

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**PROGRAMA ACEDEMICO DE INGENIERIA DE GEOLOGICA
MINERA Y METALURGIA**



**“INVESTIGACION SEDIMENTOLOGICA Y
GEOQUIMICA DE LOS CIRCONES DEL
LITORAL DEL SANTA, DEPARTAMENTOS
ANCASH Y LA LIBERTAD”**

**TESIS
PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO GEOLOGO**

RUBEN A. JUNGBLUTH ADRIANZEN

Lima – Perú 1977

**A El ... S.M.A. Dr.
Serge Raynaud de la Ferrière
En su Discipulo
V.S.A. Juan Víctor Mejías**

INTRODUCCION

La presente Tesis: "Investigación Sedimentológica y Geoquímica de los Circones del Litoral del Santa, Departamentos Ancahuasi y La Libertad", está orientada al estudio del comportamiento de este mineral en relación con el tipo de transporte sedimentario a que está sometido, sus asociaciones mineralógicas y petrológicas, y a la incidencia en las variaciones composicionales de este mineral, dada por la presencia de impurezas químicas, dentro de su estructura cristalina; la importancia de este estudio está en razón de la relevante atención que se está tomando sobre este mineral para el uso de las investigaciones geológicas puras y en la tecnología e industria del circonio.

En el capítulo I, se presenta el panorama general de la sedimentación y geoquímica del litoral del Santa. Siguiendo una metodología investigativa especial para el estudio de minerales pesados, se ubica a la especie mineralógica, objeto principal de esta tesis, dentro del cuadro de mayor afinidad asociativa de acuerdo a sus propiedades.

Por la naturaleza de los tópicos que, aquí, se exponen, el alcance de este trabajo de investigación se extiende a las áreas mineras dedicadas al estudio y explotación de yacimientos de minerales tipo placeres, en especial a los campos especializados en la búsqueda de minerales radiactivos; áreas de química y física dedicados en investigar el porqué de las variaciones de las propiedades de los minerales, que posteriormente tendrán un adecuado procesamiento metalúrgico. Abarca, además, a la geología aplicada a los estudios de los procesos dinámicos en las playas.

Los métodos utilizados se respaldan por los análisis microscópicos, análisis por separación magnética, análisis espectrográficos y análisis de difracción de rayos X.

Es preciso y necesario relieves mi reconocimiento a la participación Institucional -Académica de la Universidad Nacional de Ingeniería, que a través de sus Laboratorios: N° 8 -Geología, N°22 -Espectrografía, N°9 -Metalurgia Física y N°30 -

-Fotografía, Cine y Televisión, permitió la posibilidad del desarrollo de algunas de las experiencias que fueron programadas, así mismo, se agradece la abierta colaboración del Ingeomin y Minero Perú en donde se completaron los trabajos necesarios.

Tiene mi reconocimiento los señores catedráticos de la Universidad Nacional de Ingeniería:

-Dr. Nestor Teves R. e Ing^oMaría Jesús Ojeda Ch., asesores asignados.

Mención especial a los señores:

C. de C. (I) César Vargas F.

Ing^oCarlos Lazares F.

Ing^oAtilio Mendoza A.

Ing^oElmer Evangelista S.

Ing^oEsteban Cedillo

Ing^oJorge Injoque E.

Prof. Fernando Corante P. y Colaboradores

Sr. Everth Tello V.

Srta. Ruth Benites R.

quienes con su valioso conocimiento y carácter investigativo dieron al presentante de esta tesis el impulso necesario para el desarrollo y cristalización del presente trabajo.

No omitiré recordar a todas aquellas personas que de una u otra forma participaron con su apoyo material e intelectual.

Rubén Jungbluth Adrianzén

R E S U M E N

El litoral del Santa, ubicado entre las provincias Santa y Trujillo, departamentos Ancash y La Libertad, constituye actualmente una zona en actividad tectónica, a causa de los sucesivos alineamientos de cordones de rodados que presenta el litoral. Estos cordones se han formado con los sedimentos arrastrados por el río Santa hasta su desembocadura para ser posteriormente distribuidos por la corriente costera hacia el norte de la bahía Santa.

En las playas antiguas (Trujillo) las brisas y los cordones litorales contribuyen a elevar la concentración de minerales pesados dentro de las zonas de deflación, tal es el caso de los circones.

En la bahía Coishco los sedimentos provienen del sector sur y presentan diferencias con los sedimentos de las playas de la bahía de Santa provenientes de la cuenca del río del mismo nombre. Estas diferencias se han analizado en particular en los circones, motivo del desarrollo de esta tesis de grado, estudiándose al circón desde los puntos de vista sedimentológico y geoquímico.

Los diversos análisis indican que los circones del litoral del Santa se encuentran en estado de metamictización.

En la bahía Santa, los circones se presentan de variados colores y de redondeados a euhédricos, mientras que, en Coishco son incoloros, mayormente redondeados y sujetos a un mayor desgaste mecánico respecto a los primeros.

Los circones presentan pequeños intervalos de susceptibilidad magnética debido a las impurezas químicas que contienen; las que también originan variaciones en la densidad de este mineral y variaciones de color, como se ha demostrado a través del análisis espectrográfico de las impurezas de los circones violeta, anaranjado e incoloro.

FE DE ERRATAS

<u>PAG.</u>	<u>PARRAFO</u>	<u>DICE</u>	<u>DEBE DECIR</u>
15	1	ESTREMO	EXTREMO
17	2	A. RAYMONDI	A. RAIMONDI
20	3	COISHCO	COISCO
25	1	COHSCO	COISCO
61	4	DE MOMENTO	EN EL MOMENTO
	5	PARTUCLAS	PARTÍCULAS
85	2	EXITACIÓN	EXCITACIÓN
86	2	MAG	Mg.

NOTA.- EN LA LITERATURA GENERAL COISHCO APARECE CON H, SIN EMBARGO SE RESPETA LA ESCRITURA DE COISCO - SIN H EN EL PLANO DE ISOBATAS EXTRAÍDO DEL PLANO HIDRONAV.

