

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS
OFICINA REGIONAL POPAYAN
POPAYAN

CLASIFICACION QUIMICA Y MINERALOGICA DE ROCAS IGNEAS

Por:
Heyley Vergara
1979

CONTENIDO:

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCION.....	1
CLASIFICACION DE ROCAS IGNEAS.....	2
Clasificación Mineralógica.....	2
Clasificación de Streckeisen.....	3
Rocas Plutónicas.....	3
Rocas Volcánicas.....	6
Rocas Ultramáficas.....	10
Rocas Gabroides.....	10
Clasificación de Travis.....	13
Rocas Porfiríticas.....	14
Variedades de Rocas.....	16
Clasificación Química.....	18
Sistemas Normativos.....	18
Norma CIPW.....	19
Norma de Rittmann.....	19
Comparación y Aplicación de la Norma de Rittmann y la CIPW.....	19
CONCLUSIONES.....	22
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	29

ILUSTRACIONES

Figura 1. Clasificación de Streckeisen, para Rocas Plutónicas	4
Figura 2. Clasificación de Streckeisen, para Rocas Volcánicas	8
Figura 3. Clasificación para Rocas Ultramáficas.....	11
Figura 4. Clasificación para Rocas Gabroides.....	12
Figura 5. Clasificación de Travis, para Rocas Igneas.....	15

TABLAS

	pag.
Tabla A. Nomenclatura de rocas ígneas intrusivas.....	5
Tabla B. Nomenclatura de rocas volcánicas.....	7
Tabla C. Clasificación de las rocas volcánicas de los campos 9 y 10.....	9
Tabla 1. Análisis químicos de rocas volcánicas.....	20
Tabla 2. Resultados en base a la norma CIPW.....	20
Tabla 3. Resultados en base a la norma de Rittmann...	20

ANEXOS

Anexo 1. Cálculo de la norma CIPW.....	23
Anexo 2. Cálculo de la norma de Rittmann..... (Anexión pendiente)	28

RESUMEN

Las rocas ígneas se pueden clasificar a partir del porcentaje y tipo de minerales reales (análisis modal) y/o a partir, según el caso, del porcentaje y tipo de minerales teóricos (análisis normativo).

La clasificación mineralógica se hace en base de minerales reales, índice de color y textura, con los cuales puede asignarse a la roca su nombre distintivo.

Cuando no se pueda hacer una clasificación modal, en razón de la textura muy fina de la roca, se puede hacer una clasificación química. Esta se obtiene a partir de análisis químicos, cuyos resultados son tratados por análisis normativos (Norma CIPW ó Norma de Rittmann), obteniéndose una serie de minerales teóricos o normales.

Los resultados obtenidos de los análisis modales, lo mismo que los resultados de los análisis normativos, según el caso, son llevados a los sistemas conocidos para clasificación de rocas ígneas.

INTRODUCCION

Se exponen de manera general, las clasificaciones mineralógicas de las rocas ígneas de uso más común, como son las de Streckeisen, A y la de Travis, Russell. Con algún detalle se presenta la clasificación de las rocas volcánicas que conforman los campos 9 y 10, del diagrama de doble triángulo de Streckeisen.

La segunda parte del trabajo trata: la clasificación química de las rocas volcánicas, los dos sistemas de análisis normativos más importantes y, la forma como se clasifica una roca volcánica, a partir del porcentaje y tipo de minerales normativos (teóricos).

CLASIFICACION DE ROCAS IGNEAS

Las rocas ígneas se pueden clasificar básicamente de dos maneras:

Clasificación Mineralógica. - Es un análisis modal que toma en cuenta el porcentaje en volúmen de los minerales que constituyen la roca, textura e índice de color (porcentaje de máficos = IC).

Clasificación Química. - Es una clasificación hecha en base a los minerales teóricos obtenidos a partir de análisis normativos. La base de esta clasificación son los resultados de análisis químicos.

Clasificación Mineralógica

Es en términos generales, una clasificación de las rocas por medio de nombres distintivos, con el fin de comunicar, comparar y describir.

Normalmente, la clasificación mineralógica está basada en los siguientes variables:

- Porcentaje y tipo de feldespatos.
- Porcentaje de cuarzo, feldespatoides u olivino.
- Porcentaje y tipo de minerales oscuros.
- Textura.

Los minerales claves para una clasificación mineralógica son:

- a) Minerales Principales. - Son los más abundantes y por lo tanto, los que le dan el nombre específico a la roca. Ej: cuarzo, ortoclasa y plagioclasa en el granito.
- b) Minerales Subordinados. - Indican la variedad de aquella roca. Ej: biotita, en un granito biotítico.
- c) Minerales Accesorios. - Son minerales poco importantes en la clasificación, formados por cristalización primaria. Ej: esfena magnetita. Por lo general en cantidad menor del 1%.

Existen diferentes clasificaciones mineralógicas para las rocas ígneas, pero se hará referencia a las más adecuadas y de uso más común, la de Streckeisen y la de Travis.

Clasificación de Streckeisen

(Tomado de STRECKEISEN, A, 1974). Es una clasificación para rocas ígneas intrusivas (Fig. 1) y para rocas volcánicas (Fig. 2), que tengan un porcentaje de minerales máficos menor del 90%. Se representan en diagramas de doble triángulo Q-A-P-F, para el cual $Q + A + P = 100\%$ ó $A + P + F = 100\%$, en volúmen por ciento.

- Q = Minerales de sílice (cuarzo, tridimita, cristobalita).
- A = Feldespatos alcalinos: ortoclasa, microclina, sanidina, pertita, anortoclasa, albita (An₀₋₅).
- P = Plagioclasa (An₅₋₁₀₀), escapolita.
- F = Feldespatoides: leucita, nefelina, sodalita, analcima, etc.
- M = Máficos y minerales relacionados (micas, anfíboles, piroxenos, olivinos, minerales opacos), accesorios (zircón, apatito, titanita, etc.), epidota, allanita, granates, melilita, monticelita, carbonatos, etc.

Rocas Plutónicas

El uso de diferentes sistemas para la nomenclatura y clasificación de rocas ígneas, hace que rocas idénticas reciban diferentes nombres. Tratando de resolver este problema, Streckeisen (1967, en STRECKEISEN, A, 1974), propuso el presente sistema de clasificación, luego de un período de intercambio de ideas con especialistas en la materia.

El sistema presentado fué aprobado por una subcomisión, nombrada por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS), reunida en Montreal en Agosto de 1972. La comisión consideró este sistema como el más adecuado, aunque de ninguna manera lo proponen como el mejor.

El diagrama de la figura 1 está hecho para rocas plutónicas, que tengan un índice de color menor de 90, a excepción de rocas gabròides. Para el uso del diagrama, se deben tener en cuenta algunas consideraciones: (STRECKEISEN, A, 1974), entre las que se destacan las siguientes:

- a) El término "granito", se usa para las rocas plutónicas que caigan dentro del campo (3). Nombres especiales como Sienogranito y monzogranito se pueden aplicar dentro de los subcampos 3a y 3b, respectivamente.
- b) Dentro del campo (2) se recomienda "granito de feldespato alcalino" como raíz principal, aunque se puede indicar la naturaleza

del feldespato alcalino presente. El término "granito alcalino" se aplica, si la roca contiene anfibol alcalino y/o piroxeno alcalino. Análogas sugerencias se recomiendan para las rocas de los campos 6*, 6 y 6'. El término alaskita, se puede emplear en los granitos de feldespato alcalino que tengan un índice de color entre 0 y 10.

- c) El término "trondjemita" (sinon: plagiogranito), se usa para tonalitas claras (IC = 0-10) que contengan oligoclasa o andesina.

Las rocas feldespatoideas se representan en el triangulo APF, como se muestra en la figura 1.

Al nombre general de la roca o nombre raíz, se le puede adicionar, el tipo de feldespatoide dominante. Por ejemplo: en el campo 10 diorita "con leucita", en el campo 11 sienita "sodalítica", o en el campo 15 reemplazar el nombre genérico "foidolita" por "nefelinita", en el caso de que sean esos los feldespatoides dominantes.

La siguiente es la clasificación y nomenclatura de acuerdo al contenido mineral modal (volumen por ciento) del diagrama de la figura 1:

- 1a Cuarzolita (silexita)
- 1b Granitoides ricos en cuarzo
- 2 Granito de feldespato alcalino
- 3 Granito
- 4 Granodiorita
- 5 Tonalita
- 6* Cuarzosienita de feldespato alcalino
- 7* Cuarzosienita
- 8* Cuarzomonzonita
- 9* Cuarzomonzodiorita/Cuarzo monzogabro
- 10* Cuarzodiorita/Cuarzogabro/Cuarzoanortosita
- 6 Sienita de feldespato alcalino
- 7 Sienita
- 8 Monzonita
- 9 Monzodiorita/Monzogabro
- 10 Diorita/Gabro/Anortosita
- 6' Sienita de feldespato alcalino con feldespatoides
- 7' Sienita con feldespatoides
- 8' Monzonita con feldespatoides
- 9' Monzodiorita con feldespatoides/Monzogabro con feldespatoides
- 10' Diorita con feldespatoides/Gabro con feldespatoides
- 11 Sienita feldespatoidea
- 12 Monzosienita feldespatoidea (sinon: plagiosienita feldespatoidea)
- 13 Monzodiorita feldespatoidea/Monzogabro feldespatoideo (ambas sinon: Essexita)

TABLA A

- 14 Diorita feldespatoidea/Gabro feldespatoideo (sinon: theralita)
 15 Foidolitas
 16 Rocas ultramáficas (ultramafitas)

El campo 15 puede incluir rocas ricas en máficos, tales como la ijolita (roca con nefelina y 30-60% de máficos).

La distinción entre diorita y gabro se basa en los criterios que se exponen a continuación (HYNDMAN, Donald, 1972).

Criterios	Gabro	Diorita
Tipo de plagioclasa	An > 50	An < 50
Rocas asociadas	piroxenitas y anortositas	Granodioritas y cuarzodioritas
Minerales máficos	clinopiroxeno u ortopiroxeno* ± olivino	hornblenda + biotita ± augita
Color de la plagioclasa	gris a gris verdosa	blanca a casi blanca

* Norita: si el piroxeno dominante es ortopiroxeno.

Rocas Volcánicas

Para las rocas volcánicas, los parámetros del doble triángulo (Q-A-P-F), son los mismos que para las rocas plutónicas y se clasifican en la misma forma.

Debido a que muchas veces la mineralogía de las rocas volcánicas es imposible de determinar al microscopio, en razón del tamaño muy fino de los cristales, es conveniente hacer un análisis químico a la roca y recalcular a un porcentaje mineralógico probable. Según Rittmann, (1963), un análisis modal a partir de los minerales que se puedan reconocer, da nombres diferentes para rocas de una misma composición química, pero que han cristalizado en condiciones diferentes. Es decir, una roca que contenga vidrio dará una composición modal diferente a otra roca que ha cristalizado completamente, a pesar de tener la misma composición química.

