



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Facultad de Ciencia y Tecnología

**Determinación Aproximada de la Composición
Mineralógica de Materias Primas Mediante
Espectroscopía Infrarroja.**

**Trabajo Previo a la Obtención del Título
de Tecnólogo en Cerámica.**

AUTORES:

**Carabajo Narváez María Inés.
Arízaga Núñez Fabián Patricio.
González Bravo Darío Javier.**

DIRECTOR:

Dr. Piercosimo Tripaldi.

**Cuenca Ecuador.
2011.**

DEDICATORIAS

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi amada esposa Silvia, a mis preciosos hijos Diana y Fabián Alberto, ya que sin su ayuda y apoyo no hubiera concluido esta etapa de mi vida.
Gracias.

Fabián Arízaga Núñez.

Este trabajo va dedicado de manera muy especial a mis padres quienes con su apoyo y esfuerzo hicieron realidad un paso más en mi vida profesional.
De igual manera a todos mis hermanos que sin sus consejos y aliento quizá hubiese desertado de continuar con mis estudios, de una manera en particular a Juan Pablo y Jorge puesto que han sido fundamental en parte con su apoyo y a los que debo muchísimo.
Muchas gracias por estar conmigo y apoyarme siempre.

Darío Javier González Bravo.

Dedicada a DIOS por ser quién nos guía y protege ante las adversidades, a mi Madre Teresita y a mi Padre Miguel Ángel que los llevo siempre presente en mi mente y mi corazón ., vale mencionar a todas aquellas personas maravillosas que me quieren y me aprecian Johnson, Magdalena, Analu, Miguel, Andrea, Natali, Estiben, Carlos, Maricela, Alexandra, Diana, y, Mariuxi.

Los quiero mucho.

MARIA INES.

AGRADECIMIENTOS.

Queremos expresar un agradecimiento muy especial a la familia Peña por el apoyo entregado, para que podamos cumplir con esta etapa de formación profesional.

Al Dr. Piercosimo Tripaldi, por su ayuda y guía para poder realizar este trabajo de investigación, a nuestros compañeros y a todos los profesionales que nos impartieron sus conocimientos.

Ma. Carabajo, F. Arízaga y D. González.

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatorias.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
Introducción.....	viii

CAPÍTULO I

ASPÉCTOS GENERALES.

1.1 Tipos de materias primas.....	2
1.2 Ubicación geográfica.....	3
1.3 El espectroscopio infrarrojo.....	4

CAPÍTULO II

ANÁLISIS

2.1 Preparación de las muestras.....	11
2.1.1 Muestreo.....	11
2.1.2 Cuarteo.....	12
2.1.3 Molienda.....	12
2.1.4 Secado.....	14
2.1.5 Trituración.....	15
2.1.6 Calibración del equipo.....	15
2.2 Mediciones.....	16
2.3 Recopilación de datos.....	16
Tabla 1 Mediciones.....	17
Tabla 2 Medianas.....	18
Resultados Mineralogía Aproximada.....	20

CAPÍTULO III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	27
--	-----------

BIBLIOGRAFÍA.....	28
--------------------------	-----------

RESUMEN

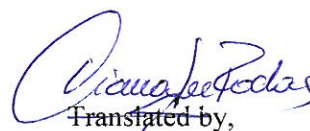
Los procesos de fabricación de revestimientos cerámicos en la actualidad se han desarrollado de una forma acelerada y los tiempos de quema se han disminuido para aumentar la productividad, por lo que Industrias Graiman busca que los resultados de pruebas que se realizan en las materias primas que van a ser utilizadas sean lo más reales y rápidas posibles, para que cualquier eventualidad sea corregida a tiempo y no se tenga una gran cantidad de producto terminado de calidad inferior y desperdicios que inflarán de gran manera los costos de fabricación por lo que se ha desarrollado el siguiente trabajo.

ABSTRACT

The fabrication processes of ceramic tile have developed rapidly nowadays and the baking time has reduced in order to increase productivity. With the intention of correcting any eventuality on time and of avoiding large amounts of low quality finished products and waste that will inflate fabrication costs, Grainman Industries looks for real and fast results from the trials performed with the raw materials. For these reasons, the research project "Approximate Determination of the Mineral Composition of Raw Materials through Infrared Spectroscopy" was developed.



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
DPTO. IDIOMAS



Translated by,

Diana Lee Rodas

INTRODUCCIÓN

El estudio y conocimiento de la mineralogía de las arcillas utilizadas en Industrias Graiman para la fabricación de cerámica plana ha sido complejo, llevando a realizar pruebas para conocer su comportamiento, por lo cual nos ha llevado a probar en nuestro estudio con la espectroscopia infrarroja, este análisis, nos da un parámetro para la más eficiente dosificación de las pastas de los diferentes procesos pues hasta este momento han sido utilizadas las características físicas y químicas, encontrando resultados rápidos, eficientes y aproximados para nuestras necesidades los mismos que no cumplen con todas nuestras expectativas en el estudio de conocer un poco más sobre cómo se comportan todas las materias primas usadas en nuestra planta. En tanto con la ayuda de este método hemos podido saber más sobre la mineralogía de las mencionadas materias primas y así poder tener una referencia sobre su comportamiento a la hora de ser utilizadas en la manufacturación de nuestro producto final. Pero si queremos obtener resultados más confiables acerca de la variabilidad de nuestras materias primas sería recomendable tener patrones usados en el proceso de manufactura y compararlos con los nuevos lotes que llegan desde las minas y patios mediante este análisis de la espectroscopia infrarroja poder verificar si los mismos son similares a los patrones o cuál es su diferencia en su mineralogía para tomar precauciones antes de ser incluidos en el proceso de manufactura.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 TIPOS DE MATERIAS PRIMAS.

1.1.1.- G-017 FELDESPATO ROJO PLAYA.- Es un feldespato de origen volcánico, su depósito se dio por algún conducto volcánico que lo expulsó como ceniza y como flujo de lajares que yacen sobre los sedimentos terciarios de la cuenca de Nabón.

1.1.2.- G-026 ARCILLA JADAN.- Es una arcilla sedimentaria roja, con presencia de rocas pelíticas y semi pelíticas metamorfasadas.

1.1.3.- G-106 ARCILLA ZHUMIR.- Es una roca Filita con estratos variables de arcilla inerte alternadas con estratos de Areniscas Silíceas y de Carbonato de Calcio.

1.1.4.- GP-120 FELDESPATO MARCABELI CHIVO.- Se encuentra conformado por un intrusivo granodiorítico, con vetas de aplita, la granodiorita se encuentra conformada básicamente por cuarzo, feldespato, biotita y óxidos.

1.1.5.- GP-150 ARCILLA SANTA SUSANA.- Es producto de la meteorización por intemperismo de rocas volcánicas porfíricas de tipo Microdioríticas en minerales siálicos y félicos.

1.1.6.- GP-160 CAOLIN BELEN.- Es un caolín con propiedades muy plásticas, aglomerados que van desde riolíticos a andesíticos, tobas, cenizas volcánicas e ignimbritas, la mayoría de estas están fuertemente caolinizadas y/o silicificadas.

1.1.7.- GP-180 FELDESPATOIDE PATACOA.- Es un mineral de feldespato dentro de una matriz arcillo-arenosa, son rocas volcánicas andesíticas y bloques feldespáticos semi alterados hasta caolinizadas.

1.1.8.- GP-180 FELDESPATO ZAMORA.- Es un feldespato blanco de rocas volcánicas claras de grano fino riolitas, que en ciertas partes son andesíticas,

1.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA.

1.2.1.- G-017 FELDESPATO ROJO PLAYA.- El área minera “La Playa” se encuentra ubicada en el sector Salado, perteneciente a la jurisdicción política administrativa de la parroquia Nabón del cantón Nabón, provincia del Azuay.

El acceso al área minera se realiza desde la ciudad de Cuenca por la carretera Cuenca-Loja hasta el sitio conocido como La Ramada ubicado a 53 Kilómetros de Cuenca, desde la Ramada se toma la vía a Nabón hasta el caserío Ramada Bajo ubicado a 4 Km. De aquí 8.5 Km. Por la vía al Salado de la Playa, donde se ingresa a mano izquierda por un acceso de 300 m.