I N D I C E

INTRODUCCION	Pag. 3
RESUMEN	5

CAPITULO I

SEDIMENTOLOGIA Y GEOQUIMICA GENERAL DEL LITORAL

1. ASPECTOS GENERALES	14
1.1 Ubicación y extensión	14
1.2 Accesibilidad	14
1.3 Clima	14
1.4 Hidrometría	15
A.Río Santa	15
B.Glaciares y Lagunas	16
1.5 Descripción del Litoral del Santa	16
1.6 Trabajos Previos	17
2. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	20
3. GEOMORFOLOGIA Y GEOLOGIA GENERAL	23
3.1 Geomorfología	23
A.Planicie Costera	23
1. Acantilados rocosos	23
2. Barreras eólicas	23
3. Zonas de Deflación	24
B.Flanco Occidental Andino	24
3.2 Relieve Submarino del río Santa	24
3.3 Geología	25
A.Depósitos Marinos	25
B.Depósitos Aluviales	26
C.Depósitos Eólicos	26
D.Depósitos Fluviales	26
E.Conos Aluviales	26

4.SEDIMENTOLOGIA	30
4.1 Estudio de Cantos y Gravas	30
A.Granulometría	30
1. Río Santa	30
2. Playas	31
B.Litología Global	34
C.Espectro Litológico	36
1. Depósitos Fluviales	40
D.Morfometría	40
1.Depósitos : Fluvial y Playa Actual	41
2.Depósitos : Playas Antiguas	41
4.2 Estudio de Arenas	45
A.Granulometría	46
1.Playa y Eólico Coishco	46
2.Río Santa	48
3.Playa Santa	49
4.Depósitos Eólicos	56
B.Momentos Estadísticos	56
1.Significación Geológica de la Medida de Momentos	56
2.Resultado del Análisis	58
C.Morfoscopia	61
D.Madurez textural	66
1.Estados de Madurez	66
2.Resultado del Análisis	67
E.Mineralogía General	68
5.ESTUDIO DE MINERALES PESADOS	75
5.1 Separación por Gravedad	75
5.2 Separación Magnética	77
5.3 Identificación Mineralógica	78
5.4 Análisis Espectrográfico de los Elementos Trazas	85
A.Clasificación y Distribución Geoquímica	85
B.Interpretación Geoquímica	86

CAPITULO II

ESTUDIO DE LOS CIRCONES

1. CONCENTRACION DE LOS CIRCONES	104
2. ESTUDIO MINERALOGICO	106
3. ANALISIS ESPECTROGRAFICO DE LAS IMPUREZAS	112
4. IDENTIFICACION DEL CIRCON POR DIFRACCION DE RAYOS X	119

CAPITULO III

1. CONCLUSIONES	122
2. RECOMENDACIONES	128

.....

BIBLIOGRAFIA	129
ANEXOS Y PLANOS	136

RELACION DE CUADROS

N°	Pag.
1. Secuencia estratigráfica - Cuenca Hidrológica del río Santa	27
2. Granulometría de Cantos y Gravas - río Santa y Playas Santa	32
3. Litología Global de Cantos y Gravas - río Santa y Playas Santa	32
4. Espectros Litológicos de Cantos y Gravas - río Santa y Playas Santa	37
5. Morfometría en los depósitos de cantos del río Santa y Playas Santa	42
6. a) Descripción de la medida de momentos de la distribución del tamaño de los sedimentos	58
b) Términos estadísticos de la medida de momentos de la distribución de tamaños	58
7. Momentos estadísticos de las arenas del litoral del Santa	59
8. Tipos de cuarzo	62
9. Minerales pesados - separaciones magnética y gravedad	79
10. Distribución porcentual de minerales pesados	
a) Desembocadura del río Santa	83
b) Playa Coishco	83
11. Clasificación geoquímica vs. clasificación tabla periódica	89
12. Concentración de los circones	
a) Esquema general de la concentración de circones por susceptibilidad magnética	105
b) Descomposición de fracciones pesadas diamagnéticas a 1.2 amp.	105
c) Concentración de los circones por susceptibilidad magnética	109
13. Estimación porcentual de las variedades en color de los circones	109

14. Análisis espectrográfico de las impurezas de los circones	114
15. Valores comparativos de (d) e (I) del circón obtenidos por difracción de Rayos X	120

RELACION DE GRAFICOS

N°	Pag.
1. Granulometría de cantos y gravas	
a) Río Santa - marg. derecha	33
b) Río Santa - marg. derecha	33
2. Granulometría de cantos y gravas playa actual-Trujillo	33
3. Granulometría de cantos y gravas	
a) Playa antigua - Trujillo	33
b) Playa antigua - Trujillo	33
4. Litología global de los cantos y gravas del litoral del Santa	35
5. Espectros litológicos de cantos y gravas	
a) Río Santa - marg. derecha	39
b) Río Santa - marg. derecha	39
6. Espectros litológicos de cantos y gravas playa actual - Trujillo	39
7. Espectros litológicos de cantos y gravas	
a) Playa antigua - Trujillo	39
b) Playa antigua - Trujillo	39
8. Índices morfométricos en cuarcitas	44
9. Curvas de frecuencias acumulativas	
a) Playa Coishco	51
b) Eólico Coishco	51
10. Granulometría de arenas - río Santa	
a) Curvas de frecuencias acumulativas	52
b) Histogramas	52
11. Curvas de frecuencias acumulativas	
a) Playa Santa actual (izquierda desembocadura del río Santa)	53

b) Playa Santa actual (derecha desembocadura del río Santa)	53
12. Curvas de frecuencias acumulativas - playa Santa antigua - perfil de muestreo I	54
13. Curvas de frecuencias acumulativas - playa Santa antigua - perfil de muestreo II	55
14. Dispersión de minerales pesados en el litoral del Santa	76
15. Distribución de minerales pesados Vs. amperios de separación magnética	84
16. Distribución geoquímica de los elementos trazas vs. amperios de separación magnética - playa Santa actual	
a) Arenas de tamaño mayor a 0.149 mm.	90
b) Arenas de tamaño menor a 0.149 mm.	92
17. Distribución geoquímica de los elementos trazas vs. amperios de separación magnética - playa Santa antigua	
a) Arenas de tamaño mayor a 0.149 mm.	94
b) arenas de tamaño menor a 0.149 mm.	96
18. Distribución geoquímica de los elementos trazas vs. amperios de separación magnética playa Coishco	
a) Arenas de tamaño mayor a 0.149 mm.	98
b) Arenas de tamaño menor a 0.149 mm.	100
19. Distribución geoquímica de los elementos mayores vs. amperios de separación magnética playa Santa actual	102
20. Distribución geoquímica de los elementos mayores vs. amperios de separación magnética - playa Coishco	102

