbonatos, siendo en cada uno de estos pasos registrado y analizado con su respectivo procedimiento.

4.3.2. Ensayos Físicos.

Los ensayos físicos se emplearon para poder conseguir características primordiales del suelo como son la distribución granulométrica, el peso específico y la superficie específica, esto se empleó para conocer el tamaño de clastos en las muestras, el análisis granulométrico, la determinación del peso específico, y el método del picnómetro

4.3.3. Ensayos Químicos.

Mediante los ensayos químicos se describen las dos propiedades fundamentales:

- La mineralogía
- Composición química de las muestras.

Para la descripción mineralógica se utilizó Difractometría de Rayos X, en estos ensayos se procedió a separar la cantidad de 150gr de cada una de las muestras, con el fin de realizar los análisis de determinación de componentes con cristalización definida presentes, utilizando un Difractómetro D2 PHASER, y el software Difrac Plus para la medición, EVA y TOPAS 4.2 para la identificación y cuantificación de las fases cristalinas presentes en cada una de las muestras, en los laboratorios de PROINSTRA S.A.

Además como siguiente paso, se realizó en los laboratorios de la empresa de cerámica CERART-UTPL, la preparación de la pasta de arcilla para la elaboración de figuras de ensayo, que luego de fabricadas se quemaron obteniéndose piezas de cerámicas, que

fueron enviadas nuevamente a los mismos laboratorios particulares antes indicados, para su análisis y así proceder a identificar los elementos que cambian o se eliminan al someter la arcilla a la transformación a cerámica cocida.

CAPÍTULO V
ANÁLISIS DE RESULTADOS

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los trabajos obtenidos son consecuencia de los ensayos químicos de minerales que se desarrollaron en el trabajo, mediante una metodología estructurada.

Los análisis correspondientes nos han servido para analizar las condiciones mineralógicas de cada una de las muestras, lo cual nos sirve para identificar los minerales que nos permitirán calificar por su presencia o ausencia, las más idóneas para el uso en la fabricación de cerámica.

Las muestras representativas del presente trabajo fueron recolectadas en un número de 18 en tres zonas distintas y se estudiaron en forma ordenada y sistemática en su totalidad.

Los procedimientos a los cuales fueron sometidos son: Análisis Difracción de Rayos X, que se realizó empleando D2 PHASER, con ayuda del software Difrac Plus para la medición, EVA y TOPAS 4.2, en la determinación de los componentes con cristalización definida, que están presentes en las muestras.

Este procedimiento se realizó en primera fase al material en estado natural y en segunda fase a las figuras en cerámicas realizadas con las mismas arcillas, a continuación se detallan los resultados obtenidos muestra por muestra.

5.1. Resultados de las Muestras.

a. Muestra ROA M1P1.

La muestra fue recolectada en el Sector “Las Palmeras”, con coordenadas 701000E; 9558700N; 2198m.s.n.m. su litología consiste de arcillas plásticas, con intercalaciones de estratos conglomerados, capas guijarrosas y tierras diatomáceas, estas rocas presentan un tectonismo bien marcado, existiendo fallas locales, pliegues, flexuras hundimientos y deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. Tabla 1.

Tabla 1. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra ROA M1P1

MUESTRA ROA M1P1		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 1,50 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 5,414	$\rho = 1,496 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 48,44 %
	Minerales: Cuarzo, Dióxido, Grupo Plagioclasa, Illita, Caolinita, Montmorillonita, Moscovita.	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Rojo Pálido

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometría de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cuarzo; 56,87%, Caolinita; 19,07%, Montmorillonita; 8,36%, Grupo Plagioclasa: 5,31% Illita; 5,31%, Dióxido; 2,96%. Moscovita; 2,12%. (Figura 3)

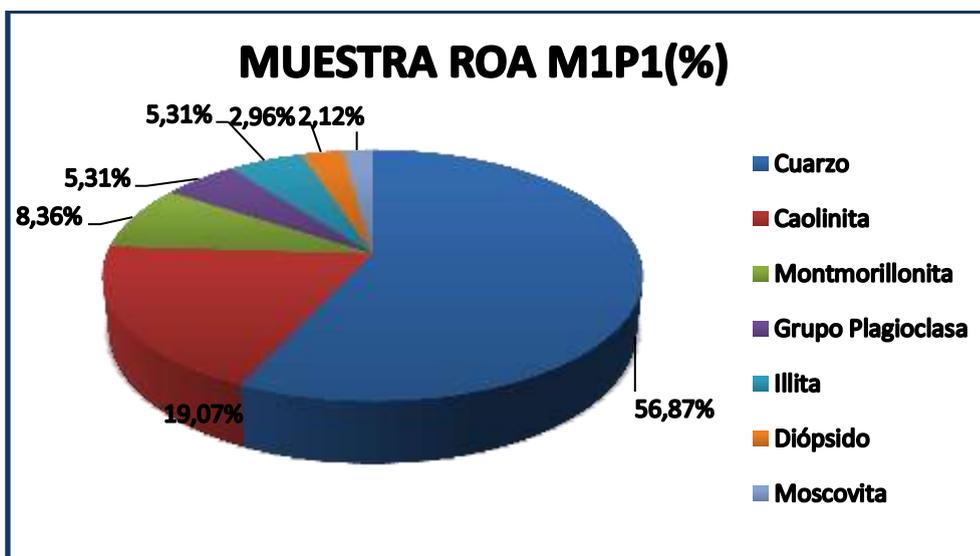


FIGURA (3). Resultados de análisis de DRX muestra ROA M1P1

Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

A más de esto se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante el mismo análisis de Difractometria de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 77.09%, Enstatita; 6.69%, Structure; 6.07%. Hematita; 5.65%, Illita; 4.50%. (Figura 4)

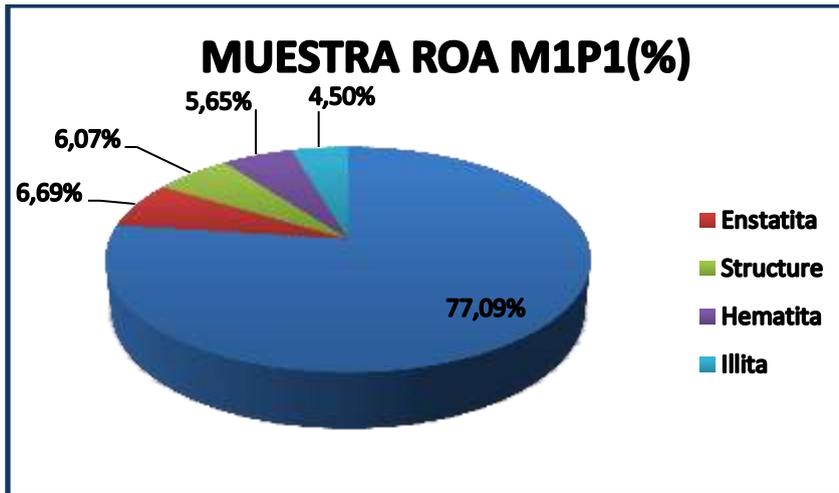


FIGURA (4). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica ROA M1P1
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100° C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación, que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: rojo pálido. (Figura 5)



FIGURA (5). Pieza de cerámica de la muestra ROA M1P1
Fuente: Valarezo, M.

b. Muestra ROA M1P2.

La muestra fue recolectada en el Sector “Las Palmeras”, con coordenadas 701000E; 9558700N; 2198m.s.n.m. su litología consiste de arcillas plásticas, con intercalaciones de estratos conglomerados, capas guijarrosas y tierras diatomáceas, estas rocas presentan un

tectonismo bien marcado, existiendo fallas locales, pliegues, flexuras hundimientos y deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. Tabla 2.

Tabla 2. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra ROA M1P2

MUESTRA ROA M1P2		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 2,30 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 7,27	$\rho = 1,505 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 45,44 %
	Minerales: Cuarzo, Diópsido, Grupo Plagioclasa, Illita, Caolinita, Moscovita.	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Rojo Pálido

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometria de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cuarzo; 55,23%, Grupo Plagioclasa: 12,14% Illita; 9,96%, Caolinita; 8,17%, Moscovita; 11,30%, Diopsidio; 3,2%. (Figura 6)

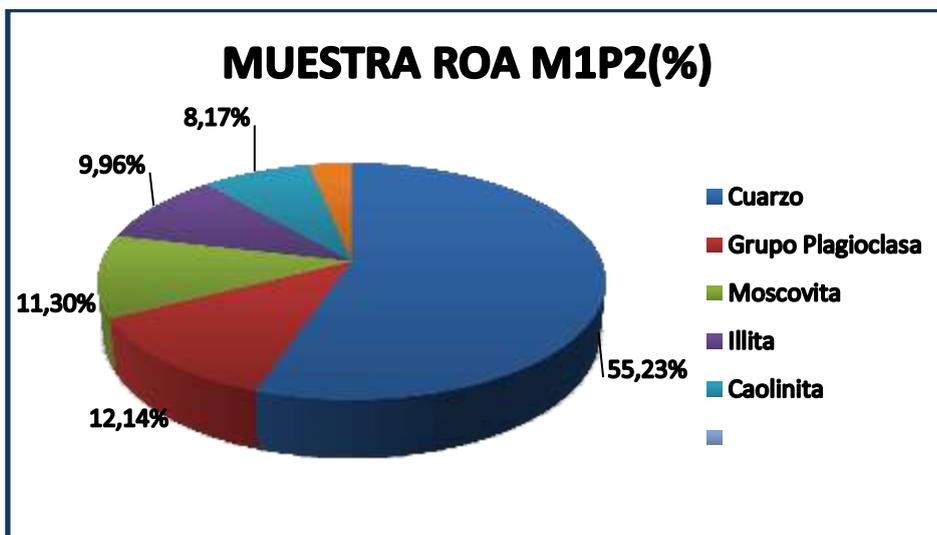


FIGURA (6). Resultados de análisis de DRX muestra ROA M1P2

Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

También se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante el mismo análisis de Difractometria de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 83.49%, Structure; 4.87%, Hematita; 4.21%, Enstatita; 4.15%, Illita; 3.28%. (Figura 7)

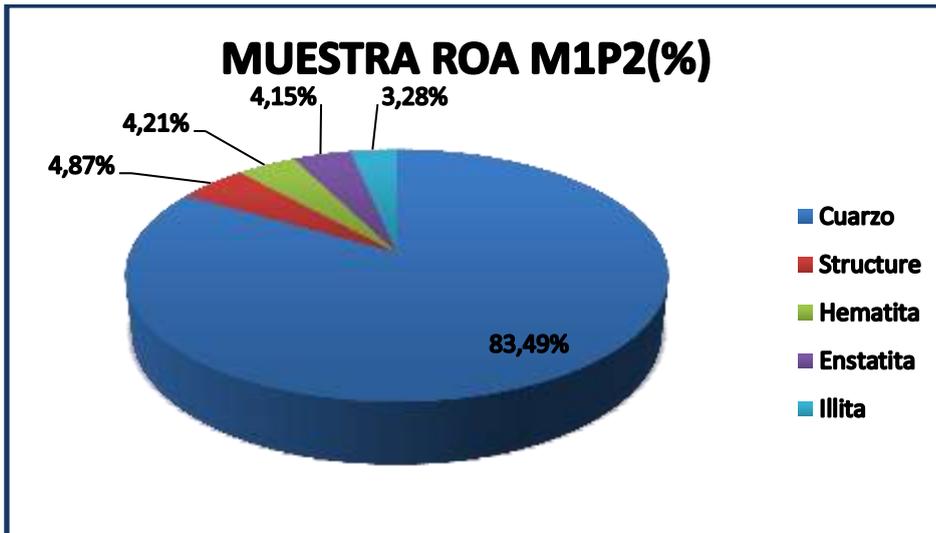


FIGURA (7). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica ROA M1P2
Fuente: PROINSTRA S.A. **Editado:** Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100°C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: rojo pálido. (Figura 8)



FIGURA (8). Pieza de cerámica de la muestra ROA M1P2
Fuente: Valarezo, M.

c. Muestra ROA M1P3.

La muestra fue recolectada en el Sector “Las Palmeras”, con coordenadas 701000E; 9558700N; 2198m.s.n.m. su litología consiste de arcillas plásticas, con intercalaciones de estratos conglomerados, capas guijarrosas y tierras diatomáceas, estas rocas presentan un tectonismo bien marcado, existiendo fallas locales, pliegues, flexuras hundimientos y deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. Tabla 3.

Tabla 3. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra ROA M1P3

MUESTRA ROA M1P3		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 1,63 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 7,843	$\rho = 1,432 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 46,75 %
	Minerales: Cuarzo, Diópsido, Grupo Plagioclasa, Illita, Caolinita, Moscovita, Vermiculita.	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Rojo Pálido

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometria de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cuarzo; 59,31%, Grupo Plagioclasa: 14,48%, Moscovita; 10,34%, Caolinita; 5,96%, Illita; 5,9%, Diòpsidio; 4,01%. (Figura 9)

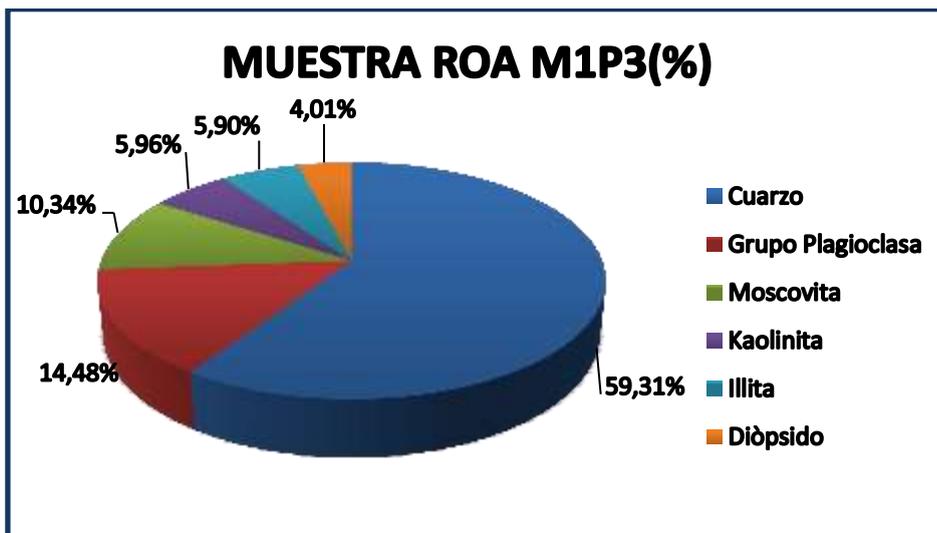


FIGURA (9). Resultados de análisis de DRX muestra ROA M1P3
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

También se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante el similar análisis de Difractometría de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 90.11%, Enstatita; 5,13%, Illita; 1,97%, Hematita; 1,97%, Structure; 0,73 %, (Figura 10)

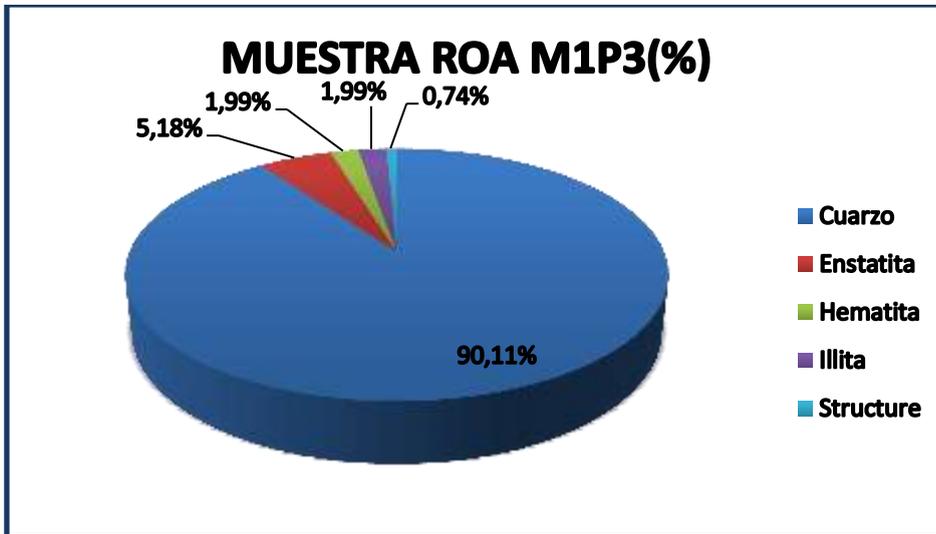


FIGURA (10). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica ROA M1P3
Fuente: PROINSTRA S.A. **Editado:** Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100o C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: rojo pálido.



FIGURA (11). Pieza de cerámica de la muestra ROA M1P3
Fuente: Valarezo, M.

d. Muestra ROA M1P4.

La muestra fue recolectada en el Sector “Las Palmeras”, con coordenadas 701000 E; 9558700 N; 2198 m.s.n.m. su litología consiste de arcillas plásticas, con intercalaciones de estratos conglomerados, capas guijarrosas y tierras diatomáceas, estas rocas presentan un tectonismo bien marcado, existiendo fallas locales, pliegues, flexuras hundimientos y deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. Tabla 4.

Tabla 4. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra ROA M1P4

MUESTRA ROA M1P4		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 2,83 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 7,013	$\rho = 1,478 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 47,43%
	Minerales: Cuarzo, Diópsido, Grupo Plagioclasa, Illita, Caolinita, Montmorillonita, Moscovita, Vermiculita.	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Café Claro

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometría de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cuarzo; 41,44%, Caolinita; 21,75%, Moscovita; 16,23%, Grupo Plagioclasa: 6,7%, Montmorillonita; 5,32%, Diopsidio; 4,89%, Illita; 3,67%, (Figura12).

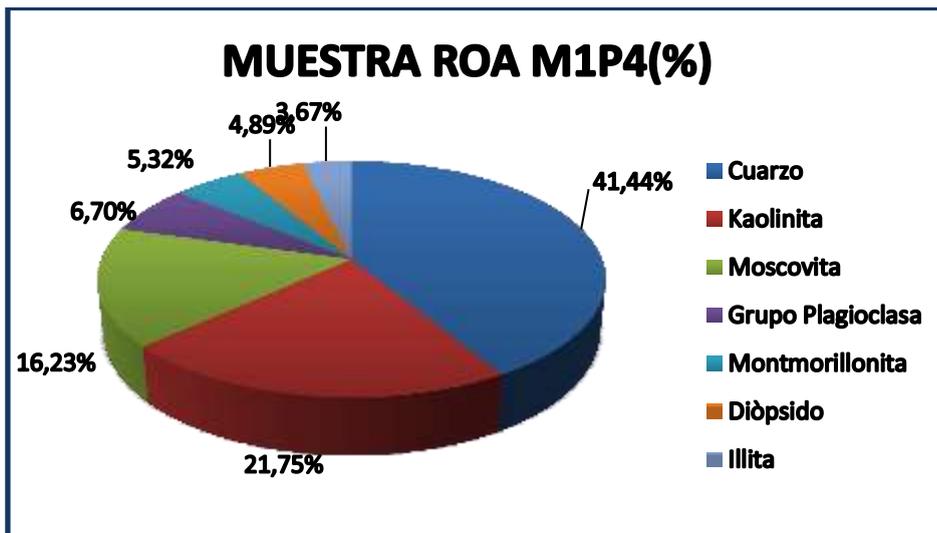


FIGURA (12). Resultados de análisis de DRX muestra ROA M1P4

Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Además se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante similar análisis de Difractometría de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 82.92%, Structure; 6.24%, Illita; 4.79%, Enstatita; 2.57%, Hematita; 3.48%, (Figura 13)

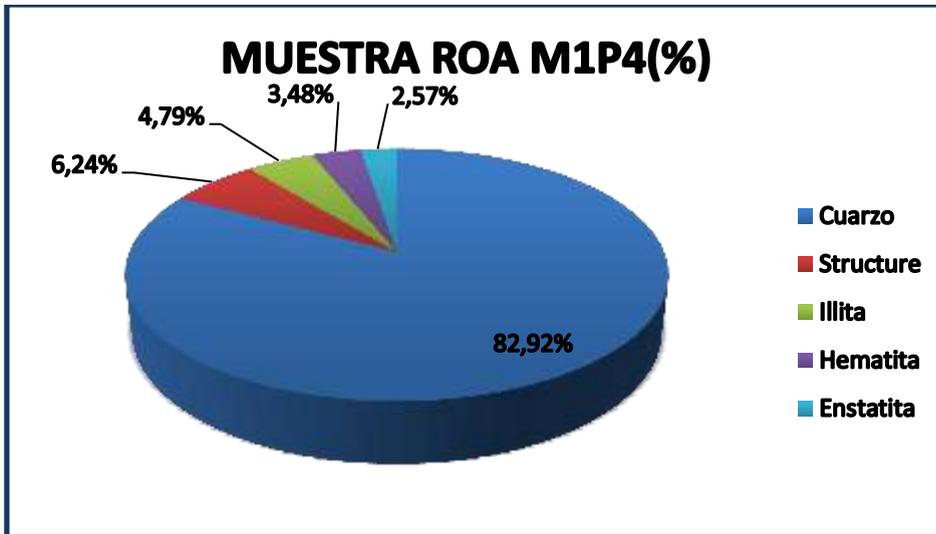


FIGURA (13). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica ROA M1P4
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100o C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: café claro.



FIGURA (14). Pieza de cerámica de la muestra ROA M1P4
Fuente: Valarezo, M.

e. Muestra ROA M1P5.

La muestra fue recolectada en el Sector “Las Palmeras”, con coordenadas 701000 E; 9558700 N; 2198 m.s.n.m. su litología consiste de arcillas plásticas, con intercalaciones de estratos conglomerados, capas guijarrosas y tierras diatomáceas, estas rocas presentan un tectonismo bien marcado, existiendo fallas locales, pliegues, flexuras hundimientos y deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. Tabla 5.

Tabla 5. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra ROA M1P5

MUESTRA ROA M1P5		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 1,50 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 7,213	$\rho = 1,461 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 48,68%
	Minerales: Cuarzo, Diópsido, Grupo Plagioclasa, Illita, Caolinita, Montmorillonita, Moscovita,	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Café

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometria de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cuarzo; 50,67%, Illita; 16,09%, Grupo Plagioclasa: 14,57%, Caolinita; 11,36%, Moscovita; 4,43%, Montmorillonita; 1,87%, Diopsidio; 1,02%. (Figura 15)

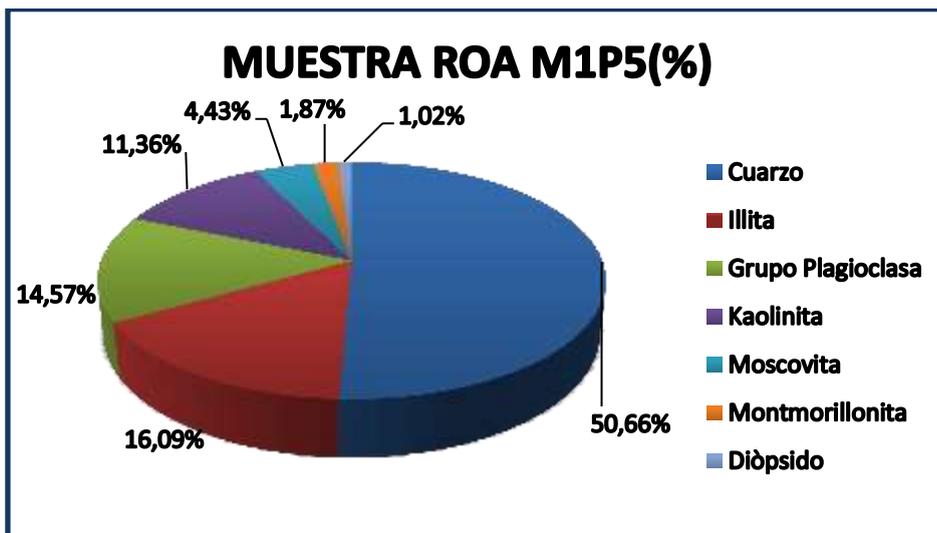


FIGURA (15). Resultados de análisis de DRX muestra ROA M1P5
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Además se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante similar análisis de Difractometría de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 87.63%, Hematita; 5.20%, Illita; 3.74%, Structure; 3.09%, Enstatita; 0.34%, (Figura 16)

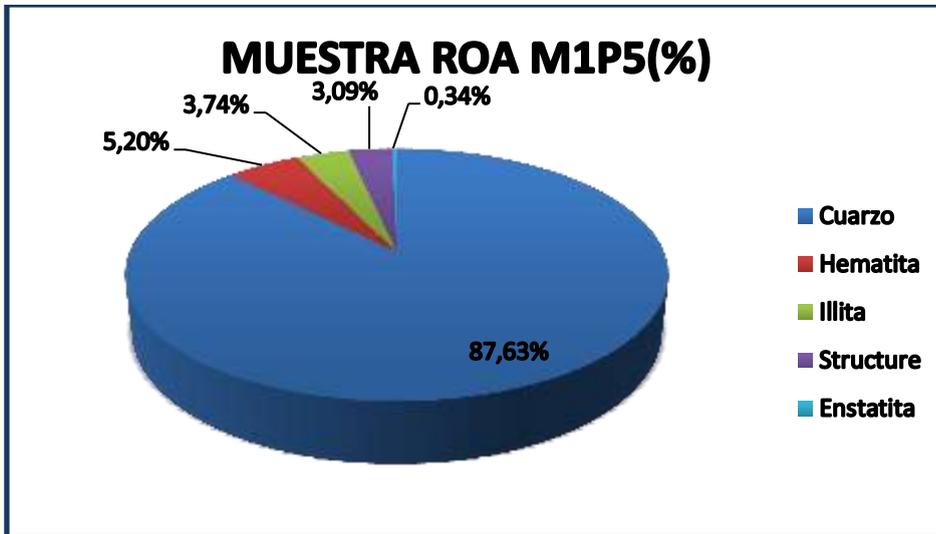


FIGURA (16). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica ROA M1P5
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100o C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: café.



FIGURA (17). Pieza de cerámica de la muestra ROA M1P5
Fuente: Valarezo, M.

f. Muestra ROA M1P6.

La muestra fue recolectada en el Sector “Las Palmeras”, con coordenadas 701000 E; 9558700 N; 2198 m.s.n.m. su litología consiste de arcillas plásticas, con intercalaciones de estratos conglomerados, capas guijarrosas y tierras diatomáceas, estas rocas presentan un tectonismo bien marcado, existiendo fallas locales, pliegues, flexuras hundimientos y deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. Tabla 6.

Tabla 6. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra ROA M1P6

MUESTRA ROA M1P6		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 2,33 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 7,305	$\rho = 1,450 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 49,49%
	Minerales: Cuarzo, Diópsido, Grupo Plagioclasa, Illita, Caolinita.	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Café Claro

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometria de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cuarzo; 60,09%, Caolinita; 7,98%, Grupo Plagioclasa: 6,67% Illita; 5,18%, Diópsido; 0,75%. (Figura 18)

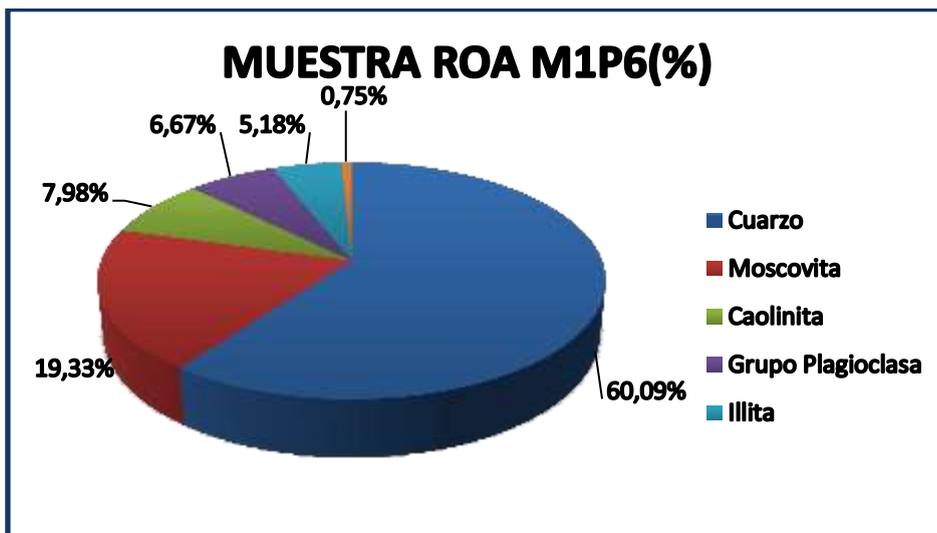


FIGURA (18). Resultados de análisis de DRX muestra ROA M1P6
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Además se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante similar análisis de Difractometría de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 92.97%, Hematita; 3.18%, Illita; 3.02%, Structure; 0.73%, Enstatita; 0.10%, (Figura 19)

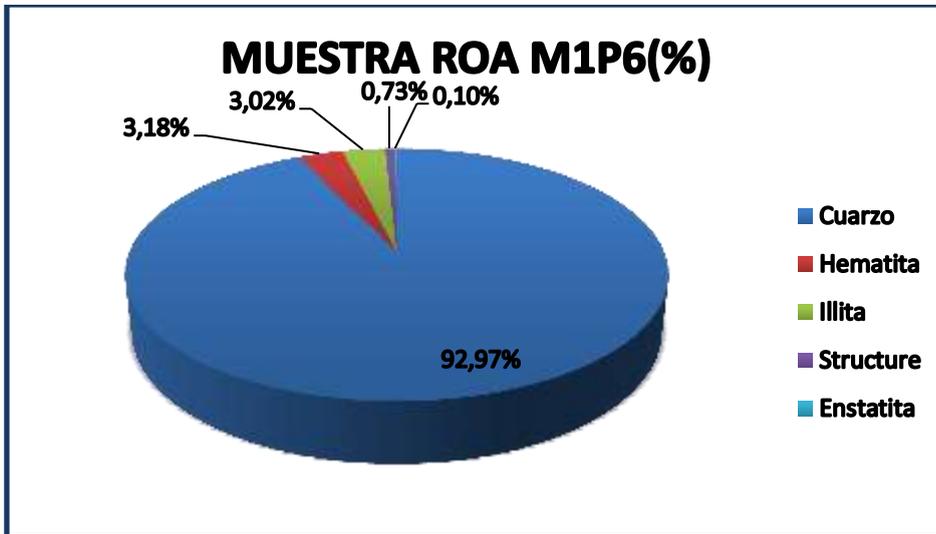


FIGURA (19). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica ROA M1P6
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100o C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: café claro.



FIGURA (20). Pieza de cerámica de la muestra ROA M1P6
Fuente: Valarezo, M.

g. Muestra ROA M1P7.

La muestra fue recolectada en el Sector “Las Palmeras”, con coordenadas 701000 E; 9558700 N; 2198 m.s.n.m. su litología consiste de arcillas plásticas, con intercalaciones de estratos conglomerados, capas guijarrosas y tierras diatomáceas, estas rocas presentan un tectonismo bien marcado, existiendo fallas locales, pliegues, flexuras hundimientos y deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. Tabla 7.

