

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



ESTUDIO DE LA FRACCION ARCILLA DE LOS
SUELOS ARENOSOS DEL VALLE
DE GUADALAJARA.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A

ALICIA GALLARDO TORRES

GUADALAJARA, JAL.

1983



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Abril 21, 1983.

ING. M.C. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE

ALICIA GALLARDO TORRES

titulada,

"ESTUDIO DE LA FRACCION ARCILLA DE LOS SUELOS ARENOSOS DEL VALLE DE
ZAPOPAN, JAL."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

ING. RAFAEL ORTIZ MONASTERIO

ASESOR

ASESOR

ING. GABRIEL MARTINEZ GONZALEZ.

ING. ROGELIO HUERTA ROSAS.

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

hlg.

Al contestar este orzico sírvase citar fecha y número

AGRADECIMIENTOS.

AL ING. RAFAEL ORTIZ MONASTERIO:

QUE SIEMPRE HA ESTADO A MI LADO
BRINDANDOME SU CARIÑO, APOYO Y-
EXPERIENCIA PROFESIONAL, DE UNA
MANERA MUY ESPECIAL MI CARIÑO Y
AGRADECIMIENTO POR SU AYUDA ---
DESINTERESADA.

CON TODO MI CARIÑO.

A MI TIA Q.F.B. MA. DE JESUS MACIAS GALLARDO.

CON QUIEN HE COMPARTIDO TODOS -
LOS MOMENTOS IMPORTANTES DE MI-
VIDA Y A LA QUE DEBO MI FORMA--
CION TANTO PERSONAL COMO PROFE-
SIONAL.

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

A MIS PADRES:

+ J. JESUS GALLARDO ZAVALA.
ALICIA TORRES VDA. DE GALLARDO.

CON TODO MI CARINO.

A MIS HERMANOS:

POR LOS MOMENTOS QUE HEMOS
COMPARTIDO.

A MIS ASESORES:

ING. ROGELIO HUERTA ROSAS.

ING. GABRIEL MARTINEZ GONZALEZ.

POR SU AMISTAD Y AYUDA PROFESIO
NAL QUE SIEMPRE ME HAN BRINDADO.

AL DR. NICOLAS AGUILERA HERRERA.

POR SU COLABORACION QUE ME BRIN
DO EN EL PRESENTE TRABAJO.

A MIS AMIGOS:

ING. MARCIANO ARGOTE OLIVERA.

BIOL. BLANCA ESTELA CORRES Z.

ING. MARCOS CRESPO GONZALEZ.

ING. JULIO NEUFELD SOLORZANO.

ING. CARLOS RODRIGUEZ RIESTRA.

T.L.Q. GRACIELA SALADO PONCE.

QUIM. LILIAN VILLARINO MIRANDA.

A MIS MAESTROS.

A MI ESCUELA DE AGRICULTURA.

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

C O N T E N I D O

	PAG
I.- INTRODUCCION.	1
II.- OBJETIVO.	3
III.- ANTECEDENTES.	4
3.1.- Localización Geográfica.	4
3.2.- Localización Política.	5
3.3.- Fisiografía.	5
3.4.- Topografía.	5
3.5.- Geología.	5
3.6.- Clima.	8
3.7.- Vegetación.	12
3.8.- Estudios previos de clasificación de suelos en la zona.	13
IV.- REVISION DE LITERATURA.	16
4.1.- Morfología.	17
4.2.- Propiedades físicas.	17
4.3.- Propiedades químicas.	19
4.4.- Mineralogía.	20
V.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS ARCILLAS.	23
5.1.- Generalidades de las arcillas.	23
5.2.- Los minerales de la arcilla.	24
5.3.- Descripción de los principales grupos de las arcillas.	25
5.4.- El ciclo geológico.	36
5.5.- La arcilla y la vida.	47
VI.- EJECUCION DEL TRABAJO.	49
6.1.- Técnicas de laboratorio.	53
6.2.- Resultados de los análisis Físico-Químicos.	57

6.3.- Micronelectrógrafo de las arcillas.	61
6.4.- Difracción de rayos X de las arcillas, del pozo número 3.	75
VII.- CONCLUSIONES.	87
VIII.- RECOMENDACIONES.	89
BIBLIOGRAFIA.	

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.

	PAG.
Fig. No. 1 Climograma de Zapopan (Por el sistema de Thornthwaite).	10
Fig. No. 2 Climograma de Guadalajara (Por el sistema de Thornthwaite).	11
Cuadro No. 1 Descripción del pozo No. 1.	50
Cuadro No. 2 Descripción del pozo No. 2.	51

I.- INTRODUCCION

Para la realización del Plan Jalisco se hizo un estudio inicial de los suelos del Estado, formando grupos que -- presentaban una serie de características similares y que en virtud de ello eran fácilmente identificables, no sólo por -- un técnico sino por los propios agricultores.

Estos grupos recibieron su denominación de acuerdo a propiedades muy notables que los caracterizaban y localiza-- ban en alguna zona o población importante comprendida en --- ellos.

Así por ejemplo, cualquier agricultor, con sólo nombrarlos, reconocía cuales son los suelos Arenosos del Valle de Guadalajara, los suelos rojos de Tepatitlán, los suelos -- negros arcillosos del Valle de Ameca, Cienega de Chapala o -- los suelos rojos y amarillos de la Costa.

Este agrupamiento de los suelos si bien fue muy útil para precisar sobre ellos las técnicas y medidas para su mejor manejo y aprovechamiento, dado que todo el mundo los --- identificaba de inmediato, no constituía propiamente una cla-- sificación pedológica estricta ya que si bien se mencionaron superficialmente los grandes grupos del mundo a los que po-- drían pertenecer, nunca se llevo a su estudio profundo del -- origen, edad y desarrollo del perfil, de su relación con --- otros factores ecológicos, etc., que dieran elementos para -- poderlos precisar o situar dentro del grupo zonal, intrazo-- nal o azonal al que realmente correspondieran.

Dentro de estos factores, que se estudian en el pre-

sente trabajo, se hace especial énfasis a las características del complejo arcilloso ya que éste, entre otros, revela la historia del desarrollo del suelo.

Lograda la clasificación de los suelos, se adquieren de inmediato mayores conocimientos con respecto a su comportamiento y de las técnicas que más exitosamente se han empleado en otras regiones para lograr de ellos una mayor eficiencia productiva.

II.- O B J E T I V O

La finalidad del presente trabajo es conocer con mayor profundidad el desarrollo que han tenido los suelos arenosos característicos del Valle de Guadalajara con el fin de establecer su clasificación pedológica correcta y precisar - con mas detalle su mejor manejo agrícola.

Para lograrlo, un elemento muy importante es la determinación de los tipos de arcillas que presentan, ya que - ellas pueden considerarse como un "reloj pedológico" que indica la intensidad del intemperismo, pues ellas son las partículas más finas derivadas de la acción de éste.

III .- A N T E C E D E N T E S

El intemperismo de las cenizas volcánicas que se encuentran en las regiones con climas húmedo y subhúmedo de -- nuestro país conduce a la formación de suelos con propiedades fisicoquímicas y mineralógicas muy especiales, la mayoría de los cuales llegan a presentar las características típicas del grupo de suelos denominados "andosoles" aunque también hay suelos derivados de cenizas volcánicas que se localizan en climas fríos, semiáridos, áridos y tropicales húmedos, con características de Regosoles (cuando son muy jóvenes), o en procesos de laterización (en zonas de precipitación muy escasa se desarrollan) Sierozem y suelos rojos desérticos, etc.

Debido a que México es un país predominantemente montañoso, el estudio de los suelos derivados de cenizas volcánicas es de primordial importancia científica y práctica para el país, ya que del mejor conocimiento que se tenga de -- sus propiedades, características especiales derivará el uso apropiado que se deba dar a este tipo de suelos para obtener el mejor rendimiento.

El presente trabajo se realizó con el objeto de estudiar superficialmente la morfología, mineralogía, clasificación y génesis en un suelo derivado de cenizas volcánicas -- que se localiza en el Valle de Guadalajara.

3.1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA. Los suelos arenosos -- estudiados se encuentran en las coordenadas de 20 45' y los- 21 de latitud Norte y entre 103 31' y 104 de longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

3.2.- LOCALIZACION POLITICA. Limita al norte con -- los municipios de Tequila y San Cristóbal de la Barranca; - al sur con Tlajomulco de Zuñiga y Tlaquepaque, al este con Ixtlahuacán del Río y Guadalajara y al Oeste con Amatitán,- Arenal y Tala.

El municipio cuenta con una superficie total de ---- 117 945 Has.

3.3.- FISIOGRAFIA. En la Carta Estatal de Regionalización Fisiográfica editada por la SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto) en Síntesis Geográfica de Jalisco ---- 1981. El área estudiada se encuentra en la Provincia del Eje Neovolcánico, Subprovincia Guadalajara.

El Valle de Guadalajara está limitado al N por el cerro de Río Blanco (al N de Zapopan) y la Mesa de Sn. Isidro; al NE por la Barranca del Río Santiago, al E y SE por unas lomas Basálticas que se extienden desde el cerro de la Reina cerca de Tonalá, hasta el lugar llamado la Junta, donde se reúnen los ferrocarriles de México y Colima; al S por los cerros del Cuatro, Santa María y Gachupín y al SW y W por la Sierra de la Venta. (Gutierrez Vázquez 1960).

3.4.- TOPOGRAFIA. Presenta una topografía sensiblemente plana y los únicos accidentes están presentados por -- una que otra loma aislada y de escasa altura.

3.5.- GEOLOGIA. La palabra Jalisco, se deriva de --- Xali que en Azteca significa arena, y que fué seguramente escogida como nombre de esta entidad por la condición arenosa de los terrenos que forman el Valle de Guadalajara y sus alrededores.

De Xali se originó Jal que es el nombre que se aplica hasta la fecha a una toba de pómez que constituye el material de origen de estos suelos.

Todos los terrenos que constituyen el Valle de Guadajajara son de origen volcánico, y se deriván de emisiones de bombas, lapilli, arenas y cenizas de carácter pomoso del Volcán de El Colli, habiéndose depositado el más grueso al Oeste del Valle en las áreas cercanas al volcán y las arenas -- más finas y cenizas en las zonas más alejadas.

a).- Terciario Tobas. Con este título se designan -- una serie de tobas soldadas pumíticas compuestas por vidrios volcánicos que varían de color gris amarillento al café grisáceo oscuro. Estas rocas se encuentran principalmente distribuidas en las porciones norte y central del área de estudio, donde forman una serie de cejas y pequeñas mesetas. El drenaje desarrollado en esta unidad litológica es dendrítico.

Sobre la terracería Milpillas-Tesistán en la porción nororiental del área, sobre la carretera internacional número 15 Guadalajara-Nogales, 2.5 Km. al norte de la población de Tequila, se observan capas gruesas de Tobas pumíticas cubiertas desordenadamente por una reolita esferulítica, y que a su vez cubren a los basaltos inferiores.

b).- Terciario Vidrios Riolíticos. Estos vidrios --- riolíticos tienen sus mejores exposiciones en la porción central del área de estudio, al suroeste de Guadalajara sobre el gran domo que forman los Cerros de el Alto, mesa del Nejuhuate, Cerros del Colli, el Viejo y la Venta, constituyendo la zona denominada la Primavera, los cuales están formados por vidrios volcánicos fluidales, posiblemente periliticos, retiniticos y de obsidiana, que varían de un color negro a gris claro, presentando estructuras fluidales y en parte esferulitas.

Estos vidrios volcánicos se observan sobre la carretera Guadalajara-Zacatecas y en el Km 14 se aprecia como intrusionan en forma de diques a la reolitas superiores.

c).- Cuaternario, Arenas Pumíticas. Con estas siglas se designan a una serie de arenas y gravillas pumíticas de color blanco, que se encuentran distribuidas en casi toda la zona de estudio, principalmente en la porción norcentral y noroccidental de la zona, donde forman una serie de lomeríos de 30 a 50 m. de altura, bien redondeados y con un drenaje dendrítico espaciado.

Una de las mejores exposiciones de estos clásticos se encuentran sobre el periférico, a unos 5 Km., antes de llegar a Zapopan, donde se observan afloramientos de 30 m., de espesor, consistiendo en su parte superior arenas pumíticas color blanco, que se presentan en capas delgadas, bien estratificadas, con horizontes de arcillas café amarillento; la parte media e inferior de este afloramiento consiste en arenas gruesas y gravillas pumíticas de color blanco, presentándose en capas medianas y gruesas bien estratificadas.

Sobre la carretera Guadalajara-Tepic, a la altura del fraccionamiento Rancho Contento, se vuelve a observar la parte superior de estas arenas que consisten en capas delgadas a gruesas de arenas y gravillas pumíticas, en los que se observan discordancias intraformacionales. Sobre el periférico entre los entronques de las carreteras a Morelia y Nogales, se vuelven a observar estos sedimentos formando una serie de lomeríos, donde estas arenas presentan capas delgadas. Sobre la carretera Tesistán-Milpillas; a la altura del Rancho Blanco, estas arenas cubren discordantemente a riolita vítreas, más adelante y sobre estas mismas terracerías, se observa la parte inferior de estos sedimentos que consisten en arenas tobáceas color café amarillento, interdigitadas --

con lentes de gravas, donde también cubren discordantemente a vidrios volcánicos. Sobre la terracería hacia San Isidro - Mezatepec, que entronca con el periférico, en la porción --- suroccidental, estas arenas se encuentran rellenoando los valles y forman capas delgadas fuertemente plegadas y cubren - discordantemente a los vidrios volcánicos del Colli. Al norte de Guadalajara estas arenas pumíticas se adelgazan y cubren desordenadamente a las mesas de basalto. En las poblaciones de Tonalá, Puente Grande y el Salto, en la porción -- suroccidental, esta unidad forma una serie de capas delgadas de arenas finas, los cuales cubren a derrames de basalto y - estructuras volcánicas.

En la porción noroccidental del área sobre la carretera Guadalajara-Tepic, en el tramo Amatitán-Tequila, los es pesosores de estas arenas llegan alcanzar entre 1 a 2 m. de es pesor y cubren discordantemente a derrames de basalto.

En la porción occidental del área y sobre la carretera Tala, Ameca vuelven a florar estas arenas, las cuales cubren discordantemente a derrames basálticos a la altura del Ingenio de Tala; más adelante de la Escuela de Agricultura - de la Universidad de Guadalajara cubren discordantemente a - las gravas y arenas terciarias.

3.6.- CLIMA. El clima predominante en la región queda clasificado de acuerdo con C.W. THORNWAITE, como semi-seco, con otoño, invierno y primavera secos, semi-calido, sin estación invernal definida, englobados en la siguiente fórmula:

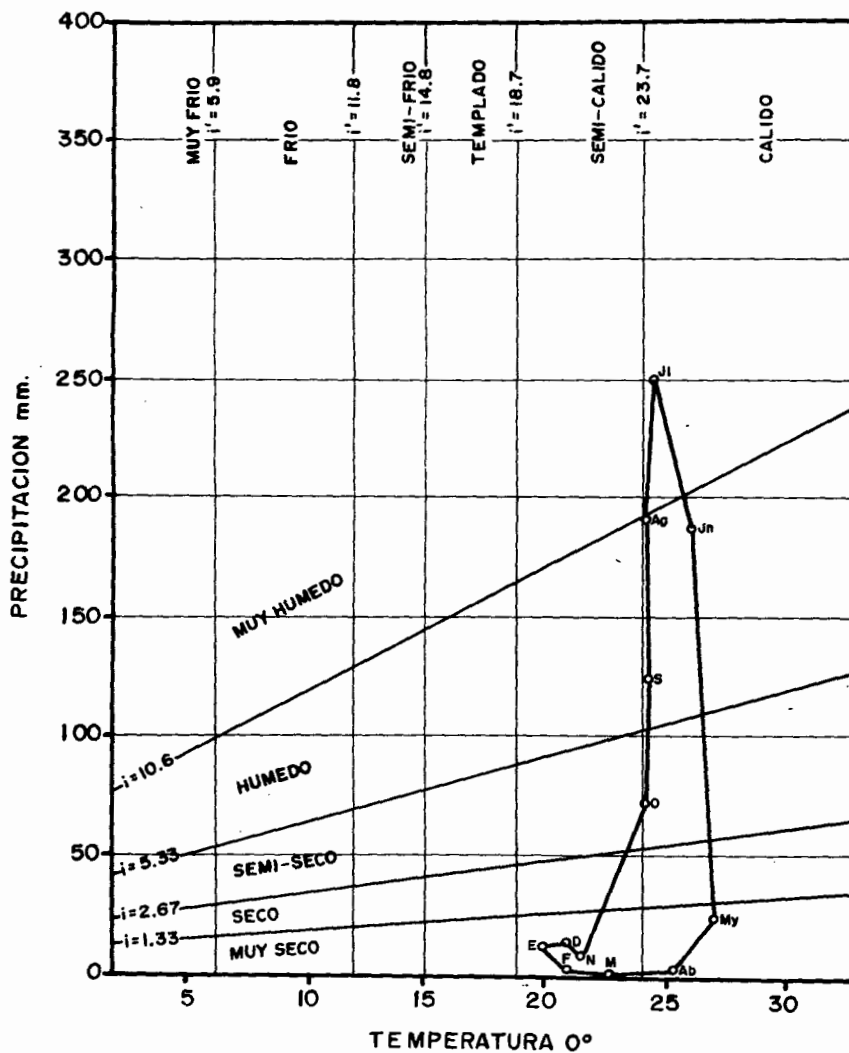
$$C (oip), B'_{1} (a')$$

Se adjuntan los climogramas de Zapopan y Guadalajara obtenidos por el método antes mencionado, en los que se engloban las variantes climáticas durante el año y la clasificación que por temperatura y humedad efectiva le corresponde a cada uno de los meses.

Los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo corresponden a la clasificación de MUY-SECO; para octubre es SECO; los meses de junio y septiembre están comprendidos dentro de la categoría de HUMEDO; los meses de julio y agosto pertenecen a la clasificación de MUY-HUMEDO.

Precipitación. La precipitación pluvial media anual es en este municipio es de 884 mm. y el período de lluvia es prácticamente de mayo a octubre, representando el 91.5% del total anual. El mes que presenta las lluvias más abundantes es julio con 224.9 mm. y representa el 25% del total anual.

CLIMOGRAMA DE ZAPOPAN



C = Semi-Seco

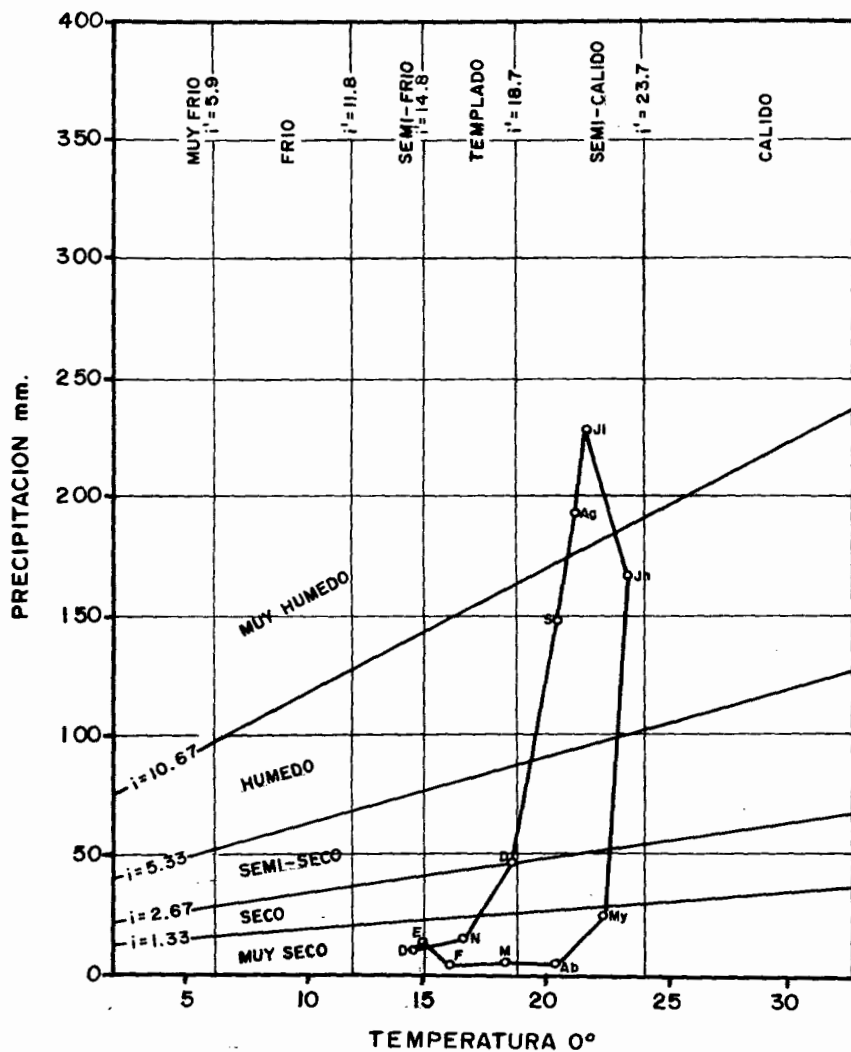
(oip) = Con Otoño, Invierno y Primavera Secos.