RELACION DE LAMINAS

N°	Pag.
1. Cuenca Hidrológica del río Santa	18
2. Perfil del río Santa	19
3. Río Santa - sedimentos fluvio-aluviales	28
4. Río Santa - sedimentos fluvio- aluviales	29
5. Clases de redondez en cuarzos eólicos	63
6. Clases de redondez en cuarzos marinos	64
7. Clases de redondez en cuarzos fluviales	65
8. Circones del río Santa	110
9. Circones del río Santa	111
10. Espectrogramas de emisión - circones río Santa	117
11. Espectrogramas de emisión - circones río Santa	118
12. Micro-radiografía y espectrograma de difrac- ción de rayos X - circón río Santa	120

RELACION DE PLANOS

1. Isóbatas - Bahías Coisco y Santa
2. Geológico - Litoral del Santa

C A P I T U L O I
SEDIMENTOLOGIA Y GEOQUIMICA GENERAL
DEL LITORAL

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. UBICACION Y EXTENSION

El área de estudio comprende parte de las provincias Santa y Trujillo de los departamentos Ancash y La Libertad - respectivamente.

Los límites establecidos son al norte la Pampa Conscomba, en Trujillo y la Bahía de Chimbote al Sur. Por el este los límites comprenden la Carretera Panamericana Norte, en la provincia Santa, y los primeros contrafuertes andinos, en la provincia Trujillo; al Oeste, la línea de costa del O. Pacífico.

Los puntos extremos comprenden Geográficamente las coordenadas:

8° 50' y 9°02' Lat. Sur
78° 37' y 78°40' Long. Oeste de G.

Su superficie abarca aproximadamente 120 Km² (22.18x5.40) y parte de ella está contenida dentro del valle bajo de la cuenca Hidrológica del río Santa.

1.2. ACCESIBILIDAD

Sobre la carretera Panamericana Norte en el Km. 432, ubicado en el puente "Carretera Panamericana" (sobre el río Santa), se llega a un punto central distributivo de vías secundarias de acceso que permiten la conexión con los lugares de muestreo dentro del área, elegidos en función a determinaciones previas.

El tiempo invertido desde Lima al punto central distributivo es de 4.8 hrs. a razón de 90 Km/hr. en automovil.

1.3. CLIMA

Los registros que nos proporcionan las estaciones climatológicas, ubicadas entre Santa y Trujillo, indican un promedio de temperatura anual para las zonas de 21°C (19°C/año

a 25m.s.n.m. A 23°C/año a 500 m.s.n.m.), correspondiendo este valor al tipo climático semi-cálido desértico.

En general, en el litoral de la costa del Perú, las temperaturas medias fluctúan entre 19°C y 21.5°C, indicativo esto de un clima predominantemente del tipo sub-tropical desértico.

La velocidad promedio de los vientos procedentes del Sur, predominante y persistentes durante casi todo el año, varía entre los 25 y 30 Km/hr, y , corresponde a vientos -- del tipo brisa moderada a brisa fresca, según la escala Beaufort. Estos registros son controlados en la estación Chimbote Corpac ubicada aproximadamente a 4 m.s.n.m.

En cuanto a las precipitaciones pluviales, varían ascendentemente con la altitud, registrándose entre los 0 y 2,000 m.s.n.m. una precipitación anual menor a los 200 m.m.

1.4.HIDROMETRIA

La cuenca hidrológica del río Santa cubre aproximadamente una superficie de 12,000 Km² y asemeja la forma de la letra hebrea: DALETH (7).

Por sus características hidrográficas , esta cuenca es dividida en múltiples sub cuencas, las cuales constituyen afluentes del río Santa, eje hídrico principal de la cuenca del mismo nombre (v.lam.1).

A RIO SANTA

El río Santa, agente geodinámico de principal aporte sedimentario al litoral del Santa, es uno de los más caudalosos entre los 57 importantes ríos de la costa; se origina en la laguna Conococha ubicada aproximadamente sobre los 4,050 m.s.n.m. en el extremo S.E. del Callejón de Huaylas y recorriendo por entre las cordilleras blanca y negra - con rumbo N.O.- disecta a esta última en el lugar denominado " Cañon del Pato ", para verter posteriormente sus aguas (de precipitación y deshielo - de la Cordillera Blanca) al O.Pacífico.

Este río desarrolla una longitud promedio total de 294 Km. y una pendiente promedio del 1.5% (v.lam.2), siendo el promedio anual

de descarga, al litoral, de 5,590 millones de M^3 , correspondiendo esto a un gasto promedio mensual de $180 m^3/sg.$ Durante el periodo estacional de estiaje (junio-setiembre), el río Santa descarga en promedio $67 m^3/seg.$

Las cifras de descarga mencionadas han sido evaluadas considerando un periodo de tiempo comprendido entre los años 1,932 a 1,973, de acuerdo con los registros proporcionados por la estación Hidrométrica "Puente carretera" (M.Agricultura).

B GLACIARES Y LAGUNAS

Las lagunas, nevados y glaciares existentes en la cordillera blanca (aprox. 170 Km. de Long.) constituyen un aporte continuo de aguas y sedimentos al río Santa, lo que hace destacar a la cuenca entre otras de la costa. En número - evaluadas hasta 1970 - las lagunas, originadas como el producto del deshielo de los glaciares, son 190 y están ubicadas en el sector occidental de la cordillera.

En cuanto a los glaciares estos presentan su línea de ablación en los 4,800 m.s.n.m. aproximadamente y un periodo de retroceso glaciar entre los 12 y 15 m/año, en promedio.

La contribución hídrica de las lagunas nevados y glaciares se estima aproximadamente en 405 millones de $M^3/a-$ nual.

1.5 DESCRIPCION DEL LITORAL DEL SANTA

El litoral del Santa, denominado así por el autor de este trabajo, a la zona costera comprendida de la línea media de pleamar y bajamar hacia el interior del continente, posee en la playa aproximadamente una extensión de 22Kms. lo que representa un 0.77 % de los 2,815 Kms. que se asigna como extensión lineal a las playas del litoral peruano. Frente a estas playas la plataforma continental alcanza - 125 Kms. de extensión, hasta la isóbata de 200 m.b.n.m.