Tabla 7. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra ROA M1P7

MUESTRA ROA M1P7		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 2,00(\text{g/cm}^3)$	pH = 7,342	$\rho = 1,591 (\text{g/cm}^3)$ Humedad = 46,47%
	Minerales: Cuarzo, Montmorillonita, Grupo Plagioclasas, Illita, Caolinita, Moscovita, Diópsido	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Café Claro

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometría de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cuarzo; 34,06%, Caolinita; 20,62%, Illita; 15,48%, Moscovita; 14,6%, Montmorillonita; 6,33%, Grupo Plagioclasa: 6,11% Diópsidio; 2,8%. (Figura 21)

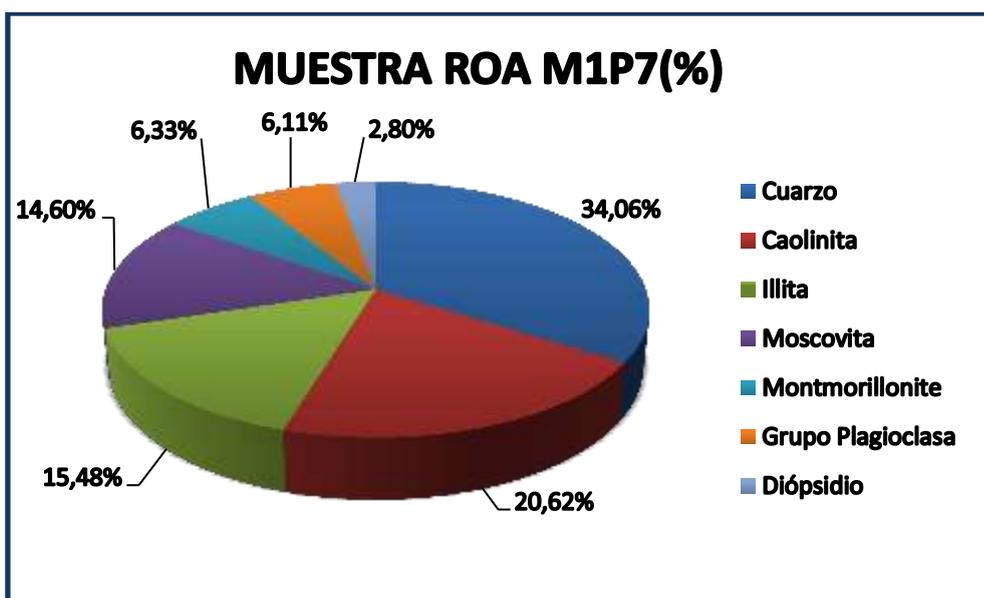


FIGURA (21). Resultados de análisis de DRX muestra ROA M1P7

Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Además se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante similar análisis de Difractometría de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 86.06%, Structure; 5.98%, Illita; 5.18%, Hematita; 2.72%, Enstatita; 0.06%, (Figura 22)

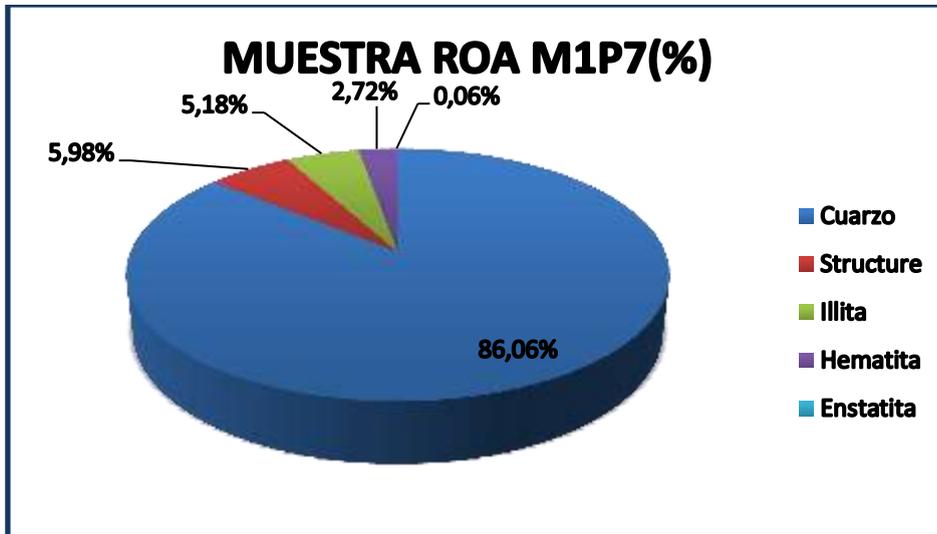


FIGURA (22). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica ROA M1P7
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100o C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: café claro.



FIGURA (23). Pieza de cerámica de la muestra ROA M1P7
Fuente: Valarezo, M.

h. Muestra ROA M2P1.

La muestra es tomada en el Sector “Las Palmeras”, con coordenadas 701200 E; 9558800 N; 2176 la muestra recolectada, pertenece a una geología formada por arcillas plásticas, capas guijarrosas y tierras diatomáceas, se observó un tectonismo bien marcado, y deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. Tabla 8.

Tabla 8. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra ROA M2P1

MUESTRA ROA M2P1		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 2,18 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 5,585	$\rho = 1,590 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 39,2 %
	Minerales: Albita, Cuarzo, Montmorillonita Anorthita, Illita, Caolinita, Moscovita, Diópsido	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Rosado Claro

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometría de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cuarzo; 44,19%, Caolinita; 20,62%, Illita; 15,48%, Moscovita; 14,6%, Montmorillonita; 12,23%, Grupo Plagioclasa: 6,11%, Diopsidio; 2,8%. (Figura 24)

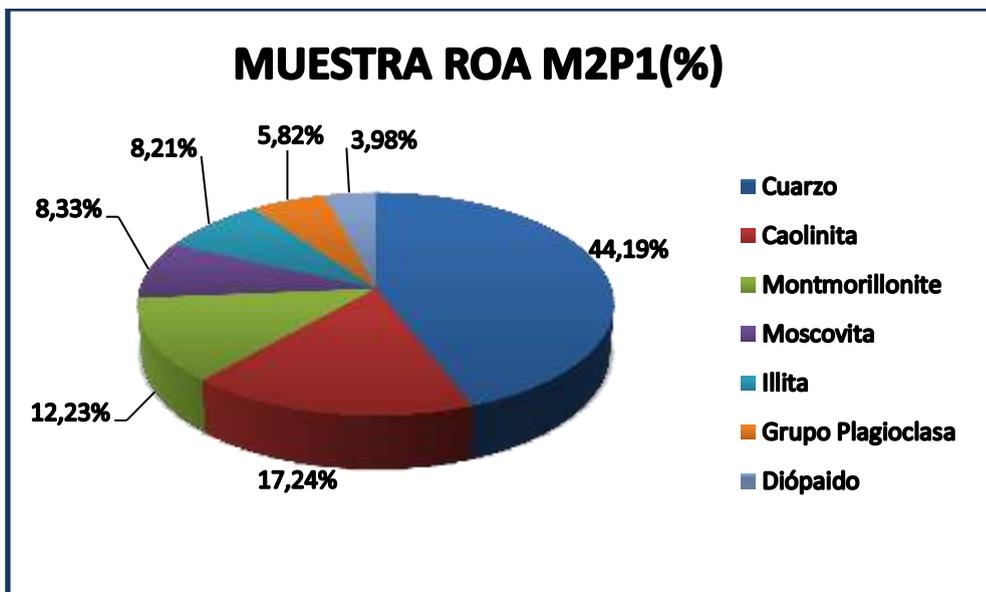


FIGURA (24). Resultados de análisis de DRX muestra ROA M2P1

Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Además se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante similar análisis de Difractometría de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 86.71%, Enstatita; 7.43%, Illita; 4.99%, Hematita; 0.79%, Structure; 0.08%. (Figura 25)

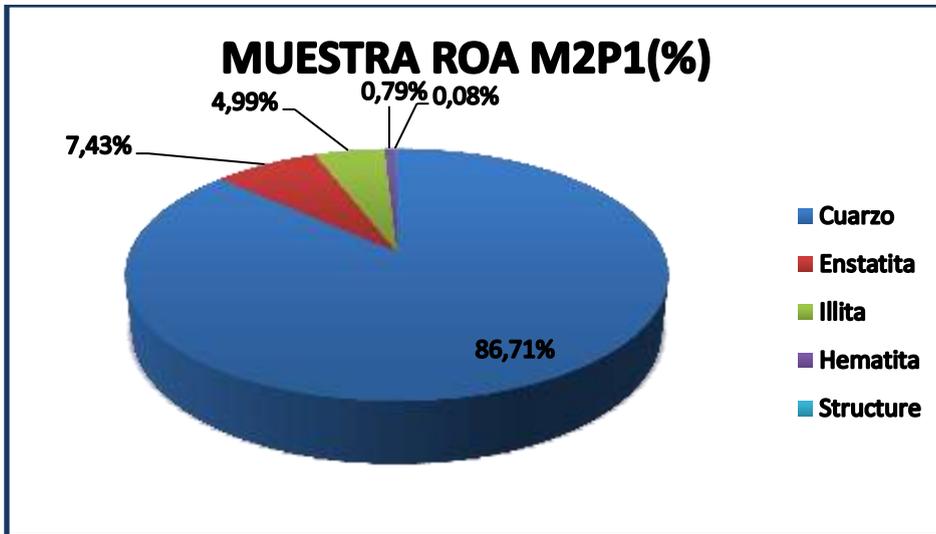


FIGURA (25). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica ROA M2P1
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100o C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: rosado claro.



FIGURA (26). Pieza de cerámica de la muestra ROA M2P1
Fuente: Valarezo, M.

i. Muestra ROA M3P1.

La muestra fue tomada en el Sector “Las Palmeras”, con coordenadas 701300 E; 9558900 N; 2156 la muestra recolectada, pertenece a una geología formada por arcillas plásticas, capas guijarrosas y tierras diatomáceas, se observó un tectonismo bien marcado, y deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. (Tabla 9)

Tabla 9. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra ROA M3P1

MUESTRA ROA M3P1		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 2,79 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 4,614	$\rho = 1,473 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 47,79 %
	Minerales: Cuarzo, Diópsido, Grupo Plagioclasa, Illita, Caolinita, Montmorillonita, , Moscovita,	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Blanco Hueso

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometría de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cuarzo; 34,84%, Moscovita; 23,92%, Caolinita; 17,66%, Diopsidio; 6,75%. Montmorillonita; 6,2%, Illita; 5,58%, Grupo Plagioclasa: 4,04%. (Figura 27)

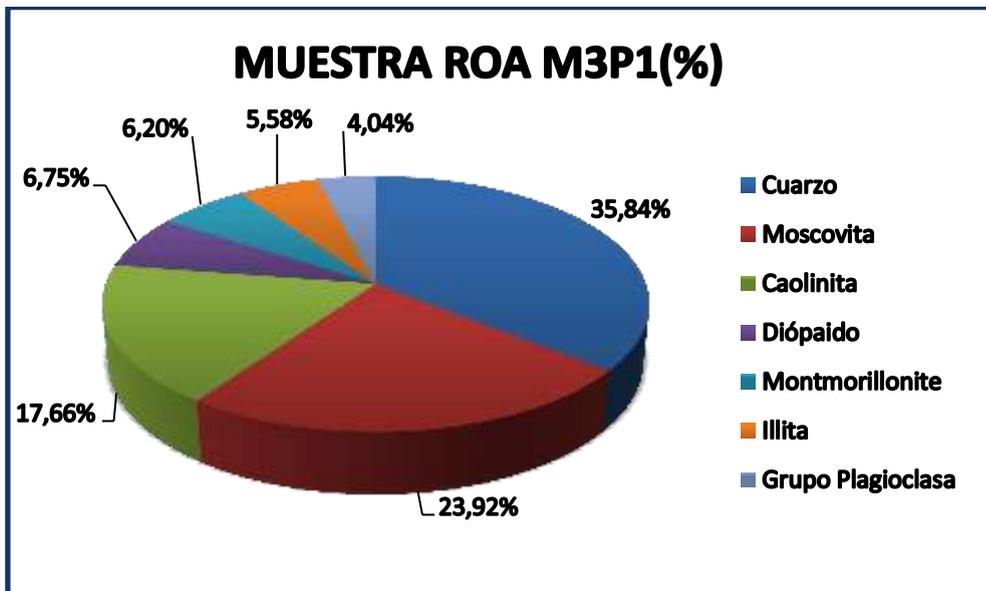


FIGURA (27). Resultados de análisis de DRX muestra ROA M3P1

Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Además se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante similar análisis de Difractometría de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 85.18%, Enstatita; 5.01%, Illita; 4.57%, Hematita; 3.50%, Structure; 1.74%. (Figura 28)

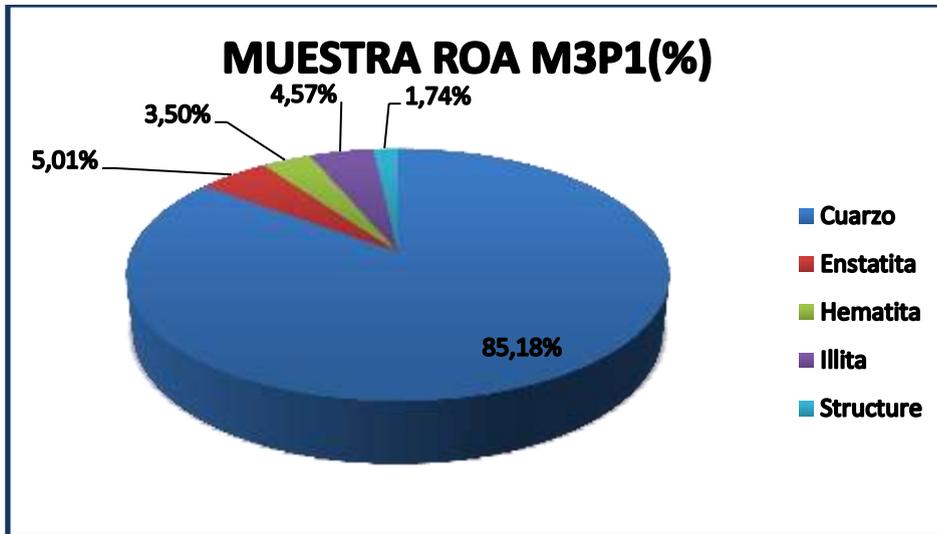


FIGURA (28). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica ROA M3P1
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100o C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: rosado claro.



FIGURA (29). Pieza de cerámica de la muestra ROA M3P1
Fuente: Valarezo, M.

j. Muestra PINOS M4P1.

La muestra fue tomada en el Sector “El Calvario”, con coordenadas 701500 E; 9559900 N; 2121 la muestra recolectada, pertenece a una geología formada por arcillas de textura fina, grasosas al tacto, color blanquecino, gris y crema, yacen forma de estratos inclinados o intercaladas con otras capas de menor potencia de limonita y lutitas, los avances de explotación en la zona confirman elementos estructurales, se observaron pequeños deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. (Tabla 10).

Tabla 10. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra PINOS M4P1

MUESTRA PINOS M4P1		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 2,37 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 4,974	$\rho = 1,460 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 48,75 %
	Minerales: Cuarzo, Gibbsita, Grupo Plagioclasa, Illita, Caolinita, Magnesiochlorita, Montmorillonita, Moscovita, Vermiculita.	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Café Palido

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometria de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cuarzo; 27,97%, Illita; 31,34%, Montmorillonita; 19,54%, Caolinita; 11,83%, Grupo Plagioclasa; 3,68%, Moscovita; 3,05%, Gibbsita; 1,01%, Vermiculita; 1,49%, Magnesiochloritoid; 0,09%, (Figura 30)

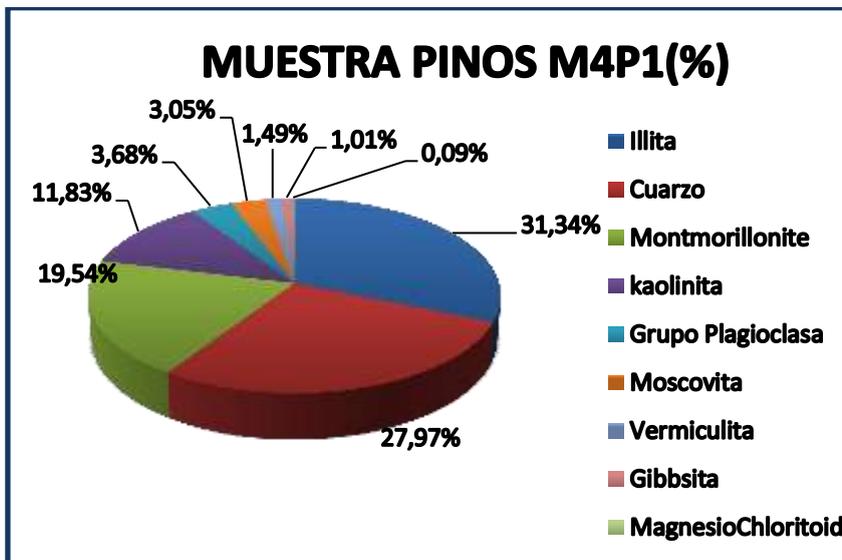


FIGURA (30). Resultados de análisis de DRX muestra PINOS M4P1

Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Además se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante similar análisis de Difractometria de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 86.79%, Hematita; 6.28%, Illita; 5.07%, Enstatita; 1.05%, Structure; 0.81%.(Figura 31)

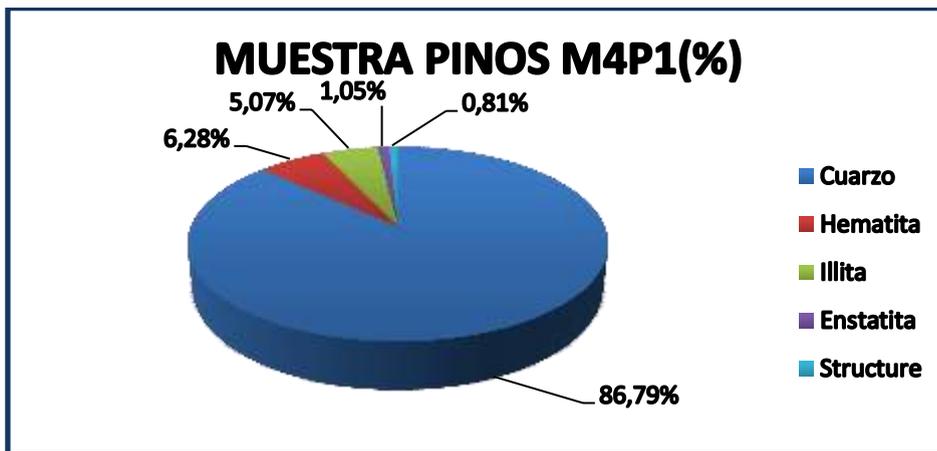


FIGURA (31). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica PINOS M4P1
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100° C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: café palido.



FIGURA (32). Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P1
Fuente: Valarezo, M.

k. Muestra PINOS M4P2.

La muestra fue tomada en el Sector “El Calvario”, con coordenadas 701500 E; 9559900 N; 2121 la muestra recolectada, pertenece a una geología formada por arcillas de textura fina, grasosas al tacto, color blanquecino, gris y crema, yacen forma de estratos inclinados o intercaladas con otras capas de menor potencia de limonita y lutitas, los avances de explotación en la zona confirman elementos estructurales, se observaron pequeños deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. (Tabla 11)

Tabla 11. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra PINOS M4P2.

MUESTRA PINOS M4P2		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 0,60 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 4,568	$\rho = 1,573 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 40,44 %
	Minerales: Cristobalina; Cuarzo, Grupo Plagioclasa, Illita, Caolinita, Montmorillonita, Moscovita, Phegita.	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Café Pálido

Fuente; Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometria de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cuarzo; 32,35%, Illita; 20,07%, Montmorillonita; 17,49%, Caolinita; 14,8%, Moscovita; 5,65%, Grupo Plagioclasa; 4,18%, Vermiculita; 3,71%, Gibbsita; 1,75%, (Figura 33)

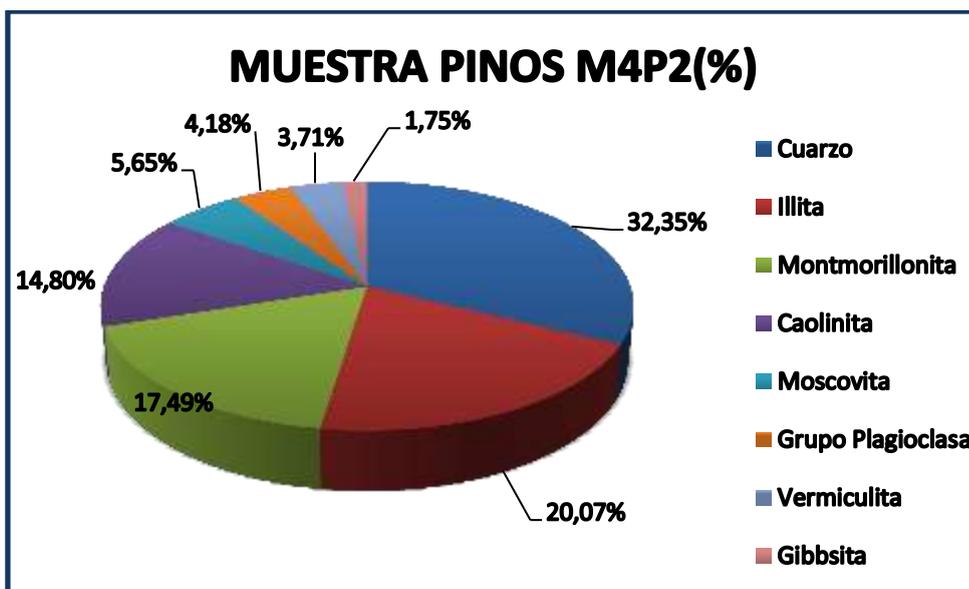


FIGURA (33). Resultados de análisis de DRX muestra PINOS M4P2

Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Además se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante similar análisis de Difractometria de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 69.81%, Hematita; 18.68%, Illita; 7.27%, Structure; 2.17%, Enstatita; 2.07%.(Figura 34)

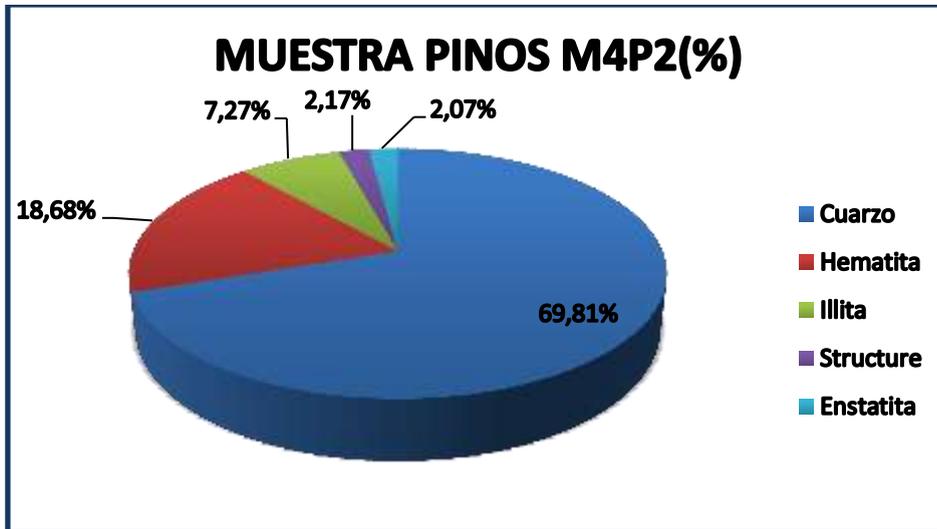


FIGURA (34). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica PINOS M4P2
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100o C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: café palido.



FIGURA (35). Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P2
Fuente: Valarezo, M.

I. Muestra PINOS M4P3.

La muestra fue tomada en el Sector “El Calvario”, con coordenadas 701500 E; 9559900 N; 2121 la muestra recolectada, pertenece a una geología formada por arcillas de textura fina, grasosas al tacto, color blanquecino, gris y crema, yacen forma de estratos inclinados o intercaladas con otras capas de menor potencia de limonita y lutitas, los avances de explotación en la zona confirman elementos estructurales, se observaron pequeños deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. (Tabla 12)

Tabla 12. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra PINOS M4P3.

MUESTRA PINOS M4P3		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 2,35 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 5,580	$\rho = 1,515 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 46,62 %
	Minerales: Cristobalina; Cuarzo, Grupo Plagioclasa, Illita, Caolinita, Montmorillonita, Moscovita, Phegita.	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Café

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometría de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cuarzo; 37,47%, Illita; 22,71%, Montmorillonita; 18,28%, Caolinita; 11,17%, Grupo Plagioclasa; 4,13% Moscovita; 3,83% Vermiculita; 1,52%, Gibbsita; 0.89%, (Figura 36)

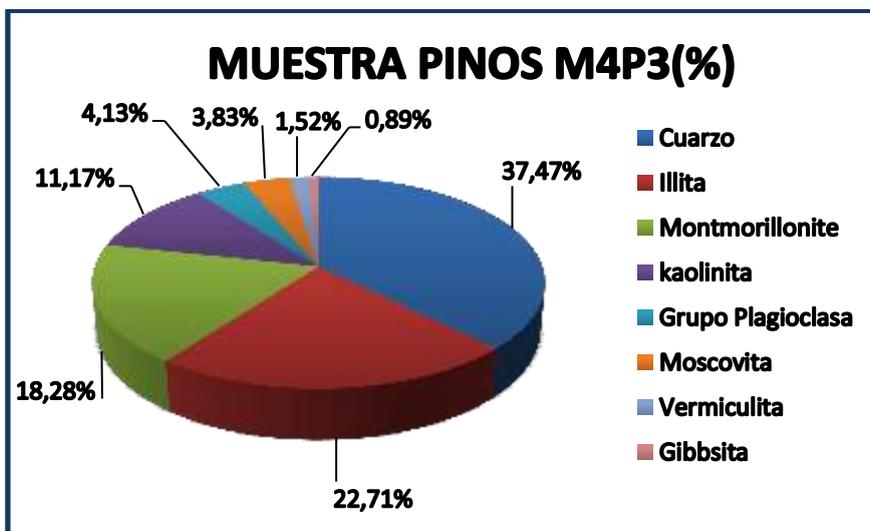


FIGURA (36). Resultados de análisis de DRX muestra PINOS M4P3

Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Además se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante similar análisis de Difractometría de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 90.27%, Illita; 4.22%, Hematita; 3.03%, Structure; 1.52%, Enstatita; 0.95%. (Figura 37)

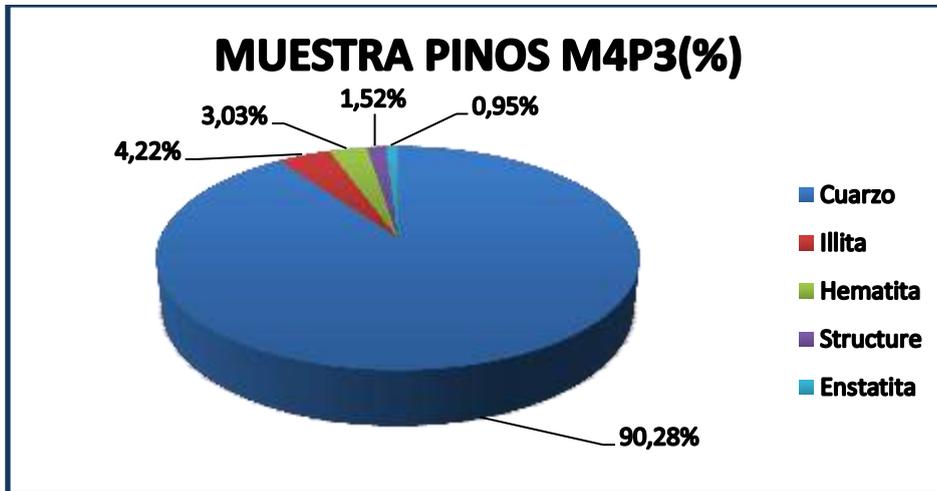


FIGURA (37). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica PINOS M4P3
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100° C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: café.



FIGURA (38). Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P3
Fuente: Valarezo, M.

m. Muestra PINOS M4P4.

La muestra fue tomada en el Sector “El Calvario”, con coordenadas 701500 E; 9559900 N; 2121 la muestra recolectada, pertenece a una geología formada por arcillas de textura fina, grasosas al tacto, color blanquecino, gris y crema, yacen forma de estratos inclinados o intercaladas con otras capas de menor potencia de limonita y lutitas, los avances de explotación en la zona confirman elementos estructurales, se observaron pequeños deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. (Tabla 13).

Tabla 13. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra PINOS M4P4.

MUESTRA PINOS M4P4		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 1,95 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 6,153	$\rho = 1,440 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 48,93 %
	Minerales: Cristobalina; Cuarzo, Grupo Plagioclasa, Illita, Caolinita, Montmorillonita, Moscovita, Phegita.	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Café Claro

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometría de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cristobalina; 2,55%, Cuarzo; 26,75%, Montmorillonita; 20,08%, Caolinita; 17,29%, Illita; 12,4%, Moscovita; 15,35%, Phegita; 2,86%.Grupo Plagioclasa; 2,72% (Figura 39)

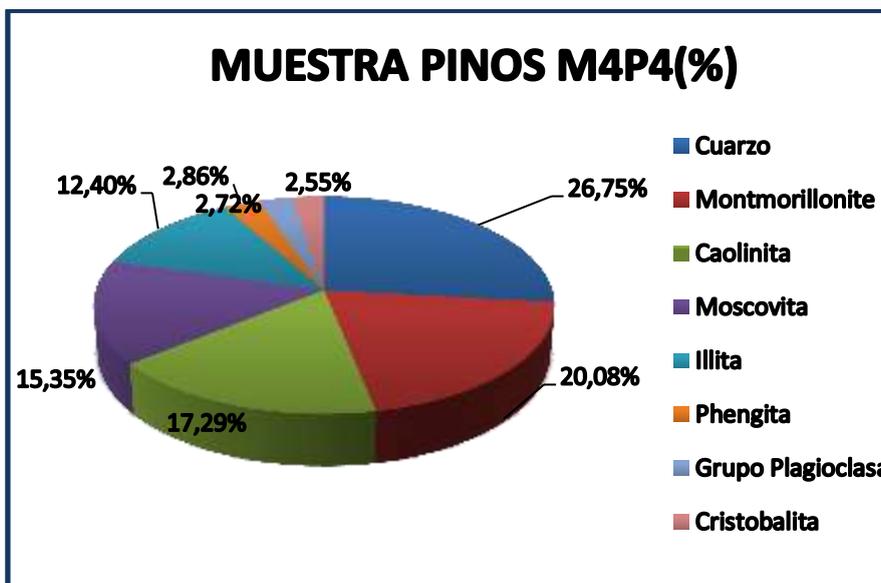


FIGURA (39). Resultados de análisis de DRX muestra PINOS M4P4

Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Además se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante similar análisis de Difractometria de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 89.98%, Illita; 5,59%, Cristobalita 4,10%, Structure; 2,29%, Hematita; 1,04%. (Figura 40)

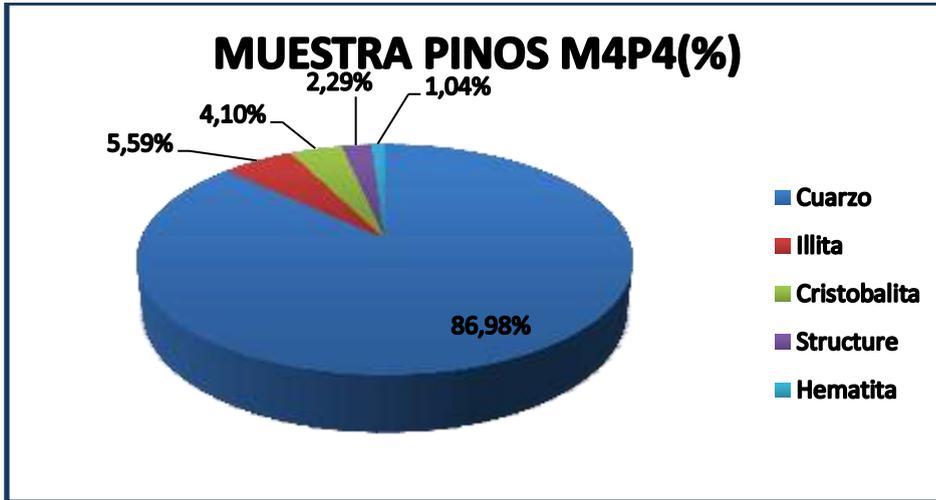


FIGURA (40). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica PINOS M4P4
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100° C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: café.



FIGURA (41). Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P4
Fuente: Valarezo, M.

n. Muestra PINOS M4P5.

La muestra fue tomada en el Sector “El Calvario”, con coordenadas 701500 E; 9559900 N; 2121 la muestra recolectada, pertenece a una geología formada por arcillas de textura fina, grasosas al tacto, color blanquecino, gris y crema, yacen forma de estratos inclinados o intercaladas con otras capas de menor potencia de limonita y lutitas, los avances de explotación en la zona confirman elementos estructurales, se observaron pequeños deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. (Tabla 14)

Tabla 14. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra PINOS M4P5.