1.2.2.- G-026 ARCILLA JADAN.- El área minera “Peña Colorada”, se encuentra localizada en la provincia del Azuay, cantones Cuenca y Gualaceo, parroquias Nulti y Jadán.

El acceso se realiza por la vía rápida Cuenca-Azogues. Se toma la vía a la parroquia Jadán hasta la intersección con la vía a Chocarsì y de aquí se recorre 800 m.

1.2.3.- G-106 ARCILLA ZHUMIR.- El área minera “Zhumir Alto”, está ubicada en la provincia del Azuay cantón Paute, parroquia Paute.

El acceso se realiza desde la ciudad de Cuenca, por la vía Cuenca-El Descanso-El Cabo-Paute. Desde el sector denominado “La Y” que conduce a San Cristóbal se recorre 6 Km.

1.2.4.- GP-120 FELDESPATO MARCABELI CHIVO.- El área minera “El Chivo” se encuentra ubicada en la provincia del Oro, cantón Marcabelí.

El acceso se lo realiza por la vía Machala-Balsas-Marcabelí, se toma la vía que conduce al cementerio de Marcabelí, se continua 5 Km. en el sector El Arenal.

1.2.5.- GP-150 ARCILLA SANTA SUSANA.- El área minera “Santa Susana” se encuentra ubicada en el sector conocido como “La Y” del Panecillo- Chiviaza, perteneciente a la parroquia Chiviaza del cantón Limón- Indanza, provincia de Morona Santiago.

El acceso se lo realiza por la vía Cuenca-Gualaceo-Limón Indanza, de aquí se continúa por la vía a Bella Unión 9 Km. Hasta la población denominada El Rosario, desde aquí hasta la cabecera parroquial Santa Susana de Chiviaza, a 7 Km. Se llega al sector conocido como La Orquídea.

1.2.6.- GP-160 CAOLIN BELEN.- La concesión minera “Aguarongo” se encuentra en las provincias de Azuay y Zamora Chinchipe, cantones Nabón y Yacuambi, parroquias Tutupali y Cochapata.

El acceso es por la vía Cuenca-Loja, Hasta el sitio denominado “La Ramada”, de allí se toma la vía hasta el centro cantonal Nabón, de aquí en la vía a Cochapata hasta el caserío Belén a 14 Km. Luego se va vía al Cerro Mozo 8 Km.

1.2.7.- GP-180 FELDESPATOIDE PATACOCHA.- La concesión minera “Patacocha” se encuentra ubicada en el sector Patococha, perteneciente a la parroquia San Rafael de Sharug del cantón Pucará provincia del Azuay.

El acceso es por la vía Cuenca-Girón-Pasaje, hasta el sitio conocido como Tendales, se toma la vía Tendales-Pucara 26 Km.

1.2.8.- GP-180 FELDESPATO ZAMORA.- La concesión minera “María”, se encuentra situada en la provincia de Zamora Chinchipe, cantón Zamora, parroquia Guadalupe.

El acceso es por la vía Loja-Zamora-Saquea, desde donde se toma la vía que conduce a Piuntza, de aquí 1 Km.

1.3.- ESPECTROSCOPIA INFRARROJA

La espectroscopia infrarroja (Espectroscopia IR) es la rama de la espectroscopia que trata con la parte infrarrojo del espectro electromagnético. Esta rama tiene un conjunto de técnicas, siendo la más común la espectroscopia de absorción. Así como otras técnicas espectroscópicas, puede usarse con la finalidad de identificar un compuesto e investigar la composición de una muestra. Esta se puede dividir según el tipo de la radiación que se analiza.

Las región infrarroja abarca las regiones del espectro comprendidos entre los números de onda de 12800 a 10cm^{-1} aproximadamente, correspondiente a las longitudes de onda de 0.78 a $1000\mu\text{m}$.

Esta región se divide en tres porciones denominaciones: infrarrojo lejano, infrarrojo medio e infrarrojo cercano.

ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO LEJANO

Las primeras aplicaciones químicas de esta técnica consistieron en estudios de absorción en el intervalo entre 400 y 10cm^{-1} ($25 \times 1000\mu\text{m}$). La ventaja energética del sistema interferométrico sobre el dispersivo de lugar por lo general a una significativa mejora en la calidad de los espectros. La región del infrarrojo lejano es especialmente útil en los estudios inorgánicos ya que la absorción causada por las vibraciones de extensión y flexión de los enlaces entre átomos metálicos y ligados inorgánicos u orgánicos se produce por lo general a frecuencias menores a 600cm^{-1} ($>17\mu\text{m}$).

Los estudios en el infrarrojo lejano de sólidos inorgánicos han permitido obtener información útil cerca de las energías de los retículos cristalinos y la energía de transición de los materiales semiconductores.

Las moléculas que solo contiene átomos livianos absorben en la región del infrarrojo lejano y presentan modalidades de flexión estructural en las que participan más de dos átomos de hidrogeno distintos. En esta clase de infrarrojo, los gases presentan absorción rotatoria pura siempre y cuando las moléculas tengan momentos bipolares permanentes.

ELECTROSCOPIA DE INFRARROJO MEDIO

Es un método empleado para el estudio de especies transitorias que de otra forma requerirán un barrido de longitud de onda muy rápido. En este caso, la ventaja se da por la observación de todo el espectro en forma simultánea.

La aplicación de la espectroscopia basada en la transformada de Fourier al intervalo entre 650 y 4000 cm^{-1} se ha limitado principalmente a problemas particulares en los que existen algún tipo de limitación energética. DE allí que se la adquiere para el estudio de micro muestras cuando la absorción se reduce a una región muy limitada y de esta forma se puede obtener el espectro por partículas tan pequeñas como de 100 μm . La espectroscopia basada en la transformada de Fourier, proporciona un método útil para el estudio de las soluciones diluidas: se obtienen los interferogramas para el disolvente y la muestra por separado.

EL ESPECTRO DE INFRARROJO CERCANO

Se caracteriza por presentar bandas o absorciones en la región de 4000 cm^{-1} a 2500 cm^{-1} (2500 cm^{-1} a 400 cm^{-1}), las cuales son el resultado de armónicos o combinación de bandas originadas en la región del infrarrojo medio. Los espectros infrarrojos están constituidos por la representación gráfica de la energía absorbida en función de la longitud de onda. La espectroscopia NIR está orientada a la determinación y cuantificación de compuestos orgánicos, los cuales se caracterizan por la presencia de grupos funcionales como OH – NH CO Y CH. En la espectroscopia de reflectancia cercana (NIR) la línea de base del espectro asciende con el incremento de la longitud de onda. A medida que el tamaño del particulado de muestras sólidas aumenta, la penetración del rayo infrarrojo es mayor que en materiales finos, lo cual causa problemas en la línea de base. Por lo general, el efecto podría ser cancelado mediante el empleo de derivadas del espectro básico, conversiones matemáticas que son posibles mediante el software que está incorporada en los programas de los equipos actuales.

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA ESPECTROSCOPIA INFRARROJA

Como ya hemos mencionado anteriormente, la porción infrarroja se divide en tres regiones: el infrarrojo lejano que posee una baja energía y es usado en la espectroscopia rotacional, el infrarrojo medio que sirve para estudiar las vibraciones

fundamentales y la estructura rotacional vibración al y el infrarrojo cercano puede excitar sobretonos o vibraciones armónicas.

Ahora bien, la espectroscopia infrarroja funciona porque los enlaces químicos tienen frecuencias específicas a las cuales vibran correspondientes a niveles de energía. Las frecuencias resonantes o frecuencias vibracionales son determinadas por la forma de las superficies de energía potencial, molecular, las masas de los átomos y eventualmente por el acoplamiento vibrico asociado. Para que un modo vibracional en una molécula sea activo al infrarrojo, debe estar asociada con cambios en el dipolo permanente. Las frecuencias resonantes son determinadas por los modos normales correspondientes a la superficie de energía potencial del estado basal eléctrico de la molécula. Sin embargo, las frecuentes resonantes pueden estar en una primera aproximación relacionada con la fuerza de enlace y la masa de los átomos a cada lado del mismo. Así, la frecuencia de las vibraciones puede ser asociada con un tipo particular de enlace.