C (oip), B'1 (a')

B'1 = Semi-Cálido.

(a') = Sin Cambio Térmico invernal Bien Definido.

CLIMOGRAMA DE GUADALAJARA



C = Semi-Seco

(oip) = Con Otoño, Invierno
y Primavera Secos.

C (oip), B'1 (a')

B'1 = Semi-Cálido.

(b') = Con Invierno Benigno.

3.7.- VEGETACION. La zona en estudio presenta una -- vegetación denominada zacatal ó pastizal antropógeno. Dichos zacatales son de muy diversos tipos, pero todos ellos corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo climax es por lo común un bosque o un matorral. Sin embargo, a consecuencia del pastoreo intenso o de los -- fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos se detiene el proceso de sucesión normal y el zacatal permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene --- (Rzedowski 1978).

Este tipo de pastizal es bastante extenso en los alrededores de Guadalajara, a una altitud de 1,500 a 1,700 --- m.s.n.m. En estas áreas el clima parece demasiado húmedo para que exista en el zacatal climax y debido a la cercanía de grandes centros de población se sugiere un carácter secundario para estas comunidades vegetales. Por otra parte, no se observa en él indicio alguno de la vegetación leñosa original y el zacatal da la impresión de ser perfectamente estable. (Rzedowski y Mo. Vaugh 1966).

En este tipo de zacatal las especies de gramíneas -- que han sido identificadas con mayor frecuencia son:

Andropogon condylotricus, Andropogon hirtiflorus, --
Bouteloua gracilis, Bouteloua hirsuta, Heteropogon -
contertus, Heteropogon melanocarpus, Sorghastrus incompletum
y Tristachya avenacea.

Han sido identificados también plantas herbáceas de las familias: Compositae, Solanaceae (Solanum diversifolium) Litraceae (Cuphea hipesofila) y Labiatae.

Desde el punto de vista de la economía humana este -- tipo de vegetación ocupada en su mayoría por gramíneas, re--

viste una gran importancia, pues constituye el medio natural más propicio para el aprovechamiento pecuario; ya que los -- pastizales son particularmente adecuados para la alimenta--- ción del ganado bovino y equino y de hecho la mayor parte de la superficie correspondiente a este tipo de vegetación se - dedica a tal proposito.

3.8.- ESTUDIOS PREVIOS DE CLASIFICACION DE SUELOS EN LA ZONA. En el año de 1951 el Ing. Rafael Or-- tiz Monasterio elaboró un informe parcial del estudio agroló^gico regional del Valle de Guadalajara, en el cual cita las-- siguientes características:

Son suelos de color café claro y de texturas sumamen-- te ligeras constituidas exclusivamente por arenas y migajo-- nes arenosos.

En el perfil más común, se presentan dos o tres hori-- zontes de arena formados directamente entre la toba de base, que es suelta porosa y de grano grueso. La diferencia de --- ellos sólo se establece por ligeras variaciones de color o - en la compacidad, ya que no presentan estructuras definidas.

En algunos perfiles menos típicos después del hori-- zonte superficial de arena, se halla otro de migajón areno-- so, notándose en esta pequeña variación de textura los fenó-- menos de eluviación e iluviación.

ORIGEN. Tienen como origen como ya antes se mencio-- nó, la desintegración y descomposición, aunque no muy avanza-- das dada la poca finura que han alcanzado de las emisiones - de lapilli, arena y cenizas del volcán del Colli, y aunque - posteriormente han recibido acarreos de los cerros vecinos, - estas tienen por base el mismo material.

EDAD. Dado que muy poco se notan en ellos los fenómenos de arrastre y depósito de material transportado por el agua de lluvia a través del perfil, fueron clasificados por su edad edafológica como semi-crudum.

TOPOGRAFIA. Presenta una topografía sensiblemente -- plana y los únicos accidentes están presentados por una que otra loma aislada y de escasa altura.

EROSION. En las porciones que se encuentran situadas a lo largo de los pequeños pero numerosos arroyitos que bajan de los cerros que bordean al valle, se encuentran sumamente erosionados y con el "jal" expuestos, gracias a que por la poca cohesión que presentan entre sí las partículas del suelo, son fácilmente arrastradas por el agua.

Además este mismo fenómeno sucede en las lomas en las que la erosión ha llegado al grado tal que ya el suelo no existe, estando expuesta la toba.

Durante los meses de marzo y abril, en los que las corrientes de aire de convección al medio día son sumamente intensas y forman fuertes remolinos, dada la sequedad que en esos meses guarda el suelo los que les da menor cohesión, se ven arrastrados con violencia constituyéndose un caso típico de erosión eólica.

En 1953 el Ing. Rafael Ortiz Monasterio en las Bases Técnicas del Plan Jalisco, menciona las siguientes características:

Las características más notables de estos suelos es la de que no obstante que en la mayoría de los casos presentan texturas muy ligeras de arenas o migajones arenosos, son capaces de retener un alto porcentaje de humedad, debido a --

la gran cantidad de poros que presenta la pómez sobre la --- cual descansan y de la cual se han originado ya que cada par-
tícula individual de arena, principalmente las de granos más
gruesos, es en sí como una pequeña esponja ya que conserva -
el mismo carácter poroso de la toba, de la cual se deriva.

La humedad que llena los huecos de la pómez y de las
arenas puede ser aprovechada muy fácilmente por las plantas-
ya que es en gran parte es agua libre no sujeta a tensión --
por las partículas del suelo.

Además, como la gran parte de los huecos no se satu-
ran totalmente, esta porción seca es capaz de contener una -
abundante atmósfera muy propicia para una buena respiración-
radicular.

Todos los suelos del Valle presentan una reacción --
que va de ligeramente ácida a ácida (pH 6.5 a 5.4); son muy-
escasos en materia orgánica, la que contienen en una porción
generalmente menor del 2% son extraordinariamente ricos en -
potasio y pobres en nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio.

La respuesta a una fertilización adecuada, princi---
palmente a base de nitrógeno y fósforo.

IV.- REVISIÓN DE LITERATURA

De acuerdo con los análisis de estos suelos se encontró presencia de Alofano utilizando la técnica de Pierre Segal, en la siguiente revisión de literatura se consultan los suelos que presentan normalmente este material amorfo con el objeto de posteriormente poder hacer una clasificación más precisa de nuestro material en estudio.

Las cenizas volcánicas constituyen el material parental de una gran diversidad de suelos algunos de los cuales pueden originarse también de otros materiales parentales, -- siempre que las condiciones pedogenéticas de clima, topografía, organismos y tiempo sean propicias. Entre los suelos derivados de cenizas volcánicas clasificados como Regosoles, Andosoles, Pardo forestal, Aluvio y Lacistro-volcánicos, Latosoles, Podzoles, Suelos de praderas, etc., los suelos comúnmente denominados "andosoles", por el proyecto de mapa de Suelos del mundo; "Suelos de Ando" (Thorp & Smith) y "Andosols" según el último U.S. Comprehensive Systems of Soils -- Classification 7th Approximation, presenta el tipo más característico de estos suelos derivados de cenizas volcánicas.

El nombre de suelos de "ando" que reciben estos suelos actualmente data del año de 1945 (Thorp y Smith, 1949). -- Más a partir de junio del año de 1964, en que se llevó a cabo la primera reunión para la clasificación y correlación de los suelos derivados de cenizas volcánicas celebrado en Tokio, Japón, se llegó a la conclusión de que era el más adecuado para designar estos suelos. (De An, obscuro y Do, negro, en japónes).

Los andosoles se definen como:

"Suelos cuya fracción activa mineral esta constituida predominantemente por materiales amorfos (minimo 50%). Esos suelos tienen una alta retención, un horizonte "A" obscuro, friables, relativamente gruesos posee un contenido alto de materia orgánica, densidad aparente baja y poca pegajosidad. Pueden tener un horizonte B, sin mostrar cantidades significativas de arcilla iluvial. Se encuentran bajo condiciones de húmedas y subhúmedas.

4.1.- MORFOLOGIA. Wrigth (1964) y Swindale y Sherman (1964, expresan que se pueden presentar los perfiles AC, --- A(b) o ABC, con profundidades que oscilan desde 50 cm., hasta más de un metro.

El horizonte A, muy obscuro con estructura fina granular o migajosa; B o C castaño amarillento, pudiendo presentar estratificación deposicional que puede atenuar o acentar sus características genéticas veradaderas; así el B representa un horizonte cámbico o puede adquirir espesor y formar -- los subhorizontes B₂₁ y B₂₂, con base a diferencias de es--- tructura.

Es común observar en suelos derivados de cenizas --- volcánicas horizontes enterrados por una capa de cenizas lo suficientemente gruesa como para dar origen u originar un -- nuevo perfil superficial o superior.

Se considera que algunos Regosoles son precursores - de los andosoles que tienen perfiles AC poco profundos.

4.2.- PROPIEDADES FISICAS. Birresl (1964), reconoce un alto contenido de humedad a través del perfil, asociada a

valores bajos en la densidad aparente. Los subsuelos pueden tener contenidos de humedad comparables con aquellos mostrados por los suelos superficiales altamente orgánicos de origen no volcánicos.

Cuando se incrementa el contenido de coloides amorfos se observa un marcado decrecimiento en los valores tanto del límite líquido, como del límite plástico, si las muestras son secadas al aire. (Gradwell y Birrell 1964).

La porosidad total es generalmente alta y muy uniforme en todo el perfil entre 70 y 82%. Densidad aparente entre 0.45 y 0.75 g/ml. mínimo 0.3 g/ml.

Las capas superficiales del suelo son de color obscuro por la materia orgánica (8-28%), con alofano recién formado. Este color oscuro puede extenderse a grandes profundidades. Subsuelo castaño amarillo con **consistencia** jabonosa o grasa.

La textura es migajosa, oscilando generalmente, desde moderadamente gruesa hasta moderadamente fina.

La dispersión de la arcilla es difícil, debido a la presencia de coloides amorfos en el suelo, los cuales tienen un punto isoeléctrico más alto que el usual en minerales --- cristalinos y al contenido de hidróxidos que inducen a una mutua coprecipitación. (Birrell y Fieldes, 1952).

Los suelos demuestran baja adhesión cuando están mojados, y una tendencia a hincharse al mojarse y a contraerse al secarse. La retención de humedad se cambia irreversiblemente al secarse al aire, en relación con la humedad de campo, debido a que las sustancias orgánicas adheridas a las su

perfiles de contacto son grandes. Tienen alta conductividad hidráulica o permeabilidad.

4.3.- PROPIEDADES QUIMICAS. El pH de estos suelos -- tienen valores desde ácidos hasta cercanos a la neutralidad. En suelos inmaduros y semimaduros los valores oscilan entre 5.0 y 6.0 debido a que el alofano ejerce una fuerte capacidad amortiguadora en la región de su punto isoeléctrico, y a la alta capacidad amortiguadora de geles alúmina polimerizados. Cuando los suelos se han lavado excesivamente el pH llega a 4.5 y cuando contienen cantidades apreciables de montmorillonita el pH es casi neutro.

Hay una influencia importante o más bien notable de la acidez del suelo sobre las siguientes características del mismo (Schenkel, 1969); disponibilidad del fósforo, solubilidad de micronutrientes, actividad microbiana en general y nodulación de leguminosas en particular, disponibilidad de micronutrientes, propiedades físicas, toxicidad de algunos elementos químicos (Al^{+++} , Na^+ , Mn^{+4} , Fe^{+++}) y cambios de oxidación de las formas del nitrógeno del suelo.

Se presenta una deficiencia de fósforo en las plantas que crecen en estos suelos, la cual se atribuye a la alta fijación de este elemento por la fracción activa de estos suelos, transformándolos en suelos de fósforo insolubles; mientras menor es el pH y mayor la acidez cambiante, la deficiencia de fósforo soluble se incrementa. (Birrell 1961). También son capaces de fijar otros aniones similares, como molibdatos.

La capacidad de intercambio catiónico total varía de 15 a 60 me/100g. según Aguilera (1963) y a 60 me/100g. según Kobo (1964), para el horizonte superficial A; estos valores--

se deben al alto contenido de humus y alofano en el horizonte. Wright (1964), Birrell y Fieldes (1952), Cervantes y --- Aguilera (1965), concuerdan en afirmar que la fracción arcillosa con dominancia de alofano tienen una alta capacidad de intercambio catiónico.

Estos suelos presentan una notable acumulación de -- materia orgánica en su parte superficial de 5 a 20% y un alto contenido de nitrógeno en forma estable, de 0.2 a 0.7% lo que produce una relación C/N mucho más alta que para otros -- suelos, la cual decrece cuando la materia orgánica es humificada y aumenta cuando el nitrógeno es mineralizado y perdido. (Aguilera, 1965; Birrell, 1964).

4.4.- MINERALOGIA. Las propiedades específicas de -- los suelos derivados de cenizas volcánicas son altamente dependientes de su fracción arcillosa, la cual ejerce una función muy importante, por lo que algunos autores han señalado al alofano como nominativo de andosoles, llamándoles a estos suelos, "Suelos Alofanicos" (Kanno, 1961; Wright, 1964).

En el estudio de la fracción coloidal de los suelos-- de cenizas volcánicas, han sido hechas valiosas contribuciones por investigadores de Nueva Zelanda y Japón. La composición mineralógica de los suelos derivados de cenizas volcánicas dependen esencialmente de la petrografía de las cenizas-- y del estado de intemperización del suelo. Las cenizas volcánicas eluden el proceso de intemperización física que debent-- experimentar otros materiales y en tal sentido son altamente eficaces para intemperizarse.

La fracción arena (2 mm - 50), contienen minerales -- propios de suelos no volcánicos, más minerales ferromagnesianios propios de las cenizas (olivino, piroxenos, anfíboles),-- magnetita, cuarzo y sus variedades polimórficas; cristobali-

ta y tridimita, y varios silicatos agregados accesorios. --- (Besoain, 1969).

La fracción limo (50 μ - 2 μ), presenta un elevado -- contenido de alofano como mineral secundario, resultado de - coagulación o cementación de una matriz férrica amorfa o componentes orgánicos. (Besoain, 1968). Con cierta frecuencia, - gibsita y óxido de hierro tienden a acumularse en la frac--- ción limo fino (5 - 2 μ). Besoain, 1969.

La fracción arcilla menor de 2 μ , constituida principalmente por los minerales secundarios, y algunos primarios, como α -cristobalita, cuarzo, feldespatos de la fracción arcilla gruesa (2 - 0.2 μ). (Besoain, 1969).

Los minerales secundarios se forman por la intemperización de las cenizas volcánicas en condiciones de buen drenaje y humedad.

En los suelos jóvenes predomina el alofano, en los - suelos maduros, la haloisita /metahaloisita.

En un tipo de clima húmedo, con buenas condiciones - de drenaje, la intemperización de las cenizas volcánicas desarrolla con el tiempo, casi invariablemente, una serie mineralógica que comienza con el alofano y concluye con los caolinoides (Besoain 1969), formándose el alofano a través de - varios mecanismos en el suelo, resultando el alofano B, AB y A; luego la haloisita/metahaloisita, y hay una tendencia natural a formar caolinita. Generalmente, las arcillas de losuelos de cenizas volcánicas no sobrepasan el estado haloisitico.

Es probable que el alofano ($n \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) se forme en el suelo por varios mecanismos, pero básicamente éstos serían por coprecipitación de soluciones de geles o formación directa a partir de vidrios y feldespatos desordenados.

Otros minerales secundarios en suelos derivados de cenizas volcánicas son: imogolita, gibsita, montmorilonoides minerales de 14 Å, palagonita, diversos óxidos de fierro, aluminio, titanio, sílice amorfo y cristalino.

Los primeros estudios que se hicieron en México sobre suelos derivados de cenizas volcánicas, corresponden a Aguilera quien en 1954 realiza estudios morfogénéticos y de clasificación de suelos de Andesita en Tepatitlán, Jalisco, y en 1958 y 1961 hace investigaciones sobre suelos de cenizas volcánicas de basalto del Parícutín.

V.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS ARCILLAS.

A sugerencia de mi director de tesis incluyo en este capítulo una exposición de hechos salientes con relación al origen, modo de formación, clasificación y usos diversos de las arcillas; con el fin de darle también a este trabajo un carácter explicativo más general que pueda interesar aquellos agrónomos de otras orientaciones que lo consulten.

5.1.- GENERALIDADES DE LAS ARCILLAS. Las partículas más finas son las de la arcilla, cuyo tamaño se halla estrechamente relacionado con las propiedades de sus minerales constituyentes. Y así ocurre que, debido fundamentalmente a esas propiedades, las arcillas desempeñan un papel único tanto en lo que se refiere a los procesos geológicos como en lo concerniente a la actividad humana.

Las arcillas no son sólo las partículas y agregados de partículas sino también rocas constituidas por los denominados minerales de la arcilla. Estos últimos son cristales de silicatos de dimensiones tan pequeñas que es mejor que considerarlos microcristales. Con todo, tienen la estructura perfecta, o casi perfecta, de los cristales.

En la mayoría de las rocas se pueden observar nitidamente los cristales de los minerales integrantes. Así por ejemplo, en un trozo de granito se pueden distinguir a simple vista cristales de cuarzo, feldespatos y mica. Sin embargo, los cristales de minerales de arcilla son tan diminutos (la mayoría no alcanzan los dos micrometros de longitud) que el ojo humano solo no lo aprecia ni siquiera con la ayuda de una lupa. Hasta que pudieron utilizarse las técnicas de difracción de rayos X, análisis térmico diferencial y microscopio

pia electrónica no se logró separar, identificar y estudiarlos minerales de arcilla.

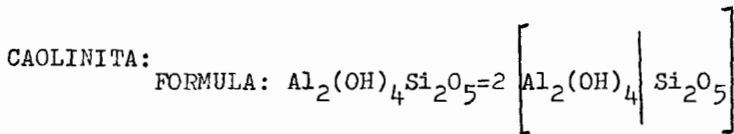
Gracias a la aplicación de estas técnicas, podemos hoy distinguir, con gran provecho, entre minerales de la arcillas propiamente dichas. Los primeros son los minerales característicos que las componen, mientras que estos últimos son rocas en las que los minerales de la arcilla se hallan mezclados en proporciones variadas (pudiendo intervenir también en la mezcla, arena, carbonato cálcico y óxidos de hierro), que nos dan la gran cantidad de las diversas arcillas-naturales. Así pues, el término arcilla encierra cuatro acepciones diferentes según se refiera al tamaño de las partículas, a los minerales, a las rocas o a sus usos más comunes y extendido como material plástico.