MUESTRA PINOS M4P5		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 2,23 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 5,684	$\rho = 1,461 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 48,68 %
	Minerales: Cristobalina; Cuarzo, Grupo Plagioclasa, Illita, Caolinita, Montmorillonita, Moscovita, Phegita.	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Café Claro

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometria de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cuarzo; 26,75%, Montmorillonita; 20,08%, Caolinita; 17,29%, Moscovita; 15,35%, Illita; 12,4%, Phegita; 2,86%, Grupo Plagioclasa; 2,72%, Cristobalina; 2,55%. (Figura 42)

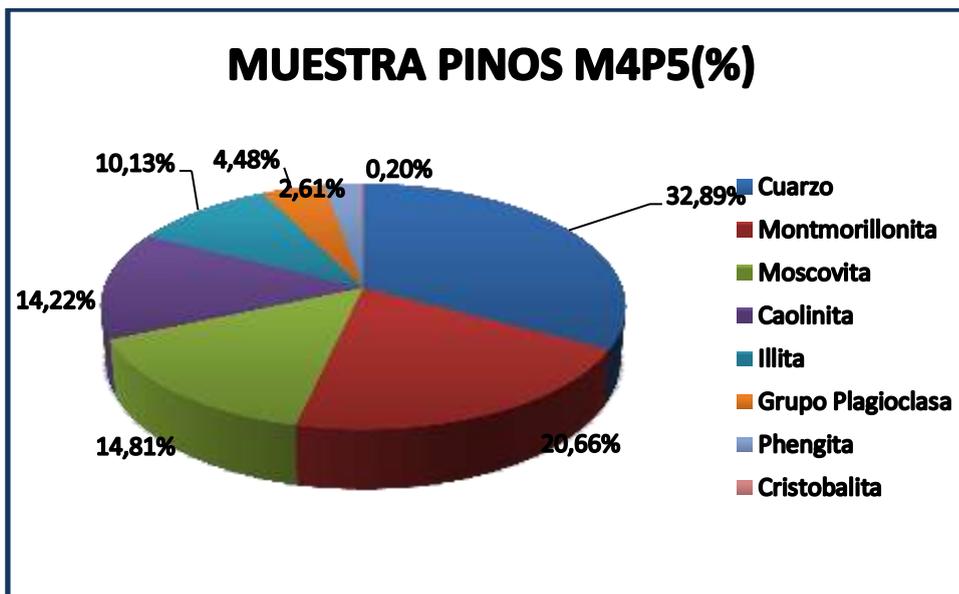


FIGURA (42) . Resultados de análisis de DRX muestra PINOS M4P5

Fuente: PROINSTRA S.A. Editado; Valarezo, M.

Además se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante similar análisis de Difractometria de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 84.37%, Illita; 5.42%, Cristobalita; 5.38%, Structure; 2.23%, Enstatita; 1.60%, Hematita; 1.00%, (Figura 43)

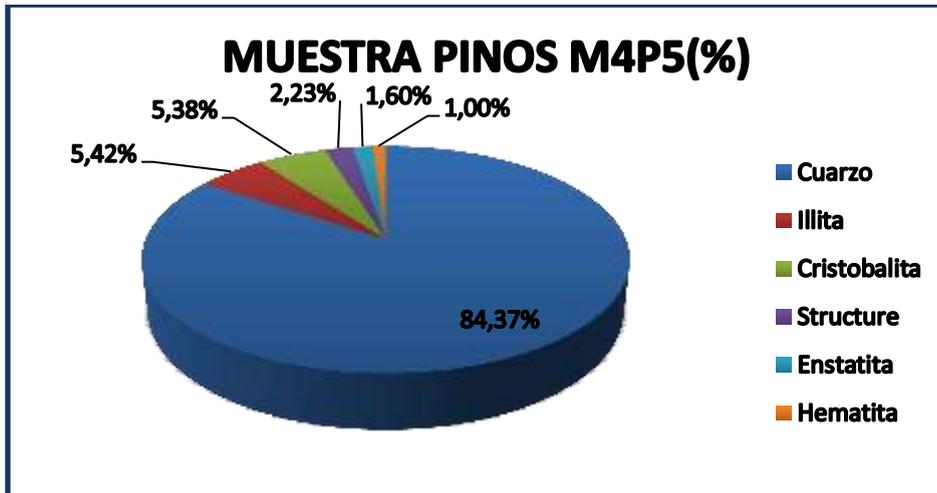


FIGURA (43). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica PINOS M4P5
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100° C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: café claro. (Figura 44)



FIGURA (44). Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P5
Fuente: Valarezo, M.

o. Muestra PINOS M4P6.

La muestra PINOS M4P6, es tomada en el Sector “El Calvario”, con coordenadas 701500 E; 9559900 N; 2121 la muestra recolectada, pertenece a una geología formada por arcillas de textura fina, grasosas al tacto, color blanquecino, gris y crema, yacen forma de estratos inclinados o intercaladas con otras capas de menor potencia de limonita y lutitas, los avances de explotación en la zona confirman elementos estructurales, se observaron pequeños deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. (Tabla 15)

Tabla 15. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra PINOS M4P6.

MUESTRA PINOS M4P6		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 2,20 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 5,684	$\rho = 1,445 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 49,12 %
	Minerales: Cristobalita, Cuarzo, Grupo Plagioclasa, Illita, Caolinita, Montmorillonita, Moscovita, Pengita,	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Café Pálido

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometria de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cristobalina; 0,65%, Cuarzo; 26,75%, Montmorillonita; 21,11%, Illita; 12,27%, Caolinita; 13,59%, Moscovita; 13,55 %, Grupo Plagioclasa; 3,29%, Phegita; 2,05%.

(Figura 45)

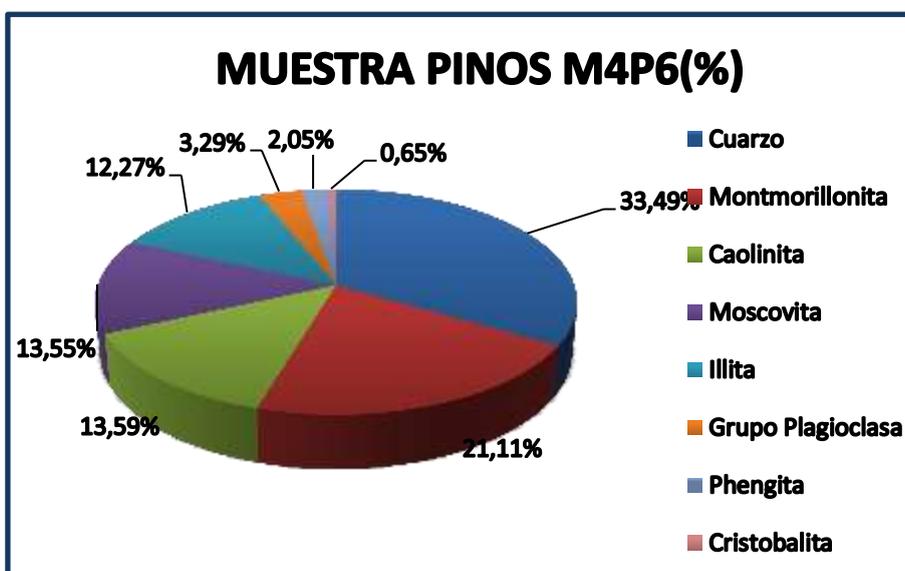


FIGURA (45). Resultados de análisis de DRX muestra PINOS M4P

Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Además se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante el mismo análisis de Difractometría de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 86.01%, Enstatita; 5.97%, Illita; 4.89%, Structure; 1.63%, Hematita; 1.29%, Cristobalita; 0.21%. (Figura 46)

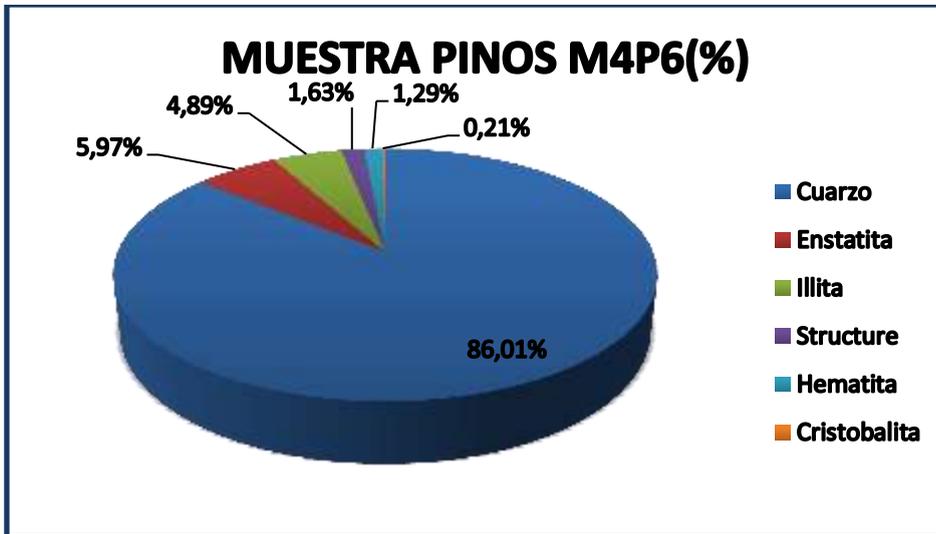


FIGURA (46). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica PINOS M4P6
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100o C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: café pálido.(Figura 47)



FIGURA (47). Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P6
Fuente: Valarezo, M.

p. Muestra PINOS M4P7.

La muestra fue tomada en el Sector “El Calvario”, con coordenadas 701500 E; 9559900 N; 2121 la muestra recolectada, pertenece a una geología formada por arcillas de textura fina, grasosas al tacto, color blanquecino, gris y crema, yacen forma de estratos inclinados o intercaladas con otras capas de menor potencia de limonita y lutitas, los avances de explotación en la zona confirman elementos estructurales, se observaron pequeños deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. (Tabla 16).

Tabla 16. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra PINOS M4P7.

MUESTRA PINOS M4P7		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 2,43 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 4,347	$\rho = 1,506 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 45,37 %
	Minerales: Cristobalita, Cuarzo, Gibbsita, Grupo Plagioclasa, Illita, Caolinita, Montmorillonita, Moscovita, Pengita, Vermiculita	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Café Pálido

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometría de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cuarzo; 27,83%, Illita; 26,15%, Montmorillonita; 20,97%, Caolinita; 13,12%, Grupo Plagioclasa; 5,27%, Moscovita; 3,18 %, Gibbsita; 1,74%, Vermiculita; 1,74%. (Figura 48).

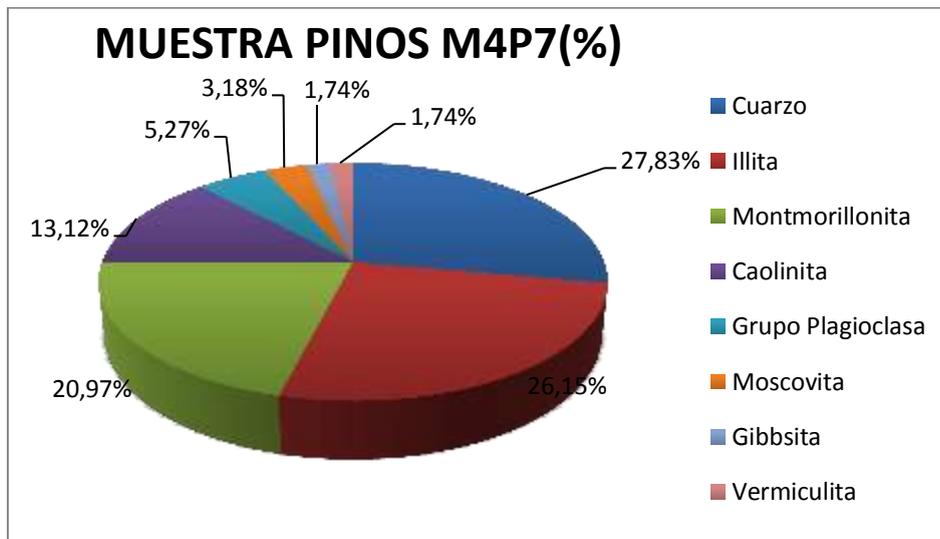


FIGURA (48). Resultados de análisis de DRX muestra PINOS M4P7

Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Además se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante similar análisis de Difractometria de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 82.53%, Hematita; 4,94%, Illita; 4,25%, Enstatita; 3,21%, Cristobalita; 3%, Structure; 2,07%, (Figura 49)

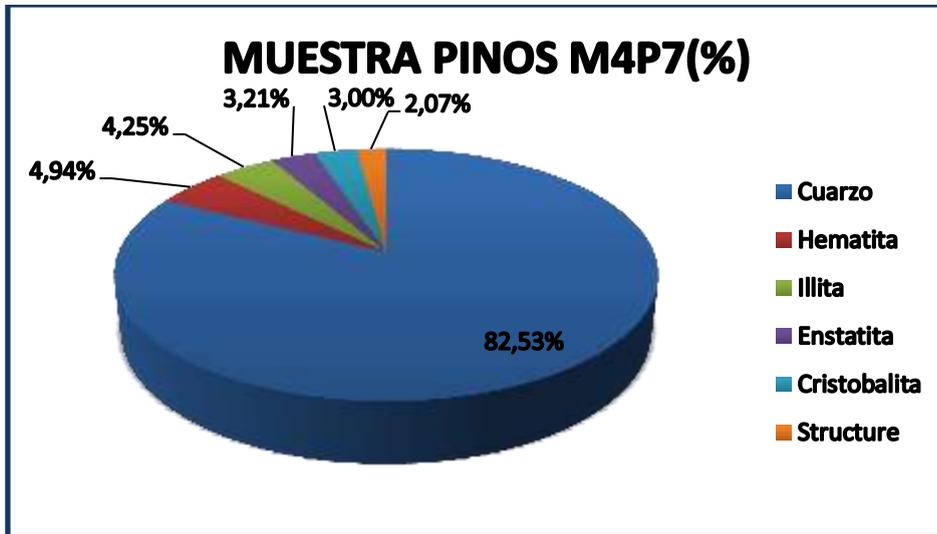


FIGURA (49). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica PINOS M4P7
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100o C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: café pálido. (Figura 50)



FIGURA (50). Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P7
Fuente: Valarezo, M.

q. Muestra PINOS M4P8.

La muestra fue tomada en el Sector “El Calvario”, con coordenadas 701500 E; 9559900 N; 2121 la muestra recolectada, pertenece a una geología formada por arcillas de textura fina, grasosas al tacto, color blanquecino, gris y crema, yacen forma de estratos inclinados o intercaladas con otras capas de menor potencia de limonita y lutitas, los avances de explotación en la zona confirman elementos estructurales, se observaron pequeños deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. (Tabla 17).

Tabla 17. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra PINOS M4P8.

MUESTRA PINOS M4P8		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 2,09 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 5,751	$\rho = 1,400 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 49,78 %
	Minerales: Cristobalita, Cuarzo, Grupo Plagioclasa, Illita, Caolinita, Montmorillonita, Moscovita, Pengita.	Temperatura de la quema: 1100°C Color de la Muestra luego de la quema: Café

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometría de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cuarzo; 31,53%, Montmorillonita; 26,16%, Moscovita; 16,19 %, Caolinita; 10,69%, Illita; 7,8%, Grupo Plagioclasa; 4,95%, Phegita; 2,58%, Cristobalita; 0,11%. (Figura 51)

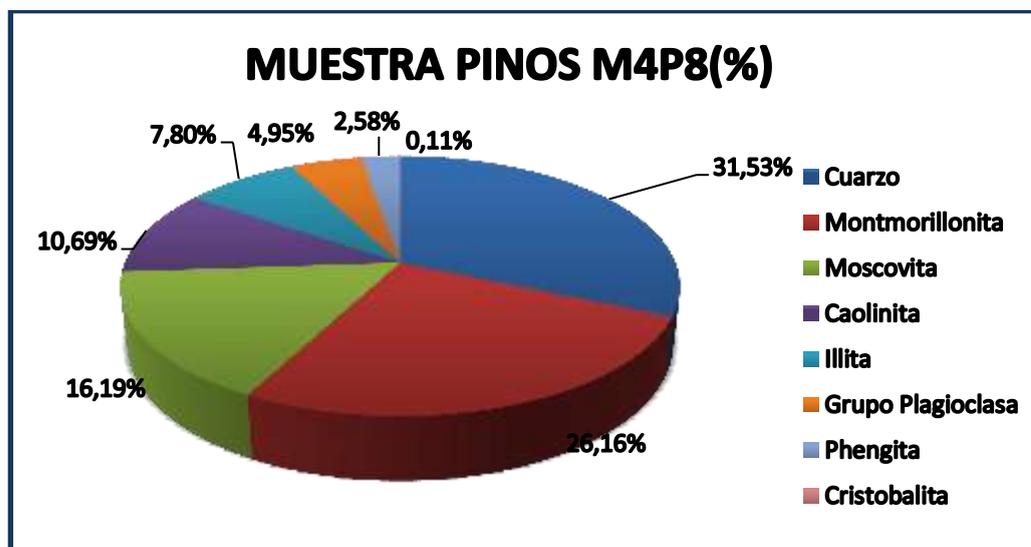


FIGURA (51). Resultados de análisis de DRX muestra PINOS M4P8

Fuente; PROINSTRA S.A. Editado; Valarezo, M.

Además se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante el mismo análisis de Difractometría de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 89.18%, Illita; 5,3%, Structure; 2,44%, Hematita; 1,48%, Enstatita; 1,26%, Cristobalita; 0,34%. (Figura 52)

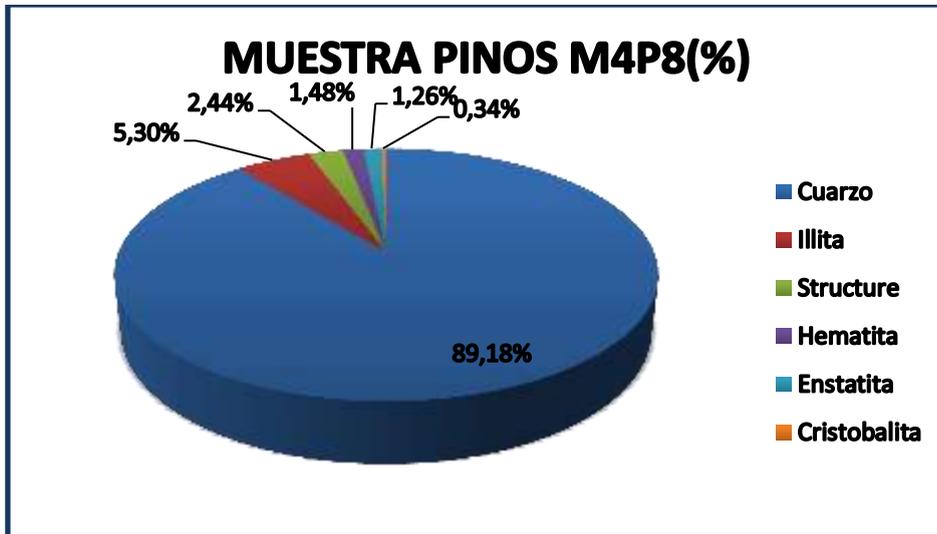


FIGURA (52). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica PINOS M4P8
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100o C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: café. (Figura 53)



FIGURA (53). Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P8
Fuente: Valarezo, M.

r. Muestra PINOS M4P9.

La muestra fue tomada en el Sector “El Calvario”, con coordenadas 701500 E; 9559900 N; 2121 la muestra recolectada, pertenece a una geología formada por arcillas de textura fina, grasosas al tacto, color blanquecino, gris y crema, yacen forma de estratos inclinados o intercaladas con otras capas de menor potencia de limonita y lutitas, los avances de explotación en la zona confirman elementos estructurales, se observaron pequeños deslizamientos generados por la infiltración de aguas superficiales. (Tabla 18).

Tabla 18. Características Físicas, Químicas – Mineralógicas y de la Pasta de Cerámica de la Muestra PINOS M4P9.

MUESTRA PINOS M4P9		
Propiedades		
Físicas	Químicas y Mineralógicas	Pasta de Cerámica
$\rho = 1,88 \text{ (g/cm}^3\text{)}$	pH = 5,985	$\rho = 1,451 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ Humedad = 49,41 %
	Minerales: Cuarzo, Gibbsita, Grupo Plagioclasa, Illita, Caolinita, Montmorillonita, Moscovita, Vermiculita	Temperatura de la quema: 1100° C Color de la Muestra luego de la quema: Café

Fuente: Valarezo, M.

Los resultados del análisis de Difractometría de Rayos X, realizados por el laboratorio de PROINSTRA S.A, nos indican la siguiente composición mineralógica en cantidades proporcionales; Cuarzo; 33,6%, Montmorillonita; 30,92%, Grupo Plagioclasa; 10,51%, Caolinita; 9,47%, Illita; 8,46%, Moscovita; 5,36%, Vermiculita; 1,24%, Gibbsita; 0,44%. (Figura 54)

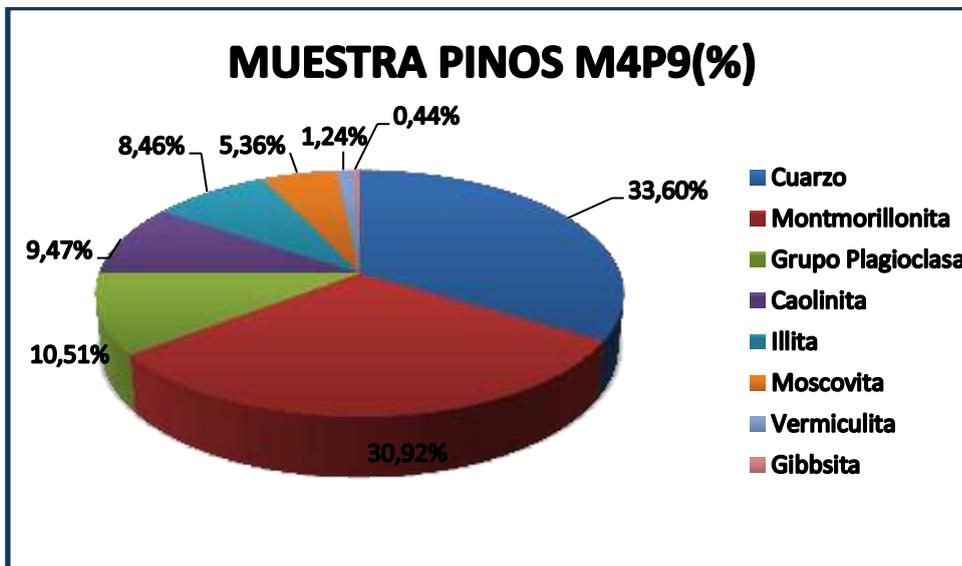


FIGURA (54). Resultados de análisis de DRX muestra PINOS M4P9

Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Además se procedió al análisis de las figuras cerámicas que se realizaron con el mismo material y mediante el mismo análisis de Difractometría de Rayos X, nos arrojó los siguientes resultados porcentuales de su composición y son: Cuarzo; 69,63%, Enstatita; 11,03%, Structure; 8,42%, Illita; 6,64%, Hematita; 4,00%, Cristobalita; 0,28%. (Figura 55)

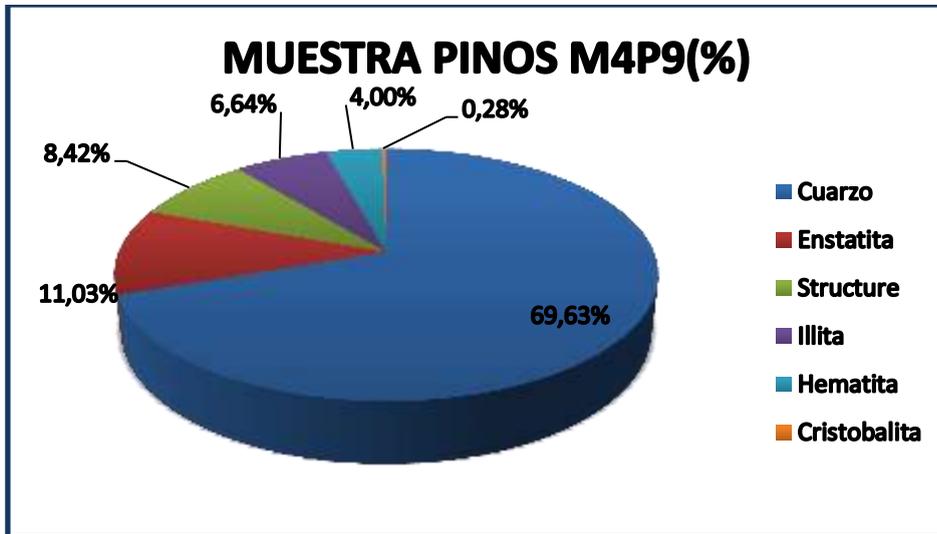


FIGURA (55). Resultados de análisis de DRX muestra de cerámica PINOS M4P9
Fuente: PROINSTRA S.A. Editado: Valarezo, M.

Las figuras de cerámica obtenidas de estas arcillas son producto de una cocción a una temperatura de 1100o C, por un lapso de 9 horas y su resultado fue una figura uniforme que no presenta fisuramientos, ni contracción de tamaño, en referencia al tamaño del molde en donde fue vaciado para su formación que es de 10cm x 5cm, su color uniforme y su tonalidad es de color: café. (Figura 56)



FIGURA (56). Pieza de cerámica de la muestra PINOS M4P9
Fuente: Valarezo, M.

CONCLUSIONES

Los diversos ensayos a las muestras recolectadas nos permitieron concluir lo siguiente:

La formación geológica en donde está ubicado el polígono de investigación es la formación San Cayetano, en donde afloran arcillas que se caracterizan por su alta plasticidad, las capas se presentan con un rumbo Este-Oeste y se encuentran buzando hacia el Nor-Oriente, la potencia de las capas se ha estimado en 25m y yace discordante sobre rocas de la Unidad Chiguinda las cuales se encuentran aflorando en los sectores bajos del área.

Las muestras de arcillas nos reflejaron los siguientes resultados;

Las densidades de las muestras fluctúan en un rango de 0,60 – 2,79cm³/g. Siendo PINOS M4P2 la más baja y ROA M3P1, la que tiene el valor más alto. (Tabla 19).

Los valores de pH están dados en los siguientes rangos:

ROA M1P1 ph 5,414 denominación *Ácido fuerte*

Tabla 19. Clasificación de la arcilla según su rango de pH.

Muestra	Rango de pH	Denominación
ROA M1P1	5,414	<i>Acido Fuerte</i>
ROA M1P2	7,27	<i>Neutro</i>
ROA M1P3	7,843	<i>Ligeramente Alcalino</i>
ROA M1P4	7,013	<i>Neutro</i>
ROA M1P5	7,213	<i>Neutro</i>
ROA M1P6	7,305	<i>Neutro</i>
ROA M1P7	7,342	<i>Neutro</i>
ROA M2P1	5,585	<i>Acido Fuerte</i>
ROA M3P1	4,614	<i>Acido muy Fuerte</i>
PINOS M4P1	4,974	<i>Acido muy Fuerte</i>
PINOS M4P2	4,568	<i>Acido muy Fuerte</i>
PINOS M4P3	5,580	<i>Acido Fuerte</i>
PINOS M4P4	6,153	<i>Ligeramente Acido</i>
PINOS M4P5	5,684	<i>Moderadamente Acido</i>
PINOS M4P6	5,943	<i>Moderadamente Acido</i>
PINOS M4P7	4,347	<i>Acido Extremo</i>
PINOS M4P8	5,751	<i>Moderadamente Acido</i>
PINOS M4P9	5,985	<i>Moderadamente Acido</i>

Fuente: Soil Survey Division Staff, NRCS (1984)

Editado: Valarezo, M.

La tabla anterior nos demuestra que las muestras estudiadas están en los rangos que van desde Ácido Extremo (PINOS M4P7; pH 4,347), hasta Ligeramente Alcalino (ROA M1P3; pH 7,843).

Según los resultados de Difractometría de Rayos X, se determinó que el mineral más abundante en las muestras de arcilla, es el Cuarzo (SiO_2) que van desde el 26,75% (PINOS M4P4) como el más bajo, hasta 60,09 % (ROA M1P6).

La Motmorillonita ($\text{Al}_2\text{Ca}_{0,5}\text{O}_{12}\text{Si}_4$) también se encuentra presente en proporciones considerables en rangos que van desde el 0% (ROA M1P2 y ROA M1P3), hasta 30,92% (PINOS M4P9).

La Caolinita ($\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH}))_4$) se encuentra seguida de los anteriores en proporciones desde 5,96% (ROA M1P3), hasta 34,06% (ROA M1P7).

Siguiendo el orden el siguiente mineral es la Moscovita ($\text{Al}_3\text{H}_2\text{KO}_{12}\text{Si}_2$) con valores desde 2,12% (ROA M1P1), hasta 23,92% (ROA M3P1)

Los siguientes minerales como; Cristobalita, Gibbsita, Grupo Plagioclasas, Illita, Montmorillonita, Pengita, Vermiculita, Magnesiocloita, Butlerita, se encuentran presentes en las muestras en proporciones menores iguales o menores a un dígito.

Las 18 figuras de cerámicas elaboradas con las arcillas de muestra tienen las siguientes características en cuanto a su densidad, humedad de la pasta y color final a la quema:

Tabla 20. Clasificación de las cerámicas según su rango de pH - humedad de la pasta y color a la quema

PASTA PARA CERÁMICA				
MUESTRA	PH	DENSIDAD	HUMEDAD (%)	COLOR
ROA M1P1	5,414	1,496	48,44	Rojo Pálido
ROA M1P2	7,27	1,505	45,44	Rojo Pálido
ROA M1P3	7,843	1,432	46,75	Rojo Pálido
ROA M1P4	7,013	1,478	47,43	Café Claro
ROA M1P5	7,213	1,461	48,68	Café
ROA M1P6	7,305	1,450	49,49	Café Claro
ROA M1P7	7,342	1,591	46,47	Café Claro
ROA M2P1	5,585	1,590	39,2	Rosado Claro
ROA M3P1	4,614	1,473	47,79	Blanco Hueso
PINOS M4P1	4,974	1,460	48,75	Café Pálido
PINOS M4P2	4,568	1,573	40,44	Café Pálido
PINOS M4P3	5,580	1,515	46,62	Café
PINOS M4P4	6,153	1,440	48,93	Café Claro
PINOS M4P5	5,684	1,461	48,68	Café Claro

PINOS M4P6	5,943	1,455	49,12	Café Pálido
PINOS M4P7	4,347	1,506	45,37	Café Pálido
PINOS M4P8	5,751	1,400	49,78	Café
PINOS M4P9	5,985	1,451	49.41	Café

Fuente: Laboratorios CERART – UTPL.

Editado: Valarezo, M.

Los resultados de Difractometría de Rayos X, determinó que en las muestras de cerámica el mineral más abundante es nuevamente el Cuarzo (SiO_2) que van desde el 69,80% (PINOS M4P2) como el más bajo, hasta 92,97 % (ROA M1P6).

La Illita ($\text{Al}_4\text{KO}_{12}, \text{Si}_2$) también se encuentra presente en proporciones considerables en rangos que van desde el 1,97% (ROA M1P3), hasta 5,59% (PINOS M4P4).

Hematita (Fe_2O_3) se encuentra a continuación de los anteriores en proporciones desde 0,79% (ROA M2P1), hasta 18,68% (PINOS M4P2).

Los siguientes minerales como: Enstatita, Cristobalita, se encuentran presentes en las muestras en proporciones menores iguales o menores a un dígito.

El elemento recurrente en los contenidos de los análisis determinado como *Structure*, y cuantificada en los difractogramas es la interferencia producida por radiación K – beta.

Las 18 figuras fueron elaboradas a partir de las muestras recolectadas, fueron tratadas, preparadas y quemadas a una temperatura nominal y todas brindaron el resultado esperado, son aptas para la fabricación de cerámicas por cuanto cumplen con las características primordiales de una pieza de este tipo como son la *plasticidad, contracción y densidad*.

Los colores son uniformes y casi todos de un color café y de tonalidad de pálido a firme y dos de ellas (ROA M2P1 Y ROA M3P1) de color claro y bajas tonalidades.

Es así que se concluye que las arcillas estudiadas en el presente trabajo investigativo son idóneas en su totalidad para elaboración de cerámicas o en su defecto como agregados para la elaboración de mezclas con el mismo fin.

RECOMENDACIONES

Por la experiencia practicada en el trabajo realizado y por los resultados obtenidos, podemos recomendar lo siguiente:

- Realizar en primera instancia del trabajo los ensayos gravimétricos, para la clasificación de finos en una muestra determinada de inicio del trabajo.
- En las muestras a tratarse debe realizarse trabajo específico en cuanto a cantidad, pues para los ensayos por separado de muestra para análisis mineralógico y muestra para pasta de cerámica las condiciones básicas difieren y por consiguiente es innecesario la preparación de grandes cantidades de materia que para diferentes ensayos es que se traduce en grandes pérdidas de tiempo.
- La integración de laboratorios de la Universidad, por cuanto existiendo los equipos en diferentes áreas, los traslados y permisos para el uso de los mismos resulta engorroso y largo, razón por la cual se incrementa el tiempo de la investigación.
- La adquisición del equipo de Difractometría de Rayos X, un equipo vital para la investigación en las áreas en donde la composición química y mineralógica sea la incógnita que revele en la dudas a descubrir.