Según Pichler y Stengelín (1978, comunicación escrita), el empleo de la norma Rittmann para la solución de problemas petrológicos de rocas volcánicas es el más acertado, en comparación con el método normativo CIPW. Según dichos autores, por el método de la norma de-

Rittmann se obtienen clasificaciones de las rocas muy acordes con la clasificación modal, si se hace uso de la figura de doble triángulo de Streckeisen (Fig. 2).

La figura 2 se emplea para la clasificación de rocas volcánicas que tengan un índice de color menor de 90.

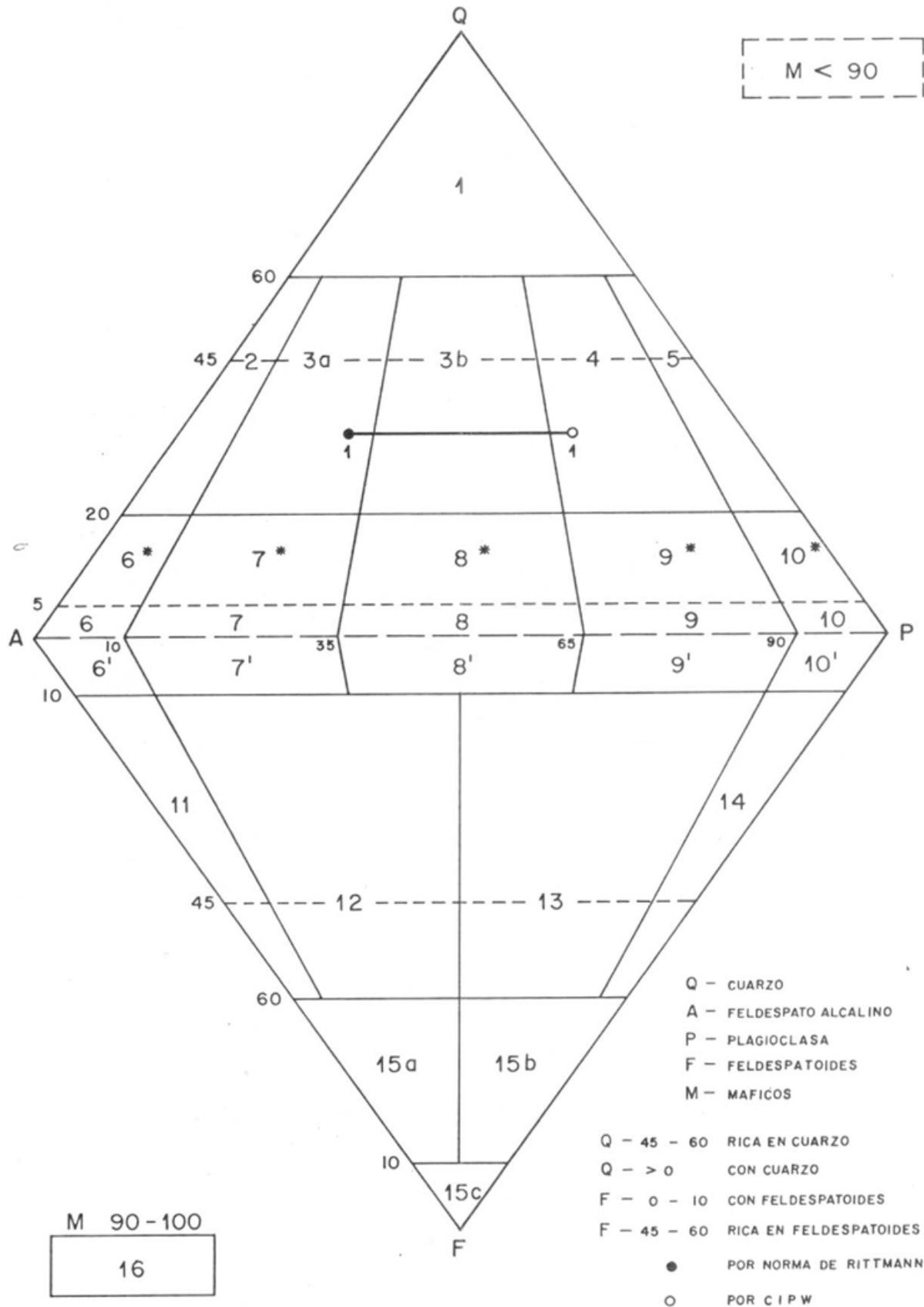
En seguida se presentan los nombres de las diferentes rocas volcánicas tomados de Hyndman, (1972), y con algunas modificaciones (ver Fig. 2):

- 2 Riolita de feldespato alcalino
- 3a Riolita
- 3b Riodacita
- 4 Dacita
- 5 Cuarzo Andesita
- 6* Cuarzotraquita de feldespato alcalino
- 7* Cuarzotraquita
- 8* Cuarzolatita
- 9* Cuarzolatianandesita/Cuarzolatibasalto
- 10* Andesita con cuarzo
- 6 Traquita de feldespato alcalino
- 7 Traquita
- 8 Latita
- 9 Latiandesita/Latibasalto
- 10 Andesita/Basalto toleítico
- 6' Traquita de feldespato alcalino con feldespatoideos
- 7' Traquita con feldespatoideos
- 8' Latita con feldespatoideos
- 9' Latibasalto alcalino
- 10' Andesita alcalina/Basalto alcalino
- 11 Fonolita
- 12 Fonolita tefrítica
- 13 Tefrita fonolítica
- 14 Tefrita (basanita = tefrita olivínica)
- 15a Fonolita feldespatoidea
- 15b Tefrita feldespatoidea
- 15c Nefelinita/Leucitita, etc.

TABLA B

Según Pichler y Stengelín (1979, comunicación escrita), en los campos 9, 10, 9*, 10*, 9' y 10' de la figura 2 está comprendida la más densa población de rocas volcánicas. Distinguen los basaltos de sus diferenciados claros (leuco basaltos), por tener estos últimos un índice de color menor de 38.

Hasta el momento (PICHLER, Hans and STENGELIN, Rudolf, 1979, comunicación escrita), los leucobasaltos son denominados Mugearitas



CLASIFICACION DE ROCAS VOLCANICAS

(Tomado de Hyndman, Donald 1972, Fig. 2 .lb, pag. 35)

FIG. N° 2

(campos 9* y 9) y Hawaiitas (campos 10* y 10 de la Fig. 2). Sin embargo, existen diferencias entre ellas, que pueden ser destacadas mediante el uso del parámetro Tao ($T = \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} / \text{TiO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5$).

En base a los parámetros Tao (T) y Sigma (σ), los cuales se definirán más adelante y, al índice de color, se pueden diferenciar los siguientes tipos de rocas dentro de los campos 9*, 9, 9', 10*, 10 y 10' de la figura 2 (PICHLER, Hans and STENGELIN, Rudolf, 1979. Comunicación escrita):

Campo	% de Q, F, Ol	IC	Nombre de la roca
9*	Q(5-20)	<38 >8 <4	Cuarzo latiandesita
9*	"	<38 <8 <4	Cuarzo mugearita toleítica
9*	"	>38 <8 <4	Cuarzo latibasalto
9	Q(0-5)	<38 >8 <4	Latiandesita
9	"	<38 <8 <4	Mugearita toleítica
9	"	>38 <8 <4	Latibasalto toleítico
9'	F(0-10)	<38 >4	Mugearita alcalina
9'	"	>38 >4	Latibasalto alcalino
10*	Q(5-20)	<38 >8 <4	Cuarzo andesita
10*	"	<38 <8 <4	Cuarzo hawaiiita toleítica
10*	"	>38 <8 <4	Cuarzo basalto toleítico
10	Q(0-5)	<38 >8 <4	Andesita
10	"	<38 <8 <4	Hawaiiita toleítica
10	"	>38 <8 <4	Basalto toleítico
10'	F(0-10)	<38 >4	Hawaiiita alcalina
10'	"	>38 >4	Basalto alcalino
10'	Ol(>10)	>38 >4	Basalto olivínico alcalino

TABLA C

$$T = \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} / (\text{TiO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5)$$

$$I = (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})^2 / (\text{SiO}_2 - 43)$$

Q = Cuarzo

F = Feldespatoides

Ol = Olivino

IC = Índice de color

Si se carece de análisis químicos, una roca volcánica finogranular se puede nombrar a partir de los minerales que se puedan reconocer. Si es por la cantidad de fenocristales, se prefiere usar el prefijo "feno" al nombre de la roca (HYNDMAN, Donald, 1972).

Se pueden usar los siguientes criterios para diferenciar entre basalto y diorita (HYNDMAN, 1972):

Criterios	Basalto	Diorita
Índice de color	> 40	< 40
Composición de la plagioclase (modal)	An > 50	An < 50
Composición de la plagioclase (normat.)	An > 50	An < 50
% de sílice (anál. Quím.)	< 52	> 52
Minerales máficos	piroxeno (augita o Hypersteno) u olivino	hornblenda o hypersteno ± augita.

Rocas ultramáficas

Según Streckeisen (1974), son las rocas con índice de color mayor de 90. Las que se componen de olivino, ortopiroxeno y clinopiroxenos se ilustran en la figura 3A. Las que se componen de olivino, piroxenos y hornblenda se ilustran en la figura 3B.