Las moléculas biatómicas tienen solamente un enlace, el cual se puede estirar, pero moléculas más complejas pueden tener muchos enlaces y las vibraciones pueden ser conjugados llevando a absorciones en el infrarrojo a frecuencias características que pueden relacionarse a grupos químicos. Los átomos en un grupo CH₂, encontrado comúnmente en compuestos orgánicos pueden vibrar de seis formas distintas, estiramientos simétricos y asimétricos, flexiones simétricas y asimétricas en un plano y flexiones simétricas y asimétricas fuera del plano.

MEDICION DE MUESTRA

Para medir una muestra, un rayo de luz infrarroja atraviesa la muestra y se registra la cantidad de energía absorbida en cada longitud de onda. Esto se logra escaneando el espectro con un rayo monocromático, el cual cambia de longitud de onda a través del tiempo o utilizando una transformada de Fourier para medir todas las longitudes de onda a la vez. A partir de esto, se puede trazar un espectro de transmitancia o absorbancia, el cual muestra a cuales longitudes de onda la muestra absorbe el IR permitiendo una interpretación de que enlaces están presentes.

Esta técnica funciona en los enlaces covalentes y como tal vez de gran utilidad en química orgánica. Así espectros nítidos se obtienen de muestras con pocos enlaces activos al IR y altos niveles de pureza. Estructuras moleculares más complejas llevan a más bandas de absorción y a un espectro más complejo. Sin embargo también esta técnica se la puede utilizar para la caracterización de mezclas muy complejas.

PREPARACION DE LA MUESTRA

Las **muestras gaseosas** requieren poca preparación más allá de su purificación, pero se usa una celda de muestra con una larga longitud de celda (por lo general 5- 10cm) pues los gases muestran absorbencias relativamente débiles.

Las **muestras líquidas** se pueden disponer entre dos placas de una sal de alta pureza (puede ser cloruro de sodio, sal común, bromuro de potasio o fluoruro de calcio). Las placas son transparentes a la luz infrarroja y no introducirán líneas en el espectro. Algunas placas de sal son altamente solubles en el agua y así la muestra, agentes de lavado y similares deben estar completamente anhidridos (sin agua)

Las **muestras sólidas** se pueden hacer de dos maneras: La primera consiste en moler la muestra con un agente aglomerante para la suspensión (usualmente nujol) en un mortero de mármol o agate. Una fina partícula del agente aglomerante se aplica en las placas de sal y se realiza la medición. La segunda es tributar una cantidad de la mezcla con una sal especialmente purificada (usualmente bromuro de potasio) finamente para remover efectos dispersores de los cristales grandes. Esta mezcla en polvo se comprime en una prensa de troquel mecánica para formar un pellet translucido a través del cual puede pasar el rayo del espectrómetro.

USOS Y APLICACIONES DE LA ESPECTROS COPIA INFRARROJA

La **ESPECTROSCOPIA INFRARROJA** es ampliamente utilizada en investigación, incluso en la industria como una simple y confiable practica para realizar mediciones, control de calidad y mediciones dinámicas. Actualmente, los instrumentos son pequeños y de fácil transportación, los que se puede usar, para ensayos en terreno. Con una tecnología de filtración y manipulación de resultados en agua, las muestras en solución pueden ser medidas con precisión porque el agua produce una absorbancia amplia a lo largo del rango de interés, volviendo al espectro ilegible sin este tratamiento computacional. Algunas máquinas indican automáticamente cual es la sustancia que está siendo medida a partir de miles de espectros de referencia almacenados.

Al medir a una frecuencia específica de lo largo del tiempo, se pueden medir cambios en el carácter o la cantidad de un enlace particular. Esto es útil para medir el grado de polimerización en la manufactura de polimerías. Las maquinas modernas de investigación pueden tomar mediciones infrarrojas a lo largo de todo el rango de interés con una frecuencia de hasta 32 veces por segundo. Este puede realizarse mientras se hacen mediciones simultáneas usando otras técnicas. Esto permite que la observación de reacciones químicas y procesos sea más rápida y precisa.

La espectroscopia infrarroja es una técnica analítica sumamente simple y la persona que la realiza debe estar vestida con un apropiado atuendo de seguridad, incluyendo el guarda polvo de laboratorio.

LA ESPECTROFOTOMETRIA DE INFRARROJO EN LA IDENTIFICACION DE COMPUESTOS ORGANICOS

DEFINICIONES

ESPECTROSCOPIA

Estudio de la absorción o emisión de radiación electromagnética efectuada por las distintas sustancias. La espectroscopia proporciona a los químicos toda una gama de técnicas de identificación de compuestos de acuerdo con sus características espectrales específicas.

Hay varios tipos de espectroscopia, según las longitudes de onda del espectro electromagnético.

ESPECTROFOTOMETRIA

Es también denominada espectrometría, consiste en la medición de la absorción (se refiere a tomar algo) y emisión de la absorción (significa desprender algo) de luz de distintas sustancias.

ESPECTROFOTOMETRIA INFRARROJA

Cada compuesto químico tiene asociado un espectro infrarrojo característico, donde los máximos de absorción corresponden a determinadas energías de vibración (tensión, flexión, etc.) de los enlaces químicos presentes. Por tanto, esta técnica pretende detectar en el material analizado, la presencia de diferentes impurezas (por ejemplo, átomos de hidrogeno formando enlaces OH, NH, SH). Por último, es posible cuantificar el número de enlaces presentes en la muestra analizada, conociendo previamente la absorptividad asociada al tipo de enlace correspondiente.

2. DESCRIPCION

ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

Es una banda de longitudes de onda de la radiación electromagnética. Cubre los rayos gama, los rayos X, la radiación ultravioleta, la luz visible, la radiación infrarroja, las microondas y las de radio. Como la energía asociada a la radiación disminuye al

aumentar la longitud de onda, los diferentes tipos de radiación actúan de distinta manera sobre las distintas sustancias.

ONDAS DE RADIO

Son vibraciones mutuas de campos eléctricos y magnéticos, perpendiculares entre sí. Las producen naturalmente algunas estrellas y sus emisiones pueden detectarse en los radiotelescopios, consistentes en enormes antenas receptoras.

MICROONDAS

Se parecen, en muchos sentidos, a las ondas de radio, pero son más difíciles de generar. Pueden concentrarse en forma de potentes rayos, sumamente direccionables que al penetrar fácilmente la atmósfera terrestre, se emplea muchísimo en las comunicaciones por satélites. Son susceptibles de una codificación especial para poder llevar al mismo tiempo muchas transmisiones separadas (técnica llamada multiplexion).

INFRARROJO

Se debe a cambios de los estados de energía de los electrones de exteriores de los átomos y a cambios de la energía vibratoria y rotatoria de las moléculas. Como los átomos y las moléculas y sus electrones afines, se hallan en continuo movimiento y cambio de energía, todos los objetos emiten constantemente algunos rayos infrarrojos, exceptuando al cero absoluto (la temperatura más baja posible) en el que cesa teóricamente todo movimiento.

VISIBLE

Es la energía que podemos ver, por ejemplo como la desprendida por el fuego, una lámpara, un foco, la luz solar, etc.

ULTRAVIOLETA

Su emisión es el resultado de los cambios de energía de los electrones orbitales de átomos de sustancias calientes en extremo. El sol es la principal fuente principal de esta radiación, emitiendo una amplia gama de frecuencias ultravioletas. La de alta frecuencia es peligrosa y no alcanza la superficie terrestre porque es absorbida por la atmósfera superior; la de baja frecuencia penetra la atmósfera, ayuda a producir el bronceado y la vitamina D en la piel humana.

RAYOS X

Es emitida por algunas estrellas y galaxias, detectados por medio de satélites artificiales, han revelado varias fuentes de rayos X, entre los cuales están las posibles ubicaciones de agujeros negros.

En la tierra se producen artificialmente, mediante tubos termoiónicos al vacío, que funcionan a potenciales de hasta dos millones de voltios. Se tiene noticia de cánceres provocados por los rayos X.

RAYOS GAMMA

Durante la desintegración radio activa de los isótopos inestables de elementos como el uranio, el torio y el radio hay emisión de rayos gamma.

Estos rayos producen de la excitación del núcleo atómico.