BIBLIOGRAFÍA

- LEPIN O. V., Ariosalznaga J., “Búsqueda, Exploración y Evaluación Geológico - Económica de Yacimientos Minerales Sólidos”, Segunda Edición, Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. 1986,
- González Vallejo Luis L. Coordinador. (2002). Ingeniería geológica. (p. 744). Granada – España.
- De la Torre Ernesto, Cando María, Guevara, Alicia, (2010). Desarrollo y caracterización de caolines modificados para aplicaciones industriales. Escuela Politécnica Nacional.
- Delgado Vallejo Andrés Esteban, Negrete Martínez César Antonio. (2012). Evaluación del uso de arcillas y puzolanas en la etapa de molienda de acabado para la fabricación de cemento portland puzolánico tipo IP. Universidad de Cuenca.
- George M. Reeves, Jan Sims, J. C. C. (Ed.). (2006). Clay Materials Used in Construction (p. 525). Geological Society of London.
- Smirnov. V. I., “Geología de Yacimientos Minerales”, (Traducido del ruso por Yu. Murzín). Editorial Mir Moscú, Moscú. 1982,
- León, M. I. C., & Rodríguez, M. P. (2007). Mineralogía aplicada: salud y medio ambiente (p. 406). Editorial Paraninfo.
- Malagón, E. del C. V. (n.d.). Materiales Cerámicos. Propiedades, Aplicaciones Y Elaboración. UNAM
- Manual de Mineralogía, Vol. 2 Cuarta Edición, Basado en la Obra de J.D. Dana, Cornelis Klein, Cornelius S. Hurlbut, 1997.
- Paladines Agustín, Soto John. (2010). Geología y Yacimientos Minerales del Ecuador. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Rosana Méndez Mutschler (2009). Diseño de tejas prefabricadas de bajo coste que incorporan residuos industriales de carácter puzolánico para uso en países en vías

- de desarrollo. Aplicación al caso de Cali. Universidad Politécnica De Valencia (Colombia),
- Special Procedures for Testing Soil and Rock for Engineering Purposes. (n.d.). ASTM International.
 - Walter T. Huang, Ph.D. (2010). Petrología. Departamento de Geología. Universidad Baylor.

TESIS

- Ortega C. Pablo V. (2012). Diseño para la explotación de la cantera de arcilla, barrio Cera- cantón Loja, Loja, Universidad Técnica Particular de Loja.
- Flores C. Yetzabel G. (2013). Caracterización físico – mecánica y química de arcillas del sector Norte de la Cuenca Sedimentaria Miocénica de Loja. Loja, Universidad Técnica Particular de Loja.
- Cadena N. Ana C. Estudio Químico de la Presencia de Montmorillonita en Arcillas de la Cuenca Sedimentaria Miocénica de Loja Mediante Técnicas de Espectroscopia Molecular. Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Guartán José A. (2010). Zonificación Sísmica de la Cuenca de Loja (Ecuador), a partir de datos litológicos y medios de ruido Ambiental. Loja. Universidad Técnica particular de Loja.

ARTÍCULOS

- José Darío Santos Amado ; Pedro Yesid Malagón Villafrades ; Elcy María Córdoba Tuta, Caracterización de Arcillas y Preparación de Pastas Cerámicas para la Fabricación de Tejas y Ladrillos en la región de Barichara, Santander. Colombia,; DYNA, 2011, 78 (167)
- Jorge Albán Gómez, Miguel Carvajal Aguirre, Carlos Chamorro Arturo y Diego Pazmiño Vinuesa, Fabián Sandoval Moreano. Capítulo 7- Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable en Ecuador. Equipo Consultor de la Fundación Ambiente y Sociedad. 2012.

- Curso de Mineralogía de Suelos. (n.d.). Bib. Orton IICA / CATIE.
- El uso de la arcilla en aplicaciones industriales, artículo publicado por Quiminet.com 2012.
- Superficie específica, superficie externa e interna for FISISORCION NITROGENO. (n.d.)

ANEXOS

ANEXOS

9.1. Fichas de Campo

ANEXO

AFLORAMIENTO 1	
Barrio "Las Palmeras"	
Código	ROA M1P1
Ubicación:	x= 701000 y= 9558700 z= 2198 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositacion lacustres, las geomorfías colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	158/17
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propios de la extracción constante de material por ser una cantera activa
	
Descripción Litológica	Se observa arcillas gris azuladas con oxidaciones de hierro, se diferencia posiblemente niveles centimétricos de arcillas con óxidos de manganeso, son arcillas de alta plasticidad, la estratificación buzando 17 grados al SE, la potencia visual en el afloramiento oscila entre 1 y 2m

AFLORAMIENTO 2 Barrio "Las Palmeras"	
Código	ROA M1P2
Ubicación:	x= 701000 y= 9558700 z= 2198 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositación lacustres, las geomorfos colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	158/17
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propios de la extracción constante de material por ser una cantera activa



Descripción Litológica	Se observa arcillas plásticas color gris azuladas de alta plasticidad con alteraciones y oxidaciones superficial la estratificación buzando 17 grados al SE, la potencia visual en el afloramiento oscila entre 2 y 4m
-------------------------------	--

AFLORAMIENTO 3 Barrio "Las Palmeras"	
Código	ROA M1P3
Ubicación:	x= 701000 y= 9558700 z= 2198 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositación lacustres, las geomorfos colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	158/17
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propias de la extracción constante de material por ser una cantera activa
	
Descripción Litológica	Afloramiento típico de la formación San Cayetano, se expone oxidaciones de hierro, altamente plásticas, por su contenido elevado de aluminio silicatos, potencia visual en el afloramiento oscila entre 1 y 2m. Se encuentra en proceso de litificación.

AFLORAMIENTO 4 Barrio "Las Palmeras"	
Código	ROA M1P4
Ubicación:	x= 701000 y= 9558700 z= 2198 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositación lacustres, las geomorfos colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	158/17
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propios de la extracción constante de material por ser una cantera activa
	
Descripción Litológica	Afloramiento de arcillas plásticas, que van con tonalidades que van de gris azulada a gris rojizas. Se diferencian niveles intercalados de óxidos de hierro de diferentes contrastes, levemente alterados y meteorizados, potencia visual de 1 a 2m.

AFLORAMIENTO 5 Barrio "Las Palmeras"	
Código	ROA M1P5
Ubicación:	x= 701000 y= 9558700 z= 2198 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositación lacustres, las geomorfas colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	158/17
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propias de la extracción constante de material por ser una cantera activa
	
Descripción Litológica	Afloramiento de arcilla medianamente consolidadas, oxidadas, predominan limonitas de textura plásticas, las tonalidades gris azuladas son típicas, no se diferencia claramente estratificación sin embargo mantiene una leve tendencia de 158/17 la potencia visual en el afloramiento oscila entre 2 a 5m

AFLORAMIENTO 6 Barrio "Las Palmeras"	
Código	ROA M1P6
Ubicación:	x= 701000 y= 9558700 z= 2198 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositación lacustres, las geomorfas colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	158/17
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propios de la extracción constante de material por ser una cantera activa
	
Descripción Litológica	Arcilla medianamente consolidadas, oxidadas, predominan limonitas de textura plásticas, , no se diferencia claramente estratificación sin embargo mantiene una leve tendencia de 158/17 la potencia visual en el afloramiento oscila entre 1 a 3m

AFLORAMIENTO 7 Barrio "Las Palmeras"	
Código	ROA M1P7
Ubicación:	x= 701000 y= 9558700 z= 2198 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositación lacustres, las geomorfos colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	158/17
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propios de la extracción constante de material por ser una cantera activa.



Descripción Litológica	Se observa arcillas de color café levemente competentes constituidas de trazas de cuarzo, arcillas de alta plasticidad, la potencia visual en el afloramiento oscila entre 1 y 2m
-------------------------------	---

AFLORAMIENTO 8 Barrio "Las Palmeras"	
Código	ROA M2P1
Ubicación:	x= 701200 y= 9558800 z= 2176 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositación lacustres, las geomorfos colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	163/18
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propios de la extracción, cobertura vegetal en mínimas proporciones
	
Descripción Litológica	Se observa arcillas de color café claro, se diferencia una secuencia estratificada de arcillas compactas de lata plasticidad, intercaladas con niveles de arcillas carbonatadas, las arcillas carbonatadas posiblemente diatomitas, están cortadas por vetillas centimétricas de carbonatos, secuencia típica de una deposición fluvial lacustre, las capas se disponen 158/17, potencia visual en el afloramiento oscila entre 1 y 2m

AFLORAMIENTO 9 Barrio las Palmeras	
Código	ROA M3P1
Ubicación:	x= 701300 y= 9558900 z= 2173 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositación lacustres, las geomorfos colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	175/18
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propios de la extracción, mínimas porciones de capa vegetal.
	
Descripción Litológica	Se observa arcillas gris azuladas con leves oxidaciones de hierro, elementos presentes de cuarzo levemente competentes, alta plasticidad claros planos de la estratificación buzando 17 grados al SE, la potencia visual en el afloramiento oscila entre 2 y 3m

AFLORAMIENTO 10 Barrio "El Calvario"	
Código	PINOS M4P1
Ubicación:	x= 701500 y= 9559900 z= 2121 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositación lacustres, las geomorfas colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	158/18
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propios de la extracción constante de material por ser una cantera activa en producción constante
	
Descripción Litológica	Arcillas gris azuladas con lixiviación moderada , no posee vetillas de vista macroscópica, la potencia visual en el afloramiento oscila entre 1 y 2m

AFLORAMIENTO 11 Barrio "El Calvario"	
Código	PINOS M4P2
Ubicación:	x= 701500 y= 9559900 z= 2121 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositación lacustres, las geomorfos colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	158/178
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propios de la extracción constante de material por ser una cantera activa en producción constante
	
Descripción Litológica	Se observó estratos de arcillas cafés azuladas de alta plasticidad, con fracturas perpendiculares una lixiviación de leve a moderada, óxidos ligados a fracturas y planos de estratificación, potencia visible de 0,5 a 1m

AFLORAMIENTO 12 Barrio "El Calvario"	
Código	PINOS M4P3
Ubicación:	x= 701500 y= 9559900 z= 2121 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositacion lacustres, las geomorfas colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	158/18
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propios de la extracción constante de material por ser una cantera activa en producción constante
	
Descripción Litológica	Se observa arcillas azuladas con oxidaciones de hierro, niveles centimetricos de arcillas, son arcillas de alta plasticidad, la estratificación la potencia visual en el afloramiento osila entre 1 y 2m

AFLORAMIENTO 13 Barrio "El Calvario"	
Código	PINOS M4P4
Ubicación:	x= 701500 y= 9559900 z= 2121 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositacion lacustres, las geomorfos colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	158/18
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propios de la extracción constante de material por ser una cantera activa en producción constante.
	
Descripción Litológica	Afloramiento de arcillas medianamente consolidadas de alta plasticidad, con lixiviación de óxidos de hierro. Predominan un color gris azulado con tonalidades marrones y amarillas se nota una clara estratificación aparente de 158/18 la potencia visual en el afloramiento osila entre 0,5 y 1m.

AFLORAMIENTO 14 Barrio "El Calvario"	
Código	PINOS M4P5
Ubicación:	x= 701500 y= 9559900 z= 2121 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositación lacustres, las geomorfos colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	158/18
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propios de la extracción constante de material por ser una cantera activa en producción constante.
	
Descripción Litológica	Arcillas oxidadas, color gris con tonalidad marrón amarillentas, productos de lixiviación de plasticidad de media a alta, la oxidación de hierro es pervasiva, levemente meteorizadas, no se diferencian secuencias estratigráficas de diferente composición, la potencia visual en el afloramiento oscila entre 1 y 2m.

AFLORAMIENTO 15 Barrio "El Calvario"	
Código	PINOS M4P6
Ubicación:	x= 701500 y= 9559900 z= 2121 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositación lacustres, las geomorfos colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	158/18
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propios de la extracción constante de material por ser una cantera activa en producción constante.
	
Descripción Litológica	Afloramiento que expone arcillas plásticas, Color gris claro con tonalidades rojizas por lixiviación de óxidos de hierro, las oxidaciones están ligadas a las fracturas. Pertenecen a la Formación San Cayetano, son sedimentos de origen lacustre. Contenidos leves de carbonatos son típicos, la potencia visual en el afloramiento oscila entre 0,5 y 1m.

AFLORAMIENTO 16 Barrio "El Calvario"	
Código	PINOS M4P7
Ubicación:	x= 701500 y= 9559900 z= 2121 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositación lacustres, las geomorfos colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	158/18
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propios de la extracción constante de material por ser una cantera activa en producción constante.
	
Descripción Litológica	Afloramiento de arcillas oxidadas, altamente plásticas Color gris oscuras con tonos amarillentos, se diferencian posibles contenidos grafiticos. Rocas sedimentarias meteorizada y levemente alterada. Leves fracturamientos controlan la lixiviación de los óxidos por agentes climáticos, la potencia visual en el afloramiento oscila entre 0,5 y 1m.

AFLORAMIENTO 17 Barrio "El Calvario"	
Código	PINOS M4P8
Ubicación:	x= 701500 y= 9559900 z= 2121 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositación lacustres, las geomorfos colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	158/18
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propios de la extracción constante de material por ser una cantera activa en producción constante.
	
Descripción Litológica	Afloramiento de arcillas color amarillentas de baja plasticidad, la lixiviación de óxidos es moderada, los óxidos rellenan las fracturas. Levemente meteorizadas, aunque no se observa una clara estratificación. La potencia visual en el afloramiento oscila entre 2 y 3m.

AFLORAMIENTO 18 Barrio "El Calvario"	
Código	PINOS M4P9
Ubicación:	x= 701500 y= 9559900 z= 2121 msnm
Tipo de Afloramiento:	Artificial
Contexto Geomorfológico;	Pendiente de suaves y pronunciadas, los rasgos topográficos controlan la morfología del sector. La estratificación intercalada es típica en depositación lacustres, las geomorfas colinadas son típicas.
Datos Estructurales;	158/18
Formación Geológica:	San Cayetano (Mioceno Tardío)
Estado de Alteración:	Alta, producida por las actividades de minería propios de la extracción constante de material por ser una cantera activa en producción constante.
	
Descripción Litológica	Afloramiento de arcillas fracturadas, oxidadas y meteorizadas, levemente alteradas. No se observa planos de estratificación. Arcillas de plasticidad media, son rocas sedimentarias ricas en aluminio silicatos, el fracturamiento es moderado y denota entre otras cosas un rango moderado de erosión y meteorización por agentes físico químicos, la potencia visual en el afloramiento oscila entre 0,5 y 1m.

9.2. PROCEDIMIENTOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO

1. PESO ESPECÍFICO.

OBJETIVO:

El Picnómetro es un instrumento de medición cuyo volumen es conocido y permite conocer la densidad o peso específico de cualquier fluido ya sea líquido o sólido mediante gravimetría a una determinada temperatura.

Para los líquidos poco reológicos se utilizan picnómetros de vidrio de 10 o 25 ml. Normalmente, para la determinación de la densidad de algunos productos especiales como las pinturas, se utilizan picnómetros metálicos cilíndricos.

Para los sólidos al estado de material particulado se usa un picnómetro sin tapa, de acero inoxidable de forma cilíndrica de 25 a 50 ml que se llena hasta el tope. Para líquidos menos viscosos (<20.000 cps) se usa un picnómetro de vidrio de boca ancha usualmente de 25-30 ml de capacidad.

Para productos muy reológicos tales como pinturas, pastas, oleosos y similares, se usa un cilindro calibrado de acero inoxidable de 25-50 ml de capacidad con tapa perforada al centro.

EQUIPO:

- Picnómetro
- Balanza con una sensibilidad de 0.01 gr.
- Pizceta
- Agua destilada
- Muestra

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA:

De la muestra original se tritura la muestra y se hace pasar 5 gramos por el tamiz N° 200.

PROCEDIMIENTO

1. Se pesa el picnómetro vacío y limpio, el peso debe coincidir con el peso especificado por el distribuidor, caso contrario se debe secar o limpiar adecuadamente.
2. Se agrega muestra al picnómetro y se pesa, hecho esto se añade agua destilada y se vuelve a pesar.
3. Lava el picnómetro y se pesa únicamente con agua destilada y se anota ese valor.

RESULTADOS

Así tenemos:

$$pe = \frac{(p2 - p1)}{(p3 - p1) - (p4 - p1)}$$

Dónde:

pe= peso específico.

p1= peso picnómetro vacío.

p2= peso picnómetro + muestra.

p3= peso picnómetro + agua.

p4= peso picnómetro + muestra + agua.

2. POTENCIAL HIDROGENO (pH).

OBJETIVO:

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio $[H_3O]^+$ presentes en determinadas disoluciones.

El pH se define como el logaritmo negativo de base 10 de la actividad de los iones hidrógeno:

Puede variar de 0 a 14, siendo 7 neutro. Un pH por debajo de 7 es ácido y por encima de 7 es básico (alcalino).

El pH del suelo es considerado como una de las principales variables en los suelos, ya que controla muchos procesos químicos que en este tienen lugar.

EQUIPO

- pH metro
- Vasos de precipitación
- Varillas de vidrio
- Agua destilada
- Cronometro
- 10 gramos de muestra a analizar

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Muestra original triturada y tamizada en cantidad de 10 g por el tamiz N° 200.

PROCEDIMIENTO

1. En un vaso de precipitación se pesa 10 g de muestra y con ayuda de la probeta se agrega 25 ml de agua destilada.
2. Agitación durante 10 minutos para disolución en el agua, una vez realizado esto se deja sedimentar por 30 minutos.
3. Se carga el equipo de medición de pH (peachimetro) y se introduce el medidor en el vaso de precipitación.

RESULTADOS

Se toma los datos de pH y temperatura generados.

TABLA DE VALORES COMPARATIVOS

pH	Evaluación
<4,5	Extremadamente ácido
4,5-5,0	Muy fuertemente ácido
5,1-5,5	Fuertemente ácido
5,6-6,0	Medianamente ácido
6,1-6,5	Ligeramente ácido
6,6-7,3	Neutro
7,4-7,8	Medianamente básico
7,9-8,4	Básico
8,5-9	Ligeramente alcalino
9,1-10,0	Alcalino
>10	Fuertemente alcalino

Figura. Clasificación de pH de los suelos
Fuente: (Departamento Agricultura Estados Unidos, 2015) Editado: Valarezo, M

3. PESO ESPECÍFICO PASTA DE CERAMICA.

OBJETIVO:

El Picnómetro es un instrumento de medición cuyo volumen es conocido y permite conocer la densidad o peso específico de cualquier fluido ya sea líquido o sólido mediante gravimetría a una determinada temperatura.

En el caso de la pasta de cerámica, se utilizó un picnómetro metálico cilíndrico, por ser un componente más denso

Para los sólidos al estado de material particulado se usa un picnómetro sin tapa, de acero inoxidable de forma cilíndrica de 25 a 50 ml que se llena hasta el tope.

EQUIPO:

- Picnómetro
- Balanza con una sensibilidad de 0.01 gr.
- Pizceta
- Agua destilada
- Muestra

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA:

De la pasta líquida preparada previamente se toma un volumen determinado hasta llenar a tope el picnómetro y se procede a su pesaje.

PROCEDIMIENTO

1. Se toma la pasta y se pone en el picnómetro y se llenar a ras, luego se pesa dando el peso de la muestra de polvo.
2. A continuación, se completa el llenado del picnómetro con agua desionizada o destilada.
3. El peso del líquido desplazado es registrado y así se halla la gravedad específica del sólido y se anota ese valor.

RESULTADOS

Teniendo en cuenta que el volumen es siempre el mismo:

$$V_{\text{agua}} = V_{\text{muestra}}$$

y que a partir de la definición de densidad;

$$\rho = \frac{m}{V}$$

se sigue que, con el mismo volumen, la de densidad es proporcional a la masa, la densidad de la muestra viene dada por:

$$\rho_1 = \frac{m_1}{m_2} \rho_2$$

Siendo:

m_1 : Masa de **muestra** contenido en el picnómetro;

ρ_1 : Densidad de la **muestra** contenido en el picnómetro;

m_2 : Masa de **agua** (o líquido de densidad conocida) contenido en el picnómetro;

ρ_2 : Densidad del **agua** (o líquido de densidad conocida) contenido en el picnómetro.

4. HUMEDAD DE LA PASTA DE CERAMICA.

OBJETIVO:

Determinar la cantidad de agua presente en una muestra de material, en este caso en una pasta para cerámica.

EQUIPO:

- Estufa
- Balanza con una sensibilidad de 0.01 gr.
- Recipiente metálico de 4cm³ para pesar la muestra.
- Muestra

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA:

De la pasta líquida preparada previamente se toma un volumen determinado.

PROCEDIMIENTO

1. Se toma de muestras de la pasta procesada y se pesa 10 gramos de la muestra, y se coloca en un recipiente adecuado previamente y se anota su peso como H₁.
2. Se coloca este recipiente en la estufa aproximadamente a 110°C por un lapso de 10 minutos, hasta que la muestra quede completamente seca.
3. Se pesa nuevamente identificando su peso como H₂

RESULTADOS

El valor de la humedad expresada en porcentaje se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$H \% = (H_1 - H_2) \times 10$$

Dónde:

H₁= Peso de muestra húmeda.

H₂ = Peso de la muestra seca.

t = tiempo

5. ELABORACION DE CERAMICAS.

OBJETIVO:

Determinar la aptitud de las muestras en la elaboración de cerámicas y así poder determinar la calidad de las mismas, al observar su comportamiento al momento de la preparación y en su resultado final

EQUIPO:

- Balanza con una sensibilidad de 0.01 gr.
- Molino de bolas de porcelana de 2 gl.
- Horno eléctrico para cerámica DUNCAN M400 Temp. Max 1200°C
- Defleculante para Cerámicas. (Silicato de Sodio Na_2SiO_3)
- Moldes de yeso calibrados de 9 x 5cm
- Jarras
- Agua
- Muestra

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA:

De cada una de las muestras se procedió a preparar pasta en una mezcla de arcilla, agua y defleculante, y al molido de la misma mediante un molino de bolas por un periodo aproximado de 30min.

ROCEDIMIENTO

1. La mezcla de arcilla molida se procedía a colar en un tamiz de malla 60, para purificar de cualquier componente extraño en la misma y se depositaba en jarras para su vertido en los moldes de ensayo.
2. Al verter esta mezcla en los moldes se esperaba su sedimentación y el sacado necesario para el desmonte de los moldes y ya que estos sucedieran se procedía a secar las mismas por un lapso de 24 horas previo al ingreso en el horno.
3. La cocción de las muestras se las realizo en un horno eléctrico para cerámica a una temperatura constante de 1100°C y por un tiempo de 9 horas y un espacio para enfriamiento de 12 horas dentro del mismo horno.

RESULTADOS:

Las 18 figuras obtenidas de las muestras recolectadas, fueron tratadas, preparadas y quemadas a una temperatura nominal y todas brindaron el resultado esperado, son aptas para la fabricación de cerámicas por cuanto cumplen con las características primordiales de una pieza de este tipo como son la plasticidad, contracción y densidad y sus colores son:

MUESTRA	COLOR
ROA M1P1	Rojo Pálido
ROA M1P2	Rojo Pálido
ROA M1P3	Rojo Pálido
ROA M1P4	Café Claro
ROA M1P5	Café
ROA M1P6	Café Claro
ROA M1P7	Café Claro
ROA M2P1	Rosado Claro
ROA M3P1	Blanco Hueso
PINOS M4P1	Café Pálido
PINOS M4P2	Café Pálido
PINOS M4P3	Café
PINOS M4P4	Café Claro
PINOS M4P5	Café Claro
PINOS M4P6	Café Pálido
PINOS M4P7	Café Pálido
PINOS M4P8	Café
PINOS M4P9	Café

Figura. Colores de las Cerámicas
Fuente: Lab CERART – UTPL Editado: Valarezo, M

9.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

9.3.1. DIFRACTOMETRIA DE RAYOS X ARCILLAS

Tablas de resultados de análisis de Difractometria de Rayos X realizados por Proinstra S.A.

ANEXO III



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ANEXO III A PESO ESPECIFICO

“Evaluacion de las Arcillas de los Barrios el Calvario y las Palmeras para el Uso de Ceramica”

Tesista: Marco Vladimir Valarezo Riofrio

Fecha; Marzo 2015

MUESTRAS	Pic. Vacio	Pic + Ss + H ₂ O	Pic + H ₂ O	p (g/cm ³)
Roa M1P1	17,45	27,42	27,59	1,50
Roa M1P2	17,45	27,42	27,55	2,30
Roa M1P3	17,45	27,42	27,56	1,63
Roa M1P4	17,45	27,42	27,64	2,83
Roa M1P5	17,45	27,42	27,54	1,50
Roa M1P6	17,45	27,42	27,62	2,33
Roa M1P7	17,45	27,42	27,55	2,00
Roa1M2P1	17,45	27,42	27,55	2,18
Roa1M2P2	17,45	27,42	27,6	2,79
Pinos M4P1	17,45	27,42	27,53	2,37
Pinos M4P2	17,45	27,42	27,1	0,60
Pinos M4P3	17,45	27,42	27,65	2,35
Pinos M4P4	17,45	27,42	27,61	1,95
Pinos M4P5	17,45	27,42	27,58	2,23
Pinos M4P6	17,45	27,42	27,6	2,20
Pinos M4P7	17,45	27,42	27,65	2,43
Pinos M4P8	17,45	27,42	27,54	2,09
Pinos M4P9	17,45	27,42	27,57	1,88

ANEXO III



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ANEXO III B.

POTENCIAL HIDROGENO

“Evaluación de las Arcillas de los Barrios el Calvario y las Palmeras para el Uso de Cerámica”

Tesista: Marco Vladimir Valarezo Riofrio

Fecha: Marzo 2015

Muestra	Rango de pH
ROA M1P1	5,414
ROA M1P2	7,27
ROA M1P3	7,843
ROA M1P4	7,013
ROA M1P5	7,213
ROA M1P6	7,305
ROA M1P7	7,342
ROA M2P1	5,585
ROA M3P1	4,614
PINOS M4P1	4,974
PINOS M4P2	4,568
PINOS M4P3	5,58
PINOS M4P4	6,153
PINOS M4P5	5,684
PINOS M4P6	5,943
PINOS M4P7	4,347
PINOS M4P8	5,751
PINOS M4P9	5,985

ANEXO III



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ANEXO III B. DENSIDAD Y HUMEDAD PASTA DE CERAMICA

“Evaluación de las Arcillas de los Barrios el Calvario y las Palmeras para el Uso de Cerámica”

Tesista: Marco Vladimir Valarezo Riofrio

Fecha: Marzo 2015

Pasta para cerámica			
	Densidad	Densidad	Humedad
ROA M1P1	1,5	1,496	48,44
ROA M1P2	2,3	1,505	45,44
ROA M1P3	1,63	1,432	46,75
ROA M1P4	2,83	1,478	47,43
ROA M1P5	1,5	1,461	48,68
ROA M1P6	2,33	1,45	49,49
ROA M1P7	2	1,591	46,47
ROA M2P1	2,18	1,59	39,2
ROA M3P1	2,79	1,473	47,79
PINOS M4P1	2,37	1,46	48,75
PINOS M4P2	0,6	1,573	40,44
PINOS M4P3	2,35	1.515	46,62
PINOS M4P4	1,95	1,44	48.93
PINOS M4P5	2,23	1,461	48,68
PINOS M4P6	2,2	1,455	49,12
PINOS M4P7	2,43	1,506	45,37
PINOS M4P8	2,09	1,4	49,78
PINOS M4P9	1,88	1,451	49.41

ANEXO III



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ANEXO III A DIFRACTOMETRIAS DE RAYOS X

“Evaluación de las Arcillas de los Barrios el Calvario y las Palmeras para el Uso de Cerámica”

Tesista: Marco Vladimir Valarezo Riofrio

Fecha; Marzo 2015

Tablas de resultados de analisis de Difractometria de Rayos X en las figuras de ceramica en los laboratorios de PROINSTRAS S.A.

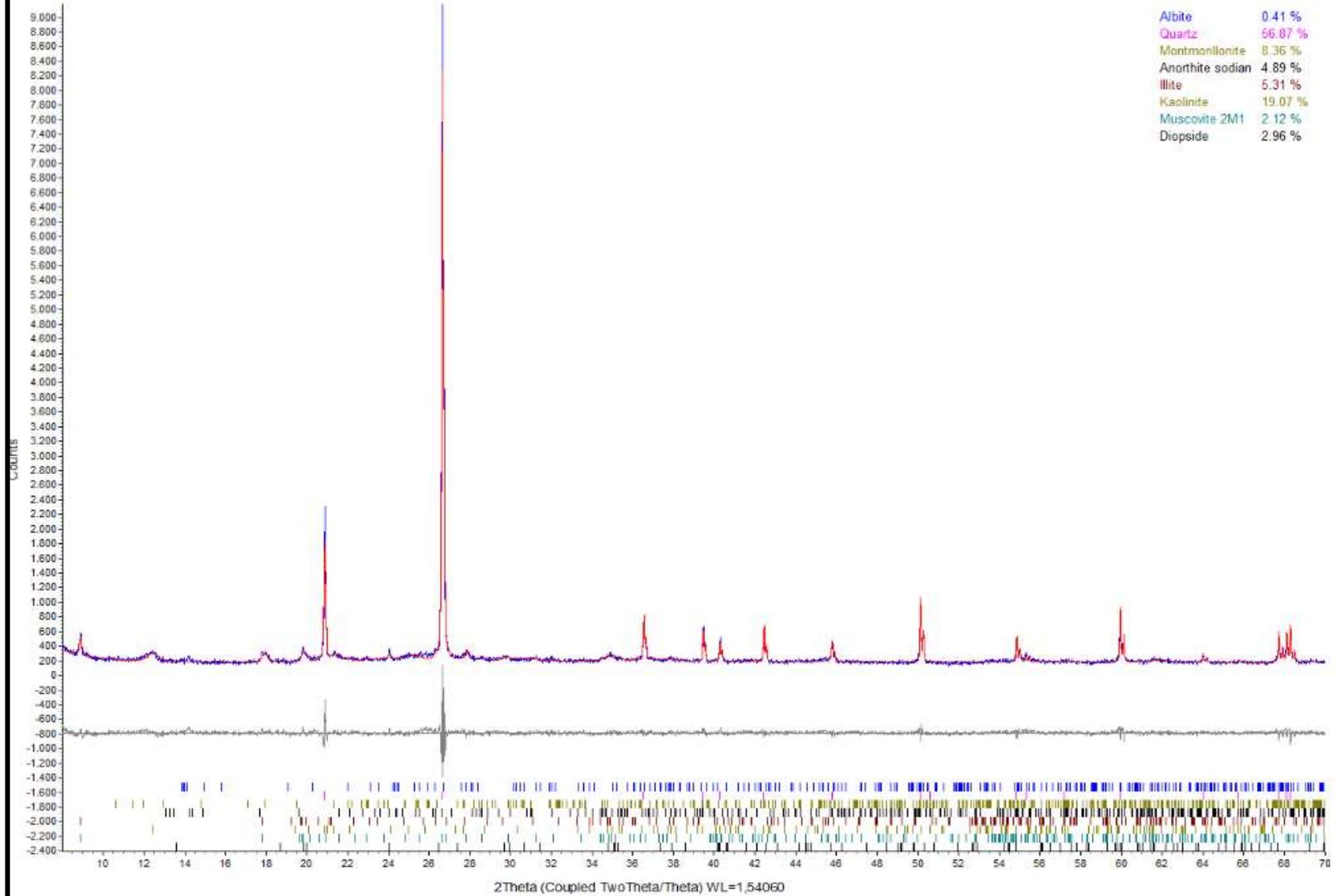
Mineral	Fórmula	Muestra ROA M1P2(%)	Muestra ROA M1P3(%)	Muestra ROA M1P4(%)	Muestra ROA M1P5(%)	Muestra ROA M1P6(%)
Cuarzo	SiO ₂	83.49	89.27	82.92	87.63	92.97
Illita	Al ₄ KO ₁₂ Si ₂	3.28	1.97	4.79	3.74	3.02
Enstatita	MgSiO ₃	4.15	5.13	2.57	0.34	0.10
Hematita	Fe ₂ O ₃	4.21	1.97	3.48	5.20	3.18
Structure	-	4.87	0.73	6.24	3.09	0.73

Mineral	Fórmula	Muestra ROA M1P7(%)	Muestra ROA M2P1(%)	Muestra ROA M3P1(%)
Cuarzo	SiO ₂	86.06	86.72	85.19
Illita	Al ₄ KO ₁₂ Si ₂	5.18	4.99	4.57
Enstatita	MgSiO ₃	0.06	7.43	5.01
Hematita	Fe ₂ O ₃	2.72	0.79	3.50
Structure	-	5.98	0.08	1.74