Rocas Gabroides

Las rocas gabroides (STRECKEISEN, A, 1974), compuestas de plagioclase, piroxenos y olivino se clasifican de acuerdo a la figura 4A y 4B. Las rocas gabroides que contengan ortopiroxeno y clinopiroxeno, cada

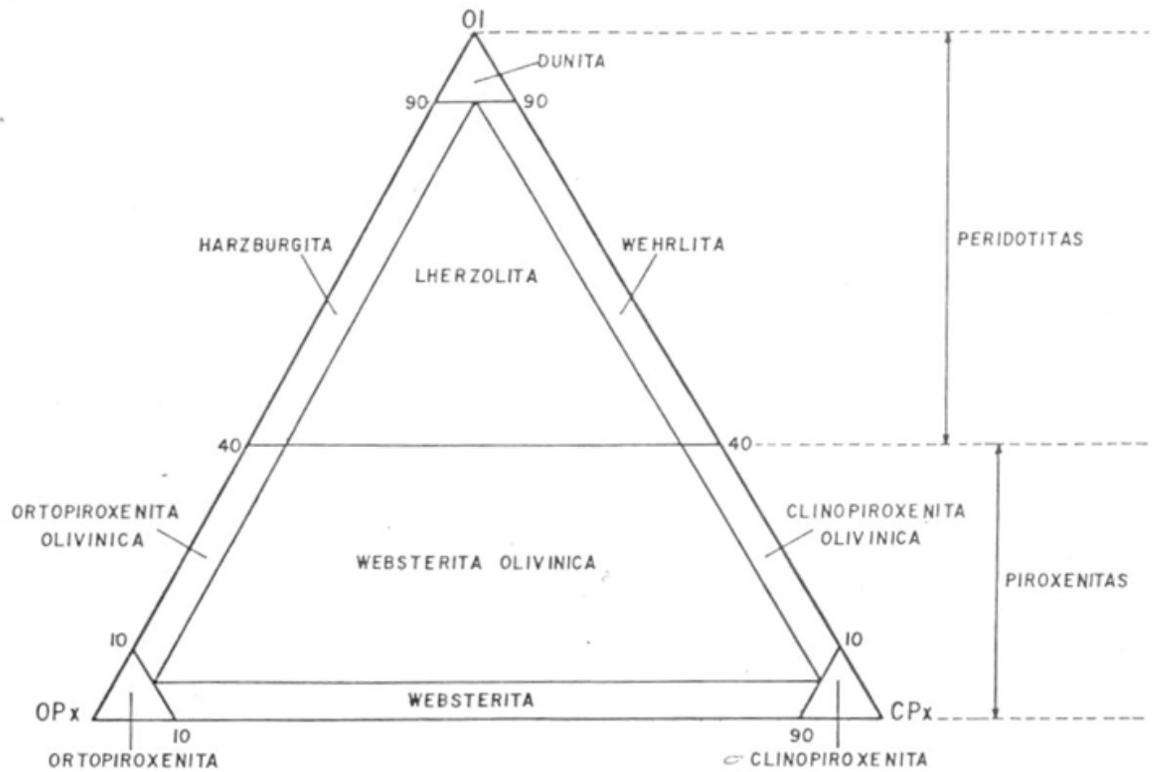


FIG. 3A: Rocas ultramáficas compuestas de olivino, ortopiroxeno y clinopiroxeno.

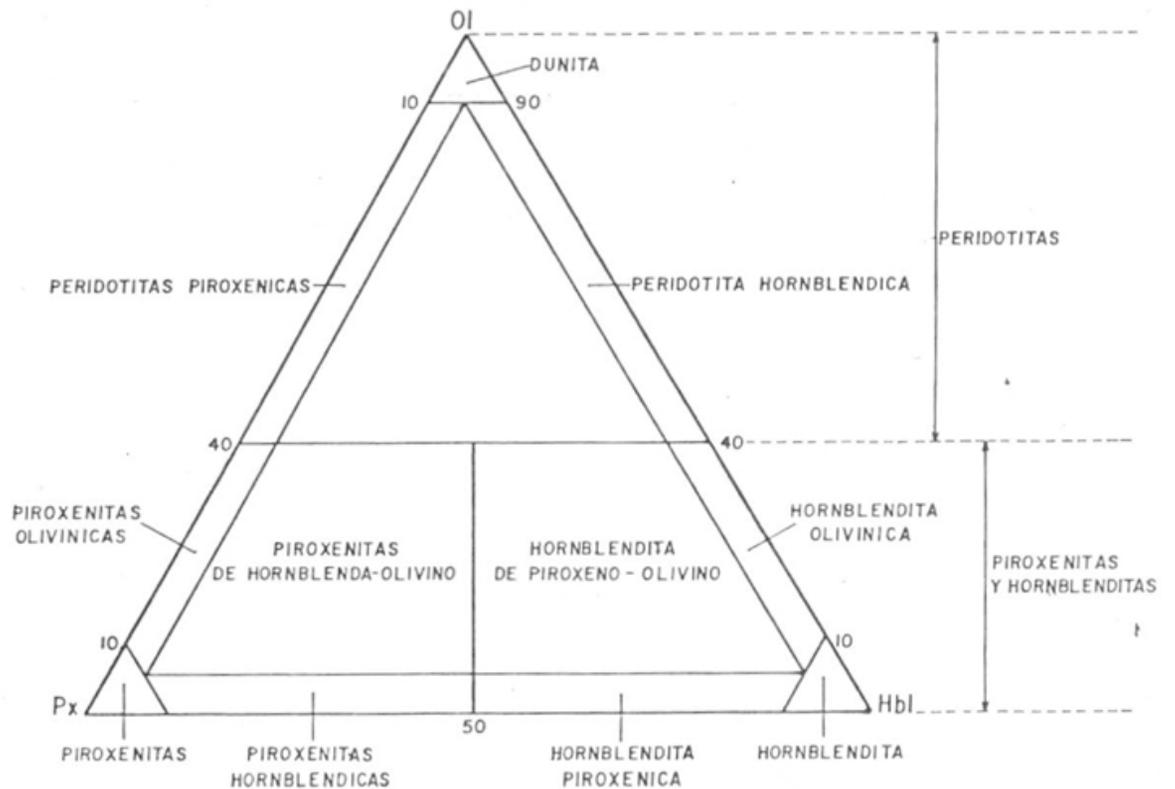


FIG. 3B: Rocas ultramáficas que contienen hornblenda

FIG. 3: CLASIFICACION Y NOMENCLATURA DE ROCAS ULTRAMAFICAS:

$OI + OPx + CPx + Hbl (+Bi + Gran. + Esp) > 95$; minerales opacos < 5

(Tomado de Streckeisen A, 1974, Fig. 2a y 2b, pag. 779)

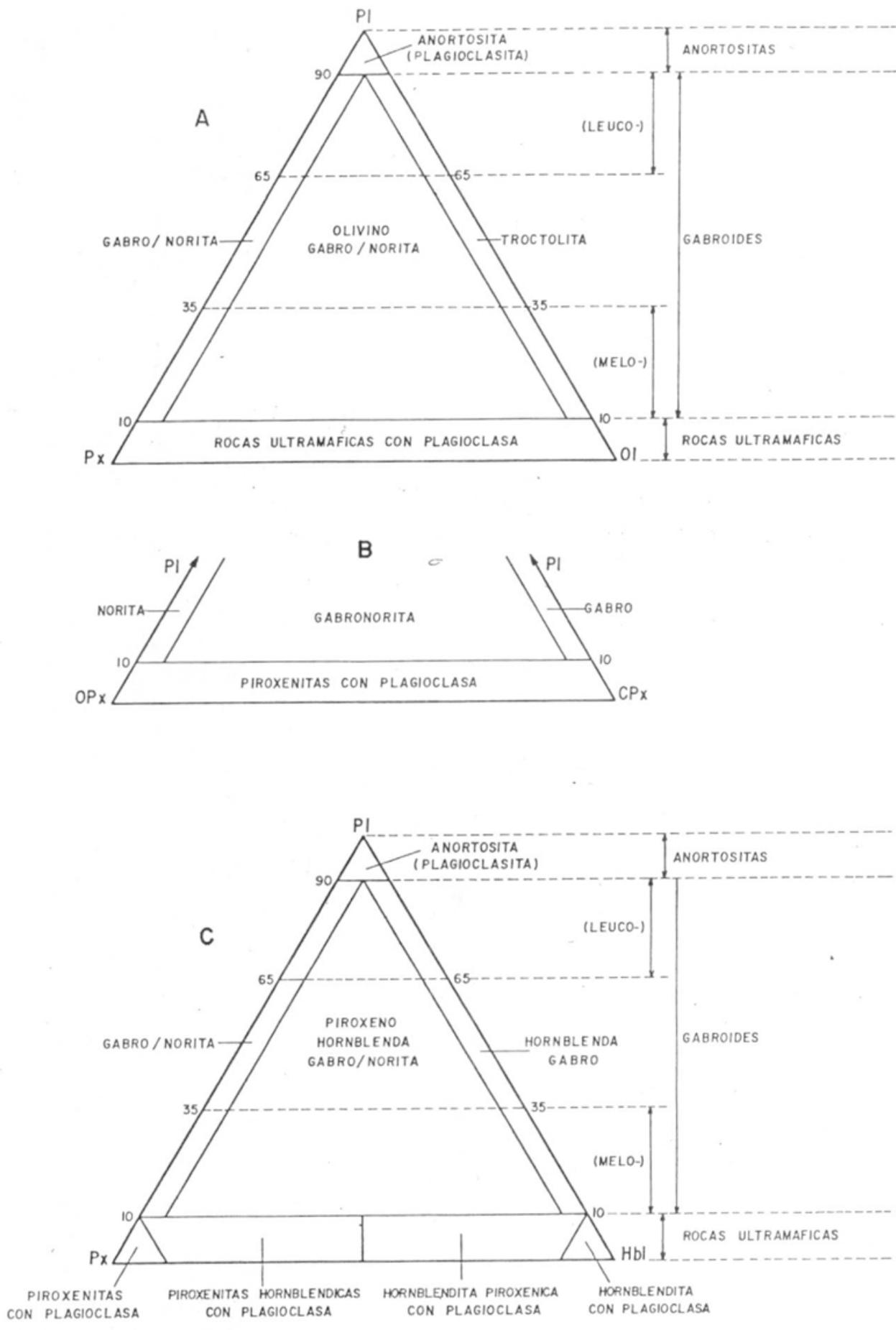


FIG 4: CLASIFICACION Y NOMENCLATURA DE ROCAS GABROIDES

(Tomado de Streckeisen A, Fig. 3a, 3b, 3c, pag. 780)

uno mayor del 5%, se denominan gabronoritas.

Las que contienen hornblenda se ilustran en la figura 4C. Las rocas gabroides con un contenido de plagioclasa entre 35-65%, se consideran normales; las que contienen más del 65% de plagioclasa se denominan leucogabros y las que contienen menos del 35% de plagioclasa, melanogabros.

Las anortositas comunes (plagioclasitas), contienen generalmente, labradorita o andesina, pero algunas contienen bytownita u oligoclasa, denominándose andesinitas u oligoclasitas, respectivamente.

El granate (gran), en las rocas ultramáficas y gabroides se denominan por ejemplo de la siguiente manera:

- granate 5% peridotita con granate
- granate 5% peridotita granatífera

mayor y menor

La espinela (esp) se trata de la misma manera.

El índice de color de una roca es igual al porcentaje de minerales oscuros o ferromagnesianos. A partir de este, se dan nombres descriptivos que se usan, generalmente, en el campo para una designación general (HYNDMAN, Donald, 1972).

Nombre	% de máficos	Indice de color
Leucocrática	< 30	0 - 30 (roca clara)
Mesotipo	30 - 60	30 - 60 (intermedia)
Melanocrática	> 60	60 - 100 (oscura)

Clasificación de Travis

Se hace la clasificación modal, la cual se lleva a la figura 5. Es un cuadro aplicable en la clasificación de rocas volcánicas, plutónicas y porfiríticas, donde se toma en cuenta los siguientes parámetros: porcentaje de cuarzo, porcentaje y tipo de plagioclasa, porcentaje de feldespato de potasio, índice de color, textura y porcentaje de feldespatoides, principalmente.