ESPECTROMETRO

Espectroscopio graduado que determina y mide las características correspondientes a los componentes de un espectro.

ESPECTROMETRO DE MASAS

Aparato que permite conocer el peso molecular de una sustancia gaseosa o gasificada y ayuda a conocer su estructura molecular mediante la ionización por bombardeo de electrones y su separación según la relación masa/carga.

ESPECTROMETRO BECKMAN DU-2

Este espectrómetro fue el primero producido comercialmente, apareció en el mercado por primera vez en 1941, fue el primer espectrómetro de ultravioleta y visible. Tiene aplicas de cuarzo y puede ser aperado en las regiones ultravioletas y visible del espectro. El instrumento posee fuentes de radiación intercambiables, incluyendo un tubo de descarga de deuterio o hidrógeno para las longitudes de ondas más bajas y una lámpara de filamento de tungsteno para la región visible. Un par de espejos reflejan la radiación a través de una ranura ajustable, hacia el compartimiento del monocromador. Después de atravesar toda la longitud del instrumento, la radiación se refleja en un prisma de Lirrow; ajustando la posición del prisma puede enfocarse en la ranura de luz de la longitud de onda deseada. Actualmente hay numerosos modelos de espectrómetro de doble haz para operar en las regiones ultravioleta y visible del espectro.

CAPITULO II

ANÁLISIS

2.1 PREPARACION DE LAS MUESTRAS

2.1.1 Muestreo.

Se tomaron aproximadamente 2 kilos de cada una de las muestras patrón de las materias primas a ser analizadas, previamente ya han sido molidas y secadas.

Las muestras de las materias primas utilizadas para la tecnología gres (quema a 1150°C aproximadamente; AR- 416, G-17, G-26 y G-106), estaba con un residuo de 6,5 gr./ 100 gr. de material seco en malla ASTM 230 y los de porcelanato (quema a 1200°C aproximadamente; GP-120, GP-121, GP- 150, GP-160, GP-170, GP-180, GP-190, KT y Marcabelí B), con un residuo de 0.8 gr./ 100 gr. de material seco en malla ASTM 325.



Fig. 1 Muestreo.

2.1.2 Cuarteo.

Se realizó un montón con la muestra y se procedió a dividir en 4 partes, lo más equitativo posible, para separar 2 partes diagonales; con lo restante se volvió a realizar el procedimiento anterior hasta tener una muestra de 300 gr. aproximadamente.



Fig 2. Cuarteo

2..1.3 Molienda.

Se pesaron 300 gr., de cada muestra, y se las colocaron en molinetes de laboratorio con 100 gr. de agua, se molieron durante 2 horas.



Fig 3 Pesaje de materia prima.



Fig 4 Cantidad de agua.



Fig 5 Molienda.

2.1.4 Secado

Se pusieron a secar las muestras en recipientes de aluminio por 24 horas en la estufa a una temperatura de 110°C .



2.1.5 Trituración.

Cada una de las muestras se las trituran en un mortero hasta obtener una granulometría fina.



Fig 7 Trituración en mortero.

2.1.6 Calibración del equipo.

Calibramos el espectroscopio tomando el color blanco como patrón; y obtuvimos un espectro con el que se comparan todas las muestras.

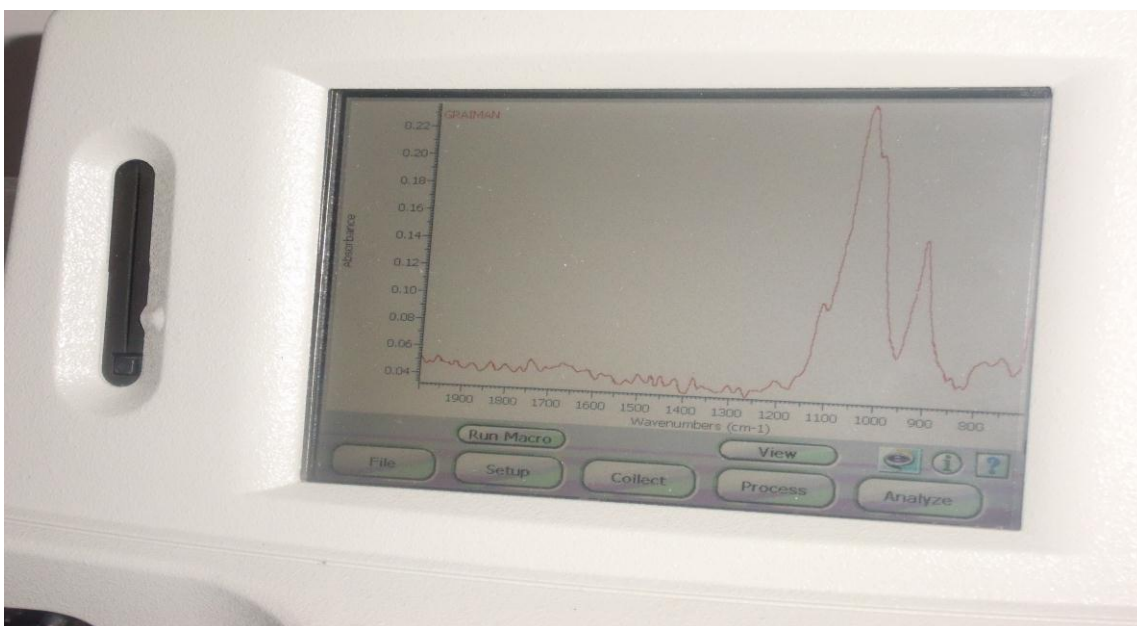


Fig 8 Curva al blanco patrón.

2.2 MEDICIONES.

Realizamos cuatro mediciones con cada una de las materias primas y obtuvimos las curvas respectivas:

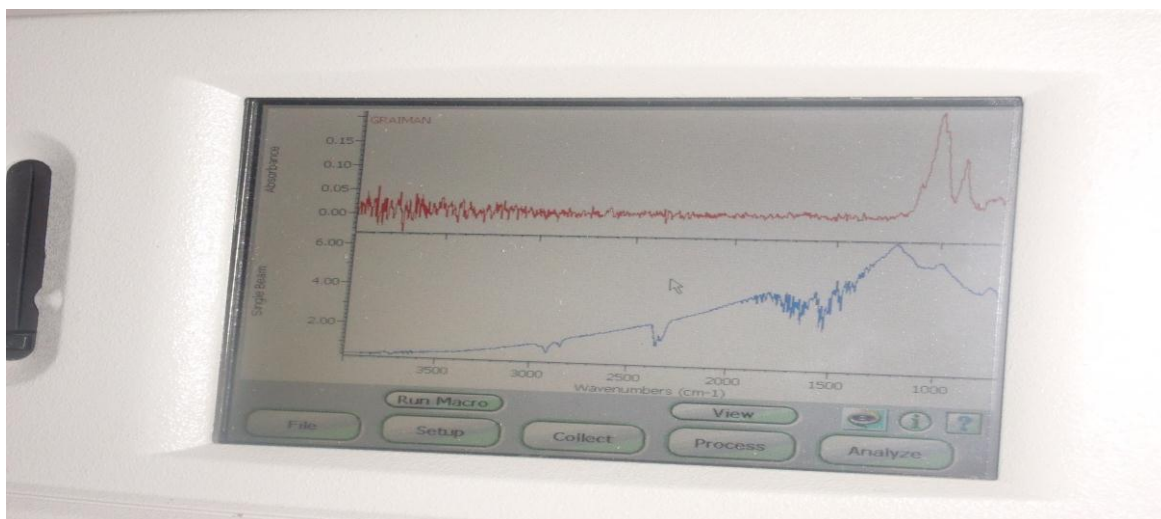


Fig 9 En rojo la curva patrón y azul la curva de la muestra.