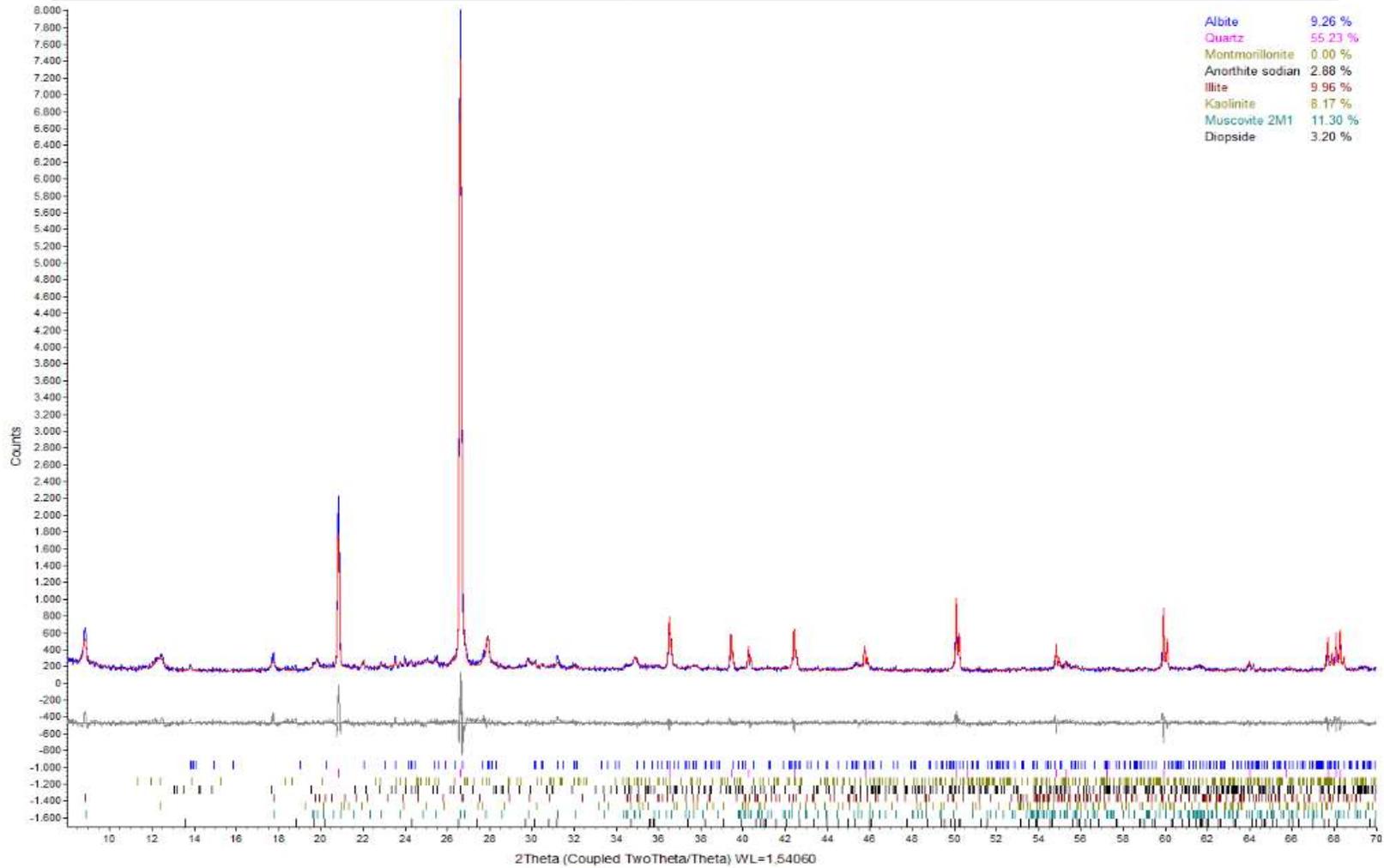
Mineral	Fórmula	Muestra Pinos M4P1(%)	Muestra Pinos M4P2(%)	Muestra Pinos M4P3(%)	Muestra Pinos M4P4(%)	Muestra Pinos M4P5(%)
Cuarzo	SiO ₂	86.79	69.80	90.27	86.99	84.38
Illita	Al ₄ KO ₁₂ Si ₂	5.07	7.27	4.22	5.59	5.42
Enstatita	MgSiO ₃	1.05	2.07	0.95	-	1.60
Hematita	Fe ₂ O ₃	6.28	18.68	3.03	1.04	1.00
Structure	-	0.81	2.17	1.52	2.29	2.23
Cristobalita	SiO ₂	-	-	-	4.10	5.38

Mineral	Fórmula	Muestra Pinos M4P6(%)	Muestra Pinos M4P7(%)	Muestra Pinos M4P8(%)	Muestra Pinos M4P9(%)	Muestra ROA M1P1(%)
Cuarzo	SiO ₂	86.01	82.53	89.18	69.63	77.09
Illita	Al ₄ KO ₁₂ Si ₂	4.89	4.25	5.30	6.64	4.50
Enstatita	MgSiO ₃	5.97	3.21	1.26	11.03	6.69
Hematita	Fe ₂ O ₃	1.29	4.94	1.48	4.00	5.65
Structure	-	1.63	2.07	2.44	8.42	6.07
Cristobalita	SiO ₂	0.21	3.00	0.34	0.28	-

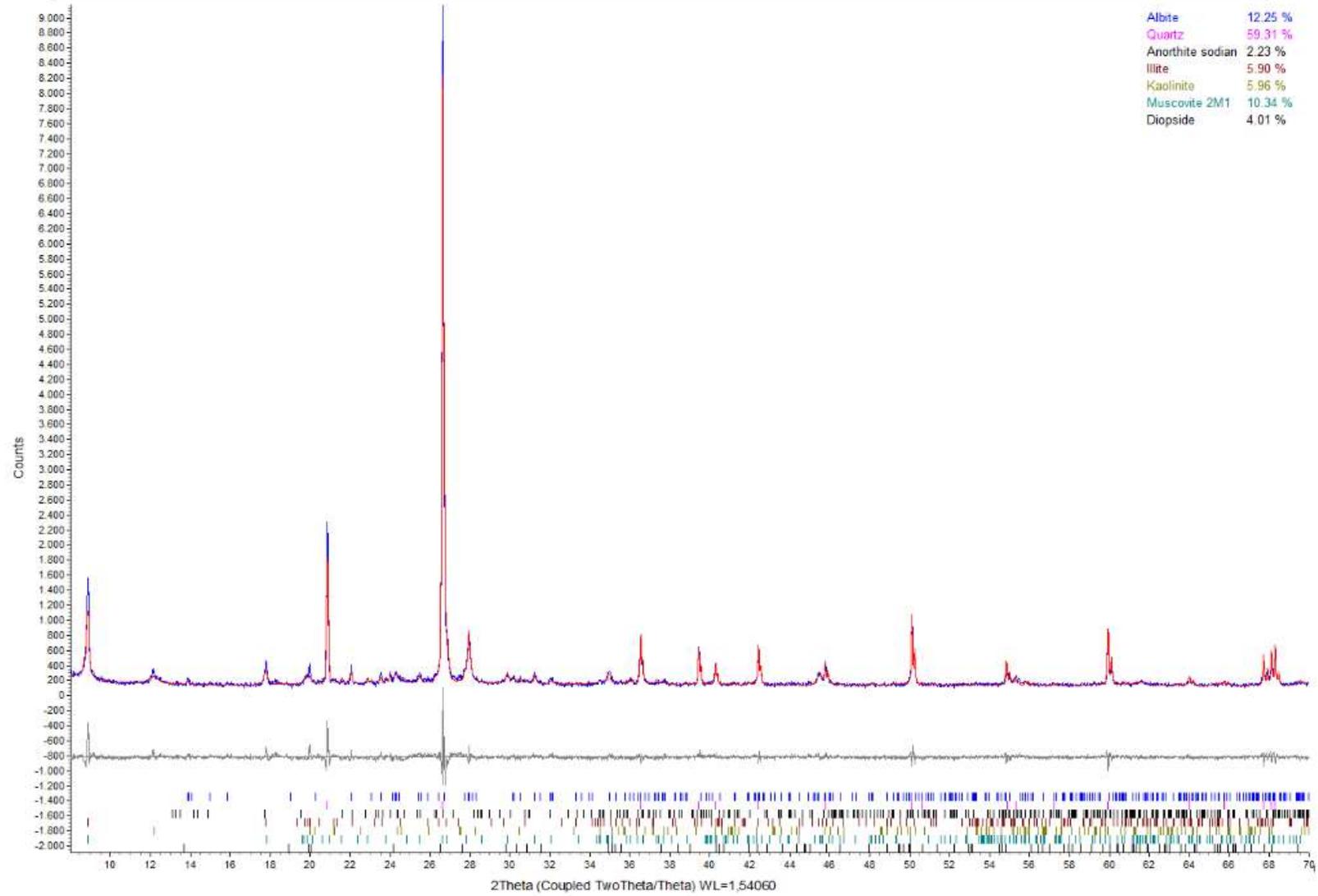
Commander Sample ID- Muestra ROA M1P1-23-12-2014



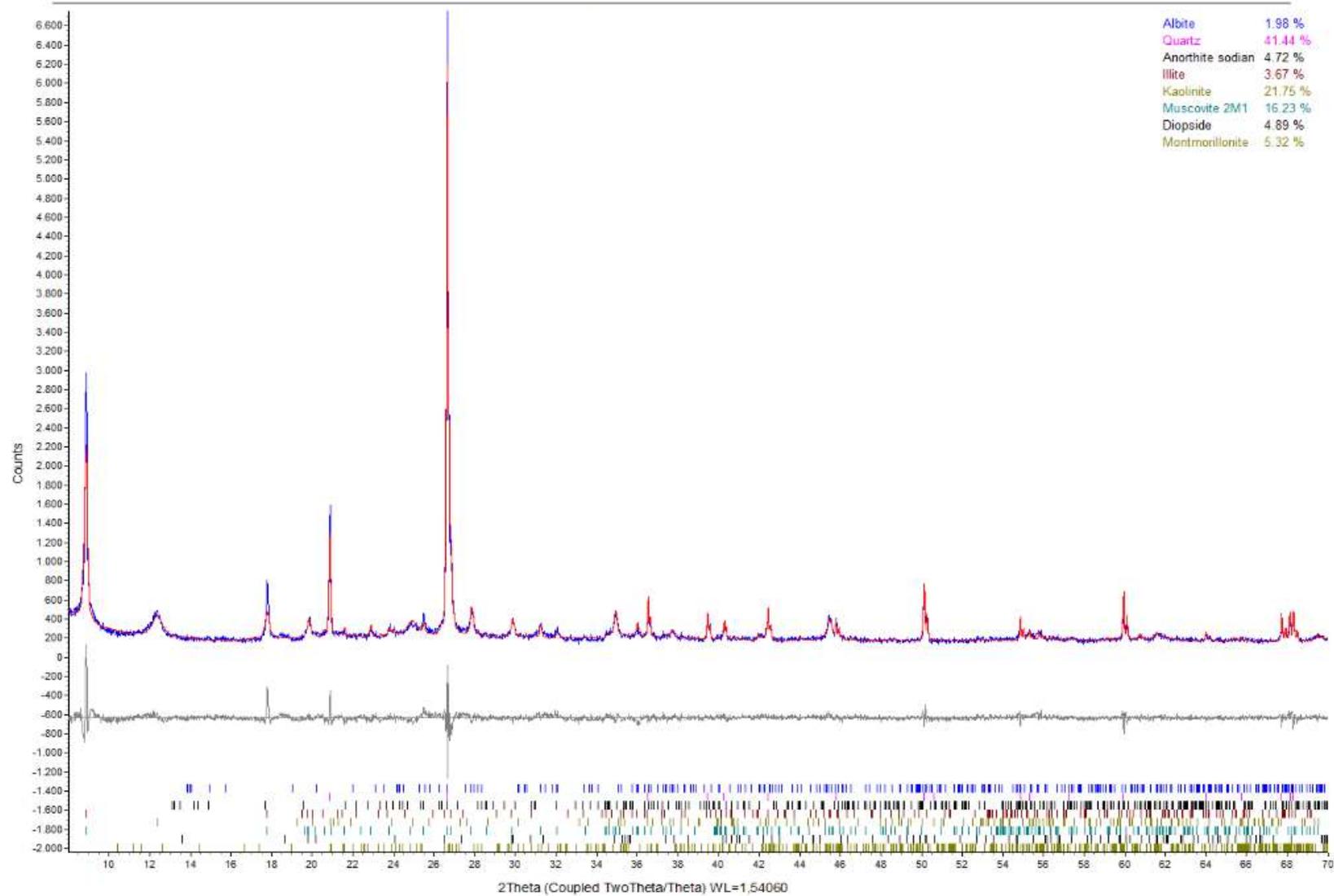
Commander Sample ID- Muestra ROA M1P2 -23-12-2014



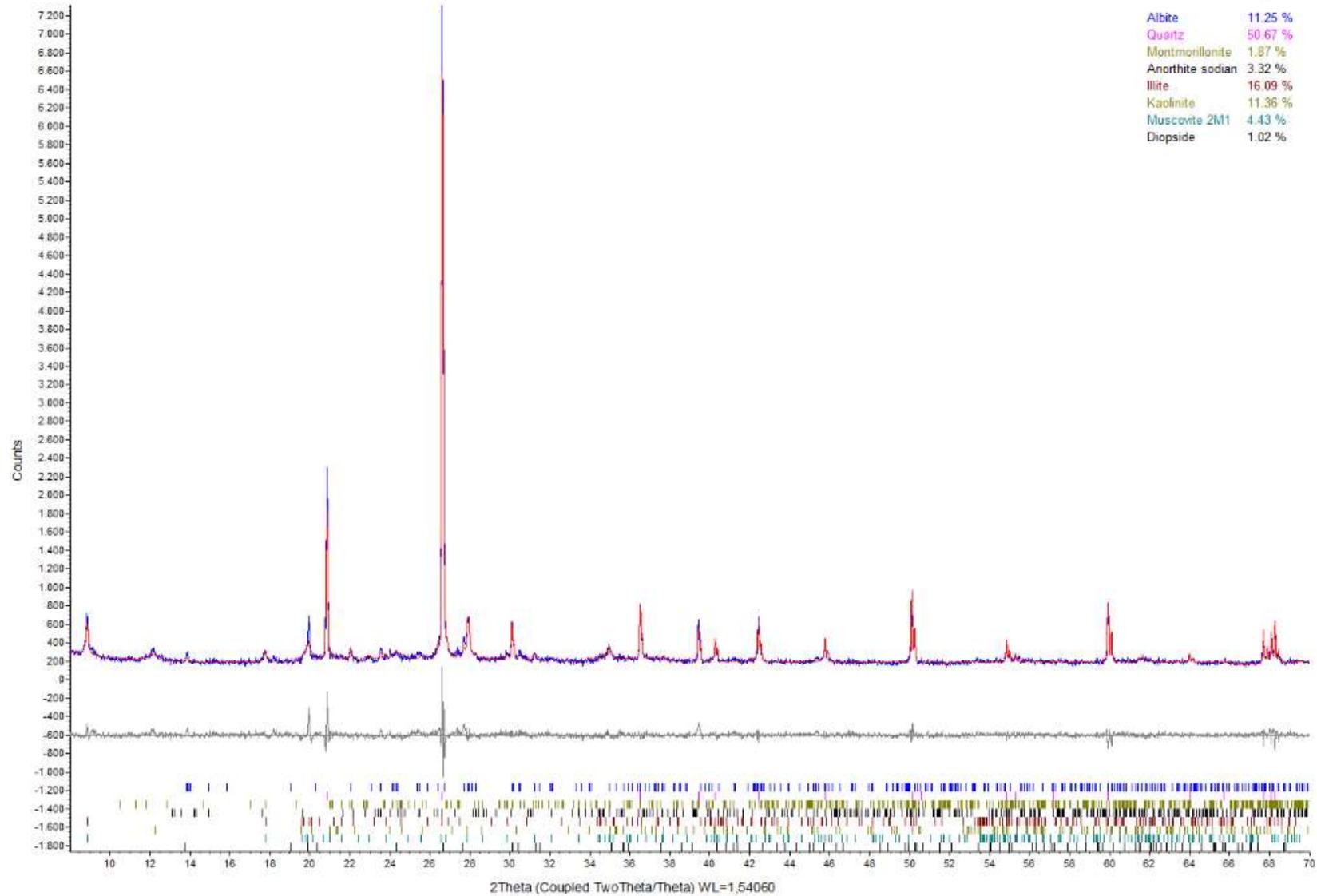
Commander Sample ID- Muestra ROA M1P3 -23-12-2014



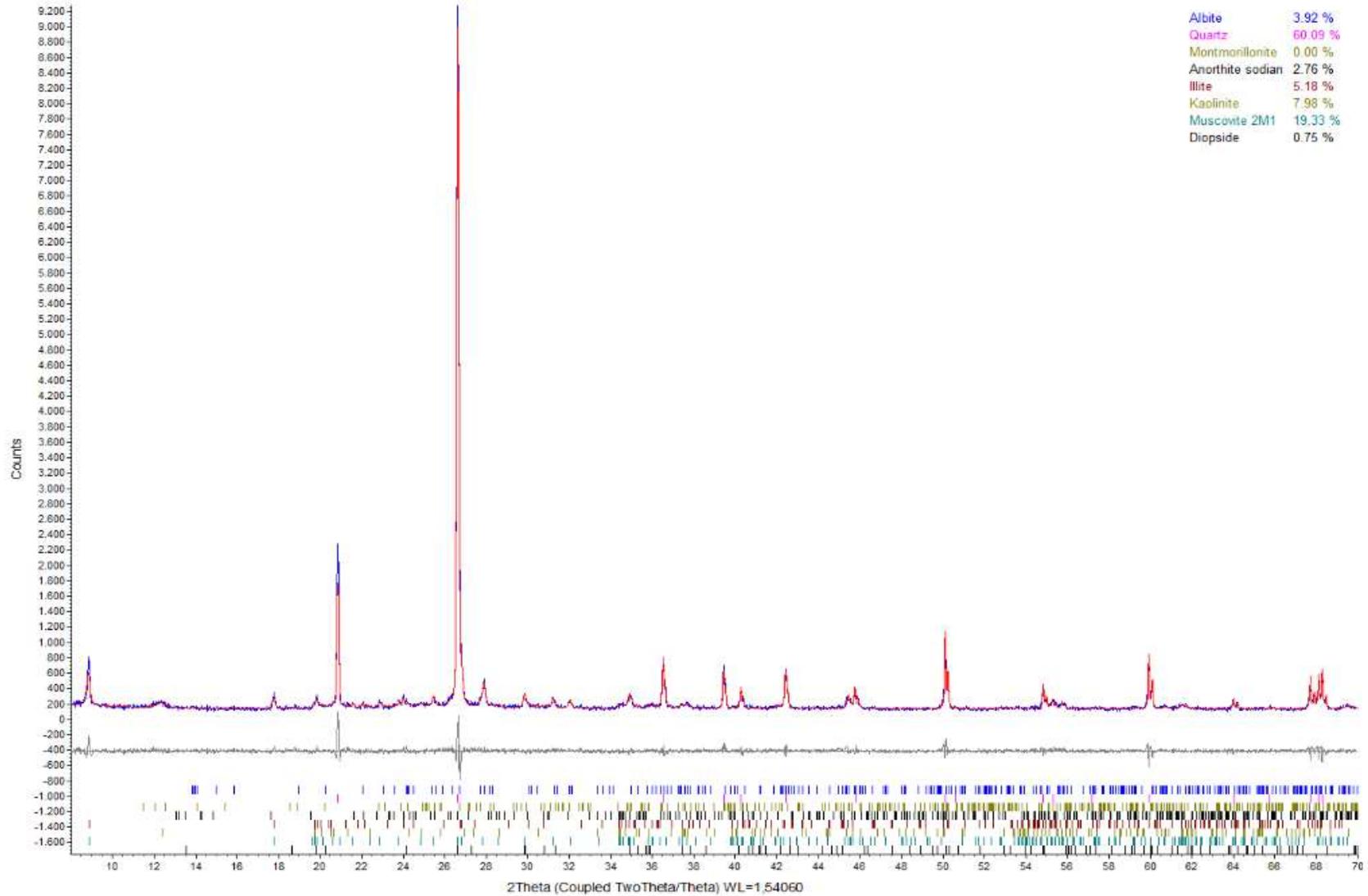
Commander Sample ID- Muestra ROA M1P4 -23-12-2014



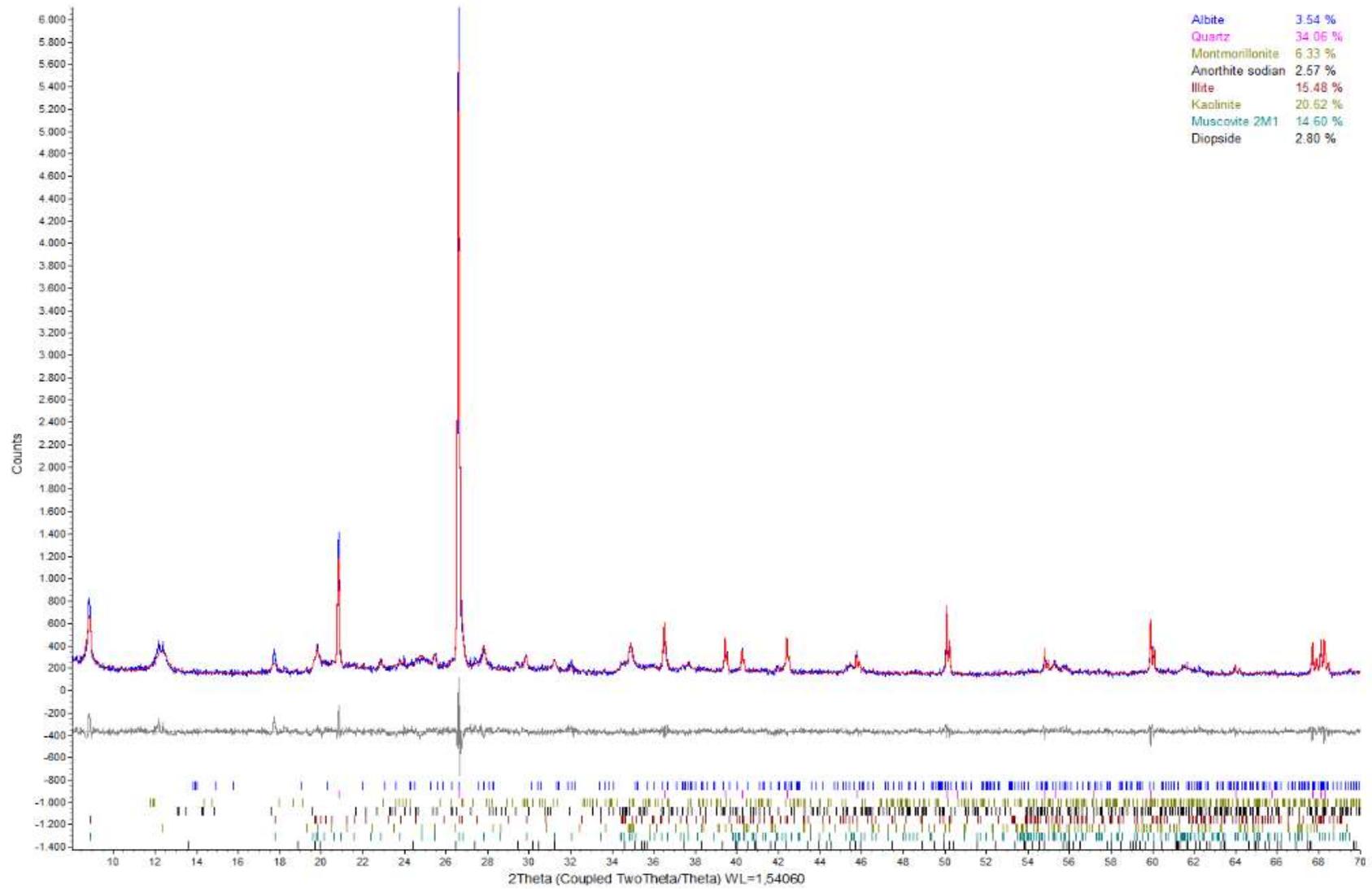
Commander Sample ID- Muestra ROA M1P5 -23-12-2014



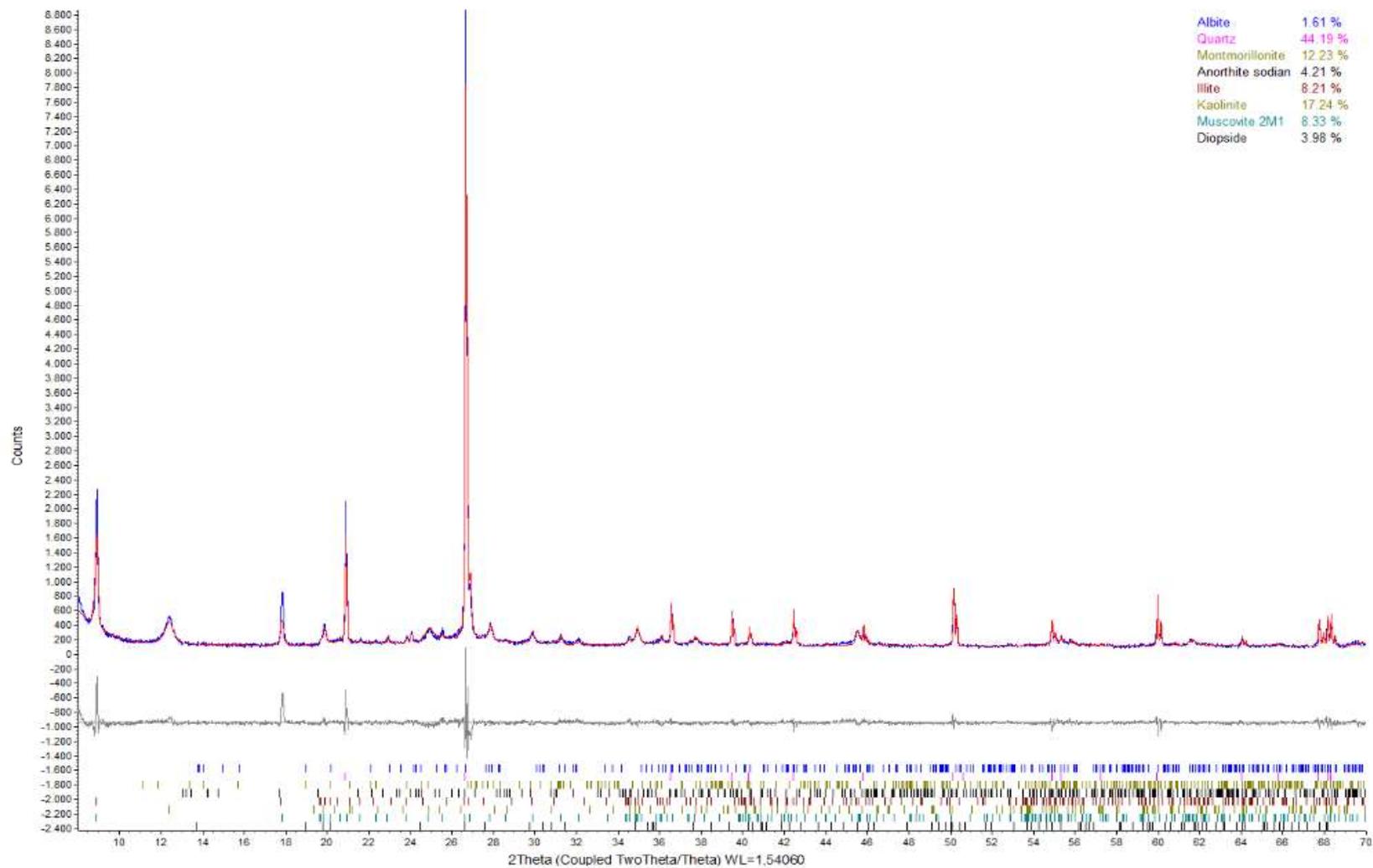
Commander Sample ID- Muestra ROA M1 P6 -23-12-2014



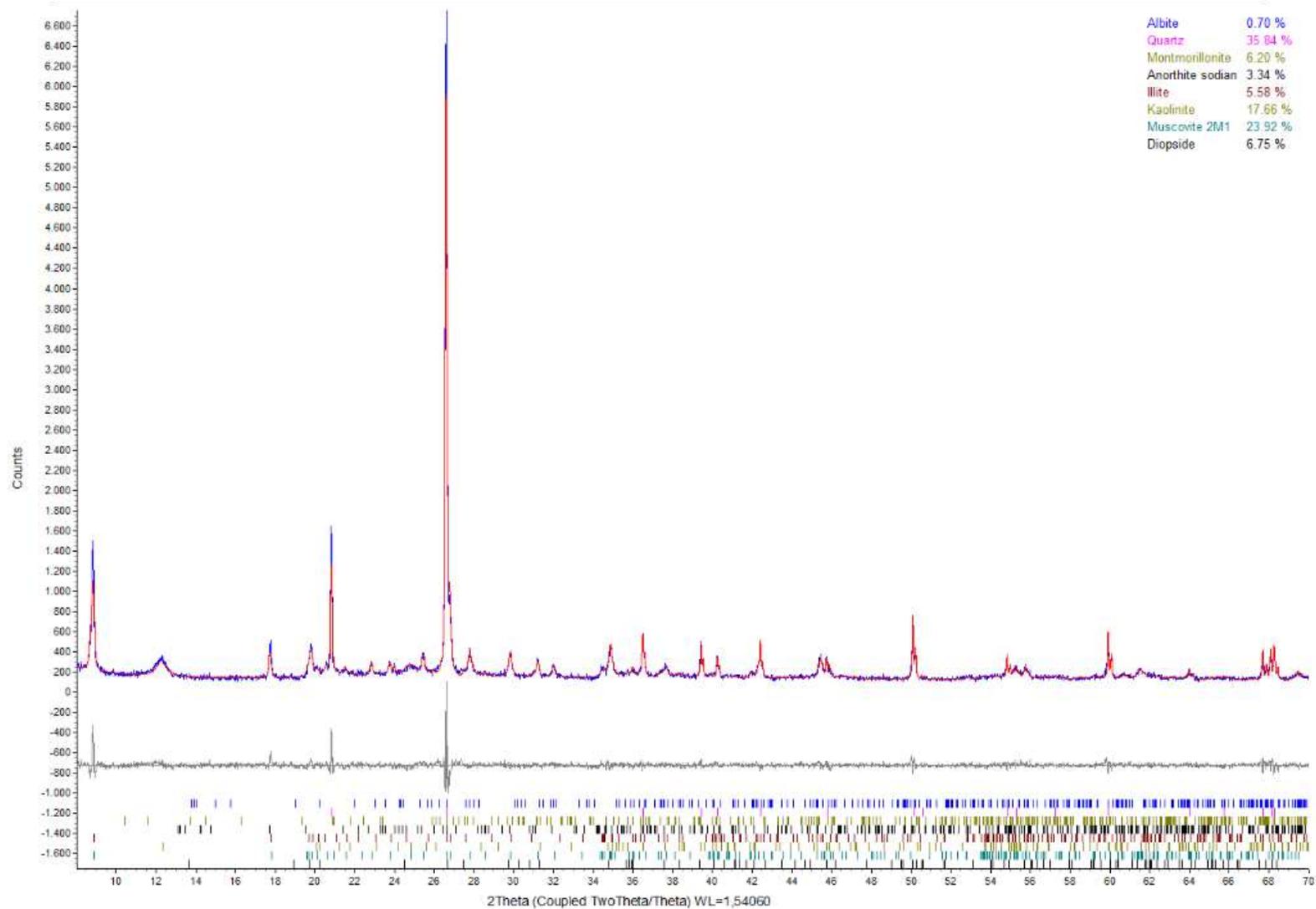
Commander Sample ID- Muestra ROA M1 P7 -23-12-2014