Según Travis (1955), la designación de una roca debería incluir, además del nombre, el color, alteración si la hay y minerales accesorios. Sin embargo, esta designación completa no es siempre necesaria y debe ser abreviada para facilitar su uso.

La mejor abreviación es la de adicionarle al nombre de la roca la característica más sobresaliente, Ej: granito rosado, granodiorita epidotizada, andesita amigdaloides (rasgos que la distinguen de rocas similares en el área). Muchas veces, el nombre de la roca debe ir acompañado del mineral accesorio más abundante, siempre que esté en proporción 10%; si hay dos, se nombra de primero el más abundante.

Según el IC, se puede nombrar la roca usando los prefijos Leuco- (claro) y mela (oscuro). Ej: un gabro que tenga solamente un 15% de minerales oscuros puede ser llamado Leucogabro, mientras que una diorita con más de 40% de minerales oscuros puede ser denominada Melanodiorita.

El color de las rocas afaníticas puede ser expresado por el uso de las palabras felsita y trap, para rocas claras y oscuras, respectivamente.

Rocas Porfíricas

Hay algunas convenciones especiales para nombrar las rocas porfíricas. En las áreas granito-riolita, de la Fig. 5, hay las siguientes posibilidades: granito, granito porfírico, pórfido granítico, pórfido riolítico, riolita porfídica y riolita. (TRAVIS, Russell, 1955).

Textura	Porcentaje de Fenocristales			
	<12	12 - 50	50 - 75	>75
Fanerítica	Granito o granito porfírico	Pórfido granítico	Pórfido granítico	Granito
Afanítica	Riolita o riolita porfídica	Pórfido riolítico	Pórfido granítico	Granito

Algunos geólogos objetan la aplicación del nombre "pórfido granítico" a una roca con matriz afanítica, prescindiendo de la proporción de fenocristales. Sin embargo, si una roca tiene más del 50% de constituyentes faneríticos, es lógico que se debe tener una designación fanerítica.

MINERALES ESENCIALES	FELD. DE K > 2/3 TOTAL DE FELD.			FELD. DE K 1/3 - 2/3 TOTAL DE FELD.			PLAGIOCLASA > 2/3 TOTAL DE FELDESPATOS					POCO O SIN FELDESPATOS		TIPOS ESPECIA- LES	
	Qz > 10 %	Qz < 10 % FOIDES < 10 %	FOIDES > 10 %	Qz > 10 %	Qz < 10 % FOIDES < 10 %	FOIDES > 10 %	FELD. K > 10 % TOTAL FELD.	FELD. K < 10 % TOTAL DE FELD		PIROXENO, URALITA, OLIVINO ADEMAS: HORNBL, BIOTITA, Qz, AEGI- RINA, ANFIBOLES SODICOS.	PRINCIPALMENTE PIROXENO Y/O OLIVINO	PRINCIP. FERROMAG. Y FOIDES			
								PLAGIOCLASA SODICA Qz > 10 % FOIDES < 10 %	PLAGIOCLASA CALCICA FOIDE > 10 % PIROX. > 10 %						
MINERALES ACCESORIOS CARACTERISTICOS	HORNBLENDA, BIOTITA, PIROXENO, MOSCOVITA ADEMAS: ANFIBOLES SODICOS, AEGIRINA, SO- DALITA, TURMALINA.													HORNBLENDA BIOTITA OXIDOS DE Fe	
INDICE DE COLOR	10	15	20	20	25	30	20	20	20	25	50	60	95	55	PEGMATITA
EQUIGRANULAR FANERITICA	GRANITO	SIENITA	SIENITA NEFELINICA	CUARZO MONZONITA (ADAMELITA)	MONZONITA	MONZONITA NEFELINICA	GRANODIORITA	CUARZODIORITA TONALITA	DIORITA	GABRO	TERALITA	PERIDOTITA	①		APLITA
MATRIZ FANERITICA	PORFIDO GRANITICO	PORFIDO SIENITICO	PORFIDO SIENITICO NEFELINICO	PORFIDO CUARZO MONZONITICO	PORFIDO MONZONITICO	PORFIDO MONZONE- FELINICO	PORFIDO GRANODIORITICO	PORFIDO CUARZO- DIORITICO	PORFIDO DIORITICO	PORFIDO GABROICO	DIABASA	PORFIDO PERIDOTITICO			LAMPROFIRO
MATRIZ AFANITICA	PORFIDO RIOLITICO	PORFIDO TRAQUITICO	PORFIDO FONOLITICO	PORFIDO CUARZO LATITICO	PORFIDO LATITICO	PORFIDO LATITICO NEFELINICO	PORFIDO DACITICO	PORFIDO ANDESITICO	PORFIDO ANDESITICO	PORFIDO BASALTICO		PORFIDO TEFRITICO			
MICROCISTALINA AFANITICA	RIOLITA	TRAQUITA	FONOLITA	CUARZO LATITA	LATITA	LATITA NEFELINICA	DACITA	ANDESITA	BASALTO	TEFRITA		PORFIDO LIMBURGITICO	②		TRAP FELSITA
VITREA	OBSIDIANA PITCHSTONE VITROFIRO PERLITA POWEEZ ESCORIA														

FELD: FELDESPATOS Qz: CUARZO FOIDES: FELDESPATOIDES PIROX: PIROXENOS HORNBL: HORNBLENDA

FIG 5: CLASIFICACION DE LAS ROCAS IGNEAS
(Russell B. Travis)

Variedades de Rocas

A continuación se darán algunas variedades de rocas, del cuadro de la Fig. 5 (TRAVIS, Russell, 1955):

Granito

Alaskita:	pocos minerales oscuros.
Granito gráfico:	textura gráfica.
Granito alcalino:	abundante albita y anfibol sódico o piroxeno.
Charnockita:	con ortopiroxeno.
Luxulianita:	turmalinizada.

Sienita

Sienita cuarzosa:	con algo de cuarzo.
Sienita alcalina:	sin plagioclasa, excepto albita.
Pulaskita:	con algo de nefelina.
Larvikita:	con feldespato azul.
Shonkinita:	con abundancia de minerales y ferromagnesianos.

Sienita Nefelínica

Sienita leucítica:	seudoleucita como único feldespatoide.
Sienita sodalítica:	sodalita como único feldespatoide.
Foyaita:	abundantes feldespatos.
Malignita:	abundantes minerales ferromagnesianos.
Ditroitita:	con nefelina y sodalita.

Gabro

Gabro:	con clinopiroxeno.
Norita:	con ortopiroxeno.
Gabro olivínico:	con olivino.
Troctolita:	solamente con olivino y plagioclasa.
Anortosita:	solamente con plagioclasa.
Gabro cuarzoso:	con cuarzo.

Theralita

Teschenita:	analcima como único feldespatoide.
Theralita olivínita:	con olivino.

Peridotita

Peridotita:	clinopiroxeno y olivino.
Harzburgita:	ortopiroxeno y olivino.
Dunita:	solamente olivino.

Piroxenita: solamente piroxeno.
Serpentinita: principalmente serpentina.

Fonolita

Fonolita leucítica: leucita como único feldespatoide.
Tinguaita: abundante aegirina.
Wyomingita: con leucita y flogopita.

Basalto

Basalto olivínico: con olivino.
Basalto analcímico: con analcima.
Oceanita: con abundante olivino.

Tefrita

Tefrita leucítica: leucita como único feldespatoide.
Basanita: con olivino.
Basanita leucítica: con olivino y leucita.

Sobre el área 1

Missourita: con piroxeno olivino y pseudoleucita.
Fergusita: piroxeno y pseudoleucita.
Piroxenita melilítica: piroxeno y melilita.

Sobre el área 2

Nefelinita: piroxeno y nefelina.
Melilinita: piroxeno y melilita.
Nefelinita olivínica (basalto nefelínico): piroxeno, nefelina y olivino.

Clasificación Química

Se aplica, principalmente, a rocas volcánicas de grano fino a vítreo, debido a la imposibilidad de distinguir los minerales con la ayuda del microscopio.

Las rocas son sometidas a análisis químicos, cuyos resultados son tratados por métodos analíticos, denominados sistemas normativos. Como su nombre lo indica, los sistemas normativos son una serie de normas preestablecidas que deben ser aplicadas de manera estricta, dando como resultado un conjunto de minerales teóricos (normativos), que supuestamente deberían haber aparecido en la roca, si esta hubiera cristalizado a un grano más grueso.

La razón de la aplicación de métodos normativos, para la clasificación de rocas volcánicas, se puede entender si miramos una roca de igual composición química, pero que por condiciones diferentes durante el enfriamiento da por resultado rocas de diferente composición mineralógica (RITTMANN, Alfred, 1963), Ej:

- a) Plagioclasa, sanidina, cuarzo, máficos = Riodacita.
- b) Plagioclasa, cuarzo, máficos \pm 20% vidrio = Dacita
- c) Plagioclasa, pocos máficos \pm 50% vidrio = Andesita
- d) Solamente vidrio = Obsidiana

Así, mediante la aplicación de un sistema de análisis normativo apropiado, se pueden obtener rocas similares, en el caso de que tengan igual composición química, sin importar el grado de cristalización. Claro está, que se debe indicar la textura real de la roca, ya que nos dice mucho sobre su génesis.

La clasificación química debe estar relacionada, con los sistemas de clasificación modal de rocas ígneas. O sea, los resultados de los análisis normativos son llevados a los diagramas usados en la clasificación modal de las rocas volcánicas, como por ejemplo, al diagrama de doble triángulo de Streckeisen (Fig. 2).

Sistemas Normativos

Hasta el presente, el sistema de análisis normativo de mayor aplicación es el CIPW, aunque se conoce el sistema molecular de Niggli. Este último muy poco usado en razón de su extensa, complicada e

23
incomprensible nomenclatura (RITTMANN, Alfred, 1963).

Desde hace poco tiempo se está empleando otro sistema normativo, denominado "norma de Rittmann", que según Pichler, Hans y Stengelin, Rudolf (1978. Comunicación escrita), es el más acertado para clasificar rocas volcánicas, sobre todo si sus resultados son llevados al diagrama de Streckeisen, para rocas volcánicas.

Norma CIPW

Según Cross, Iddings, Pirson y Washington (RITTMANN, Alfred, 1963), las rocas ígneas no deberían ser clasificadas a partir de la composición mineralógica visible (Modo), sino a partir de su composición química. Para conservar una relación con la clasificación modal tradicional desarrollaron la presente norma de tal manera, que permitiera obtener una composición mineralógica teórica a partir de análisis químicos y de reglas fijas predeterminadas. Los pasos a seguir para la aplicación de la presente norma, se pueden obtener en Barth, Tom, 1958. Pág. 75, y anexo I.