5.2.- LOS MINERALES DE LA ARCILLA. En un mineral de la arcilla los elementos oxígeno, silicio, aluminio, hierro, magnesio y potasio (que se encuentran en estado iónico, es decir, tienen como mínimo un electrón más, o un electrón menos, que el átomo no ionizado, poseyendo, por tanto, carga eléctrica) son esferas diferentes tridimensionalmente y de forma regular. Las esferas son los bloques constituyentes de los minerales de la arcilla, y la disposición de los mismos-determinan el tipo de cada mineral. Cada tipo de disposición constituye un grupo de minerales de la arcilla, admitiéndose en general, la existencia de siete grupos. Debe tenerse en cuenta que cada grupo básico un elemento típico puede ser -- substituido parcialmente por otro elemento. Por ejemplo, el aluminio podría ser substituir al silicio, o el magnesio hacer lo propio con el aluminio. Este tipo de substituciones produce las diferentes especies minerales de la arcilla de las cuales se conocen unas cincuenta. Seis de los siete gru-

pos de minerales de la arcilla se componen de silicatos laminares o en capas (de ahí su denominación de filosilicatos -- del griego phillon, hoja). Los minerales del grupo séptimo -- adquieren formas de bandas.

5.3.- DESCRIPCION DE LOS PRINCIPALES GRUPOS DE LAS - ARCILLAS.

GRUPO I.- La especie principal del grupo es la Caolinita. Los minerales de este grupo constan de capas individuales formadas por la unión de unas hojas tetrahédricas de Si-(Al, Fe)O con una octahédrica de Añ (Mg, Fe)-OH en sucesión regular. Esta clase de minerales es también indicada como -- minerales 1:1.



PROCEDENCIA.- El caolín puede formarse por el desgase de feldespatos de potasio y de sodio de las rocas magmáticas y metamórficas o por un ataque hidrotérmico de soluciones de ácido carbónico y sulfúrico sobre feldespatos y mica-

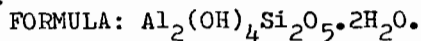
cas. Todos los minerales se presentan en muchas clases de rocas (granito, gneis, pórfido, etc.).

Las micrografías de caolinita realizadas con el microscopio electrónico muestran a menudo escamas hexagonales bien formadas, cada una de las cuales está constituida por capas. La difracción de rayos X da un valor de 7.15 angstrom (un angstrom equivale a una diezmilionesima de milímetro para la distancia entre capas consecutivas). Por su fórmula química la caolinita es exclusivamente silicoaluminosa. Su --

C.I.C. es igual de 3 - 15 meq/100 gr. de suelo.

En el grupo del caolín se pueden distinguir unas --- diez especies. Las más corrientes de ellas, después de la -- caolinita, es la haloisita.

HALOISITA:



Sus capas están separadas entre si por láminas de -- agua combinada químicamente y débilmente enlazadas. Las esca mas son tan delgadas que se enrollan frecuentemente para con figurar una suerte de tubos.

Los micrografos muestran partículas tubulares las -- cuales son a veces poligonales, la difracción de rayos X da un valor de 9.9 a 10.1 angstrom para la distancia entre ca-- pas.

Hay también graduaciones entre haloisita y alofano - que puede ser especialmente observadas en cenizas volcáni-- cas básicas rápidamente erosionadas.

Dos especies existen ésto es, la haloisita hidratada (TAMBIEN LLAMADA ENDELITA) y la deshidratada (TAMBIEN LLAMA-- DA METHALOISITA). La difracción de rayos X da un valor para la metahaloisita de 7.2 a 7.5 angstrom. Su C.I.C. es igual a 5 - 10 meq/100 gr.

HIDROHALOISITA: FORMULA: $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Si}_2(\text{O},\text{OH})_5$

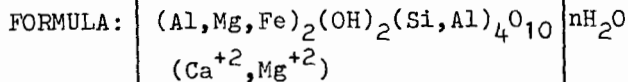
Su micrografos muestran partículas en forma de tubo- y rizadas que son similares a la haloisita.

DIQUITA Y NACRITA. Las otras especies se caracterizan por la substitución parcial de aluminio por hierro, magnesio, níquel o manganeso.

GRUPO II.- La especie principal del grupo es la Montmorillonita. Los minerales que pertenecen a este grupo consisten de una serie de capas sucesivas, cada una formada por una hoja octahédrica de $Al(mg, Fe)-OH$ encerrada entre dos hojas tetrahédricas de $(Si-Al)-O$. Estas clases de minerales se indican como minerales 2:1. Tienen una gran cantidad de cationes intercambiables (60 - 120 meq/100 gr.) y la pobre ordenación de las diversas capas, los minerales de montmorín se hincharán cuando se traten con H_2O u otros líquidos de alta polaridad, ya que sus capas o láminas no están unidas entre sí por un enlace muy fuerte y hasta la M.O., puede penetrar por los espacios existentes entre las capas. El hinchamiento ocurre más frecuentemente en muestras con tamaño de partículas menor y los cationes más hidratados.

Hasta hace poco se denominaba grupo del montmorillonita, pero hoy en día se le conoce también con el nombre de ESMECTITA, denominación que alude a su estructura en capas.

MONTMORILLONITA:

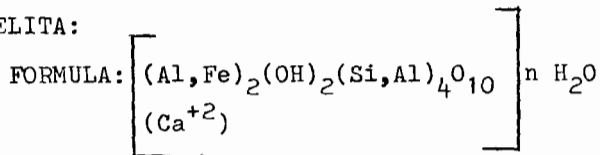


Ocurrencia.- Este mineral se forma como resultado de la erosión de rocas básicas y cenizas en condiciones pobres de drenaje. La Illita y la illita expandida pueden ser etapas intermedias en este proceso.

Micrógrafo electrónico: Aquí también las partículas son planas, finas, sin detalles característicos. Mas aún, la mayoría de las muestras contienen mezclas amorfas las que se revelan en los micrógrafos como agregados de granos muy finos con una especie esponjosa.

La difracción de rayos X da un valor de 12 - 18 angstrom para la distancia entre capas, lo cual da a las esmectitas unas propiedades de adsorción muy estimadas para la industria.

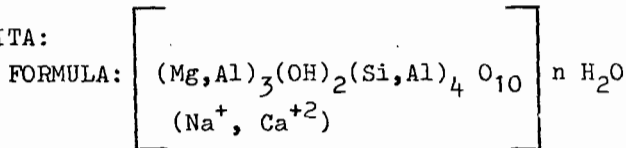
BEIDELITA:



Este mineral es la variedad rica en Al de los minerales de montmorín.

Ocurrencia.- El mineral más raro. Se encuentra en la roca gonga.

SAPONITA:

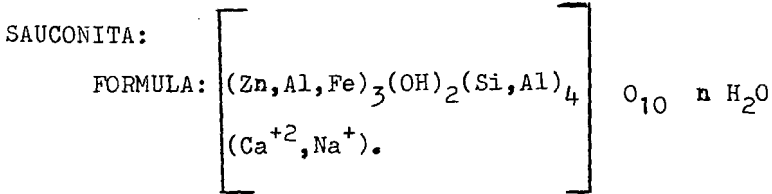


La saponita es la variedad rica en Mg. de los minerales de montmorín.

Ocurrencia.- La saponita no está ampliamente distribuida. Resulta de la acción térmica sobre rocas volcánicas.

Micrógrafo electrónico.- Muestran diferentes características morfológicas. Se reconoce en formas de listones o

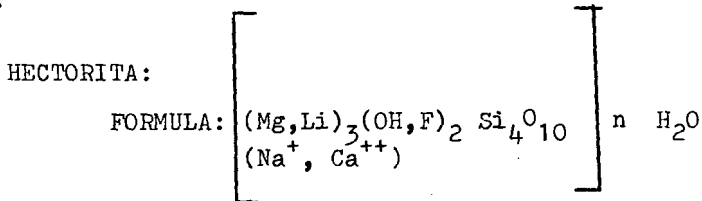
de pequeñas partículas planas y agregados esponjosos irregulares que son similares a los de montmorillonita.



Este mineral es la variedad rica en Zn (ZnO 20-30%) de los minerales de montmorín.

Ocurrencia.- El anterior mineral es raro. Es ocasionalmente encontrado en depósitos minerales de esfalerita --- (ZnS).

Micrógrafo electrónico.- Muestra partículas planas - con bordes irregulares que son similares a los de montmorillonita.



Este mineral es la variedad rica en Mg, Li, F de los minerales de montmorín.

Ocurrencia.- El mineral no está ampliamente distribuido resulta de la acción térmica sobre las rocas volcánicas que son altamente ricas en Mg.

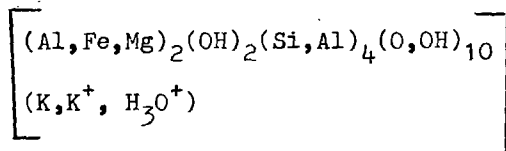
Micrógrafo electrónico.- La Hectorita muestra placas más o menos desarrolladas y listones que carecen de detalles morfológicos característicos.

GRUPO III.- La especie principal del grupo es la ilita, el término ilita fue propuesto por Grim y Col. (1937) como un término general para micas ricas en Al, Fe o minerales como la sericita encontrados en la fracción arcilla (2) de pizarras erosionadas del Edo. de Illinois (E.U.A.).

La distancia entre capas consecutivas es de 10 angstrom. Las capas se enlazan entre si mediante átomos de potasio.

Su C.I.C. 10-50 meq/100 g. de arcilla.

La fórmula química de la ILITA:



Este mineral puede ser más pobre en K y más rica en OH y $(\text{H}_3\text{O})^+$.

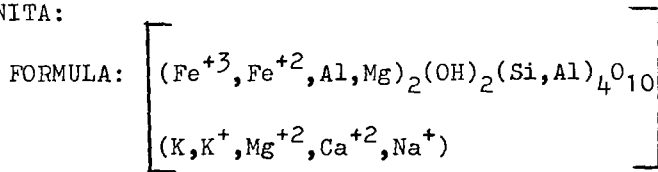
Otros nombres para el mineral son: Bravaisita, Hidromica, Hidromuscovita, Mica hidratada, Hidroglimer, mineral - como Sericita, Glimmerton, Muscovita de arcilla, Muscovita - de detrito, Iilita Roxburgshire, etc.

Ocurrencia.- La ilita es un mineral ampliamente distribuido en sedimentos. Puede formarse por la alteración de minerales de mica o por procesos autigénicos de los productos de la erosión de otros minerales. La ilita, como la muscovita y la muscovita hidratada, es más o menos resistente a la erosión.

Micrógrafo electrónico: En los micrógrafos, se muestran partículas planas con bordes angulares, irregulares son reconocidas.

Una de las especies más conocidas de este grupo es -
la:

GLAUCONITA:



Este mineral de mica es rico en Fe (17-25% de Fe_2O_3 ; 2-5% de FeO).

Ocurrencia.- La glauconita es un mineral de arcilla-común en muchos sedimentos marinos donde condiciones favorables prevalecieron en el tiempo de su génesis, éste es, excepto de Fe, K, Mg.

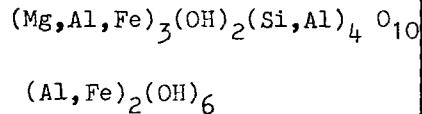
Micrógrafo electrónico: Este mineral es principalmente encontrado como agregados gruesos. Pequeños fragmentos son planos y finos y como listón. Es un detalle característico de glauconita que los agregados sean estriados a lo largo por hendiduras, y que los extremos estén rotos de manera regular. Debido al alto contenido de Fe de glauconita, las partículas son principalmente opacas. Ocasionalmente pequeños granos opacos de limonita puede ocurrir en las muestras.

GRUPO IV.- Es el de la clorita, cuyo nombre deriva del griego chloros, verde amarillento claro. Este grupo abarca gran variedad de espacios, cada una de las cuales se forma a partir de la sustitución de un elemento por otro en la estructura cristalina. La proximidad de las capas se debe a los enlaces de los iones de magnesio, aluminio y hierro hidratados, siendo de 14 angstrom la distancia entre dos estratos consecutivos.

Este grupo consta de 2 capas relación 2:1, cada una tiene 2 hojas tetrahédricas (Si,Al)-O que encierran una hoja octahédrica (Mg,Al,Fe)-OH. En contraste con los minerales de montmorín y del grupo de la mica, las capas no están unidas por cationes si no por hojas de brucita $[Mg_3(OH)_6]$ o de -- composición semejante a brucita $[(Mg, Fe, Al)_3(OH)_6]$. Varias clases de clorita y minerales como clorita, también llamados minerales 2:" están formados por varias sustituciones en las capas de brucita, el octaedro y/o el tetrahedro ya mencionados. Sustituciones en este último caso permiten modificaciones 3:3 , 3:2 , 2:3 para el tri- o di-carácter de la hoja de brucita comparado con el tri- o di-carácter de la hoja octahédrica de la capa unitaria. Los minerales de clorita especialmente los semejantes a clorita, están mezclados comúnmente con otros minerales en diversas cantidades. Como -- consecuencia varios nombres son usados para uno y el mismo miembro de este pequeño grupo de minerales de arcilla; 52 de un total de 80 nombres de son sinónimos (Van der Marel, ---- 1963).

CLORITA DEL SUELO:

FORMULA:



Este mineral se forma intercalando una hoja de gipsita o de composición semejante entre las capas de vermiculita ilita expandida, ilita hinchada o montmorillonita del suelo. Debido en este caso a que las hojas mencionadas no están intercaladas ordenadamente entre las capas 2:1, el mineral puede distinguirse de la clorita común (gruesa) o sedimentos ---

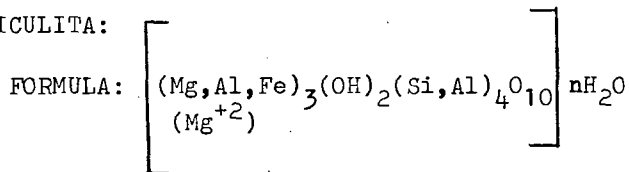
(finos) ya que no es resistentes al calentamiento a 550 grados centígrados por un período de 2.5 h. Sin embargo, la clorita del suelo no se hinchará cuando se sature con un exceso de glicerina.

Ocurrencia.- La clorita del suelo es un componente común pero no esencial de la fracción arcilla de muchos sedimentos, especialmente de aquellos con grandes desplazamientos de Fe y Al en condiciones pobres de drenado. (podzoles).

Micrógrafo electrónico: Muestran partículas planas con bordes irregulares.

GRUPO V.- Es el de la Vermiculita, sobre que recibe por la tendencia de estos minerales de la arcilla, cuando -- son calentados, a adquirir el especie de gusanos diminutos.- (Vermiculus, en latín, significa gusano pequeño). En las vermiculitas de la arcilla la distancia entre capas consecutivas es de 14 angstrom pero el agua existente entre ellas puede eliminarse por calentamiento, de tal manera que la distancia baja bruscamente a 10 angstrom.

VERMICULITA:



Ocurrencia: Este mineral grueso no está ampliamente distribuidas. Pueden formarse por acción hidrotérmica sobre biotita en un ambiente rico en Mg. Cuando la erosión ocurre el mineral es también encontrado, como biotita, en la fracción arcilla de sedimentos fluviales y glaciares.

Mineral de mica rico en Mg.

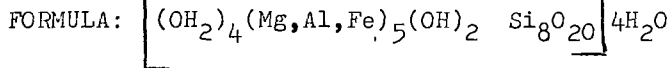
Micrografo electrónico: El mineral consta de partículas planas, cortantes, con bordes irregulares, angulados.

Observaciones: La vermiculita se escama cuando se calienta fuertemente; ésto se debe a las moléculas de vapor de agua entre las capas. Su volumen es por tanto aumentado hasta 16 veces. Como consecuencia el material calentado es muy poroso. Es comercialmente usado como un acondicionador del suelo y un aislante de sonido y calor en construcción.

El grupo de minerales de la arcilla denominado interstratificado está constituido por una considerable variedad de formas intermedias de los cinco grupos recién descritos,. Mediante difracción de rayos X se puede determinar si la distancia entre capas, es una especie dada, alterna regularmente o es irregular, a través de estados de equilibrio - muy inestables con etapas de la evolución de un mineral a otro.

El grupo formado con estructuras en cadena se encuentran la SEPIOLITA Y ATAPULGITA. Estos minerales son miembros de una serie de minerales ricos en Mg y con estructuras en cadena de la que la atapulgita es rica en Al, Fe y la sepiolita, pobre en Al. En contraste a los minerales anteriores con una estructura en capas bi-dimensional de $(\text{Si}_2\text{O}_5)^{-2}$ consistentes de un enlace tetrahédrico de SiO a cadenas de $(\text{SiO}_3)^{-2}$ del tipo piroxeno.

ATAPULGITA:



La atapulgita consiste en dos componentes en cadena del tipo oiroxeno que corren paralelos al eje de la fibra. Sin embargo, contrario a los anfíbolos, las unidades de ata-

pulgita están conectados a la otra por átomos de oxígeno com-
partidos y no por cationes (Ca, Mg, etc.). De ésto resulta -
una estructura en canales de aproximadamente 3.7×6.0 ang-
strom de sección transversal.

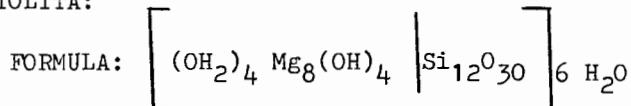
Ocurrencia.- La atapulgita se encuentra en Georgia (EUA) en grandes depósitos del Mioceno como un producto de -
la alteración en la tufa volcánica.

También resulta del desgaste de las rocas ricas en -
Mg como la (dolomita, magnesita, serpentinita, etc.).

Micrógrafo electrónico.- Las muestras de atapulgita,
muestran agujas bien formadas con arcillas nítidas, perfecto
crecimiento paralelo y partículas más o menos fuertemente en-
lazadas o agregados.

Observaciones.- La atapulgita tiene excelentes pro-
piedades purificantes y decolorantes junto con buena permea-
bilidad. Es aplicada además en gran escala en varias indus-
trias. El mineral es también usado en lodos de perforación -
debido a su fuerte efecto tixotrópico que evita la agrega-
ción de las partículas en los agujeros barrenados.

SEPIOLITA:



Este mineral es rico en Mg pero pobre en Al, Fe.

La sepiolita se encuentra sólo en ciertos depósitos.
Se presenta además en sedimentos o en fisuras de rocas ricas
en Mg.

Sepiolita es una denominación antigua de origen grie-
go y en algunos sitios es sinónimo de espuma de mar.

5.4.- EL CICLO GEOLOGICO.- En los siete grupos se encuentran unos 15 minerales predominantes. Los minerales de la arcilla no se encuentran en las rocas que constituyen la parte profunda de la corteza terrestre, pero si abundan en la superficie. La razón de este contraste reside en el ciclo que sufren las rocas a través de una serie de procesos geológicos.

El ciclo se desarrolla en cinco etapas. Las rocas -- profundas de la corteza suben a la superficie en virtud de la acción volcánica y los procesos de plegamiento y fracturación que edifican las cadenas de montañas. En la superficie las rocas sufren meteorización y erosión. Los productos resultantes son transportados (sobre todo por el agua) a grandes distancias, depositándose finalmente en cuencas sedimentarias. Los sedimentos se van enterrando lentamente y transformando en rocas a través del proceso denominado diagénesis. Estas rocas sedimentarias sufren procesos de metamorfismo y granitización que las transforman en última instancia en gneis y granito.

Los minerales de la arcilla aparecen sólo en las --- tres etapas intermedias. En realidad, la génesis principal de los minerales de la arcilla se debe al proceso de meteorización responsable de la formación del suelo, que tiene durante la segunda de las cinco etapas. En la etapa de sedimentación, los minerales de la arcilla pueden sufrir ligeras -- transformaciones, de diversas maneras, pudiéndose producir algunos procesos genéticos. Durante la etapa de enterramiento y diagénesis, los minerales de la arcilla recristalizan -- progresivamente, desapareciendo como tales. Así, la illita in corpora potasio y vuelve a convertirse en mica.