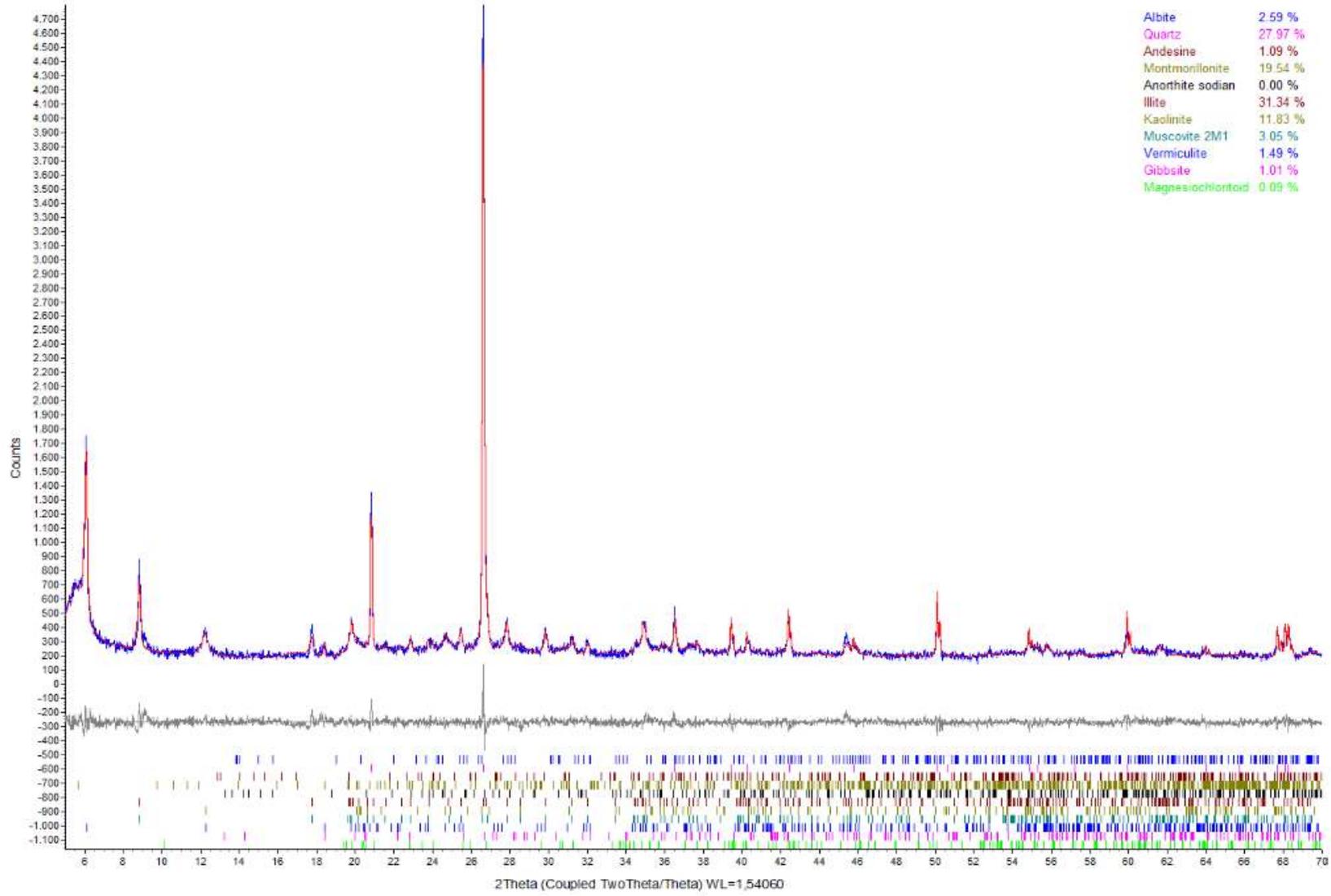
Commander Sample ID- Muestra ROA M2P1 -23-12-2014



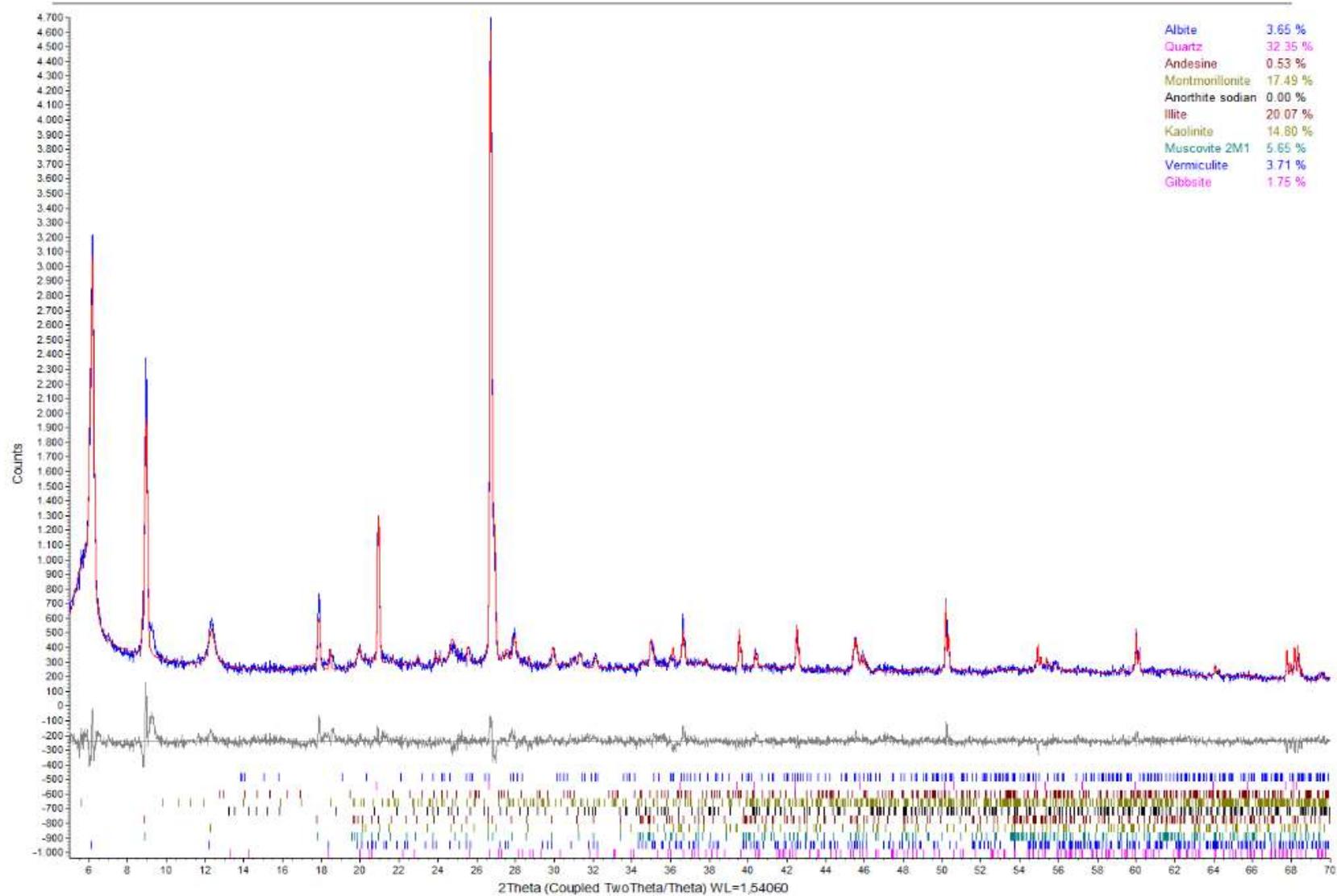
Commander Sample ID- Muestra ROA M3P1 -23-12-2014



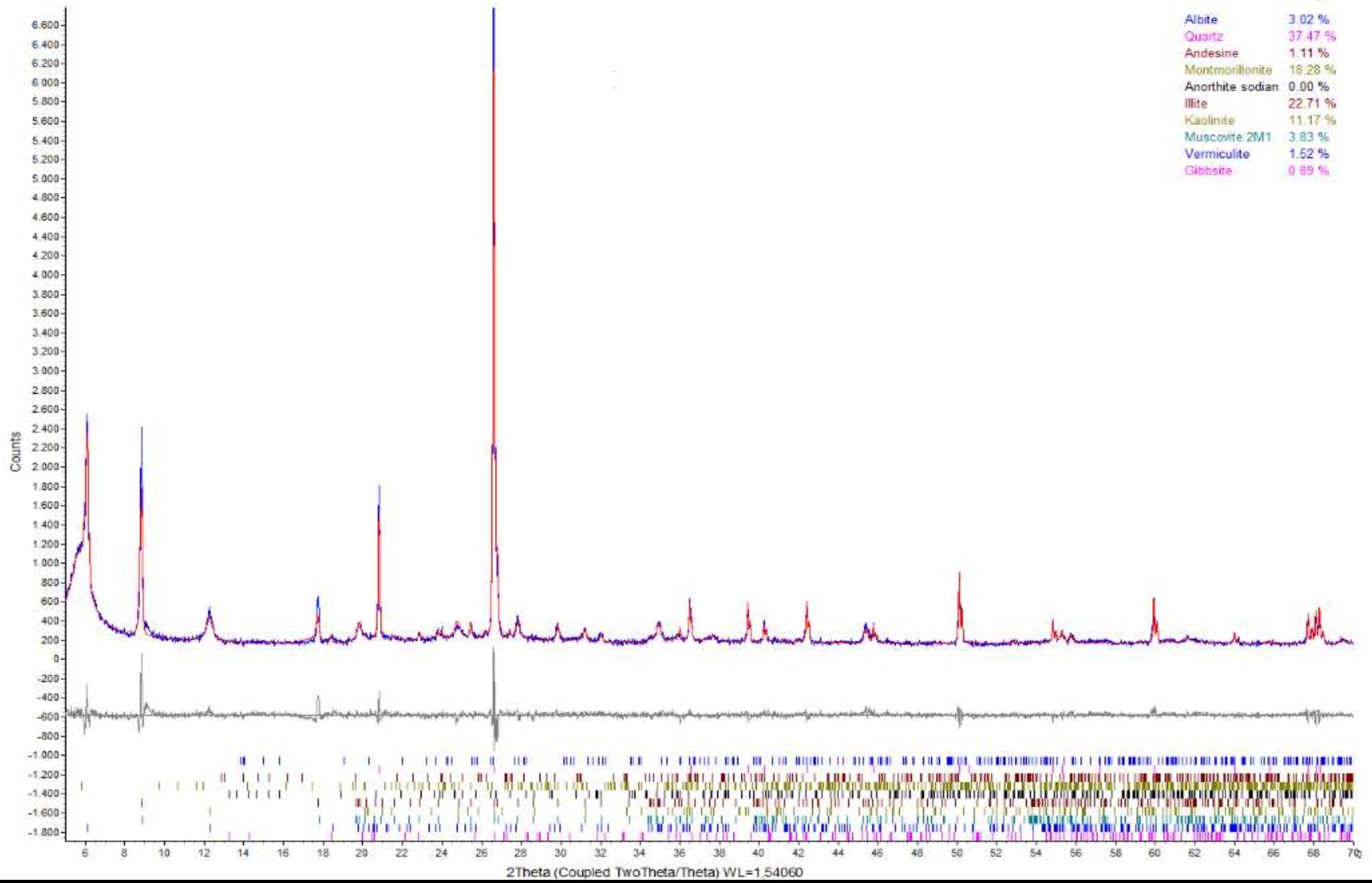
Commander Sample ID- Muestra PINOS M4P1-23-12-2014



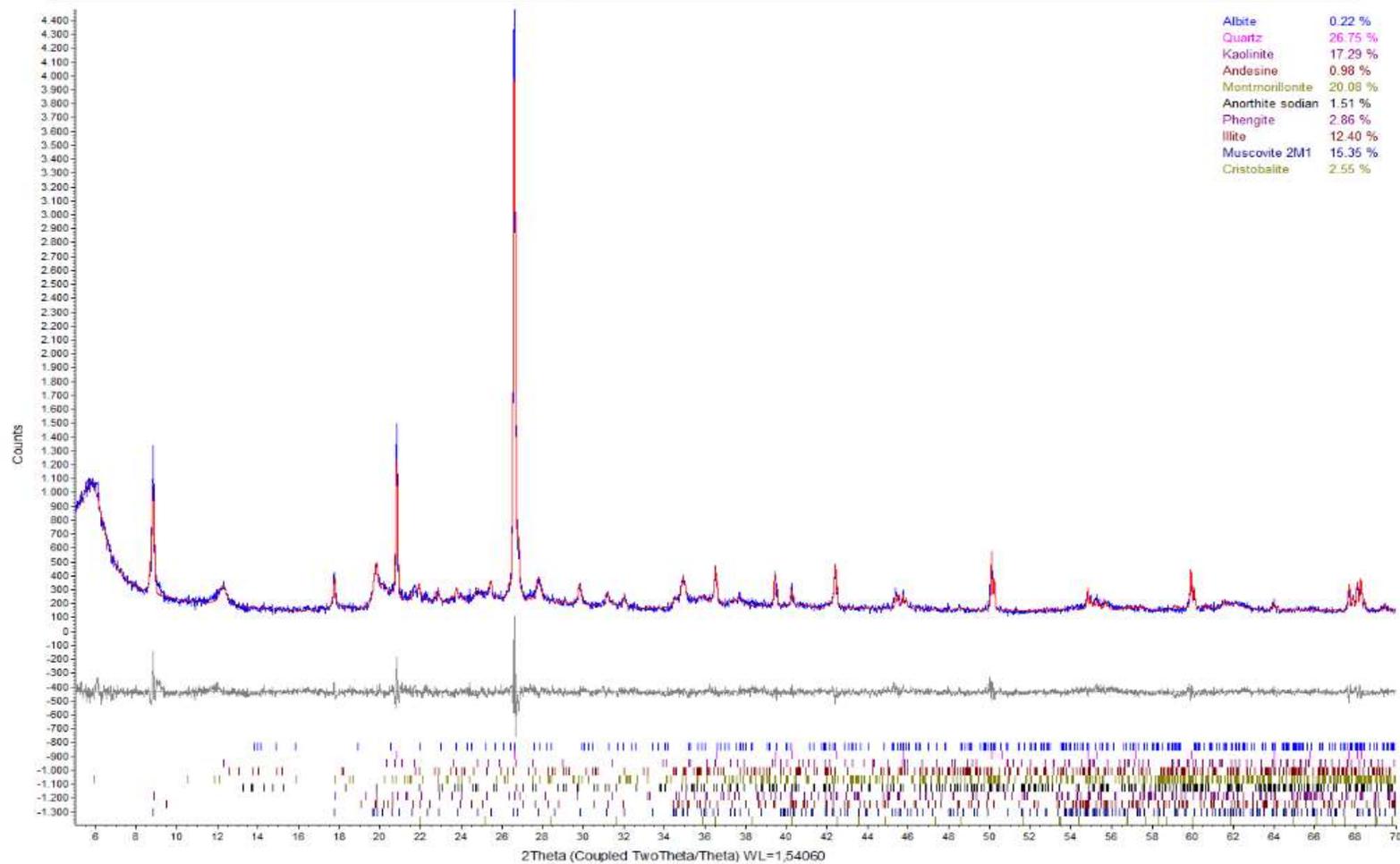
Commander Sample ID- Muestra PINOS M4P2-23-12-2014



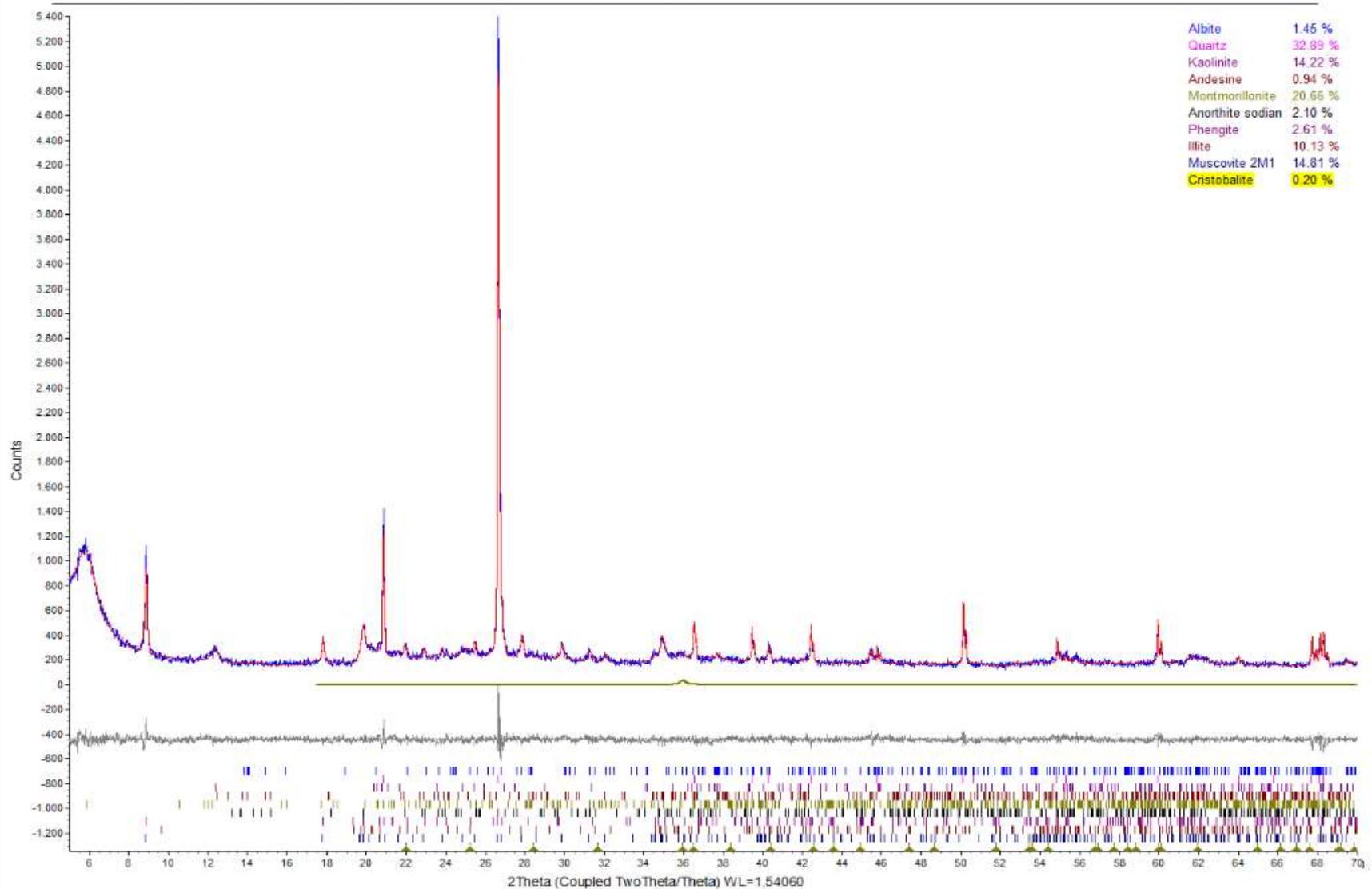
Commander Sample ID- Muestra PINOS M4P3-23-12-2014



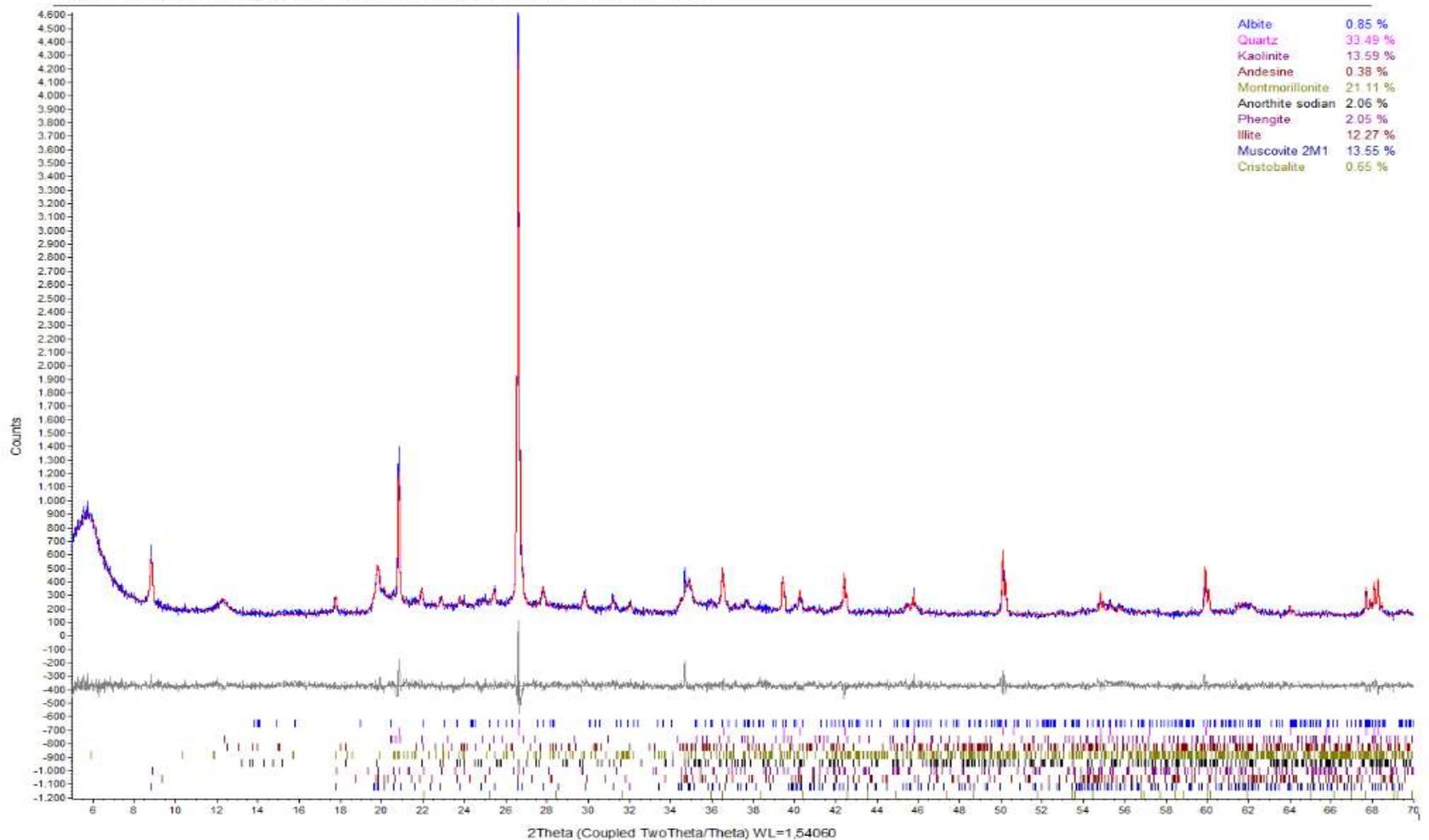
Commander Sample ID- Muestra PINOS M4P4-23-12-2014



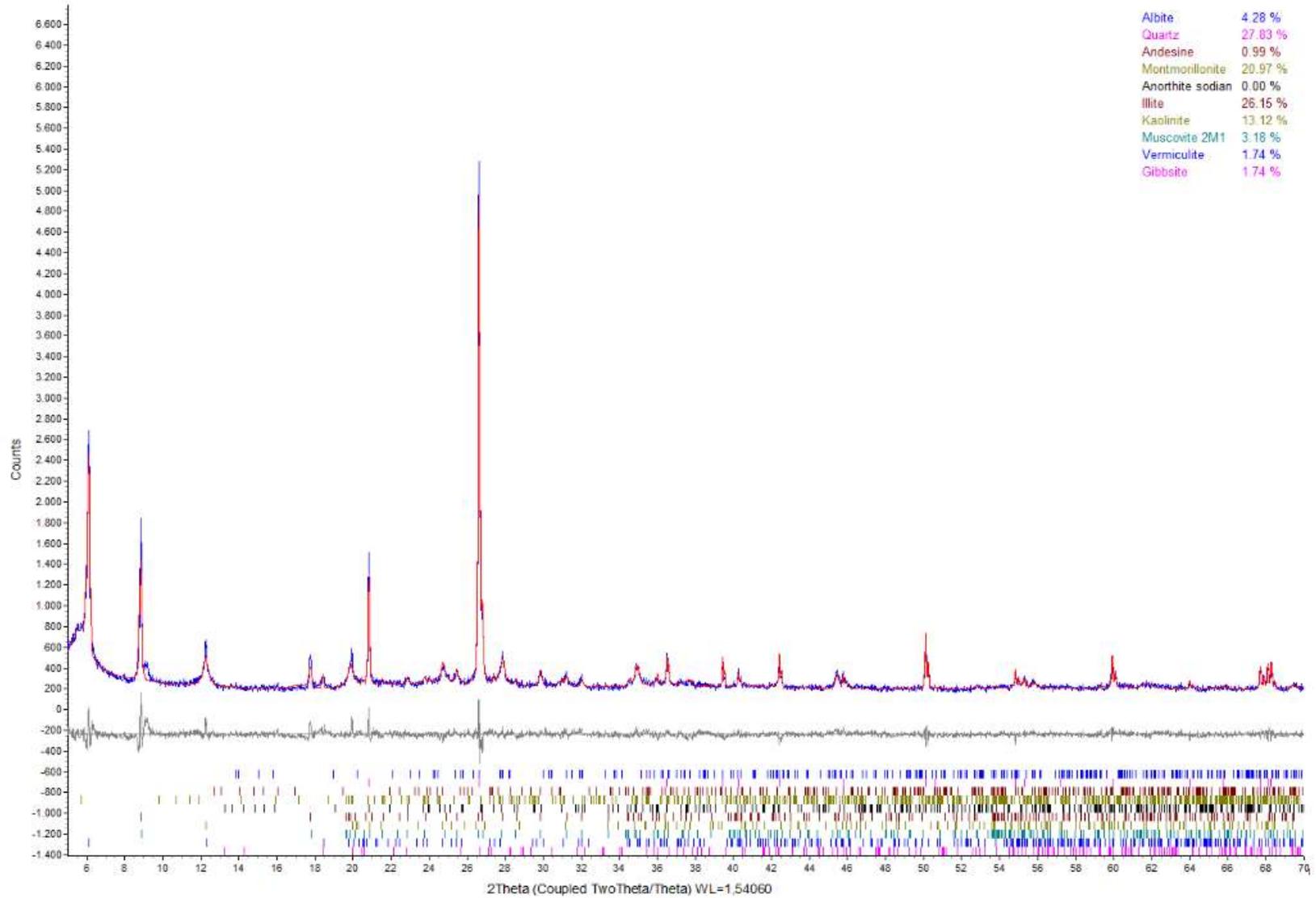
Commander Sample ID- Muestra PINOS M4P5-23-12-2014



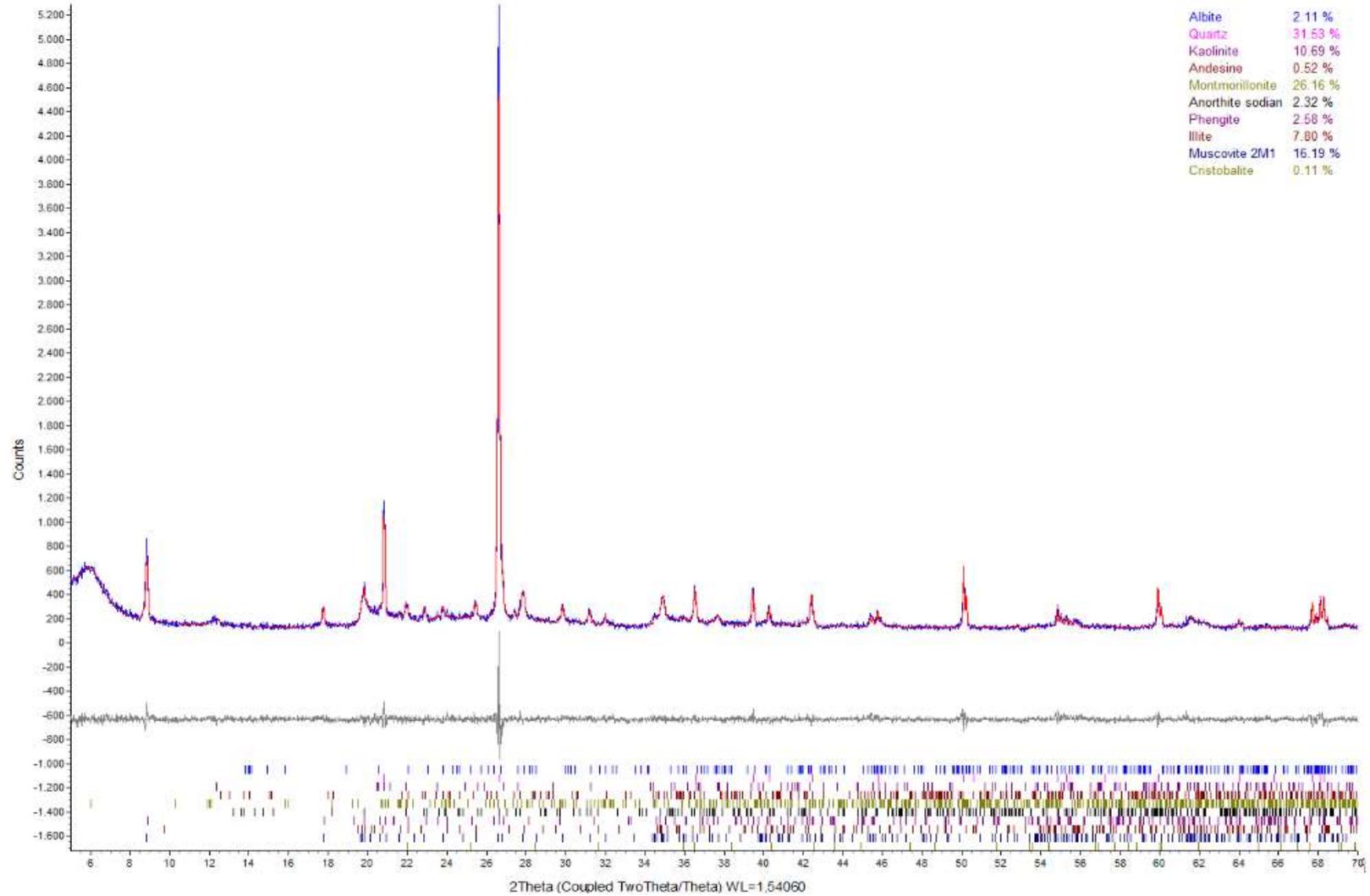
Commander Sample ID- Muestra PINOS M4P6-23-12-2014



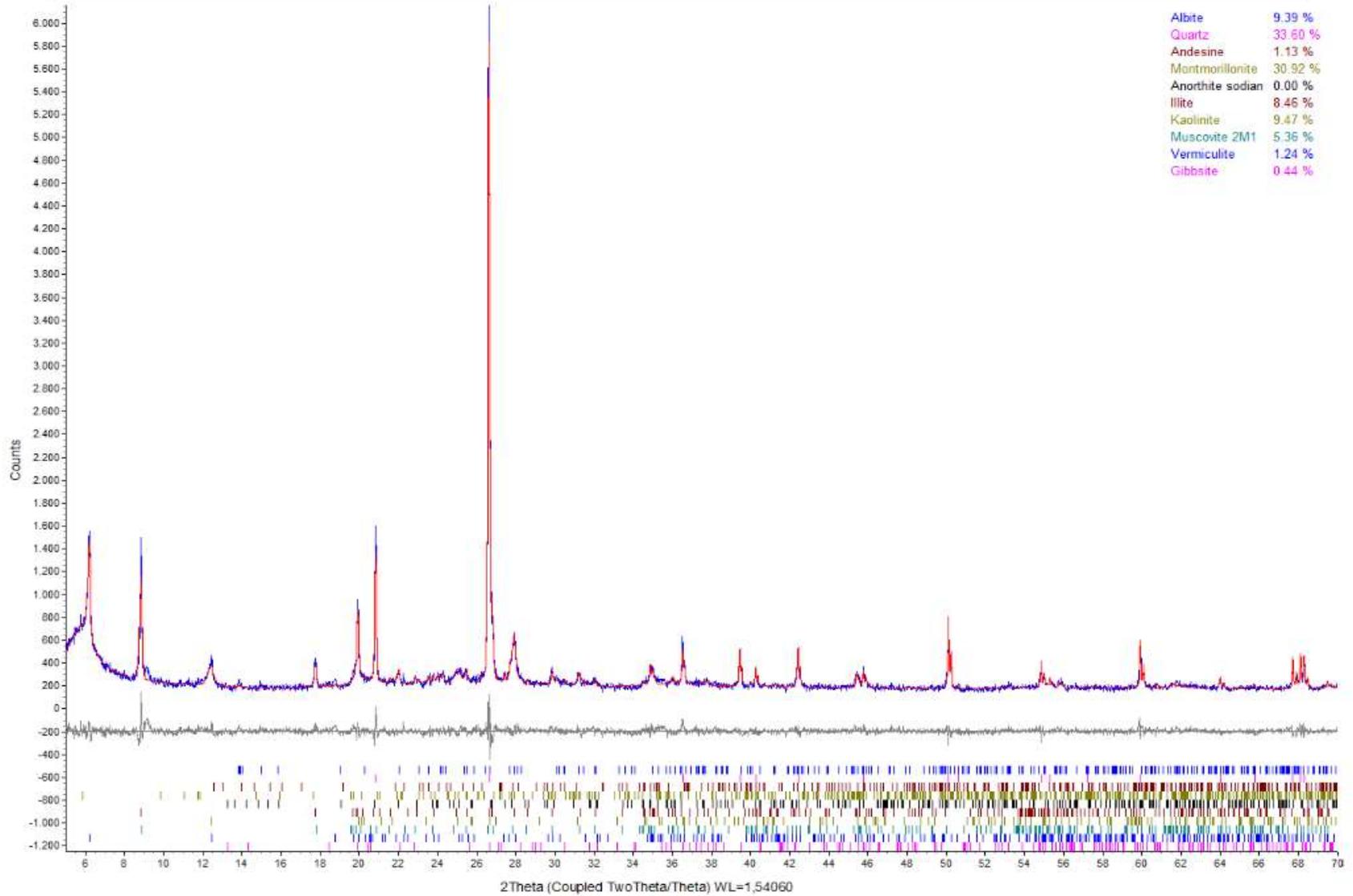
Commander Sample ID- Muestra PINOS M4P7 -23-12-2014