2.3. RECOPIACION DE DATOS.

En las curvas obtuvimos valores en diferentes puntos que fueron llevados a una tabla en Excel para obtener la media de los mismos:

MINERAL	3697	3676	3629	3250	1655	1142	1106	1036	1014	916	770	762	757	744	728	701	667	648	620	590
AR- 416	0,053	0,049	0,051	0,052	0,047	0,083	0,097	0,143	0,134	0,071	0,062	0,06	0,06	0,058	0,056	0,057	0,052	0,059	0,019	0,011
	0,057	0,055	0,057	0,059	0,053	0,084	0,09	0,124	0,119	0,071	0,067	0,066	0,064	0,062	0,061	0,059	0,057	0,067	0,125	0
	0,0674	0,0669	0,0671	0,0669	0,0656	0,071	0,0724	0,0785	0,0778	0,0692	0,0688	0,0689	0,0684	0,0681	0,0677	0,0673	0,0662	0,0667	0,0598	0,0405
	0,0128	0,0127	0,0131	0,0116	0,0098	0,0306	0,0313	0,0442	0,038	0,0185	0,0215	0,02	0,0192	0,0181	0,0154	0,0156	0,0122	0,0234	0,0624	0,0271
G-17	0,0286	0,0274	0,0273	0,0217	0,0204	0,0405	0,0469	0,057	0,0507	0,029	0,0298	0,0272	0,0276	0,0259	0,0262	0,029	0,0207	0,0273	0,0422	0,0305
	0,08	0,08	0,079	0,075	0,07	0,105	0,118	0,149	0,145	0,09	0,086	0,082	0,081	0,079	0,08	0,08	0,071	0,077	0,045	0,055
	0,006	0,016	0,016	0,001	0,016	0,13	0,176	0,283	0,244	0,062	0,057	0,055	0,054	0,055	0,059	0,061	0,07	0,076	0,134	0,21
	0,025	0,027	0,026	0,016	0,017	0,096	0,123	0,193	0,184	0,079	0,075	0,071	0,07	0,068	0,07	0,072	0,071	0,075	0,143	0,219
G-26	0,251	0,254	0,253	0,242	0,233	0,263	0,284	0,317	0,316	0,257	0,251	0,246	0,244	0,238	0,237	0,24	0,233	0,235	0,23	0,219
	0,197	0,198	0,201	0,19	0,18	0,204	0,225	0,269	0,266	0,202	0,189	0,185	0,186	0,179	0,177	0,176	0,175	0,18	0,258	0,352
	0,368	0,369	0,365	0,348	0,346	0,366	0,372	0,375	0,374	0,362	0,367	0,364	0,364	0,361	0,362	0,362	0,354	0,355	0,268	0,255
	0,032	0,037	0,032	0,016	0,013	0,025	0,029	0,03	0,029	0,019	0,024	0,022	0,023	0,02	0,018	0,021	0,022	0,036	0,123	0,294
G-106	0,03	0,03	0,027	0,012	0,007	0,031	0,045	0,055	0,052	0,026	0,023	0,021	0,021	0,017	0,016	0,02	0,012	0,019	0,045	0,108
	0,311	0,311	0,311	0,298	0,283	0,331	0,368	0,412	0,408	0,324	0,31	0,301	0,301	0,294	0,286	0,293	0,275	0,273	0,212	0,225
	0,03	0,031	0,029	0,013	0,007	0,032	0,051	0,067	0,066	0,03	0,023	0,021	0,021	0,018	0,016	0,02	0,014	0,018	0,047	0,145
	0,18	0,182	0,181	0,166	0,156	0,188	0,213	0,238	0,238	0,183	0,171	0,167	0,166	0,161	0,157	0,162	0,148	0,152	0,132	0,124
GP-120	0,283	0,282	0,284	0,282	0,27	0,342	0,37	0,389	0,382	0,278	0,28	0,283	0,281	0,278	0,278	0,27	0,261	0,275	0,184	0,157
	0,379	0,38	0,382	0,371	0,356	0,432	0,462	0,499	0,494	0,373	0,383	0,385	0,382	0,378	0,378	0,368	0,357	0,37	0,295	0,27
	0,379	0,38	0,382	0,371	0,356	0,432	0,462	0,499	0,494	0,373	0,383	0,385	0,382	0,378	0,378	0,369	0,357	0,37	0,295	0,27
	0,028	0,027	0,028	0,013	0,004	0,061	0,075	0,094	0,095	0,033	0,036	0,036	0,035	0,032	0,032	0,027	0,026	0,042	0,032	0,126
GP-121	0,283	0,282	0,284	0,282	0,27	0,342	0,37	0,389	0,382	0,278	0,28	0,283	0,28	0,278	0,279	0,27	0,265	0,275	0,184	0,157
	0,047	0,049	0,055	0,025	0,017	0,093	0,114	0,185	0,185	0,064	0,064	0,068	0,065	0,062	0,062	0,054	0,086	0,105	0,2	0,477
	0,495	0,498	0,502	0,464	0,449	0,512	0,529	0,587	0,588	0,492	0,487	0,489	0,486	0,484	0,485	0,48	0,491	0,484	0,354	0,282
	0,053	0,056	0,059	0,028	0,018	0,062	0,072	0,111	0,111	0,046	0,041	0,043	0,041	0,039	0,04	0,039	0,061	0,065	0,166	0,334
GP-150	0,036	0,059	0,057	0,03	0,058	0,052	0,106	0,273	0,24	0,174	0,068	0,071	0,074	0,073	0,061	0,106	0,114	0,124	0,112	0,314
	0,045	0,067	0,063	0,032	0,063	0,067	0,15	0,425	0,379	0,264	0,094	0,097	0,1	0,101	0,081	0,14	0,159	0,154	0,143	0,28
	0,121	0,105	0,084	0,015	0	0,07	0,144	0,379	0,342	0,237	0,064	0,068	0,07	0,07	0,053	0,105	0,097	0,095	0,089	0,416
	0,023	0,014	0,012	0,007	0,007	0,037	0,105	0,318	0,276	0,191	0,058	0,06	0,065	0,064	0,048	0,093	0,105	0,098	0,154	0,121

MINERAL	3697	3676	3629	3250	1655	1142	1106	1036	1014	916	770	762	757	744	728	701	667	648	620	590
GP-160	0,477	0,475	0,473	0,456	0,456	0,469	0,473	0,483	0,473	0,479	0,475	0,474	0,476	0,474	0,473	0,478	0,469	0,463	0,35	0,328
	0,312	0,31	0,308	0,294	0,293	0,302	0,308	0,328	0,317	0,317	0,305	0,305	0,306	0,304	0,302	0,31	0,302	0,302	0,263	0,21
	0,043	0,036	0,035	0,015	0,014	0,068	0,121	0,332	0,284	0,186	0,077	0,078	0,083	0,079	0,061	0,107	0,114	0,116	0,1	0,323
	0,445	0,442	0,439	0,421	0,42	0,434	0,442	0,47	0,456	0,454	0,439	0,438	0,44	0,437	0,436	0,445	0,433	0,431	0,331	0,274
GP-170	0,365	0,353	0,356	0,356	0,351	0,396	0,429	0,507	0,478	0,393	0,342	0,341	0,343	0,338	0,331	0,349	0,342	0,344	0,278	0,302
	0,504	0,501	0,503	0,5	0,488	0,544	0,574	0,646	0,616	0,543	0,496	0,495	0,497	0,493	0,485	0,506	0,494	0,492	0,383	0,369
	0,385	0,384	0,383	0,378	0,375	0,398	0,409	0,426	0,412	0,397	0,382	0,38	0,382	0,38	0,378	0,387	0,38	0,383	0,343	0,299
	0,242	0,242	0,241	0,234	0,232	0,251	0,258	0,266	0,254	0,247	0,238	0,237	0,237	0,235	0,234	0,242	0,24	0,236	0,199	0,195
GP-180	0,448	0,446	0,45	0,415	0,403	0,454	0,472	0,504	0,497	0,44	0,435	0,434	0,434	0,433	0,434	0,439	0,453	0,426	0,275	0,255
	0,101	0,1	0,105	0,079	0,069	0,121	0,149	0,206	0,194	0,103	0,086	0,086	0,085	0,084	0,083	0,09	0,105	0,091	0,038	0,034
	0,129	0,133	0,137	0,096	0,087	0,135	0,157	0,2	0,192	0,129	0,103	0,101	0,102	0,1	0,097	0,103	0,124	0,139	0,161	0,121
	0,044	0,047	0,051	0,026	0,017	0,07	0,101	0,158	0,144	0,053	0,034	0,033	0,033	0,03	0,031	0,037	0,044	0,04	0,075	0,12
GP-190	0,019	0,018	0,019	0,013	0,013	0,118	0,151	0,245	0,236	0,116	0,099	0,111	0,105	0,101	0,086	0,079	0,075	0,119	0,224	0,432
	0,079	0,075	0,067	0,023	0,023	0,087	0,104	0,148	0,146	0,086	0,052	0,057	0,055	0,051	0,045	0,044	0,035	0,056	0,022	0,013
	0,016	0,02	0,018	0,014	0,021	0,17	0,228	0,401	0,39	0,174	0,141	0,16	0,153	0,145	0,116	0,107	0,094	0,179	0,19	0,26
	0,007	0,005	0,006	0,004	0,004	0,056	0,075	0,125	0,121	0,056	0,048	0,053	0,052	0,048	0,041	0,038	0,034	0,057	0,019	0,116
KT	0,03	0,028	0,028	0,018	0,019	0,164	0,18	0,286	0,294	0,171	0,159	0,167	0,159	0,148	0,16	0,113	0,08	0,169	0,084	0,231
	0,036	0,034	0,033	0,016	0,015	0,1	0,106	0,159	0,16	0,099	0,099	0,103	0,099	0,094	0,103	0,076	0,058	0,121	0,085	0,284
	0,634	0,633	0,63	0,613	0,606	0,656	0,657	0,684	0,684	0,646	0,649	0,65	0,648	0,641	0,648	0,63	0,61	0,64	0,476	0,411
	0,038	0,037	0,034	0,016	0,014	0,166	0,18	0,268	0,282	0,141	0,149	0,156	0,146	0,137	0,152	0,104	0,083	0,187	0,256	0,955
MARCABELI B	0,005	0,006	0,007	0,002	0,002	0,049	0,059	0,111	0,111	0,053	0,049	0,053	0,051	0,048	0,048	0,04	0,046	0,064	0,102	0,186
	0,004	0,005	0,007	0,002	0,006	0,089	0,113	0,203	0,197	0,051	0,048	0,054	0,051	0,048	0,049	0,037	0,045	0,073	0,106	0,137
	0,008	0,009	0,009	0,001	0,004	0,078	0,095	0,18	0,18	0,08	0,072	0,079	0,075	0,072	0,07	0,061	0,064	0,093	0,097	0,137
	0,004	0,007	0,01	0,007	0,013	0,11	0,122	0,215	0,215	0,095	0,078	0,085	0,08	0,078	0,079	0,064	0,058	0,091	0,1	0,275