La meteorización comprende dos procesos principales: fragmentación e hidrólisis. La fragmentación es la desintegración de las rocas y minerales primarios a través de mecanismos alternantes: humedecimiento y desecación, heladas y -deshielo; se producen también por cristalización de sales. - La hidrólisis supone una reacción lenta de los minerales primarios con el agua, formando nuevos minerales. El proceso se acelera y es controlado también en gran parte por la materia orgánica producida por la vegetación. Como cabe esperar, la actividad de la hidrólisis aumenta con la temperatura y la -pluviosidad.

La meteorización de las rocas varía considerablemente según el clima de la zona donde éstas se encuentran. En -las regiones frías y montañosas la hidrólisis es mínima. El-agua tiende a no circular, por causa de las heladas, y la vegetación escasea o falta. Domina el proceso de fragmentación lo que determina que los únicos minerales de la arcilla formados estén compuestos de micas primarias, desintegradas y -ligeramente alteradas, y de cloritas.

La hidrólisis actúa muy poco, asimismo, en los de---siertos. La temperatura es elevada, pero el agua escasea, lo cual hace que la meteorización química sea de poca importancia.

En las regiones templadas tanto la fragmentación como la hidrólisis son activas. Los principales minerales meteorizados son las micas primarias y las cloritas, las cuales producen minerales de la arcilla como las ilitas y cloritas. Si la meteorización continúa, se eliminan los iones más-solubles y se substituyen los minerales originales por es---tructuras cada vez más degradadas, como las correspondientes a las vermiculitas y a los minerales interstratificados.

La hidrólisis actúa en toda su intensidad en las regiones tropicales que poseen estaciones húmedas y secas, alternas. Los elementos son eliminados de los minerales y se combinan luego de nuevo dando lugar, principalmente, a dos minerales de la arcilla: montmorillonita y caolinita. La montmorillonita se desarrolla particularmente bien en los productos meteorizados de rocas como basalto y en zonas que poseen estaciones largas y secas, o drenaje deficiente, de forma que los productos de la meteorización se hagan más rico en sílice, álcalis y metales alcalinotérreos. Donde mejor se forma la caolinita es en los productos meteorizados como el granito cuando su alteración tiene lugar en zonas con precipitación abundantes y bien drenadas donde se tiende a eliminar la sílice y los álcalis, dejando los minerales meteorizados que son relativamente ricos en aluminio.

En las regiones ecuatoriales y en las zonas tropicales húmedas la precipitación anual sobrepasa los dos metros, pudiendo alcanzar incluso diez metros. La hidrólisis predomina debido a la gran cantidad de agua caída, a la elevada temperatura existente y al intenso lavado que se produce. Si la zona está bien drenada, la sílice y los cationes (o iones -- con carga positiva) solubles son eliminados de la roca, dejando los productos meteorizados relativamente enriquecidos en aluminio, con lo que se favorece la formación de caolinita. Pero si el drenaje resulta todavía más eficaz, el proceso prolonga su duración, llega a eliminarse aún más sílice, permaneciendo la alúmina, con lo que se forma gibsita, mineral con aluminio.

Por decirlo de otro modo, podemos considerar la génesis de los minerales de la arcilla la cual si se trata de un gigantesco proceso de substracción. La lluvia lava y disuel-

ve a las rocas arrastrando los elementos en ellas conteni--- dos de acuerdo con su solubilidad: sodio, potasio, calcio, - magnesio, hierro, silicio y aluminio. Los elementos que permanecen se combinan para dar los minerales de la arcilla. Un lavado más intenso deja aún en su sitio algo de silicio, hie rro y magnesio produciendo las esmectitas de los países medi terráneos y de las zonas tropicales semihúmedas. Un lavado - muy intenso produce caolinita y, en última instancia, gibsita.

La superficie terrestre es, pues, una enorme fábrica que produce minerales de la arcilla. Sin embargo, esos minerales difieren según las zonas climáticas. Los caolines tien den aparecer en una banda alrededor del ecuador, las esmecti tas en las zonas mediterráneas y tropicales con contrastes - estacionales, los minerales de la arcilla interestratifica-- dos y las vermiculitas en las zonas templadas y las ilitas y cloritas en las regiones frías. Las zonas tienen bordos si-- nuosos según los efectos producidos por los océanos, los cli mas regionales, el relieve topográfico y la composición de - la roca madre. De todos modos, es válido el concepto de zo-- nas de minerales basados en el clima.

a).- EFECTOS DE LA SEDIMENTACION. La erosión ataca- el suelo y los productos de la meteorización. Cada año, los cursos de agua se llevan de los continentes miles de millo-- nes de toneladas de materiales, entre los que se encuentran- los minerales de la arcilla. Estos materiales se depositan - en las cuencas de sedimentación, sobre todo en las oceánicas si bien una parte importante de ellos lo hace en los lagos.

Todas las mediciones realizadas sobre el comporta--- miento de los minerales de la arcilla durante el proceso de- transporte y sedimentación indican que son llevados a las --

cuencas sedimentarias sin sufrir cambios y que se depositan allí sin experimentar variación alguna. Este proceso podría recibir el nombre de herencia ya que las características de los minerales de la arcilla depositados son heredados del -- continente cercano.

Los sedimentos oceánicos demuestran este carácter heredado. Los minerales de la arcilla proporcionan una imagen de la meteorización que los ha producido; las cloritas e ilitas se encuentran en los océanos fríos; los minerales de la arcilla interestratificados, vermiculitas y cloritas degradados e ilitas en los océanos cercanos a los continentes de la zona templada; mientras que las caolinitas se localizan cerca de las zonas tropicales y en el ecuador. Las zonas con esmectita son menos netas a excepción de las regiones donde se producen erupciones volcánicas con cenizas, las cuales se -- transforman frecuentemente en esmectita en el medio marino. -- La mineralogía de la arcilla, aplicada a las rocas sedimentarias antiguas, nos proporciona la clave para reconstruir su origen y descubrir, a veces, el tipo de clima que prevaleció cuando se formaron.

Si bien en los minerales sedimentarios de la arcilla predominan sus características heredadas, existen otros procesos que pueden afectarlas. Las condiciones del medio sedimentario pueden transformarlos como sigue. En la proximidad del continente estos minerales sufrieron una degradación debido a la substracción del potasio, magnesio, hierro y silicio. Estos iones fueron lavados y transportados en soluciones hasta las cuencas sedimentarias. Cuando los minerales de la arcilla degradados llegan a una región donde existen una fuerte concentración de iones, tienden a adquirir de nuevo -- iones de tipo de los perdidos durante su lavado. Este proceso recibe, a veces, el nombre de fijación. Así pues, los minerales originales tienden a reconstituirse. A este proceso-

suele seguirle un crecimiento cristalino.

Esta clase de reconstitución puede considerarse una contrapartida de la degradación. Se trata de un proceso de adición, mientras que la degradación es un proceso de subtracción. Las primeras pruebas de reconstitución fueron obtenidas en ciertos estuarios y marismas, pero los ejemplos más notables se dan en niveles triásicos de Europa y Africa, cuya edad es de unos 200 millones de años. Los minerales de la arcilla degradados fueron reconstituídos dando espléndidas cloritas magnesianas, gracias a la fijación de magnesio. De forma similar, en rocas de edad cretácica, formadas hace quizá 100 millones de años, los minerales de la arcilla degradados (esmectitas con hierro) se convirtieron en glauconitas (minerales pertenecientes al grupo de la clorita) a través de la fijación de potasio.

Durante el proceso de reconstitución se fijan en los minerales de la arcilla degradados elementos principales y secundarios. Así por ejemplo el boro se fija e incorpora a la red cristalina, especialmente cuando el medio es rico en sales. El análisis de estos minerales, especialmente de la arcilla constituye un indicador de la salinidad del medio en que se originaron.

La neoformación es un tercer mecanismo que, si bien raro, produce minerales de la arcilla en los sedimentos. Ello supone la síntesis de nuevos minerales de la arcilla en las cuencas sedimentarias a partir de los iones de silicio, aluminio, hierro, magnesio y potasio existentes en soluciones naturales. El proceso se da en cuencas sedimentarias donde los iones se concentran por evaporación. Un buen ejemplo de ello es la sedimentación química alcalina que deposita calizas, calcedonia, fosfatos y minerales de la arcilla mag-

nesianos entre los que se encuentran las atapulgitas, las -- sepiolitas y las stevensitas. En caso la sedimentación agrega nuevos minerales de la arcilla a los heredados.

b).- DIAGENESIS Y METAMORFISMO. Después de depositar se en el fondo de la cuenca sedimentaria los sedimentos se -- van enterrando, acumulandose progresivamente y lentamente -- hasta alcanzar espesores del orden de los 4000 metros. A medida que esta acumulación continúa, y aumenta la temperatura y la presión, el agua es expulsada de los sedimentos y los -- barros sedimentarios se convierten en rocas sedimentarias: ~ los barros calcáreos se convierten en calizas, las arenas pa san a areniscas y así sucesivamente. Se trata del fenómeno -- conocido por diagénesis.

En virtud de dicha diagénesis, los limos arcillosos-- se convierten en limonitas y luego en limonitas laminadas. -- Con un posterior calentamiento y compactación, el proceso se hace metamórfico y las limonitas laminadas se convierten en-- pizarras, filitas y finalmente en esquistos. En el transcur-- so de la diagénesis inicial, durante el enterramiento, los -- minerales de la arcilla quedan afectados de diversas maneras. Mucho de ellos, como la vermiculita, caolinita, montmorillo-- nita y las especies estratificadas, empiezan a desaparecer.-- Por contra, la cantidad relativa de clorita e illita aumenta-- progresivamente. A medida que el metamorfismo prosigue alte-- rando las arcillas más allá de la diagénesis, los esquistos-- resultantes se componen de sericitas y clorita. Los minera-- les han alcanzado casi el estadio de la mica.

Si el metamorfismo prosigue, los esquistos se con--- vierten en mica esquistos y en gneis. Los minerales de la ar

cilla recristalizan dando micas y feldespatos junto con ~~otro~~ otros minerales primarios. Al final del ciclo ya no subsisten los minerales de la arcilla primarios u originarios, si bien sus precursores se encuentran en las rocas acabadas de formar y participarán en un nuevo ciclo si estas últimas suben hasta la superficie terrestre y quedan expuestas a la meteorización.

Si nos atenemos a los procesos sufridos por los minerales de la arcilla, diremos que el ciclo geológico es un ciclo geóquímico. Los minerales de la arcilla son los silicatos típicos de la parte superficial de la corteza terrestre, mientras que las rocas de las zonas profundas de esta última (granítica y gneísicas) y algunas de las formadas en superficie (basaltos) carecen de ellos. La meteorización de la superficie induce la degradación e hidrólisis de las rocas, formando los minerales de la arcilla.

En esta zona nacen dicho tipo de minerales. Los minerales de la arcilla que se sedimentan son, sobre todo, heredados; y a lo largo del proceso de sedimentación sufren una transformación de poca importancia, por reconstitución, o se forman otros nuevos. En esta zona se inicia la evolución de los minerales de la arcilla.

La diagénesis actúa en los minerales de la arcilla contenidos en los sedimentos a lo largo de su enterramiento. Al aumentar la temperatura con la profundidad, recristalizan dando otros silicatos y desaparecen de la roca. En esta zona prosigue la evolución de estos minerales hasta su eliminación final.

A modo de síntesis, podríamos decir que el sistema es cíclico. Cuando los silicatos primarios alcanzan la superficie terrestre se ven sometidos a procesos de hidrólisis y dan minerales de la arcilla. Al ser estos transportados hasta las cuencas sedimentarias, y enterrados a grandes profundidades, recristalizan (los silicatos formados en superficie) regenerando los silicatos primarios.

Ningún mineral extraído de la tierra tiene una gama amplia y variada de usos como la arcilla y ningún otro, a -- excepción del sílex, se han utilizado más tiempo. Durante -- 10,000 años, el hombre ha sabido encontrar aplicaciones a la arcilla apareciendo cada año nuevos usos de la misma. Con razón puede considerarse uno de los principales minerales del mundo.

El mayor número de aplicaciones lo tiene en cerámica. El valor de la arcilla en este campo proviene de la plasticidad y de que se endurece al cocerla.

c).- APLICACIONES EN CONSTRUCCION E INGENIERIA. Desde la antigüedad, las arcillas han sido empleadas en la construcción. La arcilla mezclada con arena o paja forma una --- suerte de argamasa basta. Aún hoy en día una tercera parte -- de la humanidad vive en casas hechas de arcilla, y no voy -- ahora alargarme sobre el uso generalizado de los ladrillos.- Las tejas se hacen igualmente con arcilla corriente, pero se cuecen a temperaturas más elevadas al objeto de impermeabilizarlas. Después de las tejas y ladrillos vienen los cemen--- tos. Se trata de una mezcla de caliza y arcilla (un 25% aproximadamente), que se cuecen a una temperatura de 1400 grados centígrados. La sílice y la alúmina de la arcilla forman silicatos y aluminatos de calcio que, al mezclarse con agua, -

produce una gran cantidad de pequeños cristales, los cuales forman una trama resistente característica del cemento endurecido.

La cerámica es igualmente importante en la industria de los refractarios, es decir, en los hornos de temperaturas elevadas. Las paredes de un horno deben protegerse del calor mediante un revestimiento refractario, normalmente hecho con una mezcla de arena y arcilla. Cuanto mayor es la cantidad de caolinita pura en la mezcla, mayor puede ser la temperatura (hasta 1800 grados centígrados). Este tipo de hornos se usan en la fabricación de ladrillos en fabricación de vidrio en los de pan y en numerosas clases de los utilizados en la industria metalúrgica.

Los minerales de la arcilla, la montmorillonita especialmente, pueden fijar por absorción numerosas moléculas extrañas en la superficie de sus escamas. Esta propiedad se conocía desde antiguo cuando las arcillas de grano fino (tierras de batanero) se empeleaban en la limpieza de ropa y lanas. Durante la Segunda Guerra Mundial en Europa se fabricaban los jabones con un elevado porcentaje de montmorillonita.

Estas propiedades adsorbentes tienen muchas aplicaciones en la industria. Entre ellas figuran la decoloración de aceites minerales, la filtración de cerveza, vino y jarabes, la clarificación de agua y el lavado de la lana. Las arcillas calcinadas (calentadas para eliminar la materia volátil o para que se produzcan otros cambios) o tratadas con ácido se vuelven muy activas, pudiendo emplearse como catalizadores en muchas operaciones industriales, la enorme superficie total de sus escamas acelera una serie de reacciones -

químicas industriales como el cracking, la oxidación y la --
síntesis.

La capacidad de adsorción de la arcilla desempeña --
también un papel muy importante en la agricultura. Los mine-
rales de la arcilla adsorben con rapidez muchos iones minera-
les libres existentes en el suelo. Además, los iones tienen
enlaces débiles, lo que les permite un intercambio fácil con
el hidrógeno de las raíces de las plantas, por ejemplo. De --
ahí que los minerales de la arcilla sean una fuente que sumi-
nistran los minerales nutritivos requeridos por las plantas.

La capacidad de las arcillas del grupo de la esmecti-
ta para formar suspensiones estables coloidales es muy útil-
en la porción de pulimentos, cosméticos, pesticidas y muchas
otras sustancias. El caolín o arcilla blanca, tiene un uso-
muy generalizado para dar cuerpo y consistencia al papel. --
(Una tonelada de papel contiene 190 Kilogramos de caolín). -
Sin este mineral, el papel sería mucho más opaco y absorbería
tanta tinta que no se podría reproducir nada.

Investigaciones recientes han demostrado que una se-
rie de polímeros orgánicos pueden ser retenidos en la super-
ficie de los minerales de la arcilla. De ahí surge la posibi-
lidad de utilizar estos minerales en toda una industria de -
fabricación de componentes sintéticos a base de arcilla y ma-
teriales orgánicos. Varios productos de este tipo han demos-
trado tener una resistencia térmica y mecánica mayor que los-
productos obtenidos sólo a partir de la arcilla normal.

d).- LA ARCILLA Y LA VIDA. Varios investigadores creen que las propiedades de adsorción que presentan determinadas arcillas pudieron influir de un modo determinante en el origen de la vida. La hipótesis surge en el marco de un esfuerzo para simular las condiciones bajo las cuales los aminoácidos pueden haber formado proteínas en las tierras primitivas.

Según esta hipótesis, los aminoácidos simples formaron cadenas más largas, denominadas péptidos, utilizando la superficie de las partículas arcillosas. Se cree que la arcilla ha actuado de plantilla y catalizador en relación con la formación de largas cadenas peptídicas o proteínas. La cual su hipótesis fue comprobada experimentalmente por Norman Lahav, de la Universidad Hebrea de Jerusalén, David H. White de la Universidad de Santa Clara, y Sherwood Chang, del Ames Research Center, de la National Aeronautics and Space Administration (NASA).

Añadieron una pequeña cantidad de solución del aminoácido glicina a diversos minerales de la arcilla. Luego sometieron la arcilla de forma secuencial a deshidratación a 60-grados centígrados, calentamiento a 94 grados centígrados y nueva hidratación con agua. Sometieron luego una serie de combinaciones similares de arcilla y glicina a temperaturas de 94 y 25 grados, sin cambiar para nada las condiciones de humedad o sequedad. Los principales resultados obtenidos permitieron ver que se producían más péptidos a distintas temperaturas en presencia de arcilla que cuando esta última se eliminaba, y que la producción de péptidos era más elevada cuando la temperatura y la humedad variaban que cuando se modificaban únicamente la temperatura.

En base a estos hallazgos los tres investigadores anteriormente citados propusieron que la fluctuación de la temperatura y de la humedad produce una distribución y redistribución de los aminoácidos en la superficie de las partículas de la arcilla que favorece la unión de los aminoácidos para formar cadenas de péptidos. Cuando el agua entra en contacto con la superficie de la arcilla los puntos activos de esa superficie, que catalizan la formación de péptidos a partir de los aminoácidos, quedan libres. Cuando temperaturas más elevadas hacen que el agua se evapore, se dispone entonces nuevamente de puntos catalíticos para la formación de otros aminoácidos, que se unen a una cadena ya existentes o forman otras nuevas. Puesto que en las aguas y en la superficie de la tierra primitiva debió darse más de un aminoácido, el mismo ciclo de humedad y temperatura alternantes pudo haber sido responsables de la formación de cadenas péptidicas cada vez más complejas, produciendo luego, en última instancia, los precursores de las macromoléculas proteínicas, que son ya equivalentes a la propia vida.

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

VI.- EJECUCION DEL TRABAJO.

Los pozos de muestreo 1 y 2 para este estudio se localizaron en el predio San José en Nextipac, Mpio. de Zapopan y el pozo número 3 en terrenos de la Escuela de Agricultura de la U. de G. las Agujas, Mpio. de Zapopan; siendo este último representativo de una porción más amplia de los suelos arenosos que cubren la mayor parte del Valle y representan las características generales que ya se han mencionado en otros capítulos.

Los pozos número 1 y número 2 se describieron en el campo por la apariencia física de los horizontes y el muestreo que de ellos se hizo, se hizo también por horizontes.

El pozo número 3 se muestreo por profundidades de 10 en 10 cm. desde la superficie hasta los 2 mts. y el estudio de los horizontes se dedujo posteriormente del resultado de los análisis.

Las muestras de todos estos suelos se estudiaron en un principio por microscopia electrónica en el Laboratorio de Suelos y Apoyo Técnico de la S.A.R.H. en Guadalajara y posteriormente, en virtud de que faltaban elementos para precisar las conclusiones el Sr. Dr. Nicolas Aguilera Herrera me permitió y dirigió en un trabajo complementario en el Laboratorio de Edafología de la UNAM; en el que se verificaron análisis químicos y físicos y de difracción de rayos X sobre la fracción arcilla.