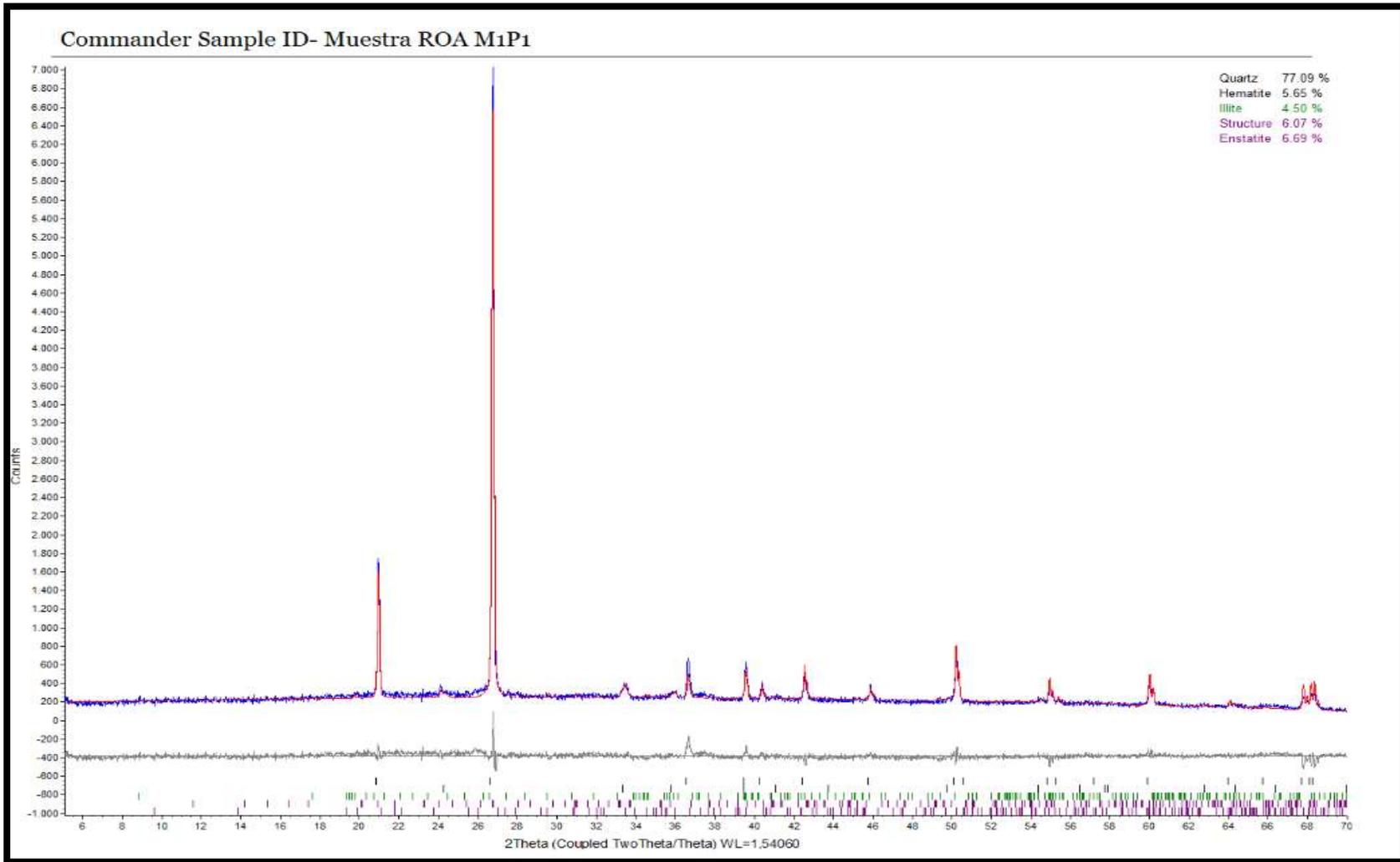


Commander Sample ID- Muestra PINOS M4P8-23-12-2014

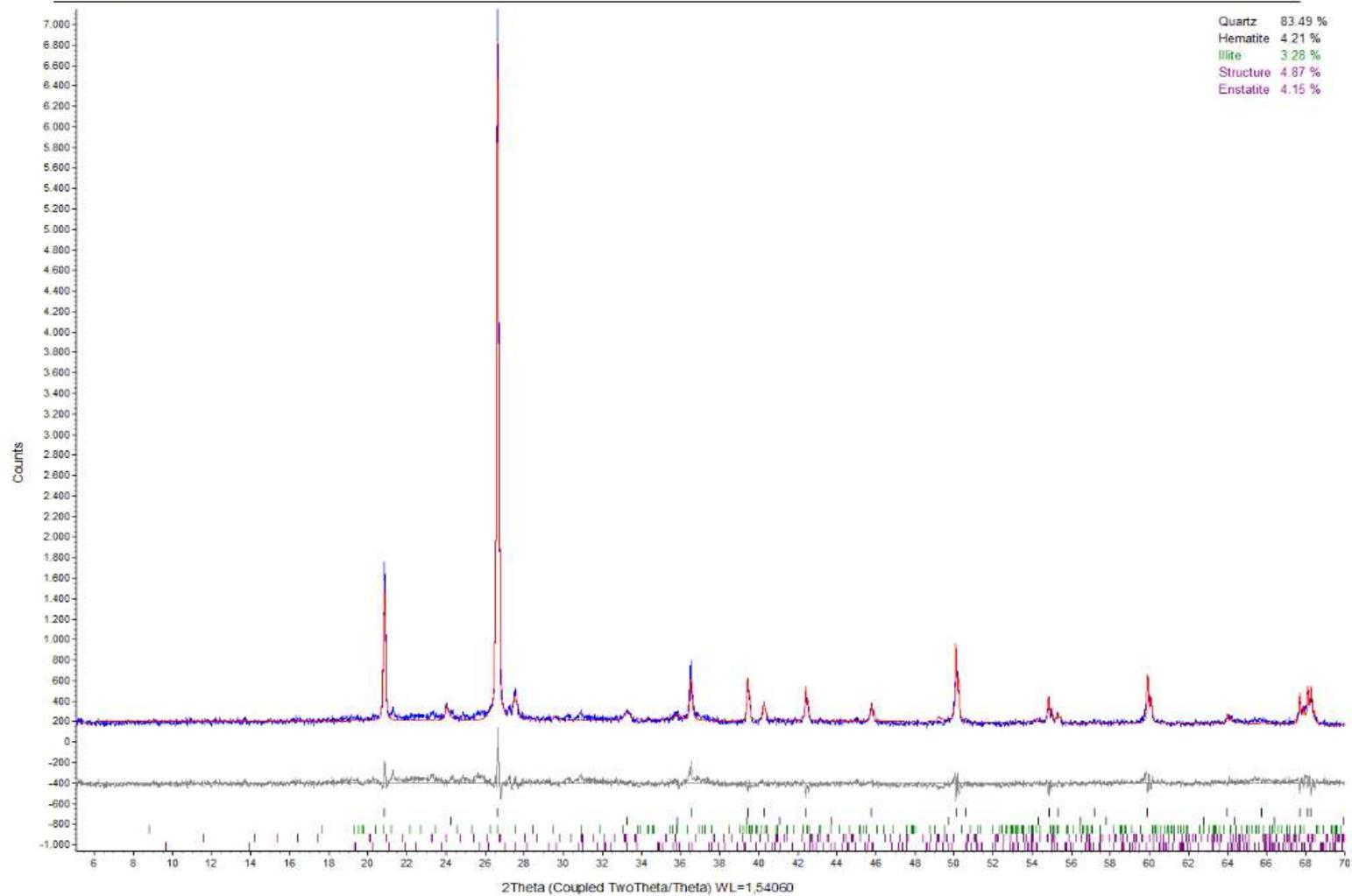


Commander Sample ID- Muestra PINOS M4P9-23-12-2014

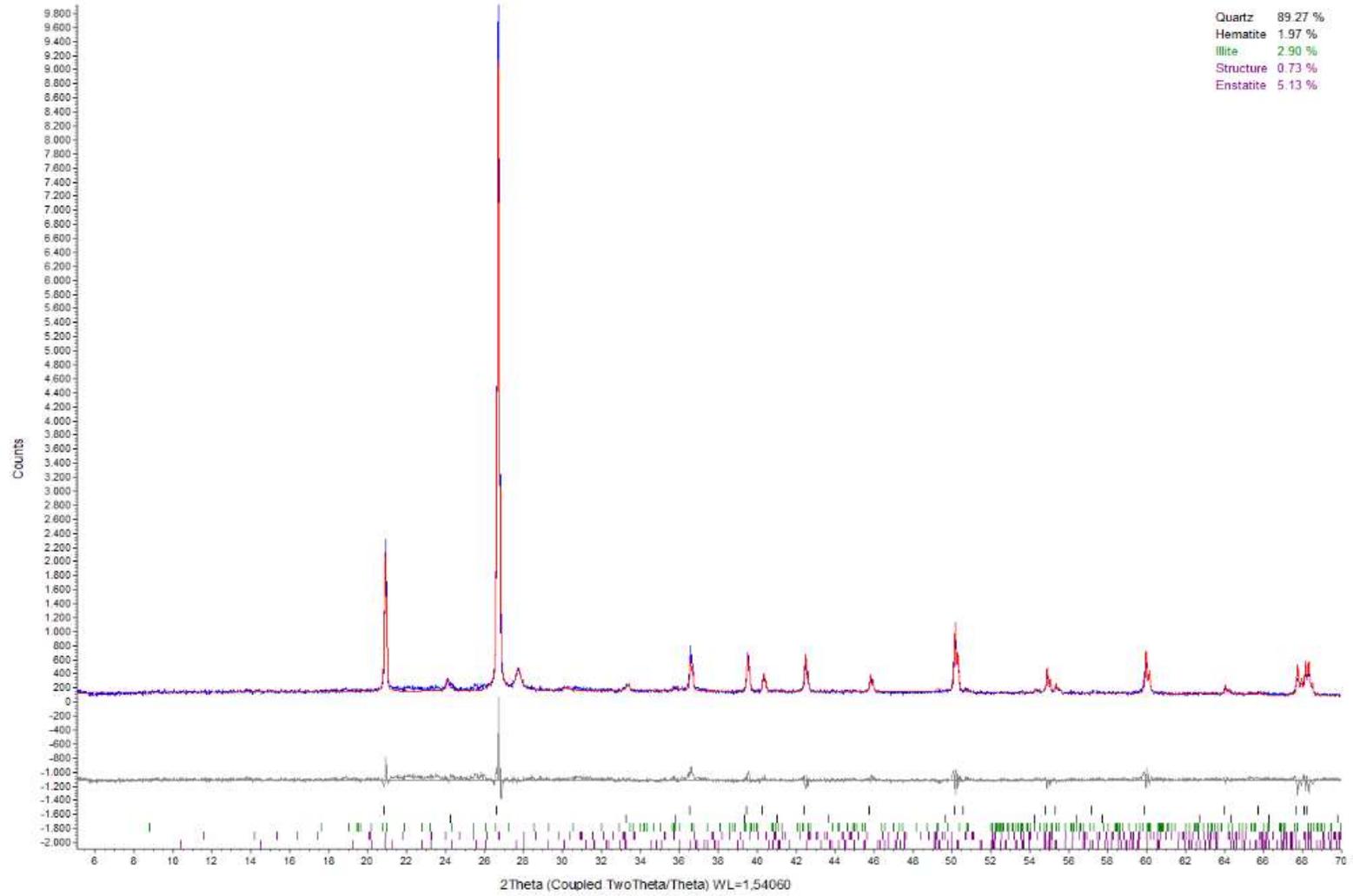




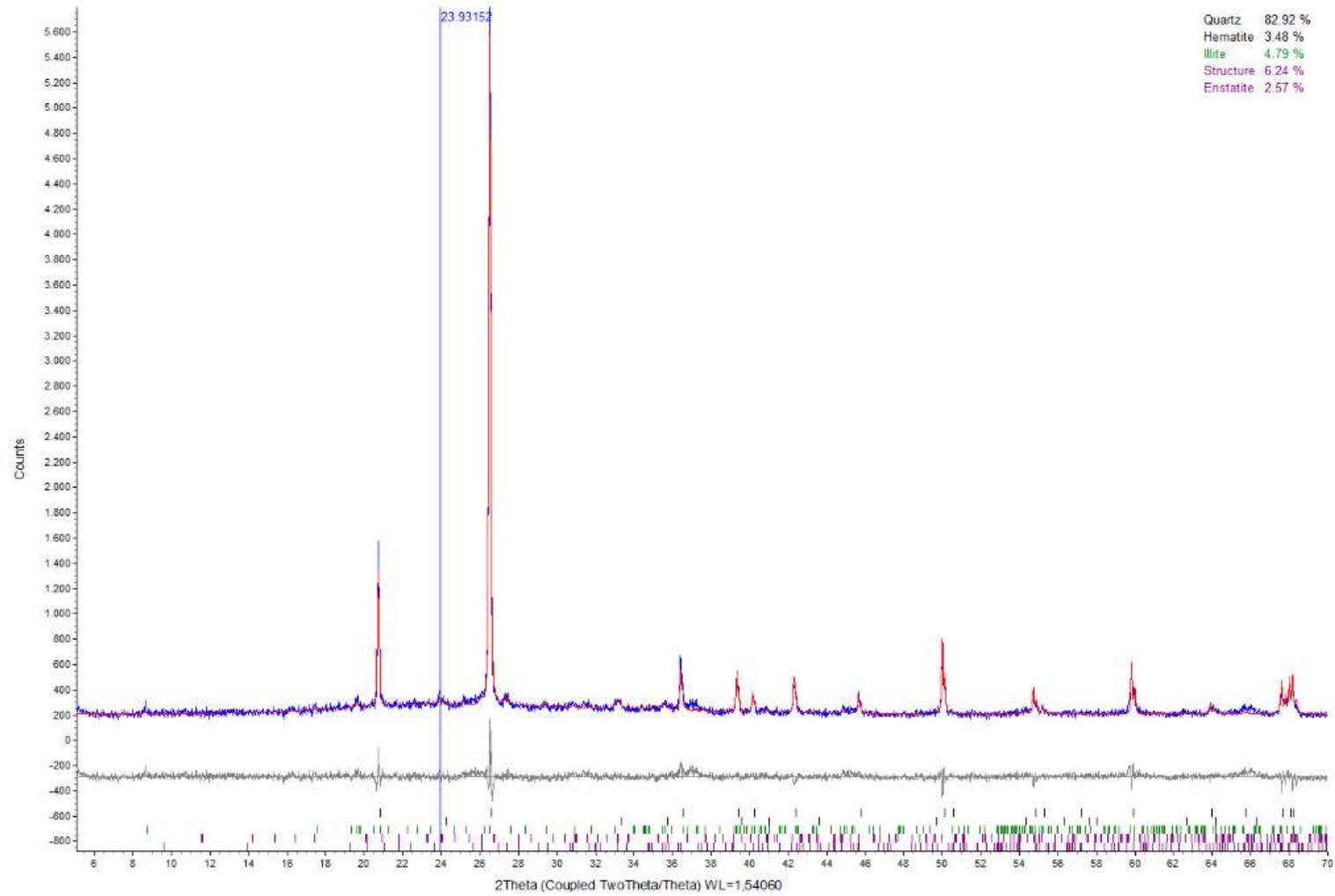
Commander Sample ID- Muestra ROA M1P2



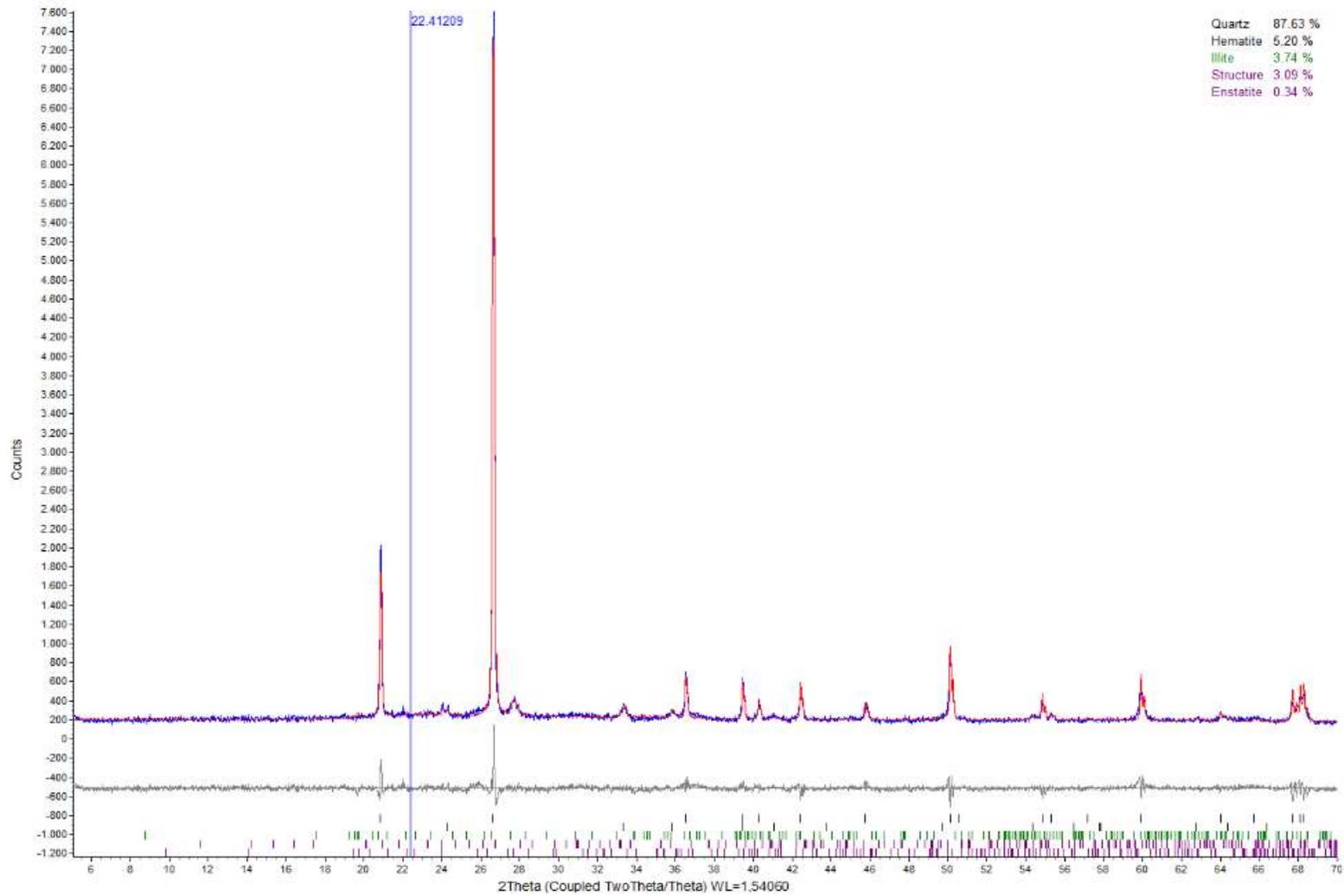
Commander Sample ID- Muestra ROA M1 P3



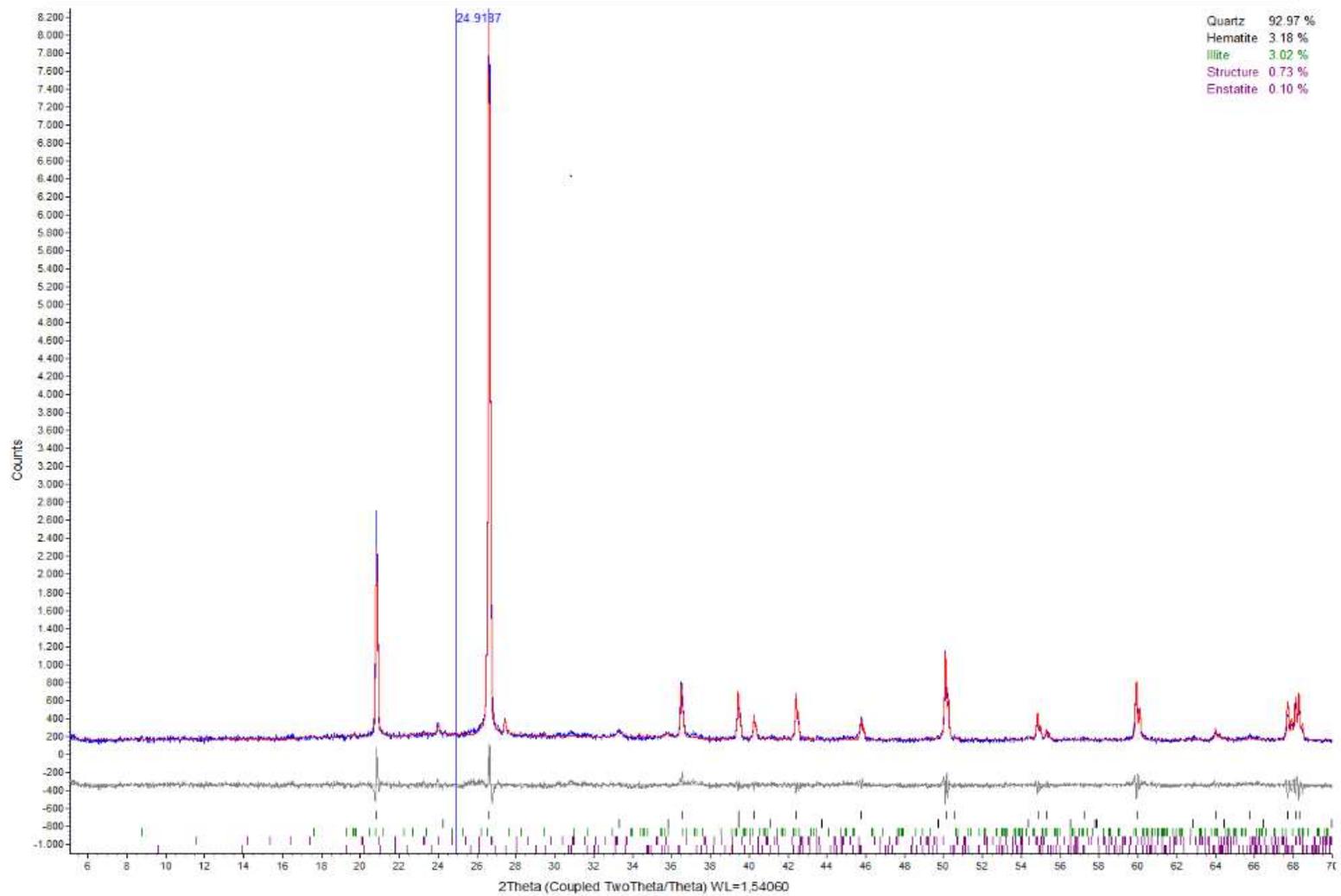
Commander Sample ID- Muestra ROA M1P4



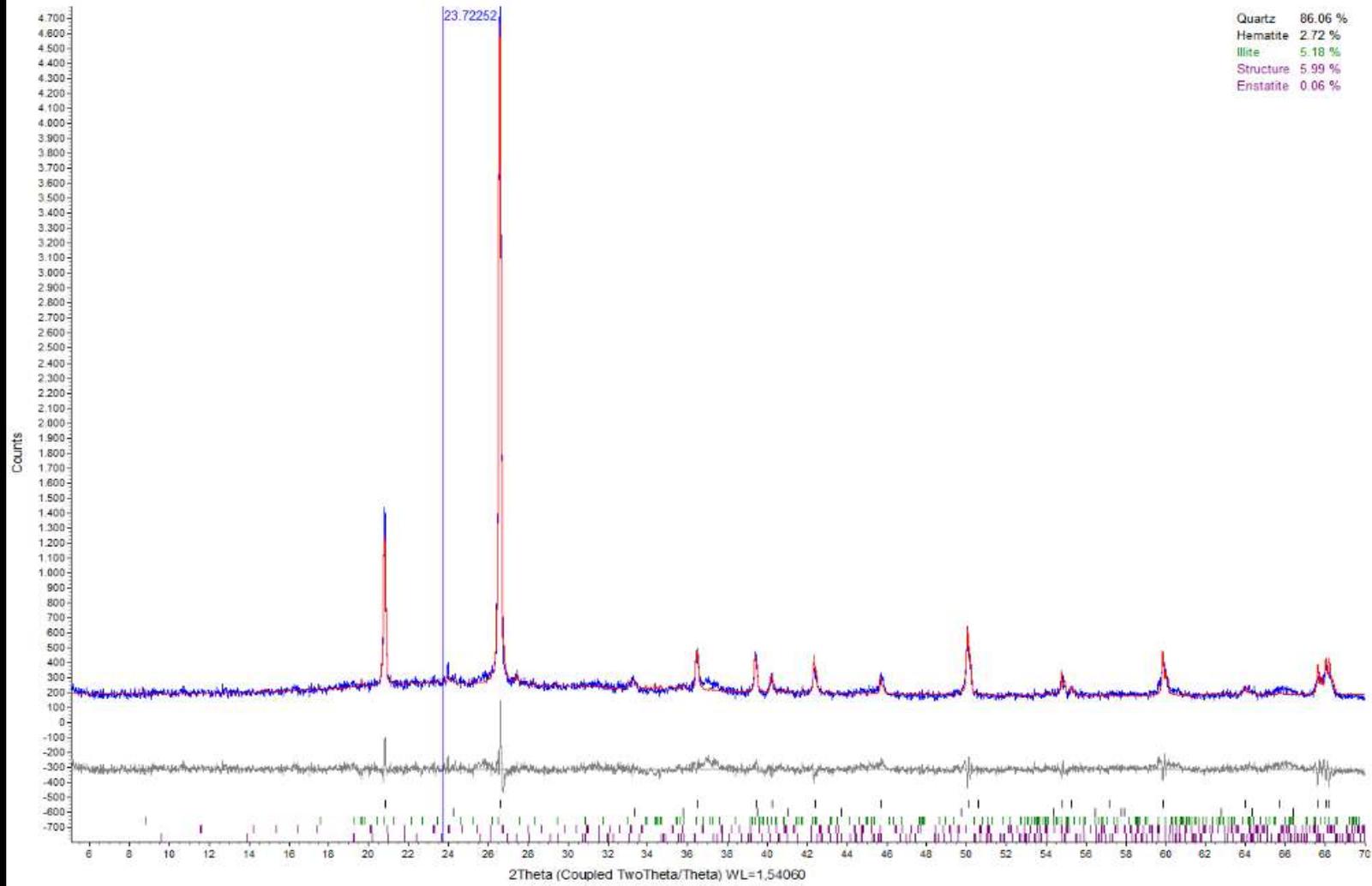
Commander Sample ID- Muestra ROA M1 P5



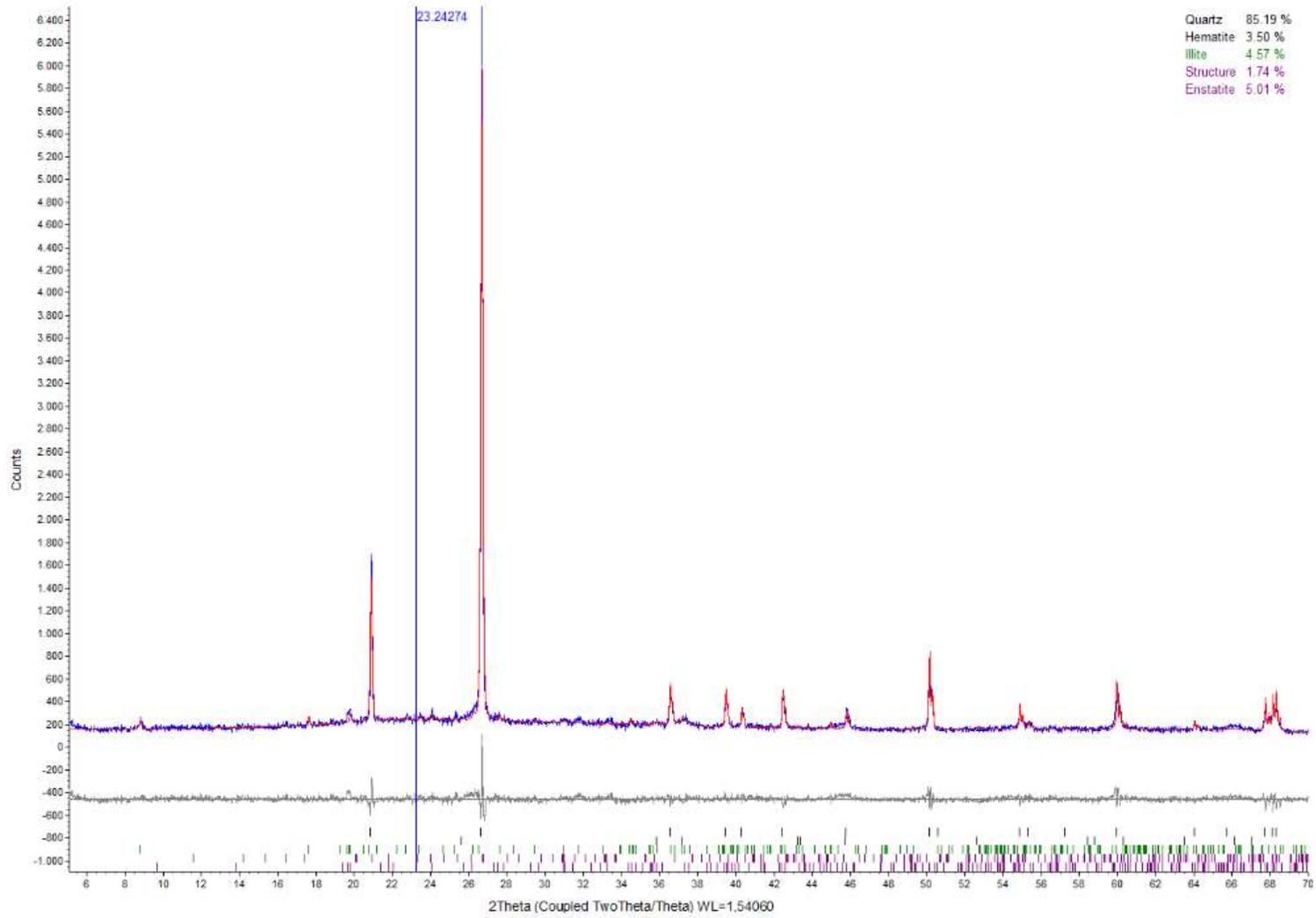
Commander Sample ID- Muestra ROA M1 P6



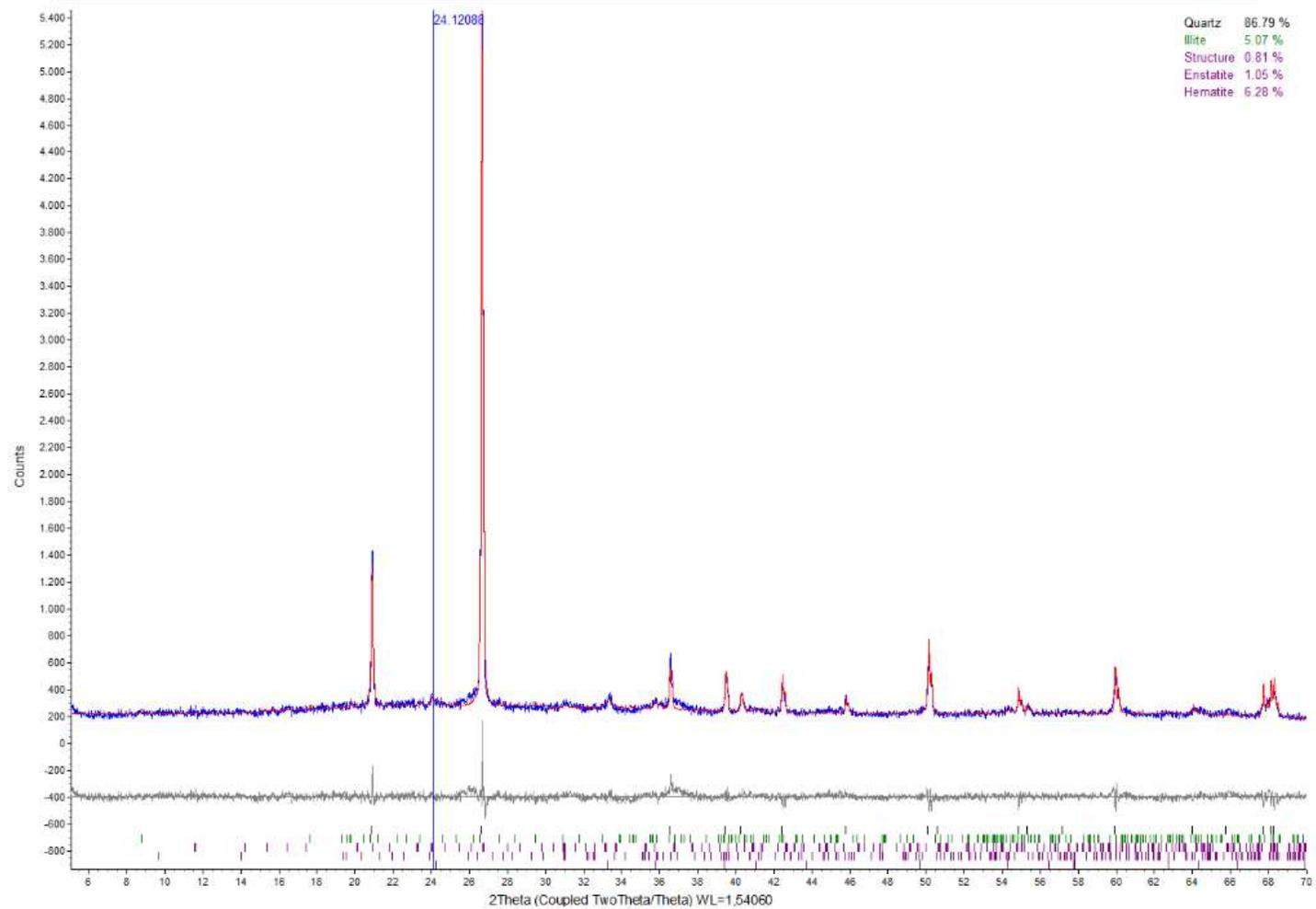
Commander Sample ID- Muestra ROA M1 P7



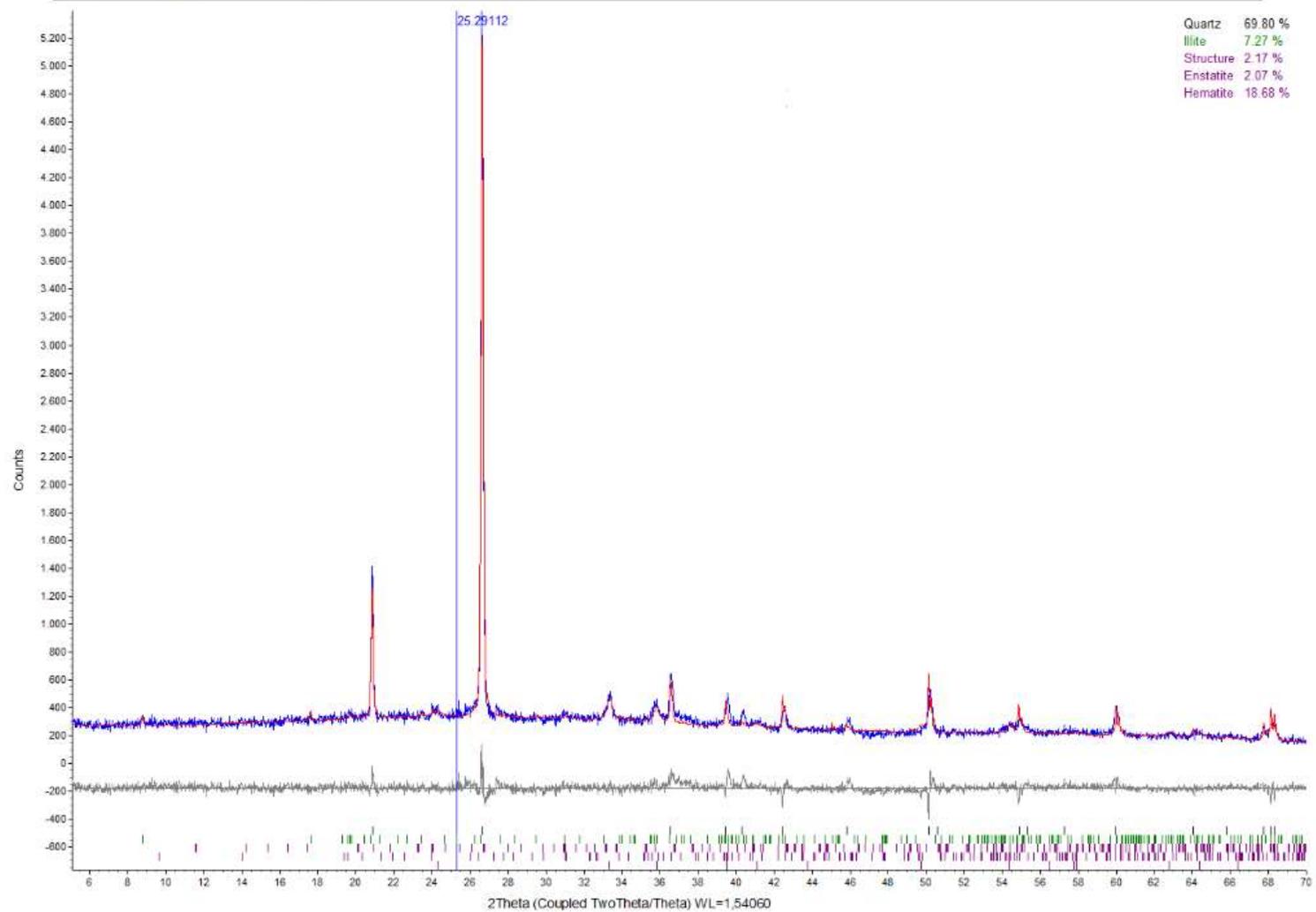
Commander Sample ID- Muestra ROA M3P1



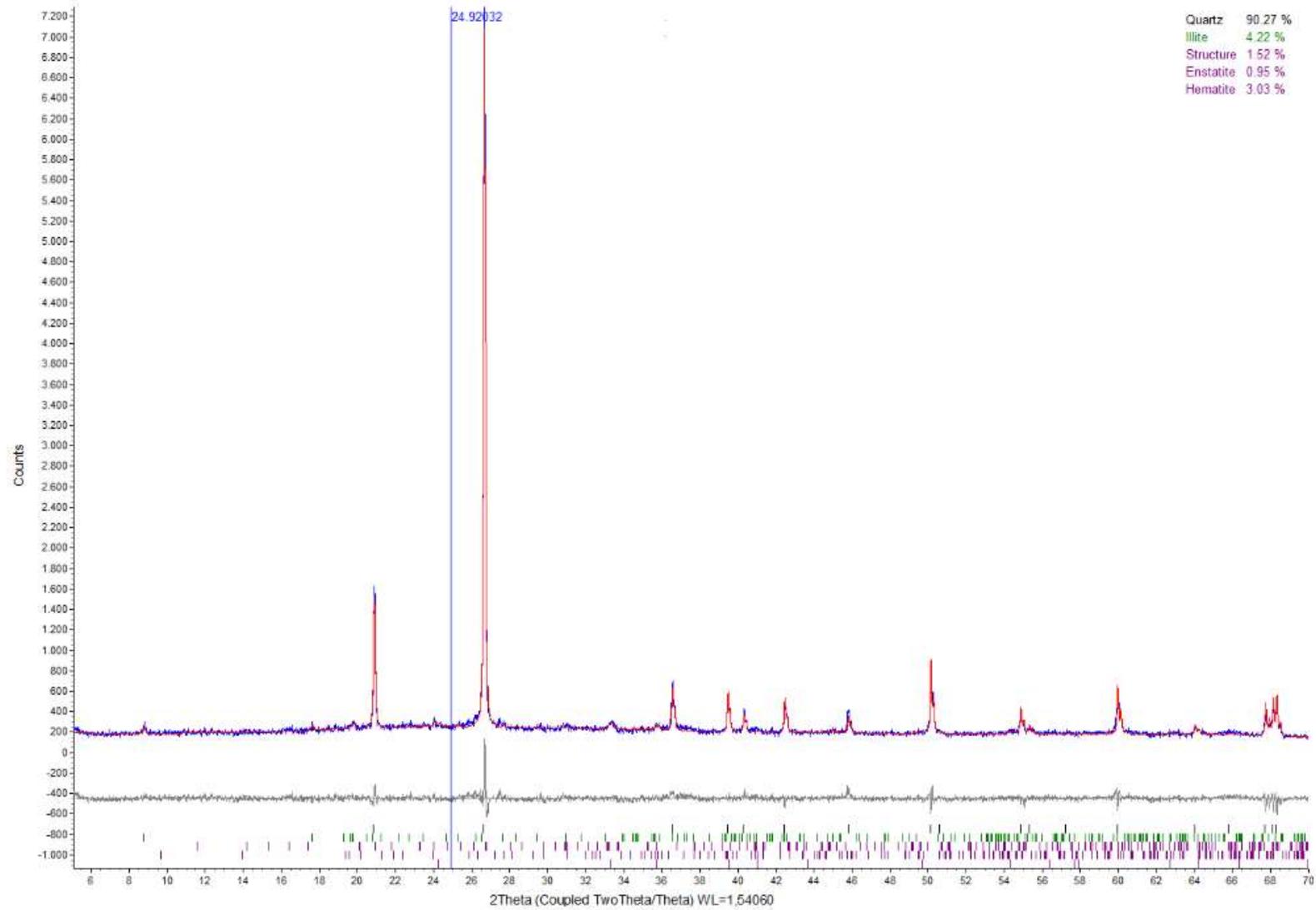
Commander Sample ID- Muestra PINOS M4P1



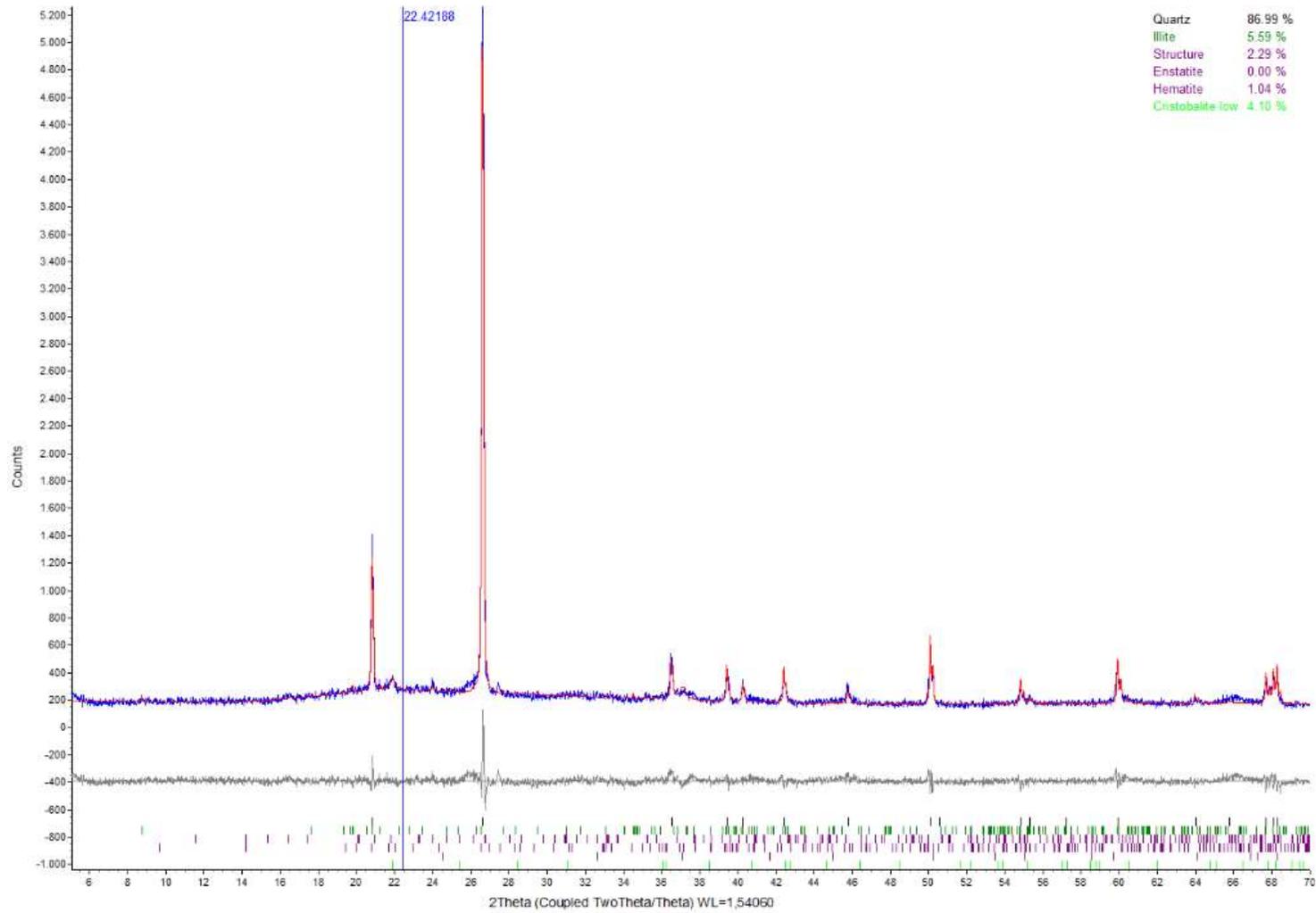
Commander Sample ID- Muestra PINOS M4P2



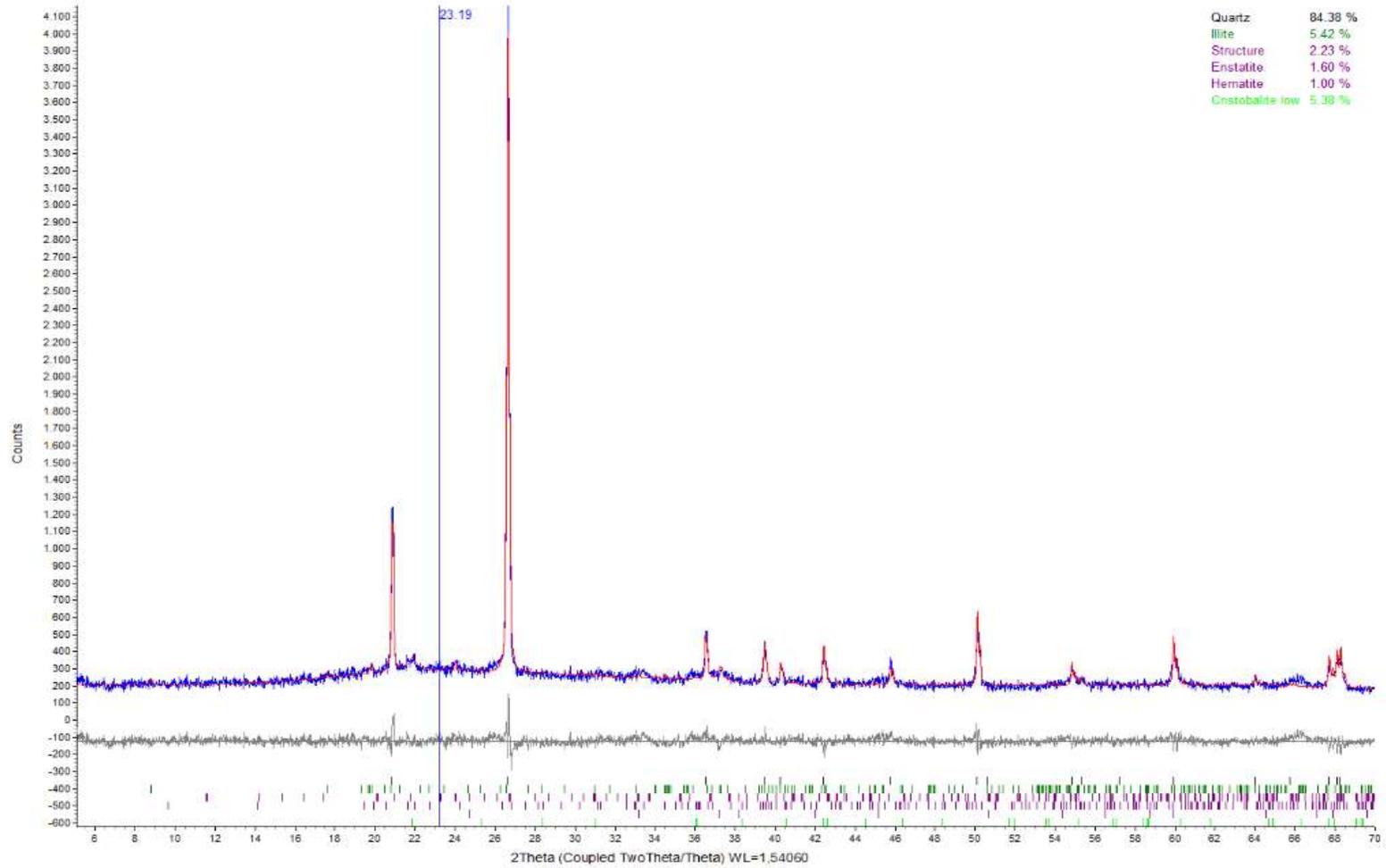