Tabla 1.

Los valores obtenidos en los diferentes puntos del gráfico fueron llevados a una tabla en Excel Tabla 1.

De los valores se sacaron las medias de cada uno de las materias primas y se obtuvieron los siguientes resultados:

MINERAL	3697	3676	3629	3250	1655	1142	1106	1036	1014	916	770	762	757	744	728	701	667	648	620	590
AR- 416	0,055	0,052	0,054	0,0555	0,05	0,077	0,0812	0,1013	0,098	0,07	0,065	0,063	0,062	0,06	0,06	0,06	0,05	0,063	0,061	0,0191
G-17	0,0268	0,0272	0,0267	0,0189	0,0187	0,1005	0,1205	0,171	0,165	0,071	0,066	0,063	0,062	0,06	0,06	0,07	0,07	0,076	0,09	0,1325
G-26	0,224	0,226	0,227	0,216	0,2065	0,2335	0,2545	0,293	0,291	0,23	0,22	0,2155	0,215	0,21	0,21	0,21	0,2	0,208	0,244	0,2745
G-106	0,105	0,1065	0,105	0,0895	0,0815	0,11	0,132	0,1525	0,152	0,107	0,097	0,094	0,094	0,09	0,09	0,09	0,08	0,086	0,09	0,1345
GP-120	0,331	0,331	0,333	0,3265	0,313	0,387	0,416	0,444	0,438	0,326	0,332	0,334	0,332	0,33	0,33	0,32	0,31	0,323	0,24	0,2135
GP-121	0,168	0,169	0,1715	0,155	0,144	0,2175	0,242	0,287	0,284	0,171	0,172	0,1755	0,173	0,17	0,17	0,16	0,18	0,19	0,192	0,308
GP-150	0,0405	0,063	0,06	0,0225	0,0325	0,0595	0,125	0,3485	0,309	0,214	0,066	0,0695	0,072	0,07	0,06	0,11	0,11	0,111	0,128	0,297
GP-160	0,3785	0,376	0,3735	0,3575	0,3565	0,368	0,375	0,401	0,387	0,386	0,372	0,3715	0,373	0,37	0,37	0,38	0,37	0,367	0,297	0,2985
GP-170	0,375	0,3685	0,3695	0,367	0,363	0,397	0,419	0,4665	0,445	0,395	0,362	0,3605	0,363	0,36	0,35	0,37	0,36	0,364	0,311	0,3005
GP-180	0,115	0,1165	0,121	0,0875	0,078	0,128	0,153	0,203	0,193	0,116	0,095	0,0935	0,094	0,09	0,09	0,1	0,11	0,115	0,118	0,1205
GP-190	0,0175	0,019	0,0185	0,0135	0,017	0,1025	0,1275	0,1965	0,191	0,101	0,076	0,084	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,088	0,106	0,188
KT	0,037	0,0355	0,0335	0,017	0,017	0,165	0,18	0,277	0,288	0,156	0,154	0,1615	0,153	0,14	0,16	0,11	0,08	0,178	0,171	0,3475
MARCABELI B	0,0045	0,0065	0,008	0,002	0,005	0,0835	0,104	0,1915	0,189	0,067	0,061	0,0665	0,063	0,06	0,06	0,05	0,05	0,082	0,101	0,1615

Tabla 2. Medianas de las coordenadas de las respectivas materias primas.

Con estas medianas calculamos la composición mineralógica aproximada de las materias primas utilizadas por Graiman en la fabricación de revestimientos cerámicos para piso y pared, con las tecnologías de monoquema, biquema y porcelanato.

AR-416 SAN JOAQUIN		
MINERAL	FRACCION	%
Caolinita $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	0,00051948	0,39372567
ESMECTITAS Montmorillonita (esmectita _Diocta) $(\text{Na}, \text{Ca})\text{O}, 3(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n(\text{H}_2\text{O})$ Saponita (esmec_triocta) $(\text{Ca}/2, \text{Na})\text{O}, 3(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$ Vermiculita (esmec_dioct) $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_3(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ Paligorskita $(\text{Mg}, \text{Al})_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$ Sepiolita $\text{Mg}, 4\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_2 \cdot 6(\text{H}_2\text{O})$	0,06056	45,8998
CLORITAS Clorita_sudoita $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_4\text{Si}_5(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ Clorita_pennina $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_6(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	0,040033	30,3419186
Illitas $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2, (\text{H}_2\text{O})]$	0	0
Microclino $\text{K Al Si}_3\text{O}_8$	0	0
Albita $\text{Na}, \text{Al}, \text{Si}_3 \text{O}_8$	0	0
Anortita $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$	0,0033371	2,52926377
Cuarzo SiO_2	0,02749	20,8352945
Talco	0	0
TOTAL	0,13193958	100,000003

G-17 PLAYA		
MINERAL	FRACCION	%
Caolinita $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	0	0
ESMECTITAS Montmorillonita (esmectita _Diocta) $(\text{Na}, \text{Ca})\text{O}, 3(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n(\text{H}_2\text{O})$ Saponita (esmec_triocta) $(\text{Ca}/2, \text{Na})\text{O}, 3(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$ Vermiculita (esmec_dioct) $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_3(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ Paligorskita $(\text{Mg}, \text{Al})_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$ Sepiolita $\text{Mg}, 4\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_2 \cdot 6(\text{H}_2\text{O})$	0,037685	20,62671
CLORITAS Clorita_sudoita $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_4\text{Si}_5(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ Clorita_pennina $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_6(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	0,044326	24,26163
Illitas $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2, (\text{H}_2\text{O})]$	0	0
Microclino $\text{K Al Si}_3\text{O}_8$	0,013581	7,433498
Albita $\text{Na}, \text{Al}, \text{Si}_3 \text{O}_8$	0,070268	38,46086
Anortita $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$	0,01684	9,217296
Cuarzo SiO_2	0	0
Talco	0	0
TOTAL	0,1827	100