1.6 TRABAJOS PREVIOS

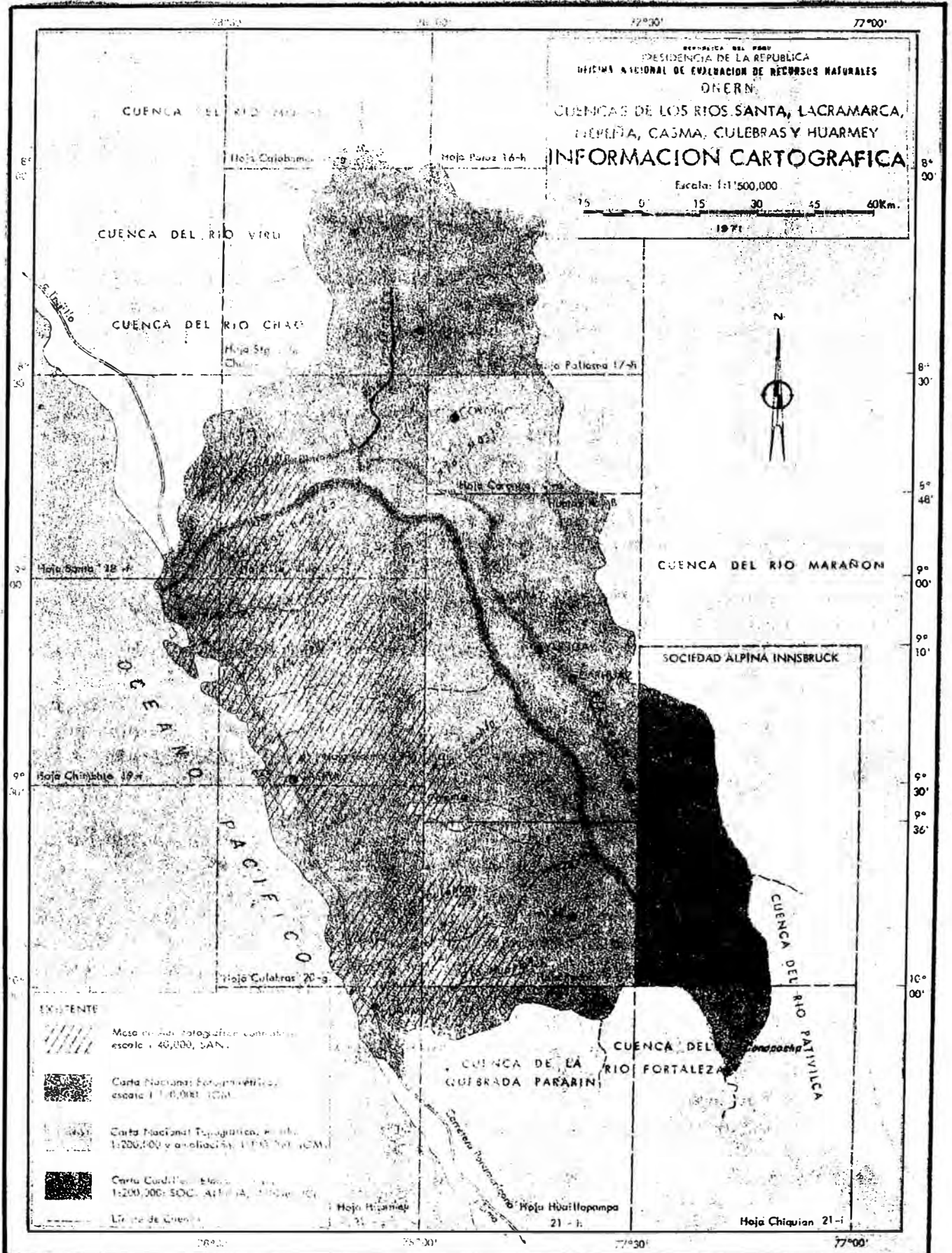
No se ha hallado hasta el presente informes sobre trabajos de sedimentación y geoquímica dentro de este sector de la costa; sin embargo, de la vasta información existente de los departamentos de Ancash y La Libertad merecen ser citadas cuatro publicaciones y que de las cuales las dos últimas reúnen una mayor documentación geológica.

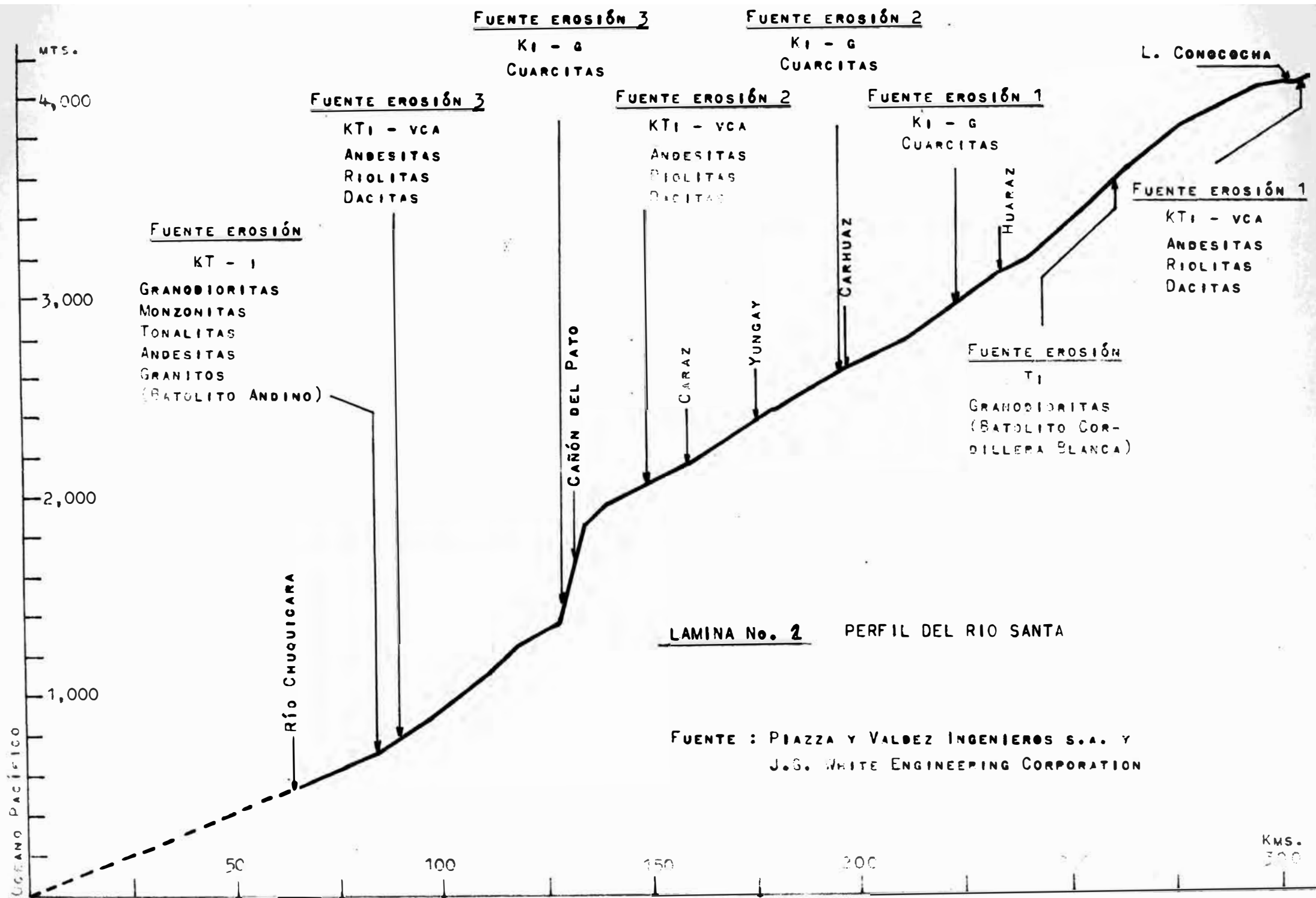
En 1,873, A. Raymondi en su "Ancash y sus riquezas" hace mención de yacimientos de evaporitas a unos Kms. al norte de la provincia Santa. En 1,961, R. Vidal en su "Exploración en el = lavadero aurífero del río Santa" hace alusión a condiciones geológicas y asociaciones mineralógicas en valle del río Santa.