Norma de Rittmann

Según Pichler, Hans y Stengelin, Rudolf (1978. Comunicación escrita), el empleo de la presente norma da resultados más acordes, con la composición mineralógica modal de las rocas ígneas, que el sistema normativo CIPW.

Hasta el momento no se ha conseguido el cálculo de esta norma, pero se incluirá como anexo II, tan pronto se consiga.

Comparación y Aplicación de la Norma de Rittmann y la CIPW

Las tablas 2 y 3 son los resultados obtenidos mediante el desarrollo de la norma CIPW y la norma de Rittmann, respectivamente, a partir de los análisis químicos de las 12 rocas volcánicas de la tabla 1.

Si tomamos, como ejemplo, el análisis 1 y lo llevamos al diagrama de doble triángulo de Streckeisen (Fig. 2), se observa lo siguiente:

Norma CIPW ; $Q + A + F = 100\%$
 $Q = Qzo = 34,8\%$
 $A = Or = 44,1\%$
 $P = Ab + An = 21,1\%$

Según la figura 2, esta roca correspondería a una Dacita.

Table 1 Chemical bulk analyses, C.I.P.W. and Rittmann norms of 12 selected volcanic rocks

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	74.93	55.96	50.52	48.76	48.67	49.36	46.39	51.09	48.35	58.0	50.90	36.10
Al ₂ O ₃	13.52	17.66	17.67	15.82	15.91	13.94	12.94	17.62	17.80	19.6	18.88	13.07
Fe ₂ O ₃	0.76	2.25	4.57	4.10	3.24	3.03	2.05	2.64	2.93	2.1	1.82	5.28
FeO	0.72	5.73	6.98	7.53	7.13	8.53	10.16	8.42	4.65	1.9	3.20	6.68
MnO	0.08	0.17	0.18	0.17	0.15	0.16	0.17	0.21	n.d.	0.10	0.13	0.30
MgO	0.32	2.90	5.06	4.74	7.72	8.44	11.38	5.09	3.32	1.4	2.61	5.56
CaO	0.93	6.88	8.98	7.99	8.02	10.30	10.81	9.68	6.10	3.9	6.45	15.89
Na ₂ O	4.50	4.06	2.80	4.50	4.26	2.13	2.43	2.80	7.12	4.0	4.76	4.52
K ₂ O	3.39	1.58	0.58	1.58	1.28	0.38	0.93	0.76	3.92	7.2	3.45	4.96
TiO ₂	0.13	1.14	1.24	3.29	2.28	2.50	2.13	1.38	2.55	0.4	0.76	3.10
P ₂ O ₅	0.08	0.42	0.23	0.72	0.62	0.26	0.32	0.26	1.05	0.21	0.78	1.93
H ₂ O	0.79	0.86	1.17	—	1.06	—	0.30	0.34	0.74	0.48	3.28	1.96
											0.21	0.53
											SO ₃	CO ₂

C.I.P.W. norms

	1 ^a	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 ^b
Q	33.25	6.08	4.34	—	—	2.28	—	1.93	—	—	—	—
or	20.03	9.60	3.50	9.45	7.78	2.22	5.56	4.49	23.16	31.5	18.35	—
ab	38.08	37.02	25.75	30.39	30.92	17.82	17.29	23.69	18.55	33.9	34.58	—
an	4.09	25.63	34.80	18.07	20.29	27.52	21.41	33.27	5.03	14.2	21.68	0.56
ne	—	—	—	4.26	2.84	—	1.70	—	22.59	—	2.70	20.73
lc	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.7	—	23.11
wo	—	—	—	9.51	6.61	9.05	12.30	5.45	7.67	—	—	5.10
en	} di	—	4.96	7.52	6.20	4.50	5.80	7.70	12.68	5.62	2.9	5.40
		—	—	—	2.64	1.58	2.64	3.83	11.39	1.32	—	—
fs	} hy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.92
		0.80	11.86	16.96	—	—	15.30	—	—	—	3.2	—
fo	} ol	0.63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	3.92	10.36	—	14.49	—	1.85	—	5.20
fa	} ol	—	—	—	2.04	4.08	—	7.55	—	0.48	—	1.84
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
mt	1.10	2.37	4.89	6.03	4.64	4.41	3.02	3.83	4.18	3.0	2.55	7.66
il	0.25	4.58	1.76	6.23	4.41	4.71	4.10	2.62	4.18	0.8	1.52	5.93
ap	0.19	0.90	0.48	1.68	1.34	0.67	1.01	0.60	1.90	0.5	1.68	4.37
Colour Index	2.96	21.67	31.61	38.25	37.52	49.18	54.00	36.57	27.20	10.4	16.35	53.58

^a Including C=0.95

^b Including cs (dicalcium silicate) 15.82 and cc (calcite) 1.10.

TABLE 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 ^c
Quartz	32.7	8.2	4.1	—	—	2.3	—	2.3	—	—	—	—
Sanidine	42.6	9.2	—	8.5	5.1	—	3.9	—	36.0	65.2	29.3	—
Plagioclase	19.9	64.9	67.0	59.7	60.4	52.2	45.8	66.5	15.1	24.5	51.5	—
Nepheline	—	—	—	2.3	2.5	—	0.3	—	24.1	—	2.2	23.4
Häuyne	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.3	—
Clinopyroxene	—	12.5 ^a	24.1 ^b	15.5 ^c	13.7 ^a	40.6 ^a	27.8 ^a	27.4 ^a	17.5 ^c	8.9 ^d	5.4 ^a	22.8 ^d
Olivine	—	—	—	6.8	12.3	—	17.3	—	2.9	—	4.8	8.4
Biotite	2.1	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cordierite	2.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Magnetite	0.2	2.6	2.9	2.7	2.5	1.9	2.4	1.9	1.9	0.9	1.0	2.4
Ilmenite	—	1.2	1.3	3.0	2.2	2.4	1.7	1.4	0.3	0.1	0.8	—
Apatite	0.2	0.9	0.5	1.5	1.3	0.6	0.7	0.6	2.2	0.4	1.6	4.5
Average plagioclase (An)	11	38	54	30	34	52	43	66	34	40	37	—
Colour Index	4.8	17.7	28.9	29.6	32.0	45.5	49.9	31.3	24.8	10.3	13.6	61.7
Sigma	1.9	2.5	1.5	6.4	5.4	1.0	3.3	1.6	22.8	8.4	8.5	—13.0
Tau	69.4	11.9	12.0	3.4	5.1	4.7	4.9	10.7	4.2	39.0	18.6	2.8
Q	34.3	10.2	5.8	—	—	4.2	—	3.3	—	—	—	—
A	44.8	11.2	—	12.1	7.5	—	7.8	—	47.9	72.4	34.0	—
P	20.9	78.6	94.2	84.7	88.8	95.8	91.5	96.7	20.1	27.6	59.6	—
F	—	—	—	3.2	3.7	—	0.7	—	32.1	—	6.4	100.0

Average clinopyroxene:

^a Subcalcic augite

^b Pigeonite

^c Titanaugite

^d Augite

^e Ad 12:

Leucite 4.2

Kalsilite 10.7

Melilite 21.5

Calcite 1.4

Titanite 0.5

Perovskite 0.2

TABLE 3

NORMA DE RITMANN.

H. PICHLER and R. STINGELIN

Application of the Rittmann Norm Method to Petrological Pro

H. PICHLER and R. STINGELIN

25

Norma de Rittmann ; Q = cuarzo = 34,3%
 A = Sanidina = 44,8%
 P = plagioclasa = 20,9%

Según la figura 2, esta roca correspondería a una Riolita.

Como se acaba de ver, se obtienen rocas con diferente nomenclatura por cada uno de los diferentes métodos, a pesar de ser la misma roca.

Si se hace la misma comparación de las once muestras restantes de la tabla 1, se obtienen resultados similares al ejemplo anterior.

Según Pichler, Hans y Stengelin, Rudolf (1978. Comunicación escrita), por la norma de Rittmann se obtienen minerales teóricos que están más de acuerdo con la composición mineralógica real de la roca, por las siguientes razones:

- a) La roca correspondiente al análisis 1, fue determinada mediante análisis modal como Riolita, o sea, similar al resultado obtenido por la norma de Rittmann.
- b) Los once análisis restantes de la tabla 1 da conclusiones similares a los del párrafo (a), con mayor o menor grado de discrepancia.

Según los mismos autores, con la norma de Rittmann se obtienen los porcentajes mineralógicos que más se acercan a la composición real de la roca, debido a lo siguiente:

- a) En la norma de Rittmann aparecen minerales como sanidina (feldespato común de rocas volcánicas), anortoclasa, sodalita, hauyne, kalsilita, biotita, cordierita, espinela, melilita, entre otros, que no aparecen en la norma CIPW.
- b) La norma CIPW da, solamente, un promedio de feldespatos (Or, Ab, An), pero no da información acerca de la relación entre feldespato de potasio y plagioclasa, de fundamental importancia en la clasificación de las rocas volcánicas.
- c) El índice de color calculado por medio de la norma de Rittmann es, en promedio, más bajo que el calculado por la norma CIPW. Lo anterior se debe a que en la norma de Rittmann se trabaja en porcentaje por volúmen, mientras que la norma CIPW en porcentaje por peso.

CONCLUSIONES

Se debe adoptar un solo sistema de clasificación y nomenclatura de rocas ígneas. De los sistemas de clasificación expuestos en el presente trabajo, el de Streckeisen, A (1974), ofrece las mejores ventajas, no solamente por su fácil manejo, comprensible y reducida nomenclatura, sino por la manera sistemática y completa con que son analizadas toda la gama de rocas ígneas.

El sistema de Travis, Russell (1955), a pesar de ser muy útil y sencillo, sobre todo, cuando se quiere dar a la roca su nombre genérico, se hace algo complicado cuando se trata de determinar variedades de rocas. Debido a que es el sistema que estamos acostumbrados a usar, se puede emplear para designaciones de campo.

Pero, cuando se trate de informes o publicaciones, es mucho más conveniente utilizar los sistemas de doble triángulo de Streckeisen. Con esto se adopta, además de un sistema funcional, un idioma general de clasificación y designación de rocas ígneas.

La clasificación química de las rocas ígneas, cuya base son los análisis normativos, es una herramienta muy útil, principalmente, para la clasificación de rocas volcánicas. Parece ser, que el sistema normativo más adecuado es la norma de Rittmann, sobre todo, si se combina con el diagrama Q-A-P-F, para rocas volcánicas de Streckeisen, A.