Commander Sample ID- Muestra PINOS M4P3



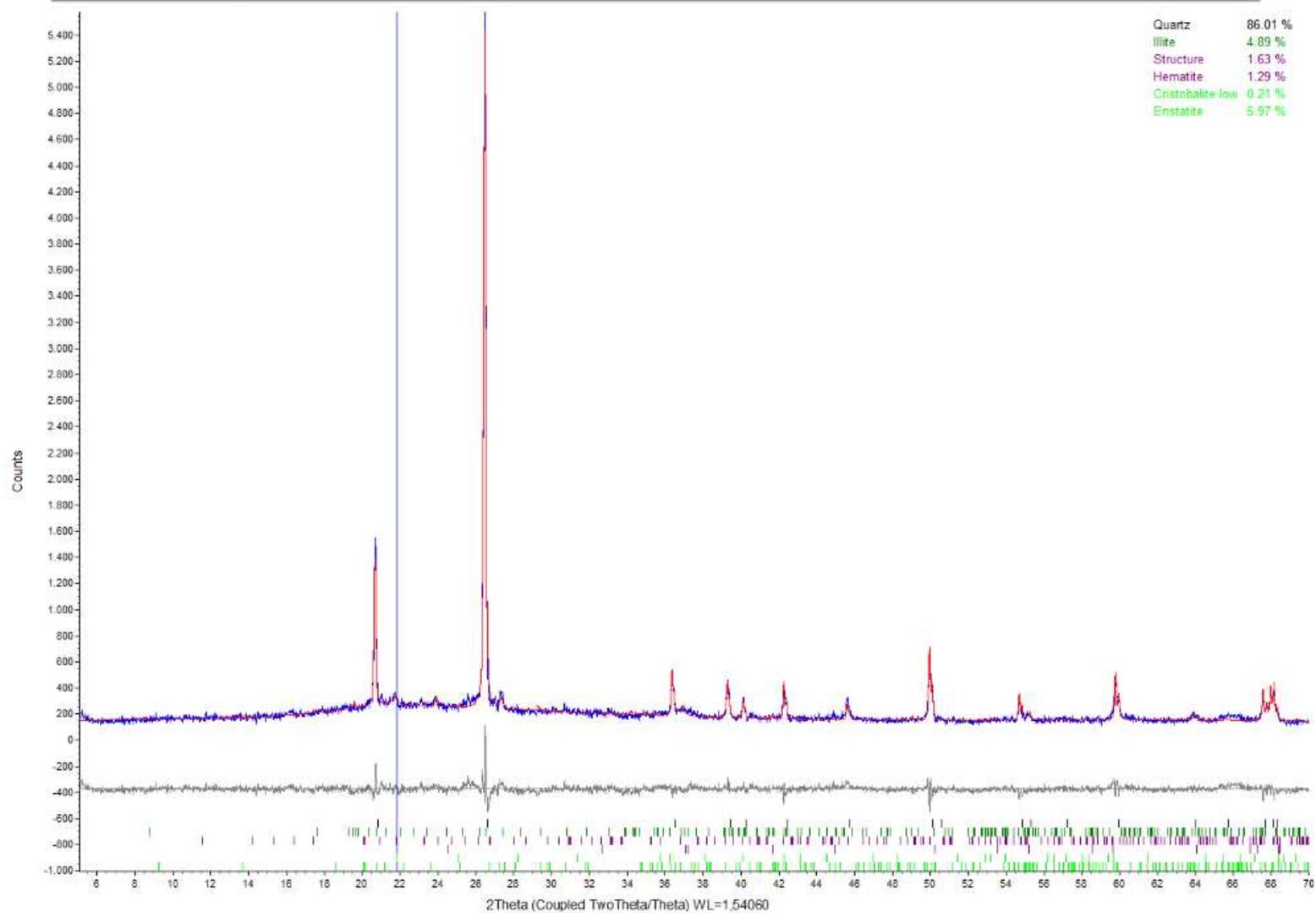
Commander Sample ID- Muestra PINOS M4 P4



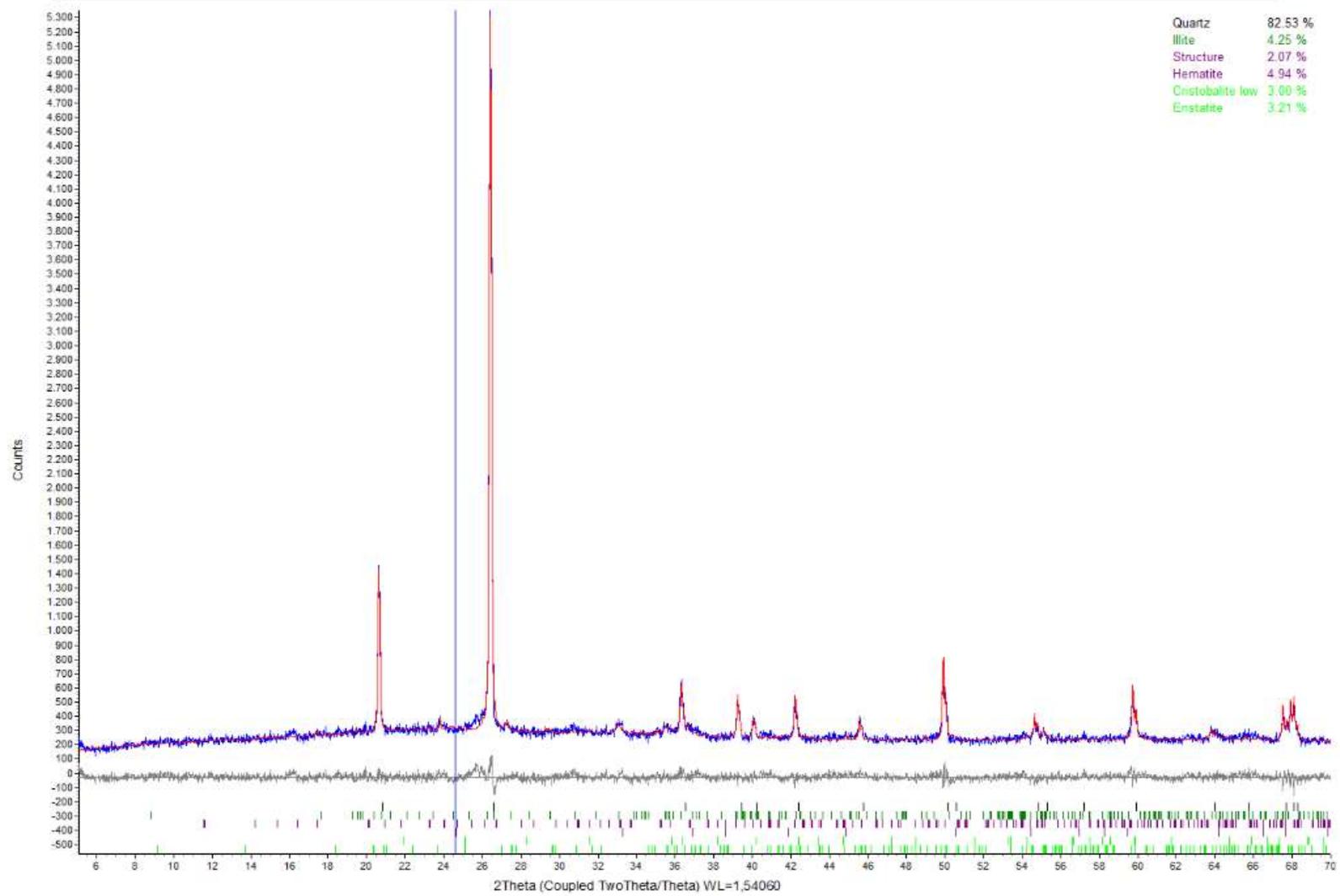
Commander Sample ID- Muestra PINOS M4 P5



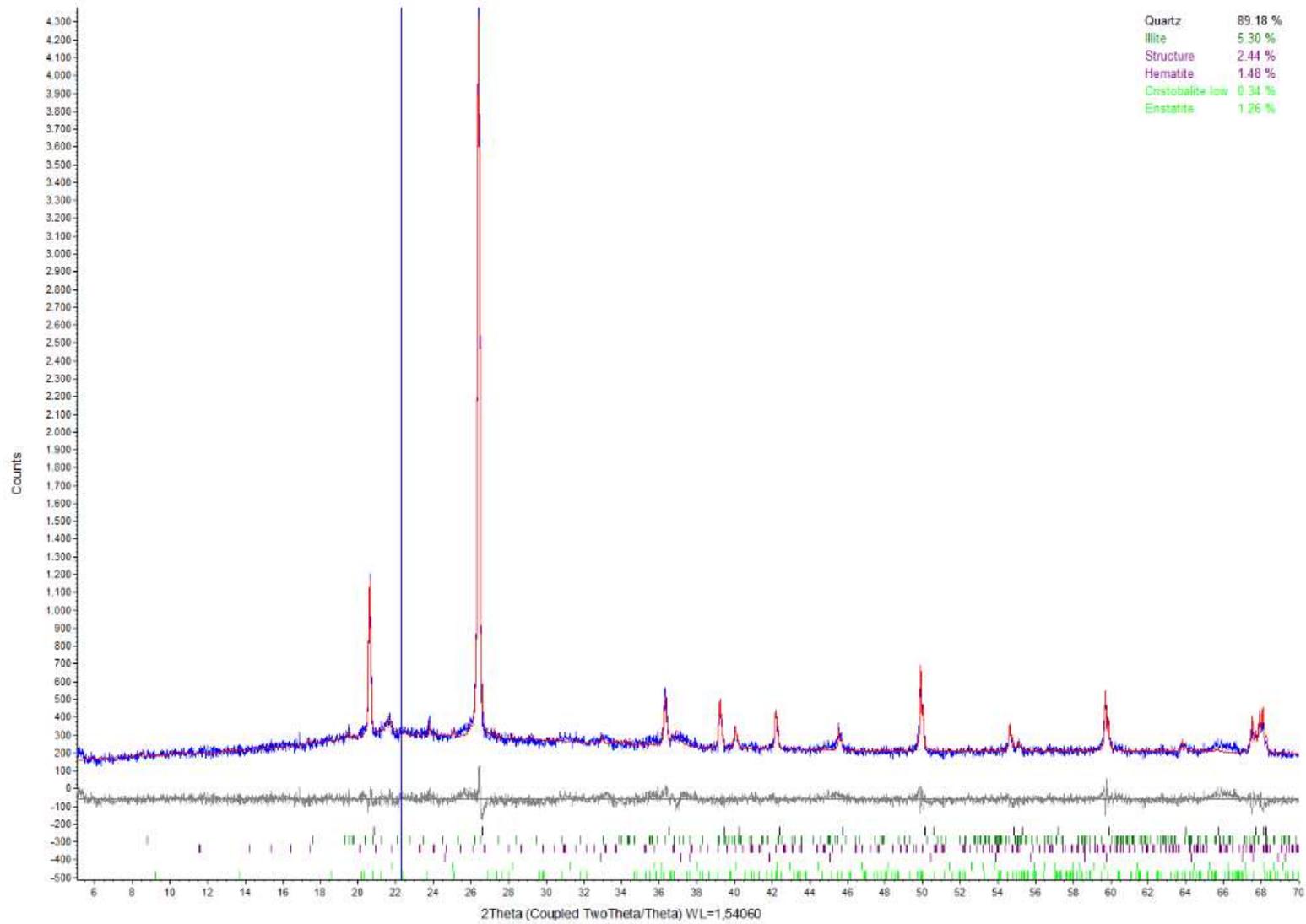
Commander Sample ID- Muestra PINOS M4P6



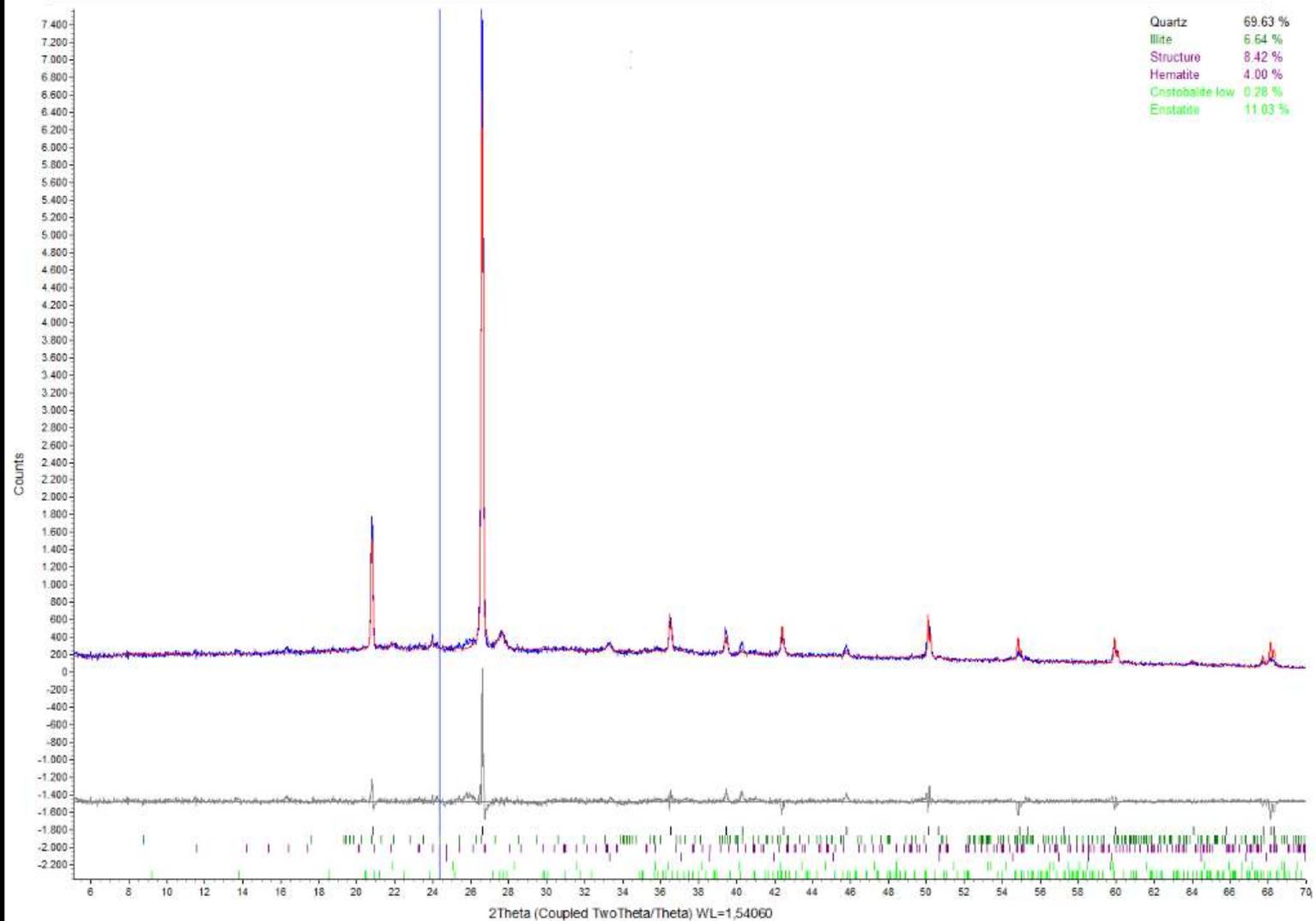
Commander Sample ID- Muestra PINOS M4P7



Commander Sample ID- Muestra PINOS M4P8



Commander Sample ID- Muestra PINOS M4P9



ANEXO IV

REGISTRO FOTOGRAFICO

TRABAJO DE CAMPO



Figura: Trabajos en afloramiento en el sector "El Calvario"
Fuente: Valarezo M.

TRABAJO DE LABORATORIO



Figura: Muestras Trituradas, en proceso de eliminación de Materia Orgánica y en proceso de Secado"
Fuente: Valarezo M.



Figura: Molino de Porcelana, para tritución de arcillas para cerámica CERART - UTPL"
Fuente: Valarezo M.



Figura: Pesaje y Colado de Piezas Cerámicas. CERART - UTPL"
Fuente: Valarezo M.



Figura: Secado previo al ingreso al horno. CERART - UTPL"
Fuente: Valarezo M.