En 1,967, A. Cossio y H. Jaen , en el boletín N° 17 del servicio de geología y minería, y , posteriormente en 1,972, en el inventario, evaluación y uso racional de los recursos naturales de la costa "Cuencas de los ríos Santa, Lacramarca, y Nepeña" realizado por la ONERN, aparece la geología bastante en detalle sobre este sector de la costa, motivo de estudio.

LAMINA No. 1

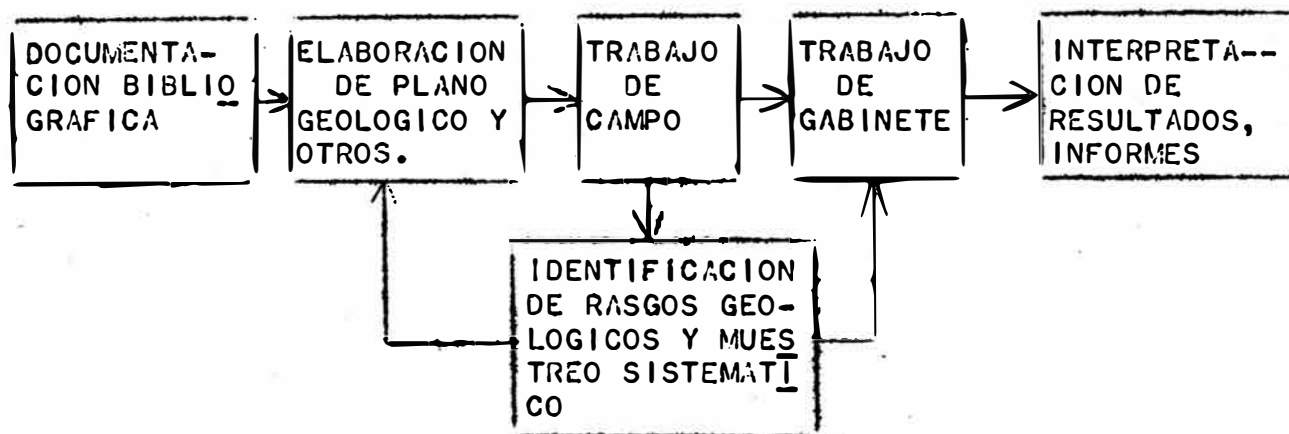
CUENCA HIDROLOGICA DEL RIO SANTA





2. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

El desarrollo de la presente investigación se hizo de acuerdo con el esquema general de trabajo que se presenta:



En la elaboración del plano geológico se utilizaron fotografías aéreas, escala 1:60,000, del S.A.N. y planos geológicos emitidos por el INGEOMIN y la ONERN, todo lo cual fué verificado por observaciones de campo.

El plano de Isóbatas de las "Bahías Coishco y Santa" se ha obtenido de la Carta de Navegación publicada por HIDRONAV, escala 1:36,530, y, muestra, parcialmente, la morfología del taíca del río Santa.

El trabajo de campo se hizo del 1 al 5 de setiembre de 1976, casi al finalizar el periodo estacional de estiaje del río Santa.

En el estudio de cantos y gravas, la granulometría, según el método lineal de Cailleux, fué hecho sobre 100 unidades y la Morfometría, en cuarcitas, sobre 25 unidades de dimensiones comprendidas entre 3 y 7 cm. de largo.

En las arenas, para la granulometría se utilizaron 200 grs. de muestra natural, las que se procesaron en un juego de tamices U.S. Standard.

El estudio de la medida de los momentos de la distribución de las partículas incluye las fórmulas matemáticas de Trask, Imman y Folk-ward.

Los grados de redondez en cuarzos hialinos, eólicos, fluviales y marinos, se obtuvieron a través de proyecciones de los gránulos y comparaciones con las "clases de redondez de las partículas" desarrolladas por Shepard y Young (1961).