Anexo I

Cálculo de la Norma CIPW

Las siguientes reglas se utilizan para el cálculo de la presente norma, a partir de porcentajes catiónicos (BARTH, Tom, 1952. Pág. 78 - 81):

- 1) El apatito se forma con P y 1,67 veces esta cantidad de Ca.
- 2) La pirita se forma a partir del S y la mitad de esta cantidad de Fe^{+2} .
- 3) La ilmenita se forma con el Ti y una cantidad igual de Fe^{+2} .
- 4) Los feldespatos alcalinos se forman, "Provisionalmente", de K y Na combinados en proporciones correctas con Al y "Si", para formar Or y Ab.
- 5a) Si hay exceso de Al, respecto a K + Na, se destina para formar anortita con el Ca sobrante.
- 5b) Si hay exceso del Al, respecto a Ca, se calcula el exceso como corindón.
- 5c) Si hay exceso de Ca, respecto a Al, se reserva el exceso de Ca para formar wollastonita (7).
- 6a) Si como sucede en la mayoría de los casos, hay exceso de Fe^{+3} respecto a Na, este se le asigna a magnetita junto con la mitad de la cantidad Fe^{+2} , mientras que el Fe^{+2} sobrante se utiliza para formar pirita e ilmenita.
- 6b) Si hay exceso de Fe^{+3} , este se calcula como hematita.
- 7) La wollastonita se forma con el Ca sobrante de 5a).
- 8) La enstatita y la ferrosilita se forman, "Provisionalmente", con todo el Mg y Fe^{+2} sobrantes.
- 9a) Si hay exceso de "Si", se calcula como cuarzo.
- 9b) Si hay deficiencia de "Si", minerales de bajo grado de silificación tienen que sustituir, en parte o completamente, aquellos minerales que han sido formados provisionalmente.

Para la corrección, la wollastonita debe ser combinada con iguales cantidades de enstatita mas ferrosilita(En+Fs), para formar diópsido. En el diópsido y olivino la proporción FeO/MgO debe ser la misma que la de los piroxenos formados provisionalmente.

9c) La cantidad necesaria de En + Fs sobrante en 9b, se convierte a olivino de acuerdo a la siguiente ecuación:



9d) Si aún no hay suficiente "Si" en los análisis, la albita es llevada a nefelina de acuerdo a:



9e) Finalmente, si los análisis son muy bajos en "Si", la ortoclasa es, en parte o completamente, convertida a leucita:



9f) En casos raros, no hay suficiente "Si" para formar leucita, entonces se forma caliofilita:



Se presenta a continuación un ejemplo que aclara los cálculos de la presente norma.

$$\text{Proporción Molecular} = \frac{\% \text{ peso}}{\text{Peso molecular equivalente}} \times 1.000$$

	% peso	peso molecular equivalente.	proporciones catiónicas $\times 1.000$	% catión
SiO ₂	49,10	60	818	46,0
TiO ₂	3,59	80	45	2,5
AlO _{1/2}	16,21	51	317	17,9

FeO _{1,1/2}	2,87	80	36	2,0
FeO	6,84	72	95	5,3
MnO	0,05	71	1	0,1
MgO	5,04	40	125	7,0
CaO	8,90	56	159	9,0
NaO _{1/2}	3,53	31	114	6,4
KO _{1/2}	2,76	47	59	3,3
PO _{1/2}	0,54	71	8	0,5
H ₂ O	0,47			
	99,90		1.777	100,0

$$\begin{aligned}
 Ap &= 0,5 + 1,67 \times 0,5 &= 1,3 \\
 Il &= 2,5 + 2,5 &= 5,0 \\
 Or &= 3,3 + 3,3 + 3 \times 3,3 &= 16,5 \\
 Ab &= 6,4 + 6,4 + 3 \times 6,4 &= 32,0 \\
 An &= 4,1 + 8,2 + 8,2 &= 20,5 \\
 Mt &= 2,0 + 1,0 &= 3,0 \\
 Wo &= 4,1 + 4,1 &= 16,4 \\
 Hy &= 4,1 + 4,1 &= 8,2 \\
 Ol &= 4,8 + 2,5 &= 7,3 \\
 && \underline{\hspace{1cm}} \\
 && 102,0
 \end{aligned}$$

Hay un exceso del 2% ; algo de albita debe ser convertida a nefelina:

$$\begin{aligned}
 Ab &= 5,4 + 5,4 + 3 \times 5,4 = 27,0 \\
 Ne &= 1,0 + 1,0 + 1,0 = 3,0
 \end{aligned}$$

Or = 16,5	Di = 16,4	para A + P + F = 100%
Ab = 27,0	Ol = 7,3	A = 24,6%
An = 20,5	Mt = 3,0	P = 70,0%
Ne = $\frac{13,0}{67,0}$	Ap = $\frac{1,3}{33,0}$	F = 5,4%

Los minerales fémicos constituyen el 33% de la roca, o sea que el IC = 33.

Esta roca está dentro del campo 9' de la figura 2. Según la tabla C, la roca se denomina "mugarita alcalina".

Se presenta a continuación, la lista de los minerales normativos mas importantes para el cálculo de la norma CIPW.

Grupo Sáfico:

Mineral	Símbolo	Fórmula	Peso molecular
Cuarzo	Q	SiO_2	60
Corindón	C	Al_2O_3	102
Ortoclasa	Or	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	556
Albita	Ab	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	524
Anortita	An	$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	278
Leucita	Lc	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$	436
Nefelina	Ne	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	284
Caliofilita	Kp	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	316

Grupo Fémico

Wollastonita	Wo	$\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	116
--------------	----	---------------------------------	-----

Mineral	Símbolo	Fórmula	Peso molecular
Enstatita	En	$MgO \cdot SiO_2$	100
Ferrosilita	Fs	$FeO \cdot SiO_2$	132
Forsterita	Fo	$2MgO \cdot SiO_2$	140
Fayalita	Fa	$2FeO \cdot SiO_2$	204
Acmita	Ac	$Na_2O \cdot Fe_2O_3 \cdot 4SiO_2$	462
Magnetita	Mt	$FeO \cdot Fe_2O_3$	232
Hematita	Hm	Fe_2O_3	160
Ilmenita	Il	$FeO \cdot TiO_2$	152
Apatito	Ap	$3(3CaO \cdot P_2O_5) \cdot CaF_2$	336
Pirita	Pr	FeS_2	120
Calcita	Cc	$CaO \cdot CO_2$	100

Además de los minerales anteriores, se emplean los siguientes derivados:

Hy = hipersteno = $(Mg, Fe)O \cdot SiO_2$
 Di = diópsido = $(CaO \cdot (Mg, Fe)O \cdot 2SiO_2)$
 Ol = Olivino = $2(Mg, Fe)O \cdot SiO_2$

Anexo II

Cálculo de la Norma de Rittmann

(queda pendiente su anexión).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

COMUNICACION ESCRITA DE Pichler Hans and Stengelin Rudolf.
Application of the Rittmann Norm Method to Petrological Problems. Petrólogos de la Universidad de Tübingen, Junio de 1978. 12 p.

COMUNICACION ESCRITA DE Pichler Hans and Stengelin Rudolf.
Distinction of different Volcanic Rock Types of the Fields 10 and 9. Petrólogos de la Universidad de Tübingen, Abril de 1979. 15 p.

BARTH, Tom. 1959. Theoretical Petrology. New York, John Wiley & Sons, . 387 p.

HYNDMAN, Donald. 1972. Petrology of Igneous and Metamorphic Rocks. USA, McGraw-Hill Book Company, . 533 p.

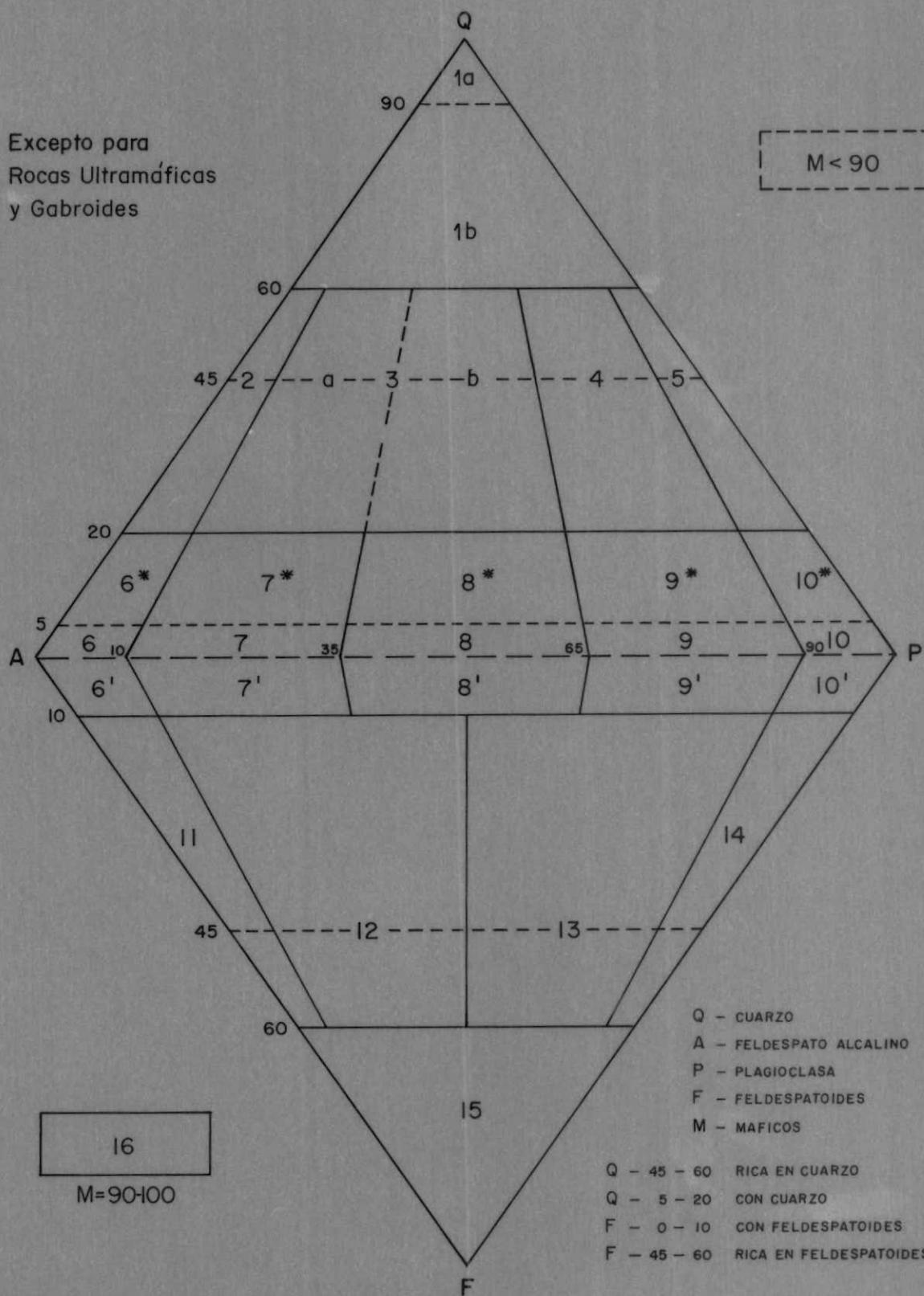
RITTMANN, Alfred. 1963. Les Volcans et Leur Activite. Paris, Masson et Cie, . 452 p.