A continuación se incluyen la descripción de los pozos estudiados.

POZO No. 1	HORIZONTE	PROFUNDIDAD	COLOR	TEXTURA	ESTRUCTURA	CONSISTENCIA	POROSIDAD	DRENAJE	RAICES	GRAVA
	A ₁	0.00-0.40	CAFE CLARO	ARENOSA	GRANULAR	SUAVE	MUY POROSO	EFICIENTE	ABUNDANTE	NO
	A ₂	0.40-0.45	GRIS	ARENOSA	NO ESTRUCTURADA	SUAVE	MUY POROSO	EFICIENTE	ABUNDANTE	NO
	B	0.45-200	CAFE	ARCILLA	GRANULAR	REGULAR	MEDIO PO - ROSO	EFICIENTE	POCAS	NO

POZO No. 2	HORIZONTE	PROFUNDIDAD	COLOR	TEXTURA	ESTRUCTURA	CONSISTENCIA	POROSIDAD	DRENAJE	RAICES	GRAVA
	A	0.00-0.40	CAFE OBSCURO	ARCILLO ARENOSA	GRANULAR	REGULAR	POROSO	EFICIENTE	ABUN- DANTE	NO
	B	0.40-108	CAFE ROJIZO	ARCILLO ARENOSO	GRANULAR	REGULAR	POROSO	EFICIENTE	POCAS	NO
	C	108-200	CAFE AMA- RILLENTO	ARENA MI- GAJONCA	GRANULAR	SUAVE	MUY PO- ROSO	EFICIENTE	NO HAY PRESENCIA	NO

Del pozo número 3 no se hizo descripción en el campo sino que se hizo un muestreo pedológico, es decir no por horizontes perceptibles, sino por profundidades de 10 en 10 cm para así analizarlo y registrar con mayor precisión las variaciones; y de acuerdo con los análisis físicos y químicos se encontro que apenas son perceptibles los procesos de eluvación e iluvación pero no a un grado tal que permita diferenciación de horizontes.

En las muestras de este pozo fueron en las únicas en las que se efectuó análisis de difracción electronica de rayos X por ser este el más característico de la porción más amplia de los suelos arenosos del Valle de Guadalajara.

6.1.- TECNICAS DE LABORATORIO.

TEXTURA.- El método utilizado es el de Bouyoucos que nos sirve para determinar el porcentaje de partículas de diferentes dimensiones que en un momento dado se hayan en suspensión en el líquido, se usa un hidrómetro especial ya graduado directamente con estos porcentajes.

En Guadalajara se utiliza como dispersante químico - el hexametáfosfato.

En México las variantes que tiene esta determinación son: quemar previamente la materia orgánica del suelo con -- H_2O_2 al 8% y como dispersante químico se utiliza el metasilicato de sodio y el oxalato de sodio al 5%.

DENSIDAD APARENTE.- El método utilizado es el de la parafina, que es la relación del peso al volumen incluyendo los espacios vacíos para lo cual se utiliza un terrón del -- suelo de peso conocido que se cubre con parafina y se sumerge en agua, para poder medir por el desplazamiento de esta - su volumen.

En México se utiliza el método de la probeta que consiste en medir el volumen que ocupa dentro de una probeta un peso dado de suelo después de una ligera compactación estandarizada.

DENSIDAD REAL.- Este término se refiere a la densidad de las partículas sólidas del suelo sin incluir los espacios vacíos, el método utilizado es el del Pícnómetro.

NITROGENO TOTAL.- El método utilizado es el de Kel-- dahl; es la conversión de todo el nitrógeno del suelo a forma orgánica, mediante el uso de ácido salicílico y posterior conversión de este a sulfato de amonio por la acción del áci do sulfúrico, el amoniaco se desprende por la adición de So- sa y es recogido en un ácido valorado para su posterior reti- tulación.

MATERIA ORGANICA.- El método utilizado es el de Wal- kley Black, se basa en la oxidación del carbono orgánico de- la materia orgánica mediante la oxidación por la combinación del dicromato de potasio y el ácido sulfúrico, para poste--- riormente titular el exceso de dicromato normal que no reac- ciona utilizando solución de sulfato ferroso de normalidad - conocida. Finalmente transformar ese carbono orgánico a mate- ria orgánica mediante el uso de un factor conocido como es - 1.724.

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO TOTAL.- El método utilizado es el del acetato de amonio por destilación.

La suma total de intercambio de cationes que un sue- lo puede adsorber es a lo que se denomina C.I.C.T. la cual - se expresa en me/100 g. de suelo.

Este método se basa en la cuantificación de la medi- da de todos las cargas negativas de la micela coloidal al -- ser estas saturadas con un catión conocido después de que -- han sido de ella extraídos todos los cationes extraíbles de- los sitios de intercambio.

El proceso tiene lugar en cuatro etapas:

La primera de ellas es desplazar los cationes extraíbles de sus sitios de intercambio por un catión conocido---- (NH_4).

Segunda etapa; desalojar el amonio de los sitios de intercambio exclusivamente mediante la adición de NaCl .

Tercera etapa; transformar el cloruro de amonio a hidróxido de amonio mediante la utilización de NaOH .

Cuarta etapa; recibir en el ácido bórico el NH_3 más agua destilado finalmente para cuantificarlo con HCl y expresarlo como C.I.C.T. en me/100 g. de suelo.

DETERMINACION DE pH.- Se realiza potenciométricamente, usando una relación suelo agua de 1:2.

En México se verifica también potenciométricamente, usando una relación suelo agua de 1:2.5, sólo que el agua se hierve previamente y se compara con otra en la que en lugar de usar agua se emplea KCl 1N, manteniendo la misma relación.

NUTRIENTES.- Con frecuencia es necesario tener una -- idea de las condiciones de fertilidad de un suelo.

Es por esto que se han elaborado diferentes métodos-rápidos, para determinar el contenido del elemento que se disuelve en una solución extractiva. Estas pruebas generalmente están calibradas con respuestas de los cultivos en el campo, para poder calificar los resultados como bajo, medio, alto, etc.

Uno de estos métodos es el de Morgan que se emplea en Guadalajara y usa como solución extractiva el acetato de sodio con ácido acético glacial.

En México se determina los NO_3^- por el método del ácido fenol disulfónico, haciendo previamente una extracción de los NO_3^- en el suelo con una solución de Ag_2SO_4 y se lee en espectrofotómetro.

En México se determina fósforo por el método de Bray que es extraer el fósforo del suelo por una solución extractiva dependiendo del pH del mismo y así por ejemplo para un suelo ácido se dice que utilizamos el método de Bray I y para suelos alcalinos el método de Bray II, y se lee en espectrofotómetro.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS
DEL POZO # 1 HECHO EN EL PREDIO SAN JOSE, NEXTIPAC
MPIO. ZAPOPAN, JAL.

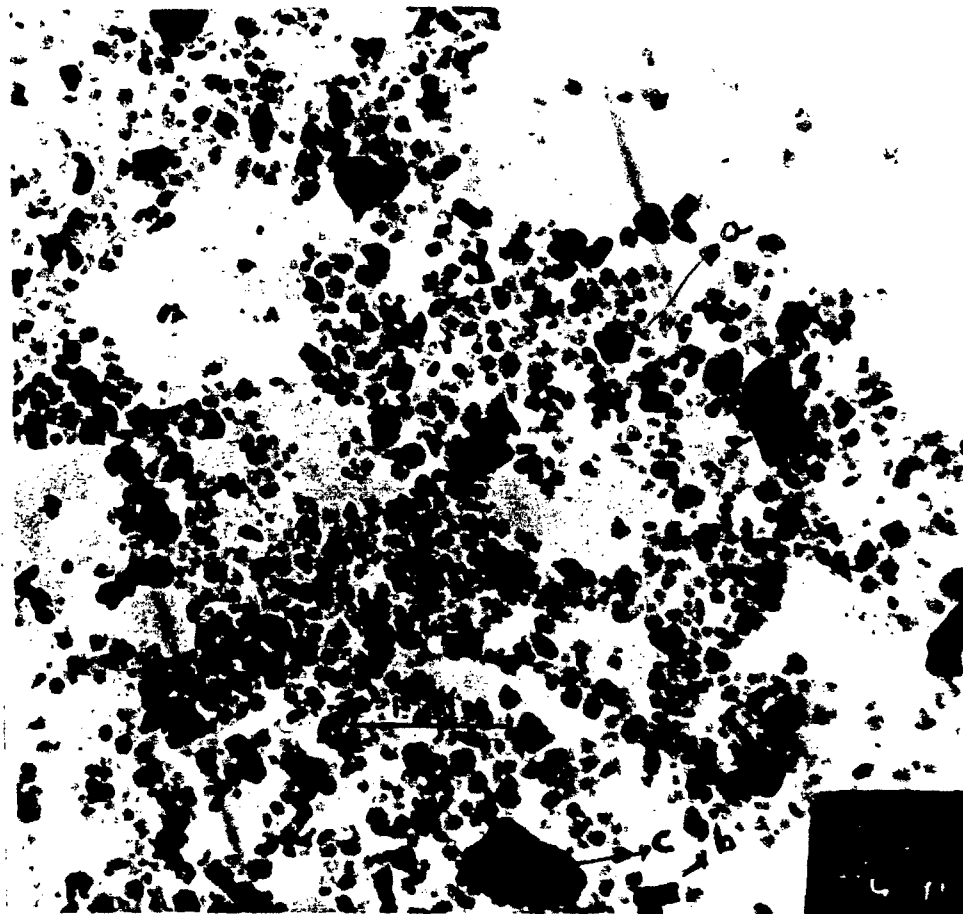
PROFUNDIDAD EN CM.	SECO	C O L O R	HUMEDO	T E X T U R A				D.A. gr/cc.	D.R. gr/cc.	POROSIDAD %	pH-H ₂ O 1:2	N.C. %	C %	C.L.C.	Ca ⁺⁺ mg/100 gr.	Mg ⁺⁺ mg/100 gr.	Na ⁺ mg/100 gr.	K ⁺ mg/100 gr.	C.C. %	P.H.P. %	AGUA APROVECHABLE %	NITROGENO TOTAL %	N U T R I E N T E S							
				ARENA	LILO	ARCILLA	CLASIFICACION																Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	P	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Al ⁺⁺⁺		
0 - 20	10 YR 7/4	AMARILLO NARANJA OPACO	5 YR 4/3 CAFE ROJIZO OPACO	48.36	37.28	14.36	FRANCO	1.390	2.3837	48.02	4.5	1.17	0.6786	15.00	6.90	2.30	0.96	1.08	17.17	9.18	7.99	0.084	Ca ⁺⁺ BAJO	K ⁺ EX. RICO	Mg ⁺⁺ BAJO	Mn ⁺⁺ MED. ALTO	P MEDIO	NO ₃ ⁻ MED. ALTO	NH ₄ ⁺ MEDIO	Al ⁺⁺⁺ ALTO
20 - 40	10 YR 6/3	"	7.5 YR 4/3 CAFE	62.18	26.64	11.18	FRANCO ARENOSO	1.1500	2.2471	49.87	4.5	0.13	0.0754	15.00	4.60	1.15	0.50	0.92	16.10	8.60	7.50	0.042	Ca ⁺⁺ BAJO	K ⁺ BAJO	Mg ⁺⁺ BAJO	Mn ⁺⁺ BAJO	P BAJO	NO ₃ ⁻ BAJO	NH ₄ ⁺ BAJO	Al ⁺⁺⁺ BAJO
45 - 125	10 YR 7/3	"	7.5 YR 2/4 CAFE OSCURO	26.91	33.28	39.80	FRANCO ARCILLOSO	1.2681	2.2789	44.35	5.5	0.75	0.4350	20.40	8.05	1.15	1.17	0.78	33.03	17.77	15.46	0.067	Ca ⁺⁺ BAJO	K ⁺ BAJO	Mg ⁺⁺ MEDIO	Mn ⁺⁺ BAJO	P BAJO	NO ₃ ⁻ BAJO	NH ₄ ⁺ BAJO	Al ⁺⁺⁺ BAJO
125 - 100	7.5 YR 8/3	AMARILLO NARANJA BRILLANTE.	7.5 YR 4/3 CAFE	28.36	35.28	36.36	"	1.6717	2.3149	27.78	5.7	0.34	0.1972	14.60	4.60	5.75	1.56	0.66	23.73	12.68	11.05	0.028	Ca ⁺⁺ BAJO	K ⁺ BAJO	Mg ⁺⁺ BAJO	Mn ⁺⁺ BAJO	P BAJO	NO ₃ ⁻ MEDIO	NH ₄ ⁺ BAJO	Al ⁺⁺⁺ BAJO

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS
DEL POZO # 2 HECHO EN EL PREDIO SAN JOSE, NEXITIPAC
MPIO. ZAPOPAN, JAL.

CANTIDAD ML.	C O L O R		T E X T U R A				D.A. gr/cc.	D.R. gr/cc.	SCROSIDAD %	pH-H ₂ O 1:1	M.O. %	C %	S.L.C.	per/100 gr.				C.C. %	P.H.P. %	AGUA APROVECHABLE %	NITROGENO TOTAL %	N U T R I E N T E S							
	SECO	HUMEDO	ARENA	LIHO	ARCILLA	CLASIFICACION								Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺					CS ⁺⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	P	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	AI ⁺⁺⁺
20	7.5 YR 7/4 CAFE OPACO	5 YR 7/4 CAFE ROJIZO OBSC.	44.36	19.90	26.36	FRANCO	1.3315	2.1858	39.12	6.1	2.62	1.197	4.00	6.00	0.00	1.01	1.15	21.89	11.70	10.19	0.123	1100 MEDIO BAJO	670 EXTRICO 670	25 MEDIO 25	1. MEDIO 5	25 MEDIO 25	3 BAJO 3	35 MEDIO 35	125 ALTO 10 BAJO
100	10 YR 7/4 AMARILLO MARRAJA OPACO	7.5 YR 4/4 CAFE	42.36	19.18	28.36	FRANCO	1.3909	2.1872	26.41	6.5	0.48	0.702	11.40	10.35	0.00	1.01	1.08	19.66	10.62	9.24	0.039	BAJO	670	25	BAJO	25	3	35	BAJO
200	-----	-----	74.36	11.18	14.36	FRANCO ARENOSO	1.3565	2.1145	40.58	6.8	0.07	0.0106	24.00	5.75	3.45	1.56	2.13	24.77	13.24	11.53	-	820	670	25	5	25	0	35	10

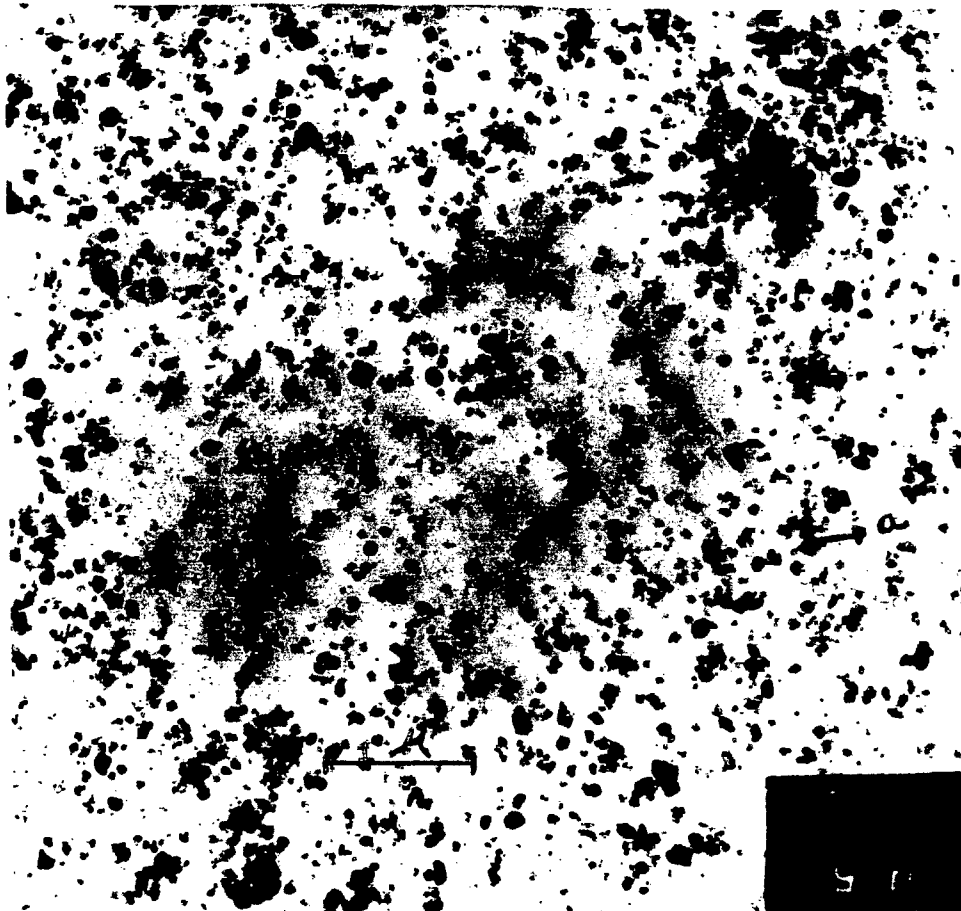
RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS
DEL POZO # 3 HECHO EN LAS AGUJAS, NPIC. ZAPCAN, JAL.