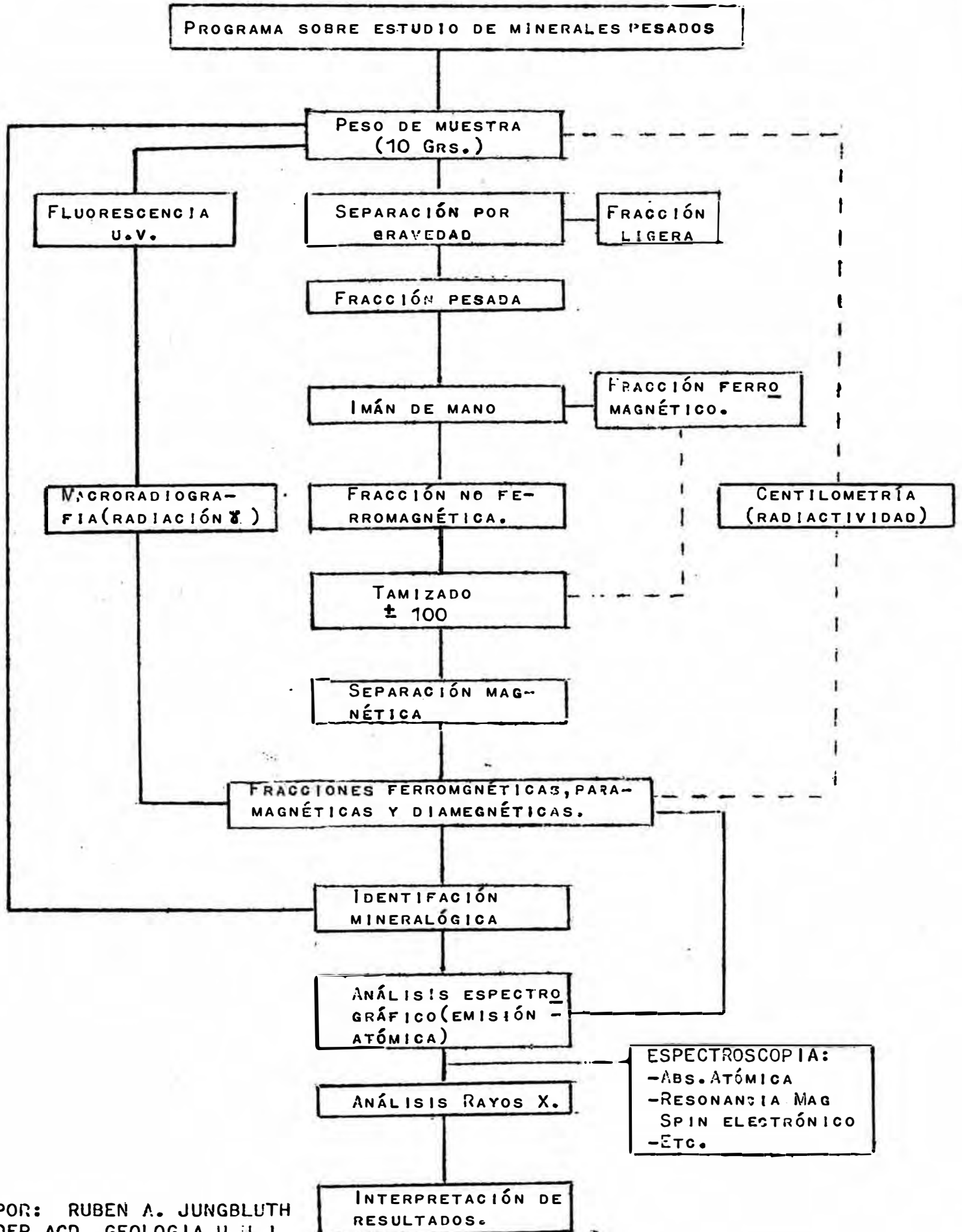
El estudio de los minerales pesados, hecho sobre 10 grs. de muestra natural, sigue el esquema de trabajo: "programa de estudio de minerales pesados en arenas".

El análisis espectrográfico de los elementos trazas, de las diversas asociaciones mineralógicas separadas magnéticamente desde 0.0 Amp. a 1.2 Amp., se hizo con 12.5 mgrs. de muestra y de acuerdo a condiciones analíticas adoptadas, citado en la secc. 5.4 de este estudio.

La identificación de las diferentes especies mineralógicas se hizo de acuerdo a las propiedades físicas y ópticas de dichos minerales, con microscopios binocular y de luz polarizada Leitz.

La identificación de la estructura cristalográfica del circon, por difracción de rayos X, se hizo utilizando el difractómetro Philips tipo Deybe-Scherrer de 57.3 mm. de diametro, anticátodo de Cu y filtro de Ni.

DIAGRAMA DE FLUJO SOBRE ESTUDIO DE MINERALES PESADOS



POR: RUBEN A. JUNGLUTH
 DEP.ACD. GEOLOGIA U.I.I.

3. GEOMORFOLOGIA Y GEOLOGIA GENERAL

3.1. GEOMORFOLOGIA

Se aprecian dos unidades geomorfológicas: Planicie costera y Flanco occidental andino.

A PLANICIE COSTERA

1 ACANTILADOS ROCOSOS

Frente a la línea de playas se levantan acantilados rocosos (vol. Casma) que alcanzan una altura promedio de 328 m.s.n.m.

En este sector de la costa el doble aspecto morfológico de acantilados y playas de arenas y cantos modifican el avance de las olas, a través del obstáculo mismo y la topografía marina, las cuales afectan el transporte de los sedimentos.

En los acantilados se presentan reflexión de olas y refracción de olas del tipo convergente en la punta de estos.

La refracción -divergente- de olas se observa en las playas.

Otras de las modificaciones que experimentan las olas en la costa es su deformación al contornear los acantilados, a lo que se denomina difracción de olas.

Extrusivos de igual litología que los acantilados se distribuyen dispersamente dentro del área y alcanzan alturas semejantes.

2 BARRERAS EOLICAS

Barreras eólicas en cuya base se encuentra materia orgánica vegetal, se ubican, notoriamente, a lo largo de la playa Coishco hasta la margen izquierda de la desembocadura del río Santa. Tienen escaso metros de altura y ancho, y, constituyen defensas, de la acción eólica, a los cultivos de la provincia Santa.

El área de cultivo llega, en Trujillo, hasta la hacienda Guadalupe.

3 ZONAS DE DEFLACION

Formadas paralelamente a la línea de costa y entre -- las crestas de antiguos cordones litorales, son consideradas producto de la acción eólica sobre depósitos marinos antiguos.

Se ubican en Trujillo (margen derecho de la desembocadura del río Santa).

Estas zonas de defla-- ción concentran elevado porcentaje de minerales pesados de colores oscuros.

B FLANCO OCCIDENTAL ANDINO

Constituye el límite Este del área de estudio en Trujillo.

Representa las estribaciones de la cordillera occi-- dental - Negra , y un almacenamiento de sedimentos provenientes del S. y S.O..