G-26 JADAN		
MINERAL	FRACCION	%
Caolinita $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	0	0
ESMECTITAS Montmorillonita (esmectita _Diocta)(Na,Ca)O,3(Al,Mg)2Si4O10(OH)2*n(H2O) Saponita (esmec_triocta) (Ca/2,Na)O,3(Mg,Fe++)3(Si, Al)4O10(OH)2*4(H2O) Vermiculita (esmec_dioct) (Mg,Fe,Al)3(Al,Si)4O10(OH)2.4H2O Paligorskita (Mg,Al)2 Si4 O 10(OH)*4(H2O) Sepiolita Mg,4Si 6O15(OH)2*6(H2O)	0,2624246	62,95502
CLORITAS Clorita_sudoita(Mg, Fe,Al)4-5(Al,Si)4O10(OH)8 Clorita_pennina (Mg,Fe,Al)6(Al,Si)4O10(OH)8	0,15442	37,04498
Illitas (K,H3O)(Al,Mg,Fe)2(Si,Al)4O10[(OH)2,(H2O)]	0	0
Microclino K Al Si3O8	0	0
Albita Na,Al, Si3 O8	0	0
Anortita Ca Al2 Si2 O8	0	0
Cuarzo SiO2	0	0
Talco	0	0
TOTAL	0,4168446	100

G-106 ZHUMIR		
MINERAL	FRACCION	%
Caolinita $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	0,0151	7,373047
ESMECTITAS Montmorillonita (esmectita _Diocta)(Na,Ca)O,3(Al,Mg)2Si4O10(OH)2*n(H2O) Saponita (esmec_triocta) (Ca/2,Na)O,3(Mg,Fe++)3(Si, Al)4O10(OH)2*4(H2O) Vermiculita (esmec_dioct) (Mg,Fe,Al)3(Al,Si)4O10(OH)2.4H2O Paligorskita (Mg,Al)2 Si4 O 10(OH)*4(H2O) Sepiolita Mg,4Si 6O15(OH)2*6(H2O)	0,12	58,59375
CLORITAS Clorita_sudoita(Mg, Fe,Al)4-5(Al,Si)4O10(OH)8 Clorita_pennina (Mg,Fe,Al)6(Al,Si)4O10(OH)8	0,061	29,78516
Illitas (K,H3O)(Al,Mg,Fe)2(Si,Al)4O10[(OH)2,(H2O)]	0,0007	0,341797
Microclino K Al Si3O8	0,0001	0,048828
Albita Na,Al, Si3 O8	0	0
Anortita Ca Al2 Si2 O8	0	0
Cuarzo SiO2	0,0079	3,857422
Talco	0	0
TOTAL	0,2048	100,000004

GP-120 MARCABELI CHIVO		
MINERAL	FRACCION	%
Caolinita $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	0	0
ESMECTITAS		
Montmorillonita (esmectita _Diocta) $(\text{Na}, \text{Ca})\text{O}, 3(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n(\text{H}_2\text{O})$	0,3036	47,33396
Saponita (esmec_ triocta) $(\text{Ca}/2, \text{Na})\text{O}, 3(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$		
Vermiculita (esmec_ dioct) $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_3(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$		
Paligorskita $(\text{Mg}, \text{Al})_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10}(\text{OH})_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})$		
Sepiolita $\text{Mg}, 4\text{Si} \text{O}_{15}(\text{OH})_2 \cdot 6(\text{H}_2\text{O})$		
CLORITAS		
Clorita_ sudoita $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_4\text{O}_5(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	0,2489	38,80574
Clorita_ pennina $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_6(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$		
Illitas $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2, (\text{H}_2\text{O})]$	0	0
Microclino $\text{K Al Si}_3\text{O}_8$	0	0
Albita $\text{Na}, \text{Al}, \text{Si}_3 \text{O}_8$	0	0
Anortita $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$	0	0
Cuarzo SiO_2	0,0889	13,86031
Talco	0	0
TOTAL	0,6414	100

GP-121 MARCABELI A		
MINERAL	FRACCION	%
Caolinita $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	0	0
ESMECTITAS		
Montmorillonita (esmectita _Diocta) $(\text{Na}, \text{Ca})\text{O}, 3(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n(\text{H}_2\text{O})$	0,2435	64,12958
Saponita (esmec_ triocta) $(\text{Ca}/2, \text{Na})\text{O}, 3(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$		
Vermiculita (esmec_ dioct) $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_3(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$		
Paligorskita $(\text{Mg}, \text{Al})_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10}(\text{OH})_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})$		
Sepiolita $\text{Mg}, 4\text{Si} \text{O}_{15}(\text{OH})_2 \cdot 6(\text{H}_2\text{O})$		
CLORITAS		
Clorita_ sudoita $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_4\text{O}_5(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	0,1066	28,0748
Clorita_ pennina $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_6(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$		
Illitas $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2, (\text{H}_2\text{O})]$	0	0
Microclino $\text{K Al Si}_3\text{O}_8$	0,0056	1,474849
Albita $\text{Na}, \text{Al}, \text{Si}_3 \text{O}_8$	0,024	6,32078
Anortita $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$	0	0
Cuarzo SiO_2	0	0
Talco	0	0
TOTAL	0,3797	100

GP-150 SUSANA		
MINERAL	FRACCION	%
Caolinita $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	0,0502	15,49383
ESMECTITAS Montmorillonita (esmectita _Diocta) $(\text{Na},\text{Ca})\text{O},3(\text{Al},\text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2n}(\text{H}_2\text{O})$ Saponita (esmec_triocta) $(\text{Ca}/2,\text{Na})\text{O},3(\text{Mg},\text{Fe}^{++})_3(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2*4}(\text{H}_2\text{O})$ Vermiculita (esmec_dioct) $(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})_3(\text{Al},\text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2.4}\text{H}_2\text{O}$ Paligorskita $(\text{Mg},\text{Al})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{*4}(\text{H}_2\text{O})$ Sepiolita $\text{Mg},4\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_{2*6}(\text{H}_2\text{O})$	0,1908	58,88889
CLORITAS Clorita_sudoita $(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})_{4-5}(\text{Al},\text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ Clorita_pennina $(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})_6(\text{Al},\text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	0,0006	0,185185
Illitas $(\text{K},\text{H}_3\text{O})(\text{Al},\text{Mg},\text{Fe})_2(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2,(\text{H}_2\text{O})]$	0	0
Microclino $\text{K Al Si}_3\text{O}_8$	0	0
Albita $\text{Na},\text{Al},\text{Si}_3\text{O}_8$	0,0584	18,02469
Anortita $\text{Ca Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	0,024	7,407407
Cuarzo SiO_2	0	0
Talco	0	0
TOTAL	0,324	100,000002

GP-160 BELEN		
MINERAL	FRACCION	%
Caolinita $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	0	0
ESMECTITAS Montmorillonita (esmectita _Diocta) $(\text{Na},\text{Ca})\text{O},3(\text{Al},\text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2n}(\text{H}_2\text{O})$ Saponita (esmec_triocta) $(\text{Ca}/2,\text{Na})\text{O},3(\text{Mg},\text{Fe}^{++})_3(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2*4}(\text{H}_2\text{O})$ Vermiculita (esmec_dioct) $(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})_3(\text{Al},\text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2.4}\text{H}_2\text{O}$ Paligorskita $(\text{Mg},\text{Al})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{*4}(\text{H}_2\text{O})$ Sepiolita $\text{Mg},4\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_{2*6}(\text{H}_2\text{O})$	0,287	45,832
CLORITAS Clorita_sudoita $(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})_{4-5}(\text{Al},\text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ Clorita_pennina $(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})_6(\text{Al},\text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	0,337	53,81667
Illitas $(\text{K},\text{H}_3\text{O})(\text{Al},\text{Mg},\text{Fe})_2(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2,(\text{H}_2\text{O})]$	0	0
Microclino $\text{K Al Si}_3\text{O}_8$	0	0
Albita $\text{Na},\text{Al},\text{Si}_3\text{O}_8$	0	0
Anortita $\text{Ca Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	0	0
Cuarzo SiO_2	0,0022	0,351325
Talco		
TOTAL	0,6262	100