PROFUNDIDAD EN CM	C O L O R		T E X T U R A S ARENA LIMO ARCILLA	CLASIFICACION	D.A. gr/cc.	D.R. gr/cc.	POROSIDAD %	H O	pH 1:2.5	KCL	M.G. %	C %	NO- NOS	SUCT.	Ca ⁺⁺ mg/100 gr.	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	P PPM	ALOFANO			
	SECO	HUMEDO																					
0 - 10	10YR7/3	CAFE AMARILLENTO MATE	10YR5/6	NEGRO OSCURO	53.2	21.0	15.8	MIGAJON ARENOSO	1.137	1.759	32.52	5.3	4.2	1.1.3	0.6523	0.34	5.0	4.6	-	1.2	4.3	2.90	*
10 - 20	10YR5/3	"	10YR5/6	"	55.2	26.0	15.3	"	1.132	1.774	30.79	5.0	4.1	1.1.3	0.6543	0.33	5.0	4.0	-	4.2	4.3	3.70	"
20 - 30	10YR7/4	"	7.5YR5/3	CAFE OSCURO	54.2	31.0	14.3	"	1.129	1.766	32.16	5.1	4.3	0.8701	0.1100	0.03	2.8	5.6	-	3.6	3.6	1.00	**
30 - 40	10YR7/4	CAFE	7.5YR5/3	"	60.2	27.0	12.8	"	1.131	1.745	30.49	5.1	4.6	0.8117	0.4705	0.10	10.4	5.6	-	1.8	4.3	2.00	**
40 - 50	10YR6/3	HARANJA AMARILLENTO MATE	7.5YR5/3	CAFE	58.2	29.0	11.3	"	1.174	1.733	32.23	6.1	5.1	0.8111	0.3139	0.10	8.0	5.6	-	1.8	3.4	0.25	**
50 - 60	10YR6/3	"	7.5YR5/3	"	61.2	26.0	11.8	"	1.169	1.825	33.94	6.4	5.1	0.7705	0.1569	0.13	3.1	5.6	-	3.4	5.1	0.25	**
60 - 70	10YR7/3	"	7.5YR5/4	"	63.2	26.0	10.8	"	1.175	1.792	32.54	6.2	5.3	0.7705	0.1569	-	8.6	7.4	-	3.1	4.3	0.25	**
70 - 80	10YR5/4	"	7.5YR5/3	"	61.2	28.0	10.3	"	1.118	1.826	32.43	6.8	5.2	0.7705	0.1569	-	8.2	5.8	2.8	5.4	3.4	0.25	**
80 - 90	10YR7/3	"	7.5YR5/5	"	63.2	26.0	10.8	"	1.071	1.918	37.23	6.5	5.0	0.7705	0.1569	-	10.6	7.0	1.4	6.0	10.0	0.25	**
90 - 100	10YR7/3	"	7.5YR5/4	"	64.2	28.0	7.3	ARENA MIGAJON	1.041	1.823	33.97	6.8	5.1	0.7705	0.1569	-	9.2	7.0	1.4	3.6	3.2	0.20	*
100 - 110	10YR7/4	"	7.5YR5/5	"	55.2	30.0	14.0	MIGAJON ARENOSO	1.026	1.977	36.24	6.2	5.1	0.7705	0.1569	-	10.4	7.0	1.4	5.4	9.0	0.20	**
110 - 120	10YR7/3	"	7.5YR5/4	"	65.2	24.3	10.3	"	1.151	1.834	37.18	6.9	5.6	0.7705	0.1569	-	9.2	5.6	4.2	7.2	4.0	0.20	*
120 - 130	10YR5/3	HARANJA AMARILLO LUMINOSO	10YR6/6	CAFE AMARILLENTO SRI-LLANTE.	67.2	26.0	6.8	ARENA MIGAJON	1.042	1.931	36.32	6.6	5.4	0.8.3	0.1176	-	10.0	4.1	1.4	6.0	3.0	0.20	**
130 - 140	10YR5/3	"	10YR6/6	CAFE AMARILLENTO SRI-LLANTE.	59.2	32.0	8.3	MIGAJON ARENOSO	1.022	2.110	32.27	7.1	5.6	0.8.3	0.1176	-	8.0	5.6	-	6.4	6.2	1.20	**
140 - 150	10YR5/3	"	10YR5/4	CAFE AMARILLENTO MATE	69.2	26.0	4.3	ARENA MIGAJON	1.036	2.190	37.19	6.9	5.6	0.8.3	0.1176	-	9.2	5.6	-	6.4	6.2	0.70	**
150 - 160	10YR5/3	"	10YR5/6	"	67.2	26.0	8.3	"	1.070	2.037	37.07	6.5	5.2	0.823	0.1176	-	14.2	5.6	-	6.4	6.2	1.60	**
160 - 170	10YR5/3	"	10YR5/4	CAFE AMARILLENTO MATE	77.2	15.0	4.3	"	1.076	2.084	38.23	7.0	5.8	0.8.3	0.1176	-	6.2	5.6	-	6.4	6.2	0.75	**
170 - 180	10YR5/3	"	7.5YR5/4	CAFE	75.2	13.0	6.3	"	1.021	2.134	33.49	6.7	5.6	0.8.3	0.1173	-	6.6	4.2	-	6.4	4.9	1.60	**
180 - 190	10YR7/3	HARANJA AMARILLO MATE	7.5YR5/4	CAFE OPACO	66.0	21.2	12.3	MIGAJON ARENOSO	1.111	2.371	32.15	6.6	5.2	0.8.3	0.1176	-	7.4	5.8	1.4	6.4	5.7	1.75	**
190 - 200	10YR7/3	"	7.5YR5/5	CAFE	63.0	23.2	8.3	"	1.034	2.009	37.23	6.2	5.3	0.8.3	0.1176	-	6.4	4.2	2.8	6.4	6.2	2.00	**



POZO NUMERO 1: NEXTIPAC, MPIO. ZAPOPAN.
HORIZONTE A₁: PROFUNDIDAD DE 0.00-0.40 mt.
PREDOMINANCIA DE LAS ARCILLAS DEL TIPO DEL
CAOLIN.

- a).- CAOLINITA.
- b).- METAHALOISITA.
- c).- CUARZO.



POZO NUMERO 1: NEXTIPAC, MPIO. ZAPOPAN.
HORIZONTE A₁; PROFUNDIDAD DE 0.00-0.40 mt.
PREDOMINANCIA DE LAS ARCILLAS DEL TIPO DEL
CAOLIN.

- a).- CAOLINITA.
- b).- METAHALOISITA.



POZO NUMERO 1: NEX̄TIPAC̄, MPIO. ZAPOPAN.

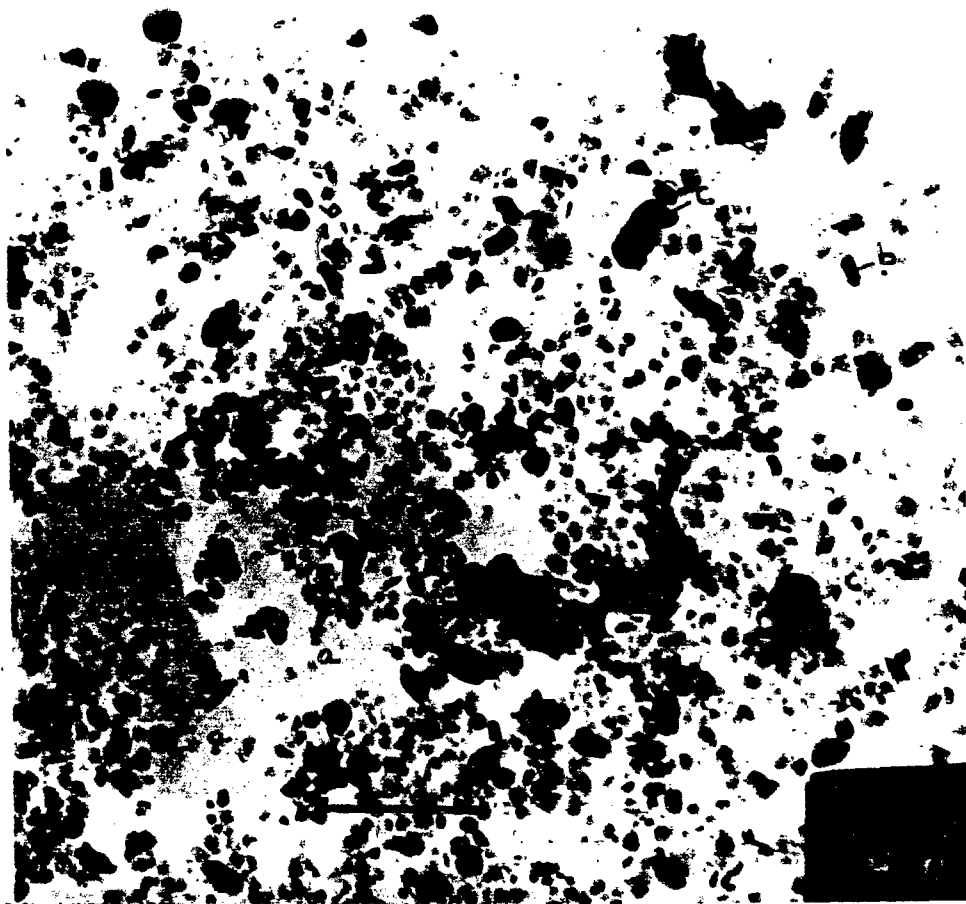
HORIZONTE A₂: PROFUNDIDAD DE 0.40-0.45 mt.-

PREDOMINANCIA DE LAS ARCILLAS DEL TIPO DEL
CAOLIN.

a).- CAOLINITA.

b).- METAHALOISITA.

c).- ILITA.

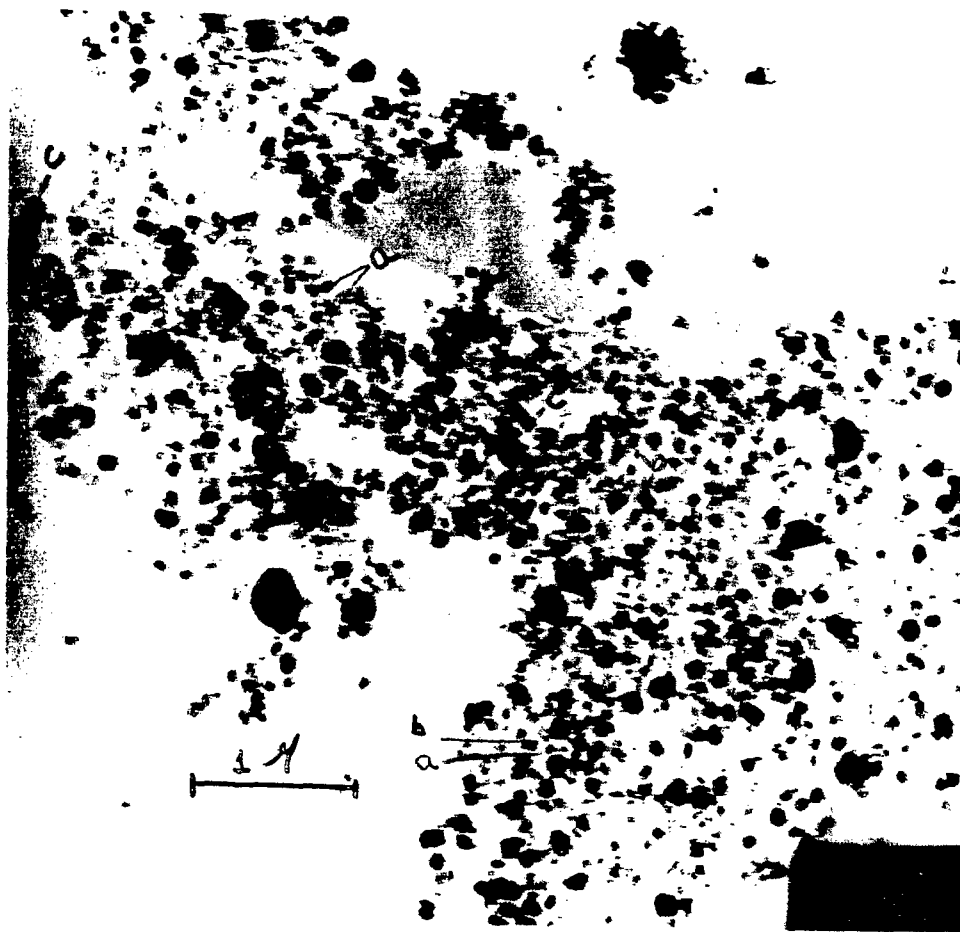


POZO NUMERO 1: NEXTIPAC, MPIO. ZAPOPAN.

HORIZONTE B: PROFUNDIDAD DE 0.45-200 mt.

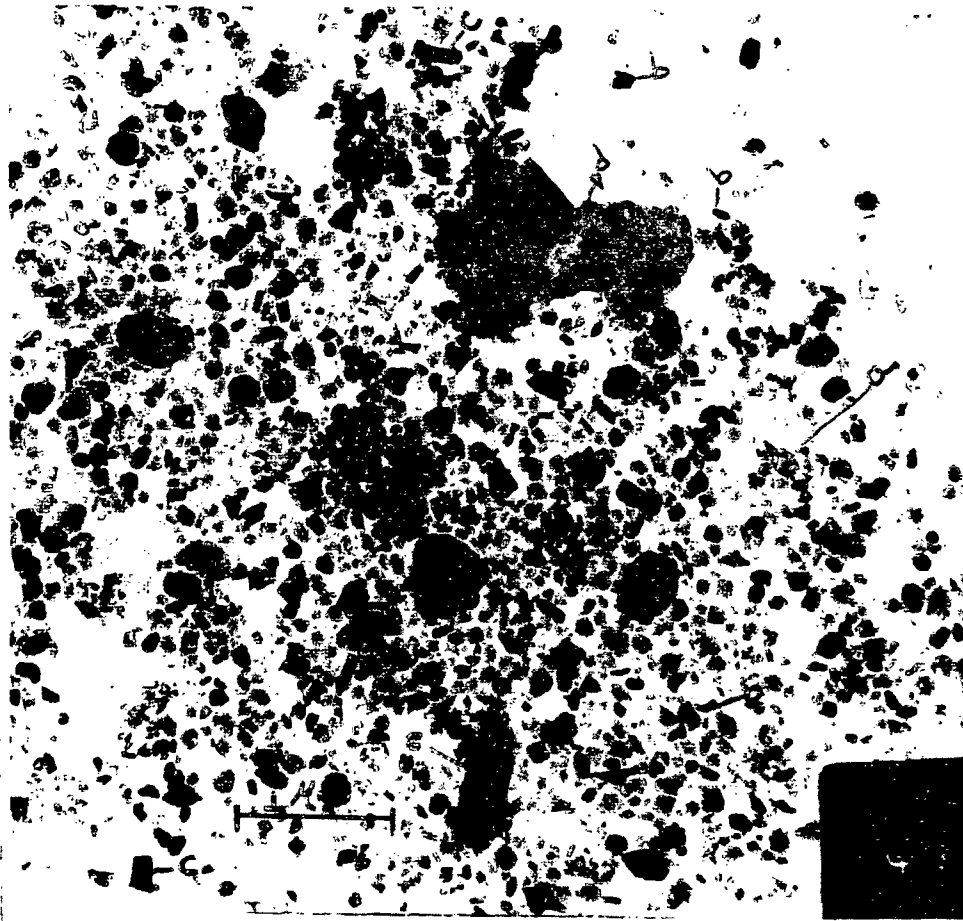
PREDOMINANCIA DE LAS ARCILLAS DEL TIPO -
DEL CAOLIN.

- a).- CAOLINITA.
- b).- METAHALOISITA.
- c).- CUARZO.



POZO NUMERO 2: NEXTIPAC, MPIO. ZAPOPAN.
HORIZONTE A: PROFUNDIDAD DE 0.00-0.40 mt.
PREDOMINANCIA DE LAS ARCILLAS DEL TIPO DEL
CAOLIN.

- a) CAOLINITA.
- b) METAHALOISITA.
- c) HALOISITA.

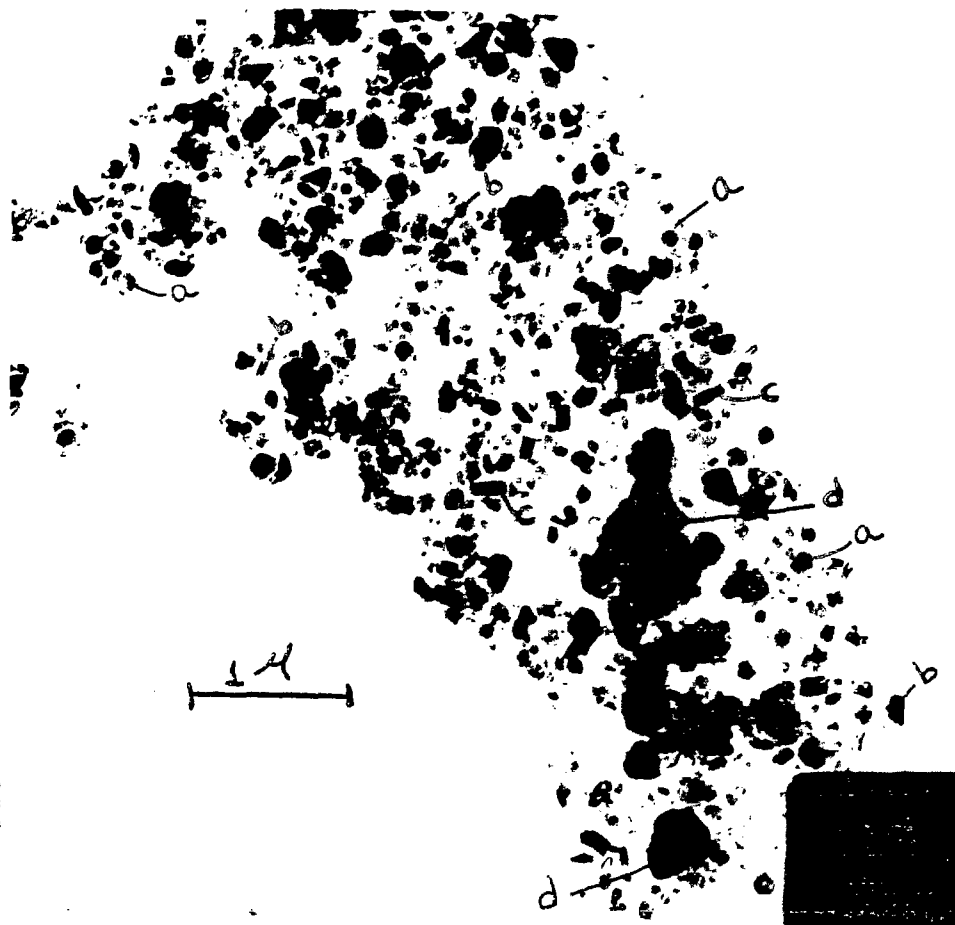


POZO NUMERO 2: NEXTIPAC, MPIO. ZAPOPAN.

HORIZONTE B: PROFUNDIDAD DE 0.40-108 mt.

PREDOMINANCIA DE LAS ARCILLAS DEL TIPO -
DEL CAOLIN.

- a).- CAOLINITA.
- b).- METAHALOISITA.
- c).- HALOISITA.
- d).- ILITA.
- e).- CUARZO.



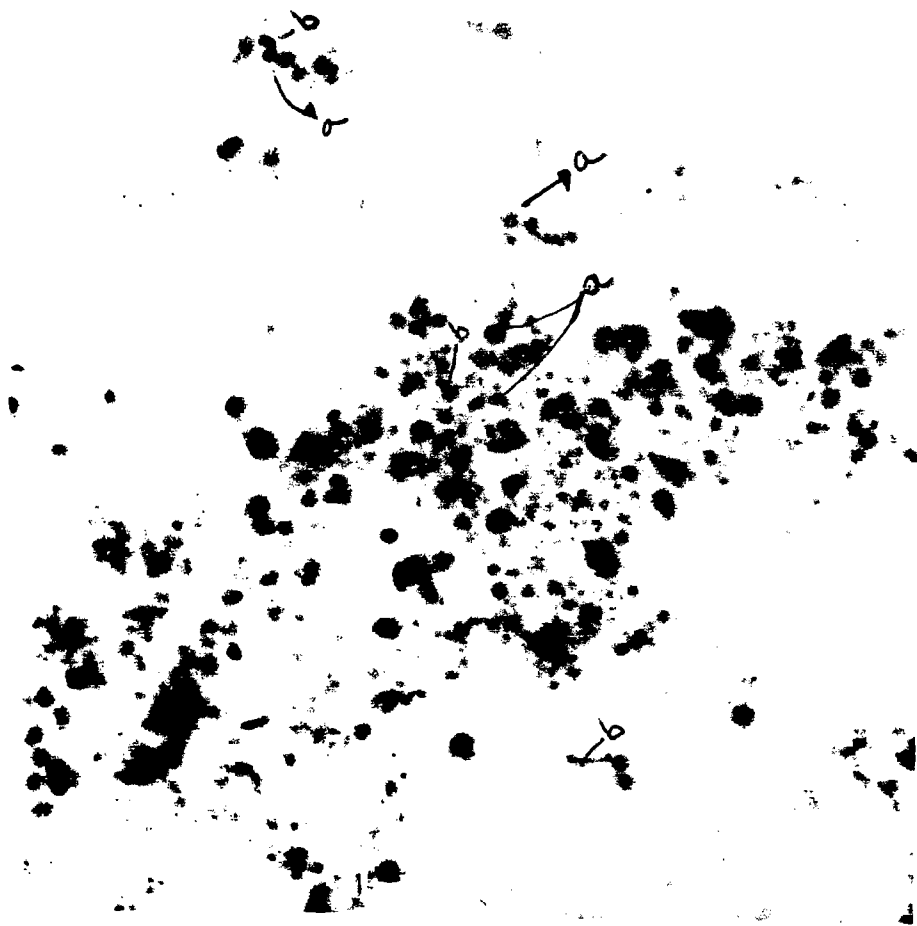
POZO NUMERO 2: NEXTIPAC, MPIO.ZAPOPAN.
HORIZONTE C: PROFUNDIDAD DE 108-200 mt.
PREDOMINANCIA DE LAS ARCILLAS DEL TIPO-
DEL CAOLIN.

- a).- CAOLINITA.
- b).- METAHALOISITA.
- c).- HALOISITA.
- d).- CUARZO.