Esta unidad aporta, también (a la planicie costera), material aluvial, siendo el de mayor importancia la Pampa Concomba

3.2 RELIEVE SUBMARINO DEL RIO SANTA

El río Santa cargado de materiales en suspensión, arenas, gravas, etc. y siguiendo en los últimos Kms. formas meándricas, desemboca en un frente oceánico constituido por -- una playa de arenas de tamaños finos y medios, aquí recibe la fuerza "contraria" de la corriente costera, que permitirá, como es lógico, pasen con relativa mayor facilidad al mar los sedimentos más ligeros y pequeños; para posteriormente, a través de un continuo trabajo de selección, el oleaje deje en la playa los detritus más grandes y pesados.

La playa de arenas se extiende por una longitud de aproximadamente 8.5 Km., comprendida desde "Punta infiernillo hasta aproximadamente 5.7 Kms. al Norte de la desembocadura.

A partir de este lugar la línea de playa queda constituida por cantos, que se extenderán hasta las cercanías

de Chao (25Kms. de la desembocadura), en Trujillo.

Hacia mar adentro el río Santa tiene una penetración de - aproximadamente 10 a 12 brazas (60 a 72 pies) de profundidad, que en extensión corresponden de 9.1 a 11.7 Kms., datos que resultan de cálculos en las isóbatas de la carta - de navegación "Bahías Coshco y Santa" (Hidronav).

Del mismo análisis en las isóbatas se deduce la formación de un delta submarino lobular, hasta las 9 brazas (54 pies). A partir de esta profundidad la morfología deltaica se vuelve irregular, debido a la acción de la corriente que impele los sedimentos hacia el norte.

3.3 GEOLOGIA

La geología de la zona es descrita en el cuadro N°1, que es la misma -excepto el cuaternario marino antiguo en Trujillo- que presenta la cuenca hidrológica del río Santa. Esto es importante dado que es de esta cuenca donde pro-vienen la mayoría de los sedimentos que se depositan dentro del litoral.

A continuación se describe el cuaternario en las provincias Santa y Trujillo

A DEPOSITOS MARINOS

En Coshco, la playa del mismo nombre está constituida - por arenas que migran del Sur, a juzgar esto por las observaciones morfoscópicas en las fracciones ligeras y - pesadas (G. mayor a 2.85).

En Trujillo un antiguo cuaternario marino, formado por cordones litorales, en número de 7 bien diferenciados está constituido por gravas y arenas procedentes de la cuenca del río Santa. Los cordones Litorales de 1 a 2 - metros de altura y varios Kms. de longitud (15Kms. entre campo de la salinera y cerro negro) testimonian el actual estado de levantamiento de este sector de la costa. Dentro de esta extensa zona, aunque limitado al sector derecho del cordón litoral más antiguo se encuentra como producto de la evaporación, de una antigua laguna litoral o de un brazo del mar, costras y pequeños depósitos de sal y yeso (aprox. 10 Kms. al N. del río Santa)

que están siendo explotados actualmente. Junto a estos depósitos de evaporitas afloran horizontes de caparazones de moluscos.

Depósito similar, de sal, podría producirse en una actual laguna litoral, situada a pocos metros de la línea de costa

B DEPOSITOS ALUVIALES

Este tipo de depósito cubre amplia y profundamente el valle Santa. Está constituido por gravas, arenas y arcillas, y, es utilizado como zona de cultivo.

En Trujillo la Pampa Conscomba es un depósito aluvial de similares características heterométricas que en el Santa.

C DEPOSITOS EOLICOS

Depósitos eólicos constituidos por arenas de tamaño fino y medio, con contenido residual de material vegetal, cubren formaciones aluviales y rocosas (vol. Casma).

En el valle Santa y unos Kms. al norte los minerales de estas arenas son de colores claro, en tanto que, en Trujillo (en los límites del área de trabajo) los minerales que predominan, en determinados sectores son oscuros. En Coishco, se distinguen barreras eólicas.

D DEPOSITOS FLUVIALES

Sobre el curso del río Santa, en la margen derecha -desde el puente " Carretera Panamericana " hasta la confluencia con las aguas del O. Pacífico- se están depositando gravas, arenas, arcillas y materia orgánica, formando una terraza fluvial To. (v. lams. 3 y 4)

E CONOS ALUVIALES

Constituido por materiales angulosos en matriz fina, bajan por las quebradas de las formaciones rocosas. No alcanzan extensiones de consideración.

CUADRO 01

Era	Período	Formación	Litología	Lugares de Exposición	Rasgos Estructurales	Suelos Formados
CENOZOICO	CUATERNARIO	Depósitos Fluviales Q-1	Arenas de grano fino que cubren gran parte de la zona aluvial y formaciones corchales más antiguas. Constituyen una gran variedad de depósitos.	Se presentan cubriendo áreas de regular extensión dentro de la zona de la cuenca principal, desde el sector de Yungay hasta muy cerca de la Laguna de Santa Cruz. Área de quebrada Huanca y desde Miras hasta el sector de Chumbale.		Transportados, arenosos, de espesor variable, no permeables.
		Depósitos Fluviales Q-2	Arena, grava, limo y rodados heterométricos de diversa composición. No presentan estratificación alguna.	En depósitos de área limitada circunscriptos a los cauces de los cursos de agua, principalmente en los ríos Huanca, Culebras, Casma, Nepeña, Santa y Sacramenta.	No presentan evidencias notables de estructuras geológicas como las empuestas en los sedimentos consolidados más antiguos. El sismo del 31 de Mayo de 1970 provocó deslizamientos y rajaduras dentro de estas unidades litológicas en diferentes zonas, como se observa en la margen derecha del río Santa frente a Reónay.	Transportados, de potencia y composición variable, permeables y de condiciones muy limitadas para la agricultura.
		Depósitos Fluvio-Aluviales (incluye Piedemontes) Q-3	Arena, arcilla, grava, fragmentos rocosos angulosos y heterométricos no consolidados. Son depósitos de transporte relativamente corto y no acusan estratificación definida.	Rellenan principalmente los cauces de las quebradas afluentes de los ríos principales como Huanca, Culebras, Santa, etc.		Transportados de composición heterogénea, profundidad y permeabilidad variables.
		Depósitos Aluviales Q-4	Arena, grava, arcilla y conglomerados semiconsolidados, generalmente horizontales. De acuerdo a sus diferencias de nivel, indican antiguas etapas de valle.	Se asientan en las zonas media y baja de las márgenes de los ríos, conformando principalmente el área agrícola.		Transportados, arenosos, arcillosos, profundos, suelos que ofrecen las mejores condiciones para el desarrollo agrícola.
		Depósitos Morrenicos y Fluvio Glaciales Q-5	Están conformados por acumulaciones morrenicas y rellenos de arena, arcilla y grava. Los fragmentos rocosos son heterométricos, bien seleccionados y de forma redondeada y aborindando.	Están localizados al oeste de la Cordillera Blanca desde la Laguna Conchococha hasta la Montañita en una faja de ancho promedio de 1 km. desde Montañita hasta el pie de Yungay, en una franja más angosta que se prolonga hasta el sector de Yungay y Yana y Yana.		Transportados, gravosos y arcillosos, de profundidad y permeabilidad variable.