STRECKEISEN, A. 1974. Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks. Geol. Rundschau (Stuttgart), 63 (2): 773-786.

TRAVIS, Russell. 1955. Classification of Rocks. Quarterly, 50 (1): 6-10.

Excepto para
Rocas Ultramáficas
y Gabroides

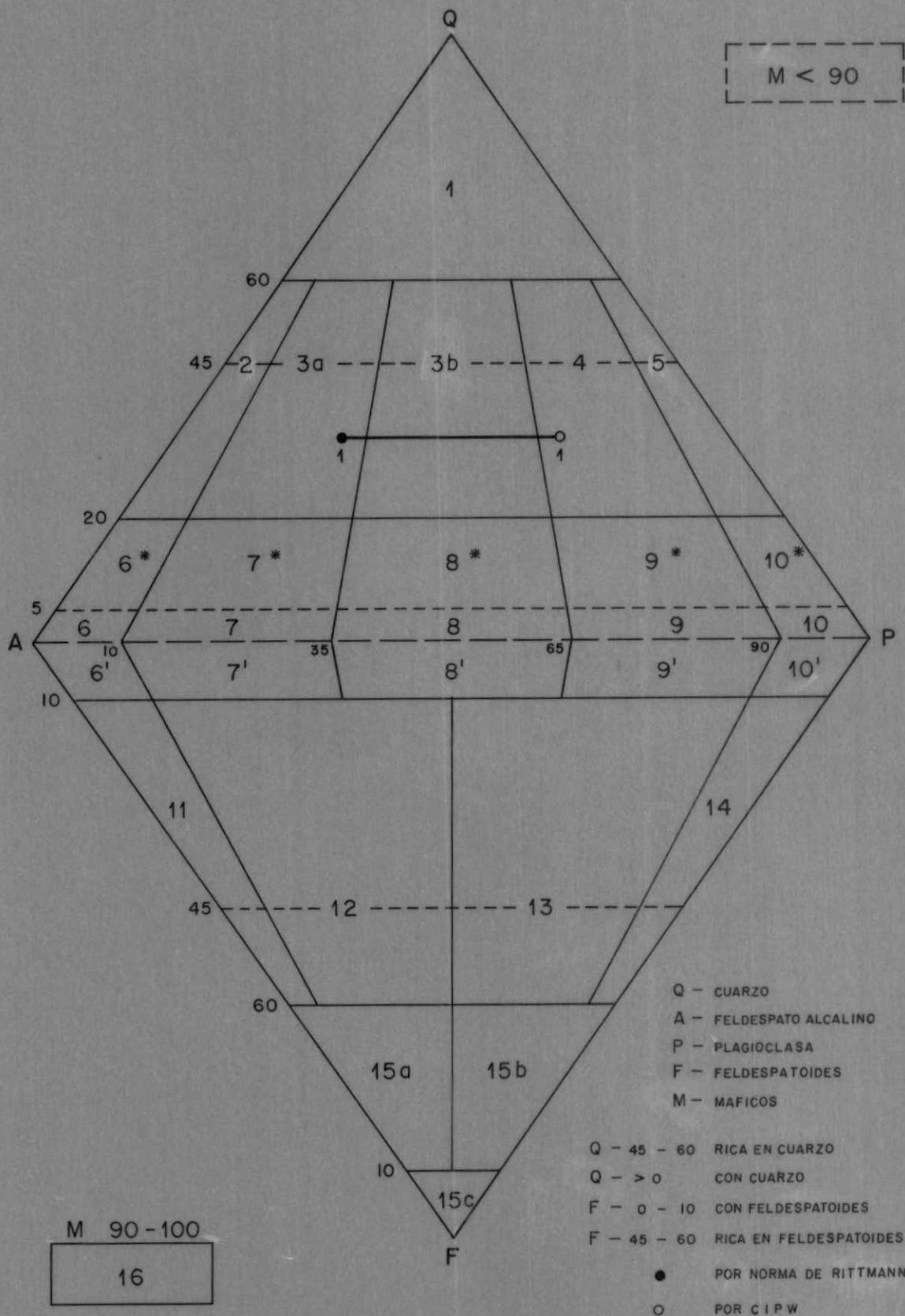
M < 90



CLASIFICACION DE ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

(Tomado de Streckeisen 1974, Fig. 1, pag. 777)

FIG. Nº 1



CLASIFICACION DE ROCAS VOLCANICAS
 (Tomado de Hyndman, Donald 1972, Fig. 2 .lb, pag. 35)

FIG. N° 2

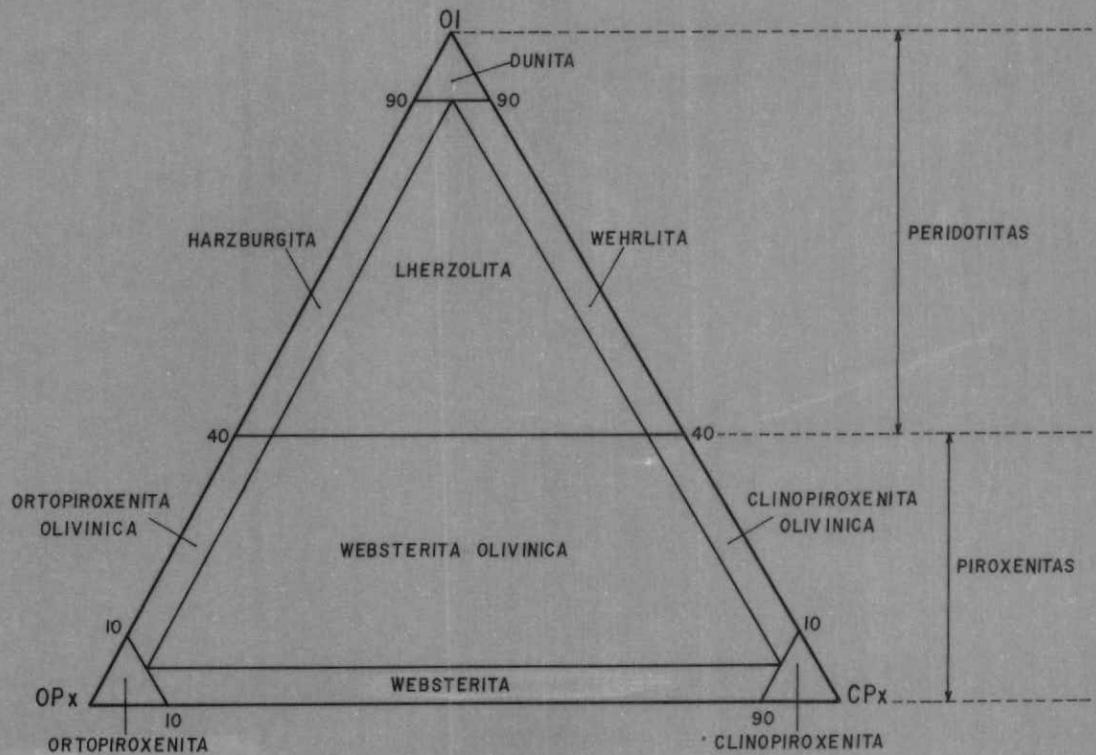


FIG. 3A: Rocas ultramáficas compuestas de olivino, ortopiroxeno y clinopiroxeno.

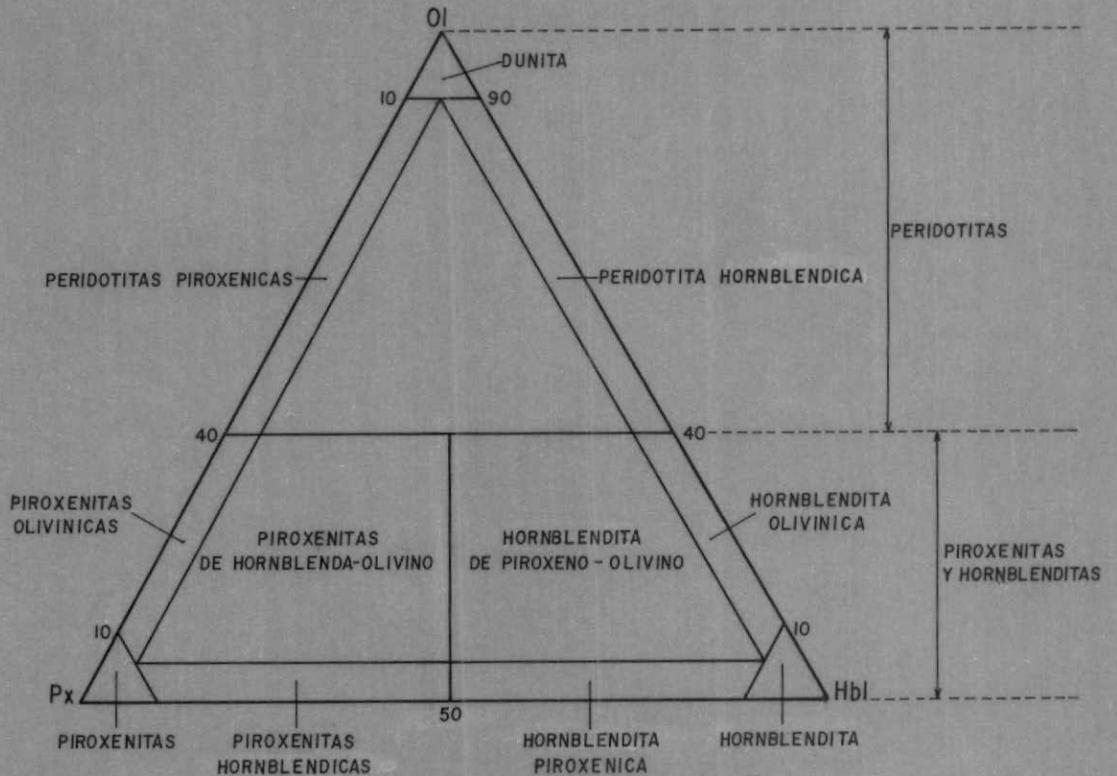


FIG. 3B: Rocas ultramáficas que contienen hornblenda

FIG. 3: CLASIFICACION Y NOMENCLATURA DE ROCAS ULTRAMAFICAS:

$Ol + OPx + CPx + Hbl (+Bi + Gran. + Esp) > 95$; minerales opacos < 5

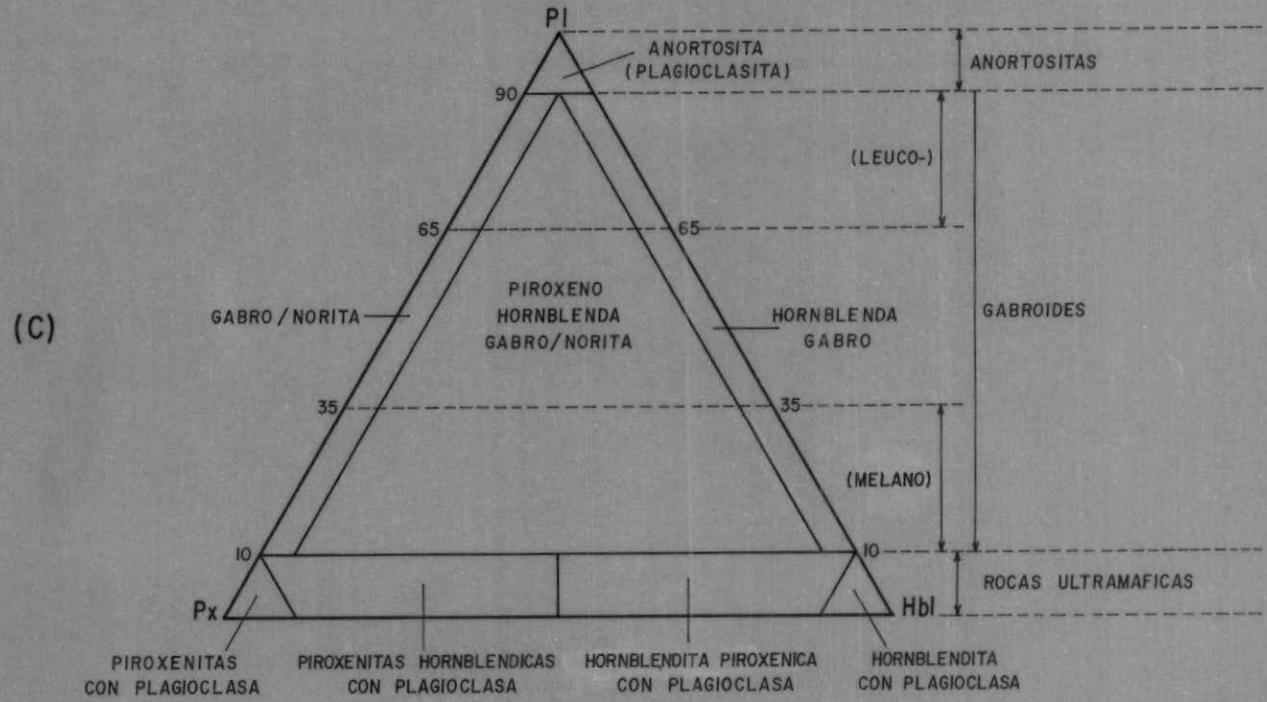
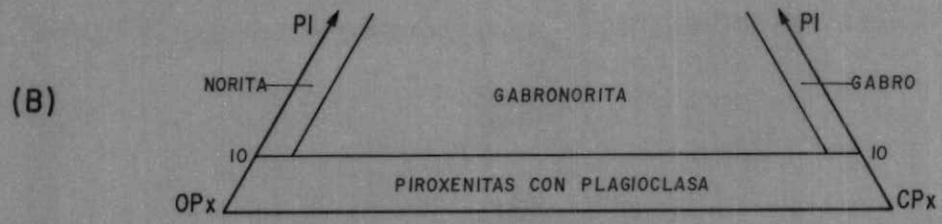
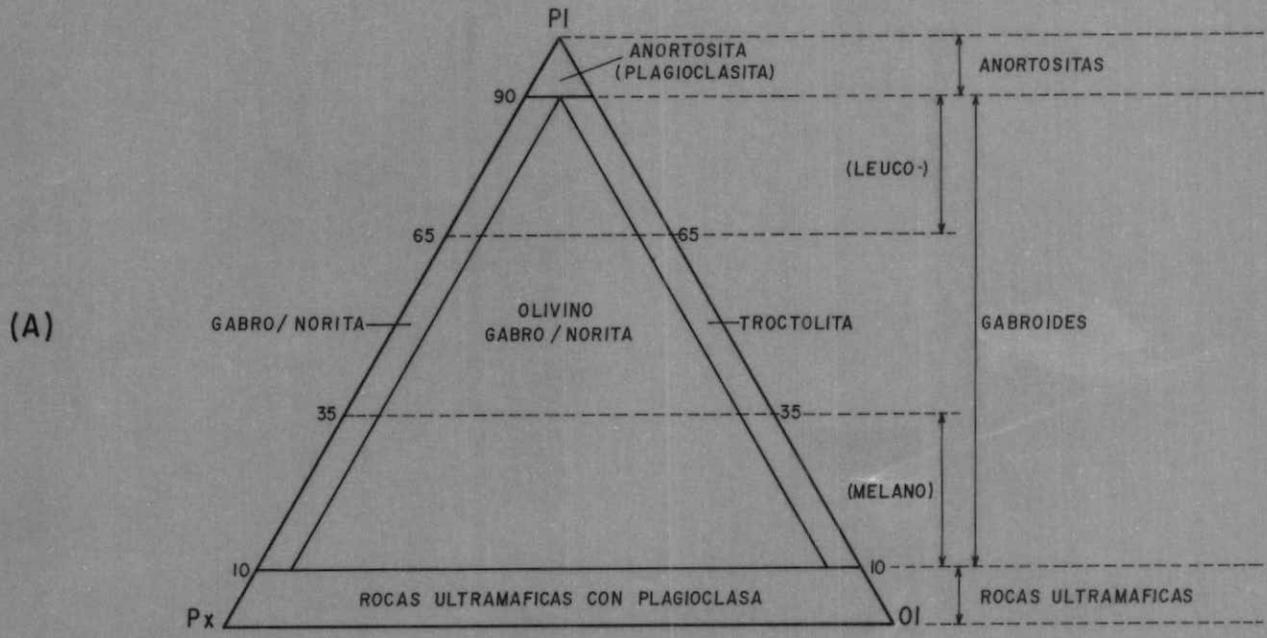


FIG 4: CLASIFICACION Y NOMENCLATURA DE ROCAS GABROIDES

MINERALES ESENCIALES	FELD. DE K > 2/3 TOTAL DE FELD.				FELD. DE K 1/3 - 2/3 TOTAL DE FELD.				PLAGIOCLASA > 2/3 TOTAL DE FELDSPATOS						POCO O SIN FELDSPATOS		TIPOS ESPECIAL LES	
	Qz > 10 %		Qz < 10 % FOIDES < 10 %		Qz > 10 %		Qz < 10 % FOIDES < 10 %		FELD. K < 10 %		PLAGIOCLASA SODICA		TOTAL DE FELD		PRINCIPALMENTE PIROXENO Y/O OLIVINO	PRINCIP. FERROMAG. Y FOIDES		
	Qz > 10 %	FOIDES < 10 %	Qz > 10 %	FOIDES < 10 %	Qz > 10 %	FOIDES < 10 %	Qz > 10 %	FOIDES < 10 %	Qz > 10 %	FOIDES < 10 %	Qz < 10 %	FOIDES < 10 %	Qz < 10 %	FOIDES > 10 %				PIROX. > 10 %
MINERALES ACCESORIOS CARACTERISTICOS	HORNBLENDA, BIOTITA, PIROXENO, MOSCOVITA ADEMAS: ANFIBOLES SODICOS, AEGIRINA, SO- DALITA, TURMALINA.				HORNBLENDA, BIOTITA, PIROXENO ADEMAS: ANFIBOLES SODICOS, AEGIRINA				HORNBLENDA, BIOTITA, PIROXENO ADEMAS: FOIDES Y ANFIBOLES SODICOS		PIROXENO, URALITA, OLIVINO ADEMAS: HORNBL, BIOTITA, Qz, AEGI- RINA, ANFIBOLES SODICOS.		SERPENTINA, OXIDOS DE Fe ADEMAS: HORNBL, BIOTITA		HORNBLENDA BIOTITA OXIDOS DE Fe			
INDICE DE COLOR	10	15	20	20	20	25	30	20	20	20	25	25	50	50	60	95	55	
EQUIGRANULAR FANERITICA	GRANTO	SIENITA	SIENITA NEFELINICA	CUARZO MONZONITA (ADAMELITA)	MONZONITA	MONZONITA NEFELINICA	MONZONITA NEFELINICA	GRANODIORITA	CUARZODIORITA TONALITA	DIORITA	GABRO	TERALITA	GABRO	TERALITA	PERIDOTTA	PERIDOTTA	①	PEGMATITA
MATRIZ FANERITICA	PORFIDO GRANITICO	PORFIDO SIENITICO	PORFIDO SIENITICO NEFELINICO	PORFIDO CUARZO MONZONITICO	PORFIDO MONZONITICO	PORFIDO MONZONE- FELINICO	PORFIDO MONZONE- FELINICO	PORFIDO GRANODIORITICO	PORFIDO CUARZO- DIORITICO	PORFIDO DIORITICO	PORFIDO GABROICO	PORFIDO TERALITICO	PORFIDO GABROICO	PORFIDO TERALITICO	PORFIDO PERIDOTITICO	PORFIDO PERIDOTITICO		APLITA
MATRIZ AFANITICA	PORFIDO RIOLITICO	PORFIDO TRAQUITICO	PORFIDO FONOLITICO	PORFIDO CUARZO LATITICO	PORFIDO LATITICO	PORFIDO NEFELINICO	PORFIDO LATITICO NEFELINICO	PORFIDO GRANODIORITICO	PORFIDO DACITICO	PORFIDO ANDESITICO	PORFIDO BASALTICO	PORFIDO TEFRITICO	PORFIDO BASALTICO	PORFIDO TEFRITICO	PORFIDO LIMBURGITICO	PORFIDO LIMBURGITICO		LAMPROFIRO
MICROCISTALINA AFANITICA	RIOLITA	TRAQUITA	FONOLITA	CUARZO LATITA	LATITA	LATITA NEFELINICA	LATITA NEFELINICA	DACITA	DACITA	ANDESITA	BASALTO	TEFRITA	BASALTO	TEFRITA	LIMBURGITA	LIMBURGITA	②	TRAP
VITREA	OBSIDIANA PITCHSTONE VITROFIRO PERLITA POMEZ ESCORIA																	FELSITA

FELD. FELDSPATOS Qz: CUARZO FOIDES: FELDSPATOIDES PIRXO: PIROXENOS HORNBL: HORNBLENDA

FIG 5: CLASIFICACION DE LAS ROCAS IGNEAS
(Russell B. Travis)