GP-170 AZOGUEZ		
MINERAL	FRACCION	%
Caolinita $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	0	0
ESMECTITAS Montmorillonita (esmectita _Diocta) $(\text{Na}, \text{Ca})\text{O}, 3(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2n}(\text{H}_2\text{O})$ Saponita (esmec_triocta) $(\text{Ca}/2, \text{Na})\text{O}, 3(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2*4}(\text{H}_2\text{O})$ Vermiculita (esmec_dioct) $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_3(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2.4}\text{H}_2\text{O}$ Paligorskita $(\text{Mg}, \text{Al})_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10}(\text{OH})_{*4}(\text{H}_2\text{O})$ Sepiolita $\text{Mg}, 4\text{Si} \text{O}_{15}(\text{OH})_{2*6}(\text{H}_2\text{O})$	0,3604	53,274201
CLORITAS Clorita_sudoita $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_{4-5}(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ Clorita_pennina $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_6(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	0,2819	41,67036
Illitas $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2, (\text{H}_2\text{O})]$	0	0
Microclino $\text{K Al Si}_3\text{O}_8$	0	0
Albita $\text{Na}, \text{Al}, \text{Si}_3 \text{O}_8$	0	0
Anortita $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$	0	0
Cuarzo SiO_2	0,0342	5,055432
Talco	0	0
TOTAL	0,6765	100

GP-180 PATACUCHA		
MINERAL	FRACCION	%
Caolinita $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	0,0308	12,41435
ESMECTITAS Montmorillonita (esmectita _Diocta) $(\text{Na}, \text{Ca})\text{O}, 3(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2n}(\text{H}_2\text{O})$ Saponita (esmec_triocta) $(\text{Ca}/2, \text{Na})\text{O}, 3(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2*4}(\text{H}_2\text{O})$ Vermiculita (esmec_dioct) $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_3(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2.4}\text{H}_2\text{O}$ Paligorskita $(\text{Mg}, \text{Al})_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10}(\text{OH})_{*4}(\text{H}_2\text{O})$ Sepiolita $\text{Mg}, 4\text{Si} \text{O}_{15}(\text{OH})_{2*6}(\text{H}_2\text{O})$	0,1197	48,246676
CLORITAS Clorita_sudoita $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_{4-5}(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ Clorita_pennina $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_6(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	0,0793	31,96292
Illitas $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2, (\text{H}_2\text{O})]$	0	0
Microclino $\text{K Al Si}_3\text{O}_8$	0	0
Albita $\text{Na}, \text{Al}, \text{Si}_3 \text{O}_8$	0	0
Anortita $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$	0	0
Cuarzo SiO_2	0,0183	7,376058
Talco	0	0
TOTAL	0,2481	100,000004

GP-190 ZAMORA		
MINERAL	FRACCION	%
Caolinita $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	0	0
ESMECTITAS Montmorillonita (esmectita _Diocta) $(\text{Na}, \text{Ca})\text{O} \cdot 3(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2n}(\text{H}_2\text{O})$ Saponita (esmec_triocta) $(\text{Ca}/2, \text{Na})\text{O} \cdot 3(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2*4}(\text{H}_2\text{O})$ Vermiculita (esmec_dioct) $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_3(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2.4}\text{H}_2\text{O}$ Paligorskita $(\text{Mg}, \text{Al})_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10}(\text{OH})^*4(\text{H}_2\text{O})$ Sepiolita $\text{Mg}, 4\text{Si} \text{O}_{15}(\text{OH})_{2*6}(\text{H}_2\text{O})$	0,0404	19,38645
CLORITAS Clorita_sudoita $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_{4-5}(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ Clorita_pennina $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_6(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	0,0383	18,04901
Illitas $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2, (\text{H}_2\text{O})]$	0	0
Microclino $\text{K Al Si}_3\text{O}_8$	0	0
Albita $\text{Na}, \text{Al}, \text{Si}_3 \text{O}_8$	0,096	45,24034
Anortita $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$	0,0375	17,67201
Cuarzo SiO_2	0	0
Talco	0	0
TOTAL	0,2122	100

KT		
MINERAL	FRACCION	%
Caolinita $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	0	0
ESMECTITAS Montmorillonita (esmectita _Diocta) $(\text{Na}, \text{Ca})\text{O} \cdot 3(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2n}(\text{H}_2\text{O})$ Saponita (esmec_triocta) $(\text{Ca}/2, \text{Na})\text{O} \cdot 3(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2*4}(\text{H}_2\text{O})$ Vermiculita (esmec_dioct) $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_3(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2.4}\text{H}_2\text{O}$ Paligorskita $(\text{Mg}, \text{Al})_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10}(\text{OH})^*4(\text{H}_2\text{O})$ Sepiolita $\text{Mg}, 4\text{Si} \text{O}_{15}(\text{OH})_{2*6}(\text{H}_2\text{O})$	0,0288	8,406305
CLORITAS Clorita_sudoita $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_{4-5}(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ Clorita_pennina $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_6(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	0,0997	29,10099
Illitas $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2, (\text{H}_2\text{O})]$	0	0
Microclino $\text{K Al Si}_3\text{O}_8$	0	0
Albita $\text{Na}, \text{Al}, \text{Si}_3 \text{O}_8$	0,1711	49,94162
Anortita $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$	0,043	12,55108
Cuarzo SiO_2	0	0
Talco	0	0
TOTAL	0,3426	100

GP-121 MARCABELI B		
MINERAL	FRACCION	%
Caolinita $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	0	0
ESMECTITAS		
Montmorillonita (esmectita _Diocta) $(\text{Na}, \text{Ca})\text{O}, 3(\text{Al}, \text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n(\text{H}_2\text{O})$	0,0306	16,05456
Saponita (esmec_ triocta) $(\text{Ca}/2, \text{Na})\text{O}, 3(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$		
Vermiculita (esmec_ dioct) $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_3(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$		
Paligorskita $(\text{Mg}, \text{Al})_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$		
Sepiolita $\text{Mg}, 4\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_2 \cdot 6(\text{H}_2\text{O})$		
CLORITAS		
Clorita_sudoita $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_4\text{-(Al, Si)}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	0,0372	19,51731
Clorita_pennina $(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_6(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$		
Illitas $(\text{K}, \text{H}_3\text{O})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2, (\text{H}_2\text{O})]$	0	0
Microclino $\text{K Al Si}_3\text{O}_8$	0	0
Albita $\text{Na}, \text{Al}, \text{Si}_3 \text{O}_8$	0,1096	57,50262
Anortita $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$	0,0132	6,925498
Cuarzo SiO_2	0	0
Talco	0	0
TOTAL	0,1906	100

CAPÍTULO III**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El análisis de materias primas con el método de espectroscopia infrarroja pueden ser aplicados en el proceso de búsqueda, investigación, explotación de nuevas minas y aprobación lotes de materias primas por parte de Fuenlabrada para los procesos de producción de Graiman de una manera más rápida para que toda materia prima que llegue a la planta tiene que ser aprobada en su lugar de origen.

Recomendamos utilizar este método para con la comparación de espectros poder encontrar las materias primas parecidas y realizar las dosificaciones de las diferentes fórmulas, ya que el proceso es muy rápido y confiable, para no tener que esperar mucho tiempo y tomar decisiones oportunas y certeras.

BIBLIOGRAFIA

Los siguientes son textos que fueron consultados para tener una mejor comprensión y profundización del tema aquí tratado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

1. NORTON H. “ Cerámica Fina “. Barcelona-España, Ediciones Omega, Tercera edición, 1988.
2. SACMI. Asociación Española de Técnicos Cerámicos, “ Tecnología Cerámica Aplicada “. Castellón – España, Editorial Faenza Editrice Ibérica, Tomo I, 2004.
3. http://es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia_infrarroja.
4. <http://html.rincondelvago.com/espectrofotometria-de-infrarrojo-en-identificacion-de-compuestos-organicos.html>.
5. www.upct.es/~sait/sit/html/recursos_espectrofotometria.htm.
6. [www.thermo.com/Nicolet IR100](http://www.thermo.com/Nicolet_IR100) and Nicolet IR 200 User” Guide.