POZO NUMERO 2: NEXTIPAC, MPIO. ZAPOPAN.
HORIZONTE C: PROFUNDIDAD DE 108-200 mt.
PREDOMINANCIA DE LAS ARCILLAS DEL TIPO-
DEL CAOLIN.

- a).- CAOLINITA.
- b).- METAHALOISITA.
- c).- HALOISITA.
- d).- CUARZO.



POZO NUMERO 3: LAS AGUJAS, MPIO. ZAPOPAN.

PROFUNDIDAD DE 0.00-0.10 mt.

PREDOMINANCIA DE LAS ARCILLAS DEL TIPO --
DEL CAOLIN.

a).- CAOLINITA.

b).- METAHALOISITA.



POZO NUMERO 3: LAS AGUJAS, MPIO. ZAPOPAN.
PROFUNDIDAD DE 0.10-0.20 mt.

PREDOMINANCIA DE LAS ARCILLAS DEL TIPO --
DEL CAOLIN.

- a).- CAOLINITA.
- b).- METAHALOISITA.
- c).- OXIDOS DE SILICIO.
- d).- CUARZO.



POZO NUMERO 3: LAS AGUJAS, MPIO. ZAPOPAN.

PROFUNDIDAD DE 0.40-0.50 mt.

PREDOMINANCIA DE LAS ARCILLAS DEL TIPO --
DEL CAOLIN.

a).- CAOLINITA.

b).- METAHALOISITA.

c).- CUARZO.



POZO NUMERO 3: LAS AGUJAS, MPIO. ZAPOPAN.

PROFUNDIDAD DE 0.50-0.60 mt.

PREDOMINANCIA DE LAS ARCILLAS DEL TIPO --
DEL CAOLIN.

- a).- CAOLINITA.
- b).- METAHALOISITA
- c).- ILITA.
- d).- CUARZO.



POZO NUMERO 3: LAS AGUJAS, MPIO. ZAPOPAN.

PROFUNDIDAD DE 0.60-0.70 mt.

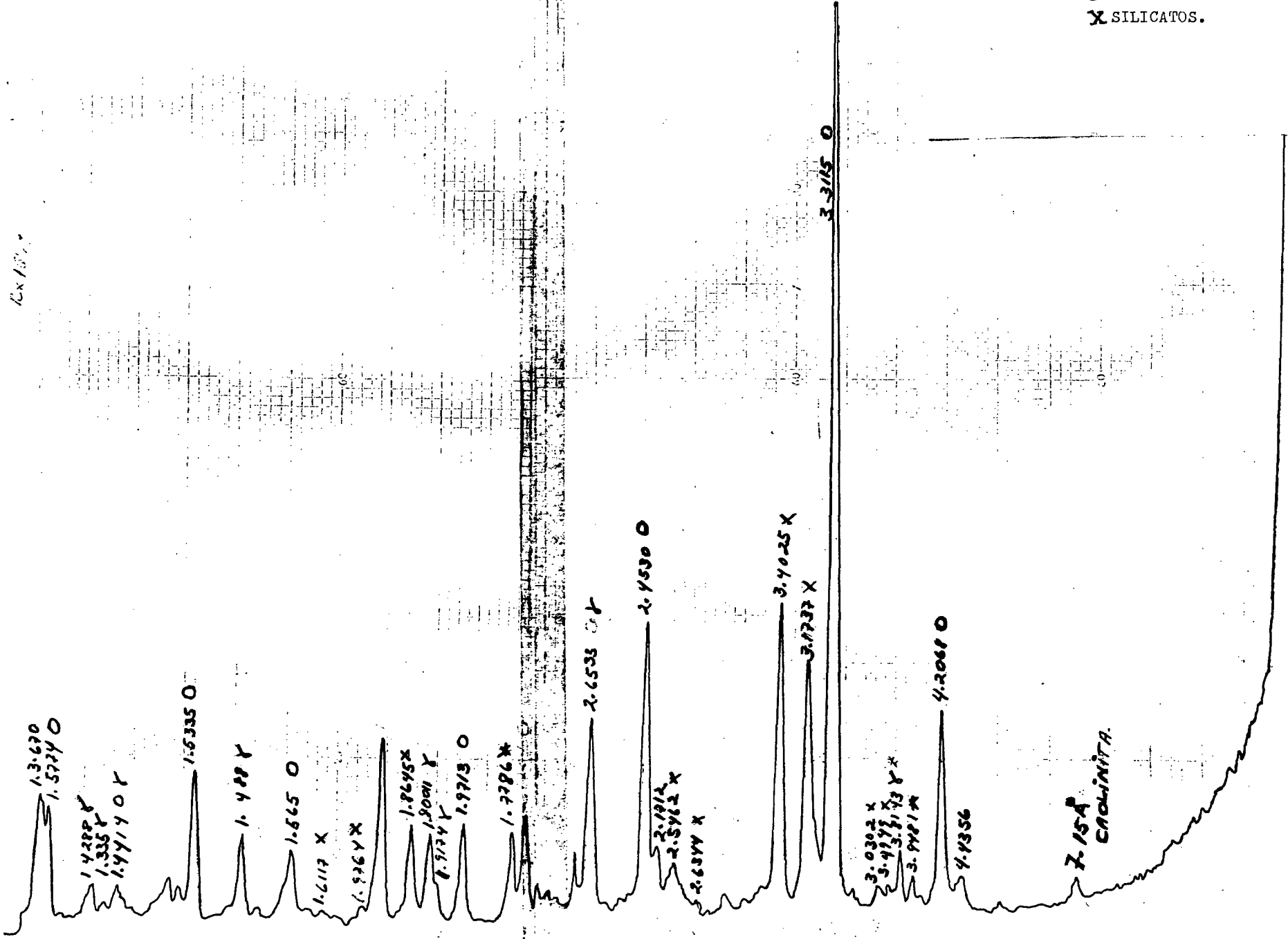
PREDOMINANCIA DE LAS ARCILLAS DEL TIPO--

DEL CAOLIN.

- a).- CAOLINITA.
- b) METAHALOISITA.
- c).- CUARZO.

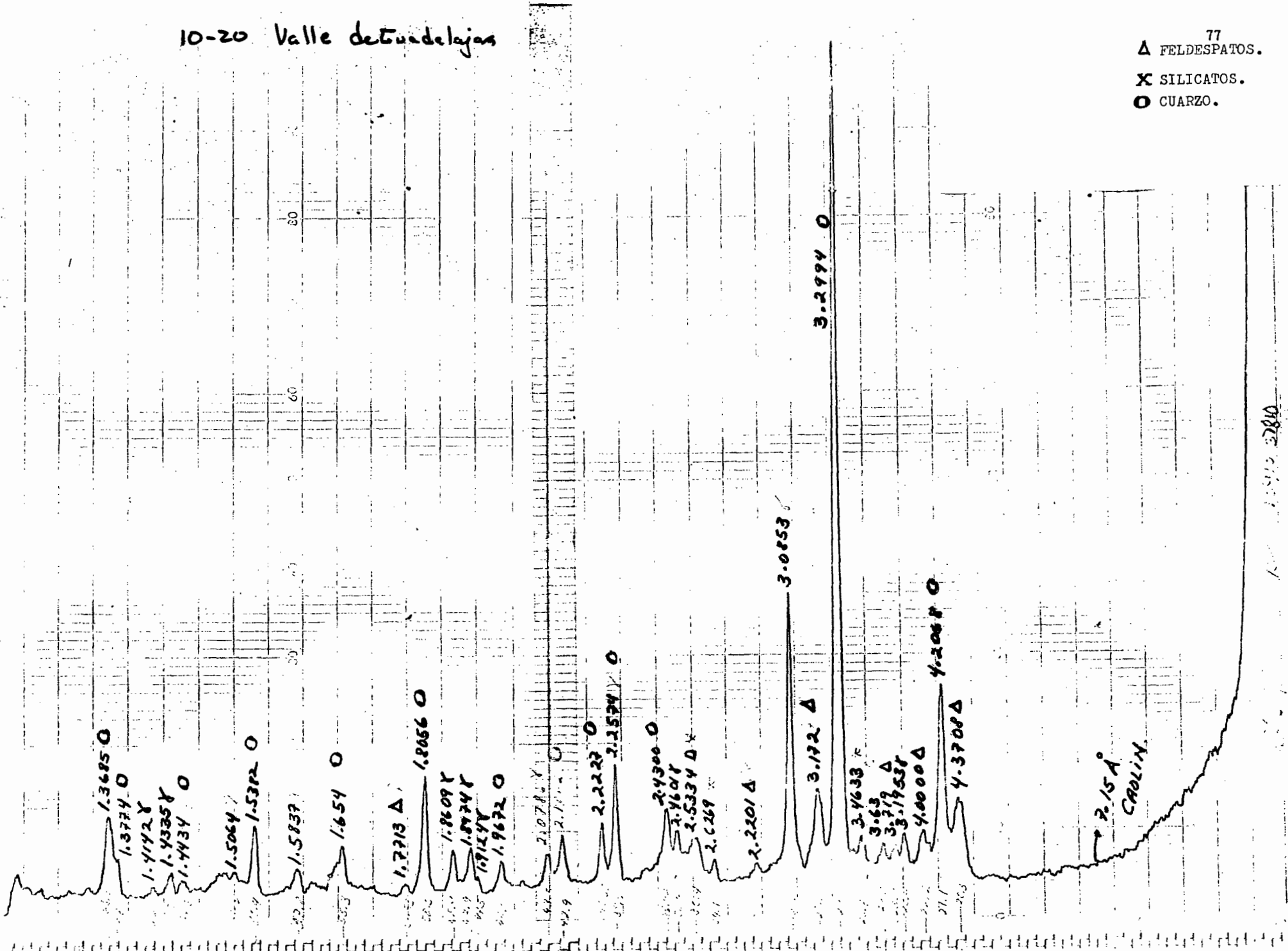
6.4.- RESULTADOS DE DIFRACCION DE RAYOS X.

DEL POZO NUMERO 3.



10-20 Valle de Guadalupe

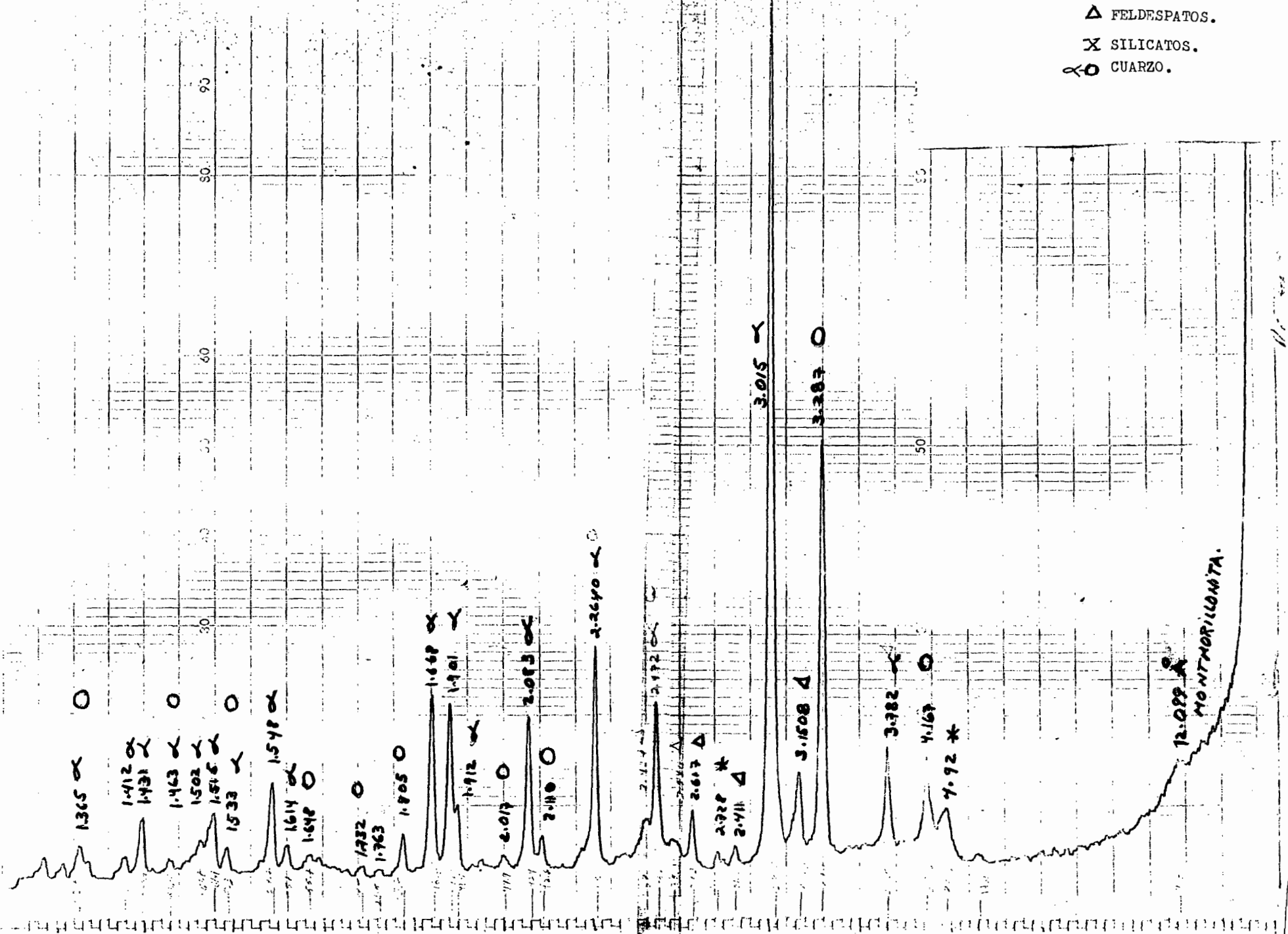
77
 Δ FELDESPATOS.
 X SILICATOS.
 O CUARZO.



10-20 Valle de Guadalupe

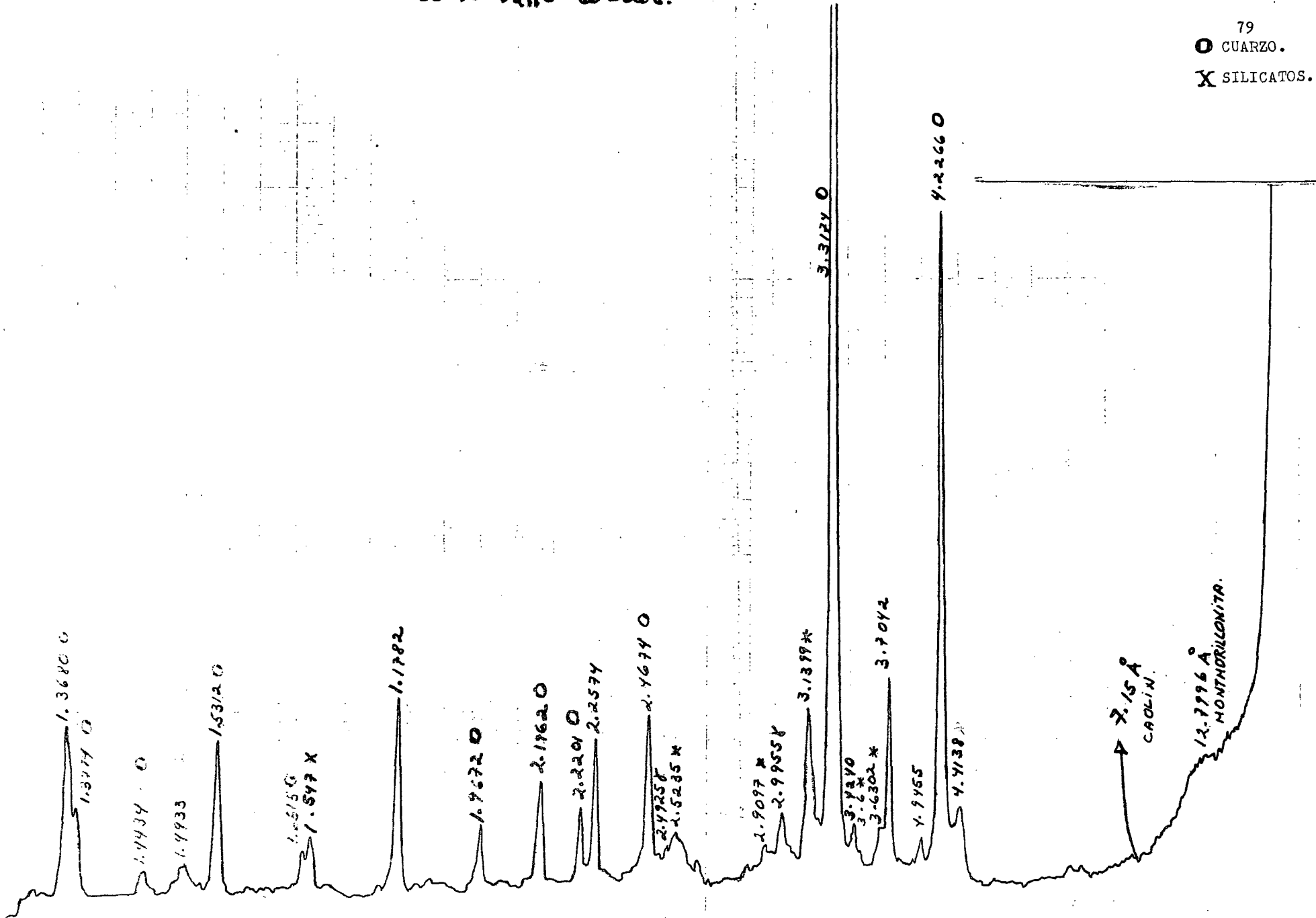
30-40 Valle de Guad.

Δ FELDESPATOS.
 X SILICATOS.
 ○ CUARZO.



60-70 Valle de Guad.

79
O CUARZO.
X SILICATOS.



120-130 W/LK D.C.

1.3625 O

1.3756 O

1.4142 X

1.4315 X

1.44 " O

1.4933 X

1.5153 X

1.5312 O

1.5912 X

1.6142 X

1.6575 O

1.6597

1.8056 O

1.857 X

1.8937 X

1.9104 X

1.9632 O

2.1105 O

2.2201 O

2.2574 O Y

2.4838 O

2.4 X

2.5265 *

2.6047 *

2.7230 *

*

3.0153 X

3.1508 Δ

3.3236 O

3.6302 *

3.7828

3.9481 X

4.1872 O

4.4138 *

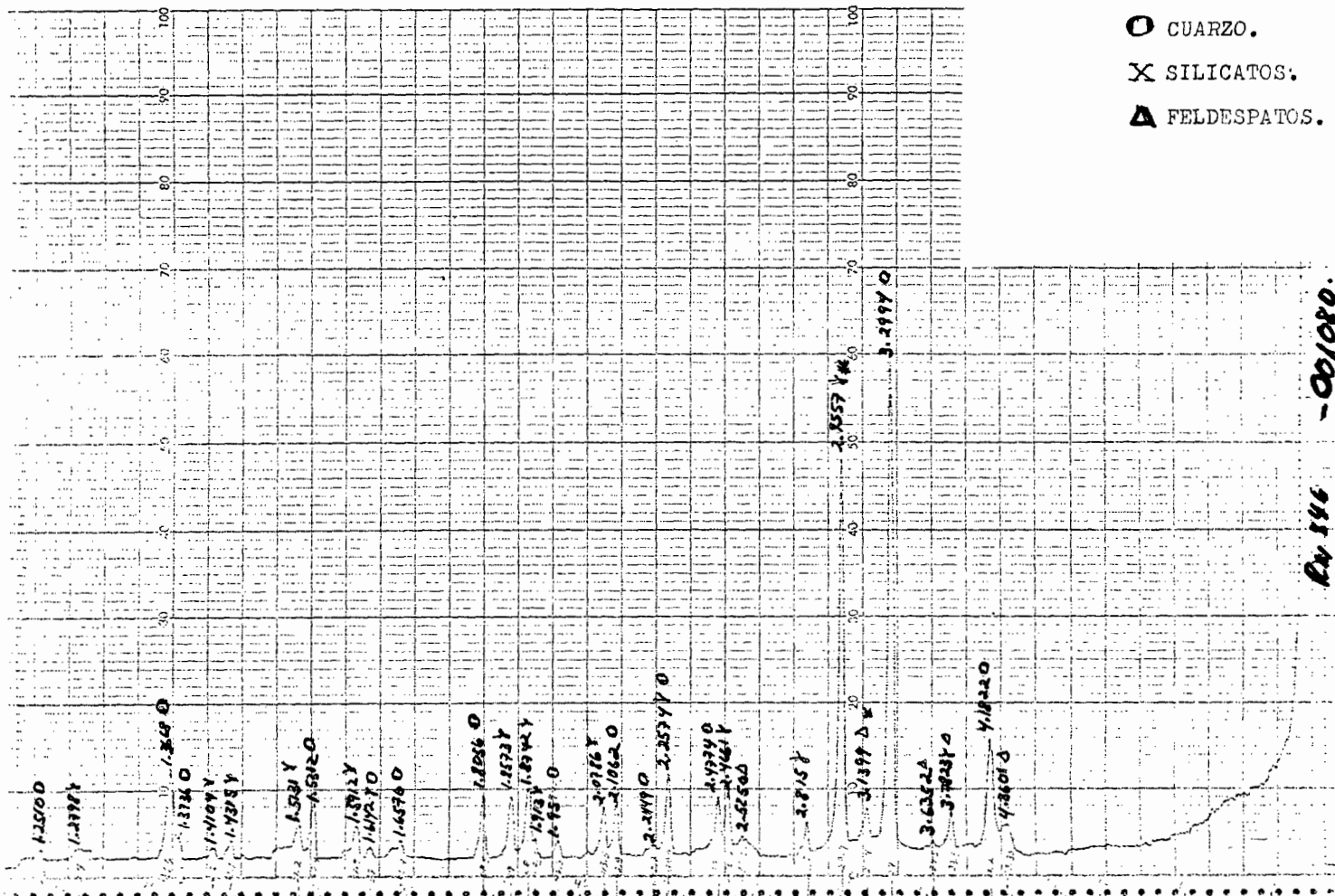
6.2317 *

7.15 A
CAROLIN

X SILICATOS.

O CUARZO.

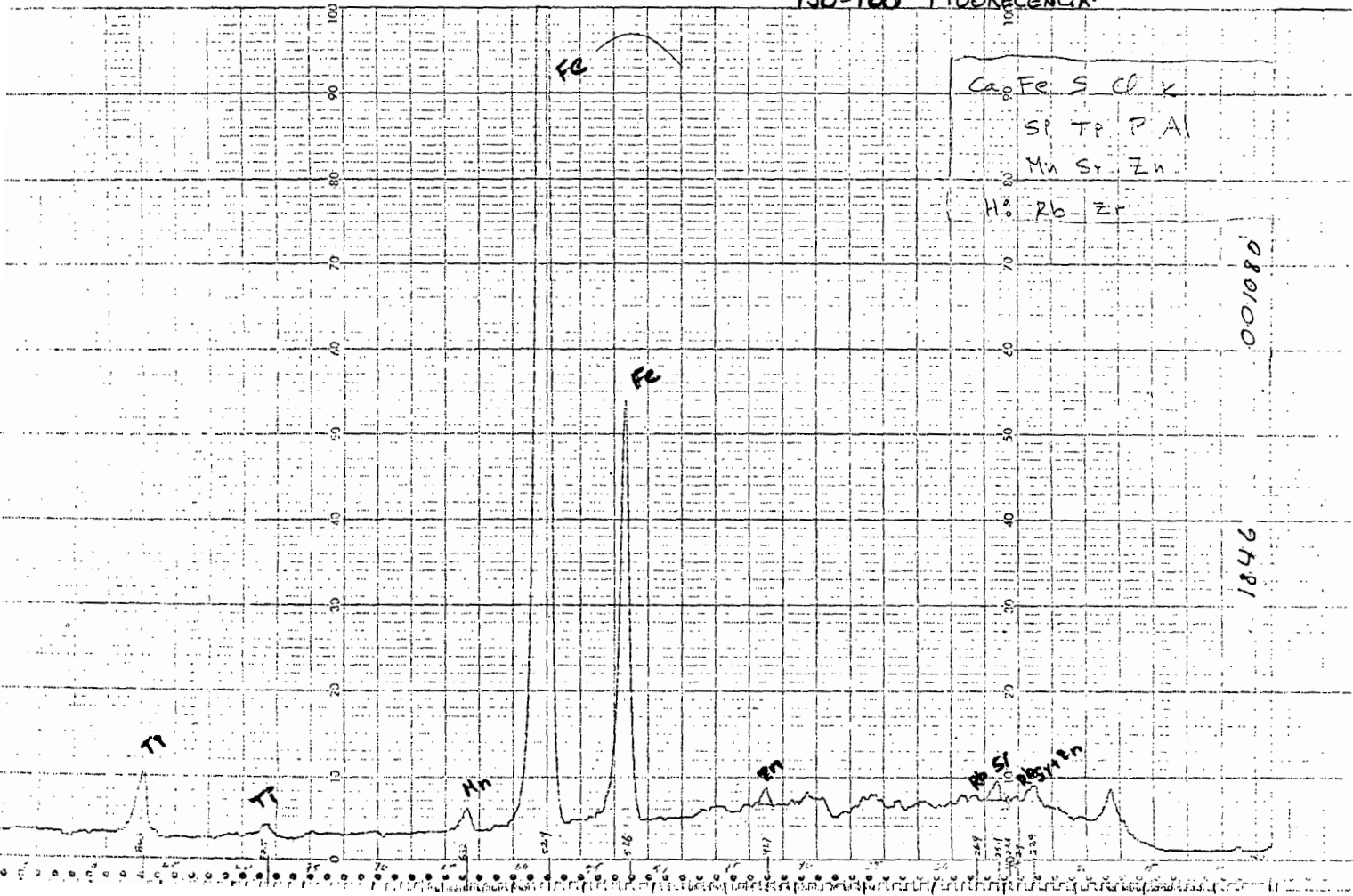
150-160 Valle de G.



- CUARZO.
- × SILICATOS.
- △ FELDESPATOS.

Rx 146 - 001080.

150-160 FLUORESCENCIA.



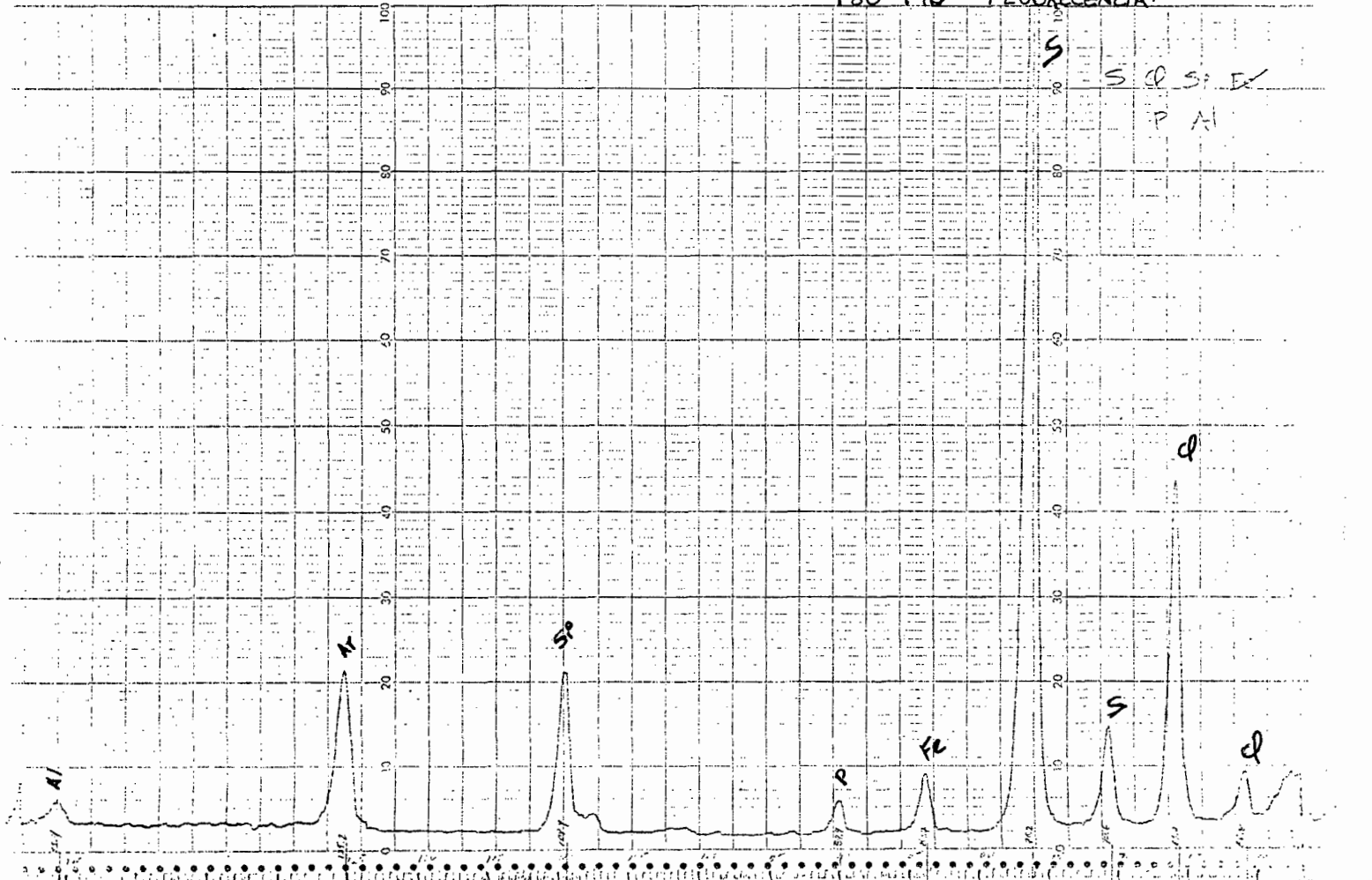
Ca	Fe	S	Cl	K
Si	Ti	P	Al	
Mn	Sr	Zn		
Hg	Rb	Zr		

1846

001080

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

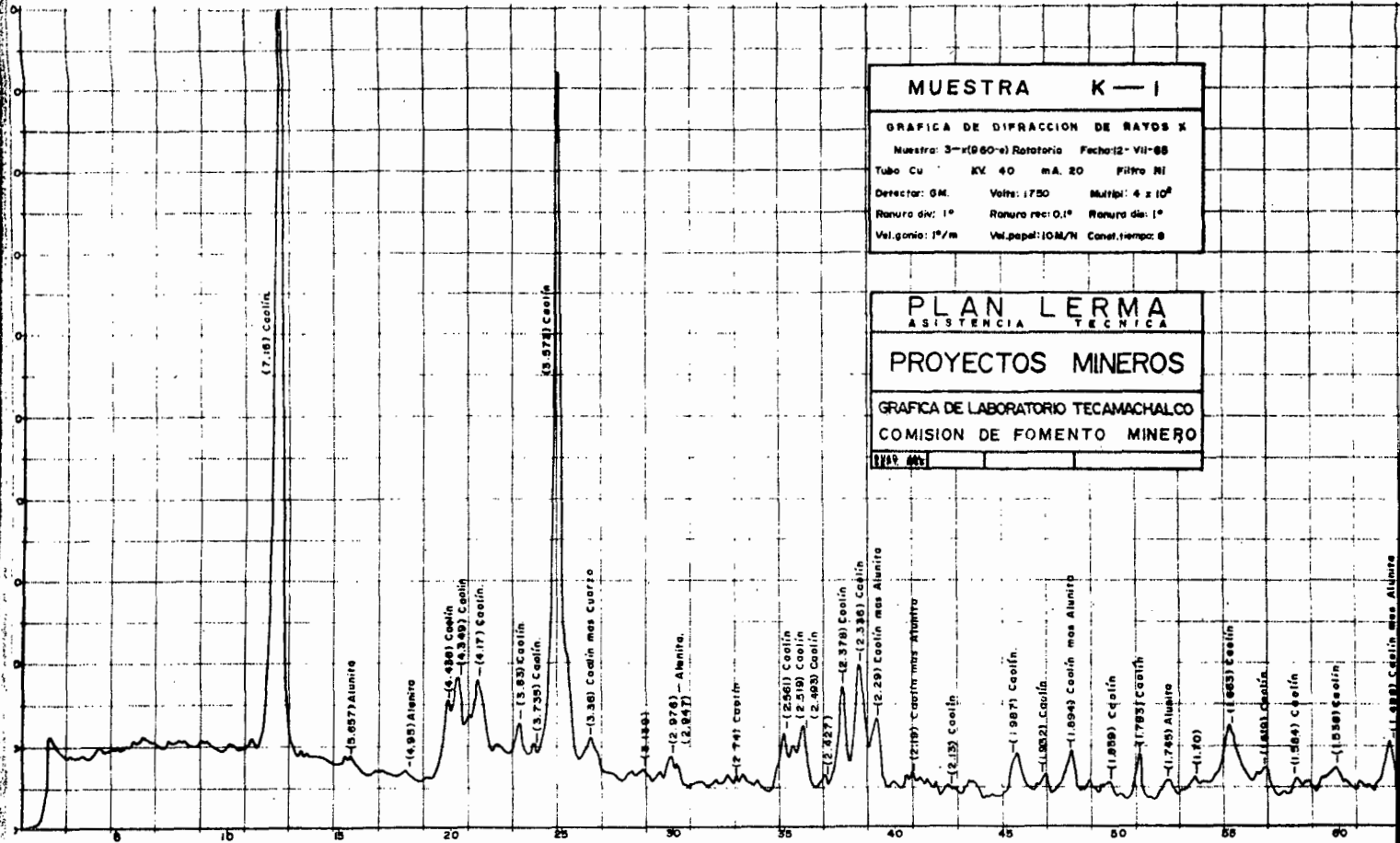
180-190 FLUORECENCIA.



S
S Q S P
P A1

Q

Q



MUESTRA K-1

GRAFICA DE DIFRACCION DE RAYOS X

Muestra: 3-x(060-a) Rotatoria Fecha: 12-VII-68
 Tubo Cu KV 40 mA 20 Filtro Ni
 Detector: GM. Volt: 1750 Multipl: 4×10^2
 Ranura div: 1° Ranura rec: 0.1° Ranura de: 1°
 Vel. gonio: $1^\circ/m$ Vel. papel: 10M/N Conel. tiempo: 8

PLAN LERMA
ASISTENCIA TECNICA

PROYECTOS MINEROS

GRAFICA DE LABORATORIO TECAMACHALCO
COMISION DE FOMENTO MINERO

1968-001

VII.- CONCLUSIONES.

Tanto por la observación de las electrónmicrografías de las arcillas, cuanto por las gráficas de difracción de rayos X de ellas se precisó que el tipo de arcilla predominante en los suelos típicos del Valle es básicamente la CAOLINITA, persistiéndose en las electrónmicrografías que su proporción con respecto a otras arcillas también presentes es sumamente elevada y las que se hallan en menor cuantía, en su mayor proporción pertenecen también al grupo de la caolinita (Haloisita, Metahaloisita).

En virtud de que la caolinita es uno de los últimos eslabones en los procesos de intemperismo pedológico, como lo demuestra la circunstancia de que se la encuentra principalmente en suelos formados en condiciones tropicales y afectados por un clima muy cálido y un lavado excesivo derivado de una pluviosidad muy abundante, aunque intercalado con períodos de sequía no parecía lógico que en un suelo joven de origen volcánico más o menos reciente se pudiera presentar esta arcilla, por lo que investigando su origen se encontró que en Santa Cruz del Astillero unos cuantos Km. al oeste de la Escuela de Agricultura y dentro del mismo Mpio. de Zapopan se formó un depósito de caolin originado por acción HIDROTERMAL que se aloja sobre rocas eruptivas de composición riolítica y que actualmente se halla inclusive en explotación industrial. Como esté existen al decir de algunos geólogos que fueron consultados, (Ing. Luis Basich Leija, Ing. Arturo Abril Corbus), condiciones geológicas estructurales favorables para que puedan existir otros muchos depósitos dentro del área y lo que -

sí se hace claramente evidente es que la caolinita y arcillas afines que se encontraron en los suelos, son de origen geológico.

El Sr. Ing. Luis Basich Leija me proporcionó en un -- trabajo efectuado por el PLAT un análisis de difracción de rayos X del mencionado caolin de Santa Cruz del Astillero cuya copia se incluye en esta tesis en la pagina No. 86.

Como conclusión final se llegó a la de que a este grupo de "Suelos característicos del Edo." se le conserve la denominación de Suelos Arenosos de Origen Volcánico del Valle - de Guadalajara, dadas sus características tan propias. Siendo esta circunstancia también de valor, puesto que nos permite - separarlos de las clasificaciones usuales en los que ya antes se habían incluido.

VIII.- RECOMENDACIONES.

Es de señalarse que por sus características este suelo, se asemeje mucho en su comportamiento a suelos tropicales desarrollados, en los que el proceso básico para mantener e incrementar su fertilidad, está íntimamente ligado al acopio que puedan hacer de materia orgánica, ya que esta además de proporcionarles riqueza intrínseca los provee de coloides orgánicos con una alta capacidad de intercambio catiónico y de un alto poder de retención de agua. Puesto que los coloides propios de los suelos tropicales, como el grupo de la caolinita poseen una muy baja capacidad de intercambio catiónico, así como una muy baja retención de agua.

Por lo tanto en estos suelos la práctica esencial para el mantenimiento e incremento de la fertilidad es la incorporación de materia orgánica en cualquiera de sus formas y como nuestro suelo como los suelos tropicales desarrollados es de carácter ácido es también muy importante para su fertilidad la corrección de este factor.

Estas prácticas aunadas a una fertilización conveniente, proporciona el esquema del manejo adecuado de estos suelos.

B I B L I O G R A F I A

- Beutelspacher, H. y Van Der Marel, H.W. 1968 - Atlas of electron microscopy of clay minerals and their admixtures a picture Atlas. Ed. Elsevier publishing company. Amsterdam. p.p. 42-272.
- Fassbender, H.W. 1975. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina.- Ed. IICA. Turrialba Costa Rica. pp. 20-152.
- Ishizuka, y Black C.A. 1980 Suelos derivados de cenizas volcánicas. Cap. I y II Ed. CIMMYT. México. pp 1-14
- López, R.E. 1980. Geología General Tomo I Cap.- VI, VII, VIII. Ed. Escolar. México. - pp. 48-216.
- Millot, G. 1979. La arcilla Scientific American (33). pp. 46-58.
- Ortiz, V.B. 1973. Edafología. Patena A.C. Chapingo. México. pp. 109-227.
- Ortiz Monasterio, R. 1951. Informe Parcial del Estudio Agrológico Regional del Valle de Guadalajara.
- Ortiz Monasterio, R. 1953. Bases Técnicas del Plan Jalisco.
- Plan Lerma Asistencia Técnica. 1966. Proyecto de Industrialización de Caolines -- del Tipo de Santa Cruz del Astillero. Jalisco.

- Plan Lerma Asistencia Técnica. Meteorología Boletín
No. 3. 1967. pp. 4-22; 207-209.
- Rankama, K. y Sahama. G.Th. 1954. Geoquímica. Cap.-
XX. Ed. Aguilar S.A. Madrid. pp. 512-518
- Robinson, W. G. 1967. Los Suelos. Cap. III,IV,V,VI,
VII. Ed. Omega S.A. Barcelona. pp. 48-216
- Rzedowski, J. y Mc. Vaugh. 1966. La Vegetación de -
Nueva Galicia. Universidad de Michigan.-
pp. 45-52.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Cap. 15 -
Ed. Limusa. México. pp. 215-235.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981. ---
Síntesis Geográfica de Jalisco.