Era	Período	Formación	Litología	Lugares de Exposición	Rasgos Estructurales	Suelos Formados
CENOZOICO	TERCIARIO SUPERIOR	Formación Yungay T-1	Consiste de tufos blancos dacíticos con abundantes cristales de cuarzo y biotita en una matriz de feldespatos, conteniendo fragmentos angulosos de las rocas circundantes.	Su mayor exposición se encuentra a lo largo del Callejón de Huaylas entre Yungay y Potosí en una forma irregular. Este de Ruanraza, Yungay, Carhuaz, al Oeste de la Laguna de Conchococha.	Esta formación se encuentra pobremente estratificada, variando con discordancia angular sobre la Formación Volcánica Calipuy.	Residuales, arenosos-arcillosos, de poca profundidad, predominantemente ácidos.
		Volcánica Calipuy KT-1	Consiste de una extensa y variada formación volcánica; pitoclastos, derrames y brechas de composición dacítica, riolítica y andesítica, de colores morados, verdosos y amarillentos.	Sus afloramientos se encuentran cubriendo un gran sector de la Cordillera Negra. Las principales ocurrencias se localizan al Oeste de las localidades de Montañita y Torocaca, distrito de Yungay, alrededores de Potosí, Ancón, Huina y Mare, área de Santiago de Chino, margen derecha del río Chiquiza hasta su confluencia con el río Santa.	Sobrevace a los sedimentos calcáreos con una fuerte discordancia angular, se encuentra interrumpido por el sector de Yungay, estando unida a las pizarras de las solaciones andinas y las rocas de carga mineral.	Residuales, arcillosos y arenos-arcillosos, generalmente ácidos y poco profundos.
	TERCIARIO SUPERIOR-INFERIOR	Formación Huaylas KT-2	Se encuentra conformada por conglomerados y areniscas, rojas verdosas, los elementos conglomerádicos están constituidos por fragmentos de rocas volcánicas, calcáreas y cuarcíticas.	Esta formación está limitada al norte por la zona de Yungay, al Sur de Yungay, teniendo continuidad del sector de la parte alta al Oeste del sector de Huaylas.	Se encuentra interrumpida por el sector de Yungay, estando unida a las pizarras de las solaciones andinas y las rocas de carga mineral.	Residuales, arenosos-arcillosos, de poca profundidad, predominantemente ácidos.
		Formación Huaylas KT-3	Está integrada por calizas, margas y dolomitas de color gris claro y conglomerado intrafornación.	Se le encuentra como afloramiento principal al Este del distrito de Conchococha y al Norte y Sur de la Laguna de Pelagatos.	Presenta una estructura plegada, formada principalmente en el sector de Yungay, en la Cordillera Negra, la Laguna de Pelagatos, etc. Sus afloramientos se encuentran en Yungay.	Residuales, arenosos-arcillosos, de poca profundidad, calcáreos.
MESOZOICO	CRETACEO SUPERIOR	Formación Huaylas KT-4	Consiste de calizas gruesas, margas de color gris oscuro y lutitas calcáreas.	Se encuentra en forma de afloramiento principal al Este del distrito de Conchococha y al Norte y Sur de la Laguna de Pelagatos.	Presenta una estructura plegada, formada principalmente en el sector de Yungay, en la Cordillera Negra, la Laguna de Pelagatos, etc. Sus afloramientos se encuentran en Yungay.	Residuales, arenosos-arcillosos, de poca profundidad, calcáreos.
		Formación Huaylas KT-5	Consiste de calizas gruesas, margas de color gris oscuro y lutitas calcáreas.	Se encuentra en forma de afloramiento principal al Este del distrito de Conchococha y al Norte y Sur de la Laguna de Pelagatos.	Presenta una estructura plegada, formada principalmente en el sector de Yungay, en la Cordillera Negra, la Laguna de Pelagatos, etc. Sus afloramientos se encuentran en Yungay.	Residuales, arenosos-arcillosos, de poca profundidad, calcáreos.

Era	Período	Formación	Litología	Lugares de Exposición	Rasgos Estructurales	Suelos Formados
MESOZOICO	CRETACEO INFERIOR	Formación Huaylas KT-6	Comprende las formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Tariat. La Formación Chimú consiste de areniscas y cuarcitas con intercalaciones lutáceas y mantos de carbón. La Formación Santa está integrada por calizas y lutitas calcáreas ferruginosas. La Formación Carhuaz comprende areniscas y cuarcitas abundantes con intercalaciones de lutitas y la formación Tariat está constituida por areniscas y cuarcitas con intercalaciones de lutitas, siendo comunes las intercalaciones de caliza y yeso cerca de la base.	Se presenta como una potente secuencia de sedimentos, aflorando al Este de Cachicadán, alrededores de Bolognesi, Ancos, Pallasca, Macate, Lampamán, Norte de Jimba, distrito de Quillo, etc.	Como consecuencia de movimiento de compresión y extensión, se han producido plegamientos anticlinales y anticlinales y fallamientos en diferentes áreas de su amplia exposición, con un rumbo general NO-SE.	Residuales, de desarrollo limitado, generalmente ácidos, aunque cierto sector ofrece reacción calcárea por haberse desarrollado sobre calizas y/o lutitas calcáreas.
		Formación Huaylas KT-7	Comprende una secuencia de rocas volcánicas, intercalaciones de sedimentos, lavas y pizarras, principalmente por derrames y pizarras de composición riolítica, andesítica y dacítica, con un contenido de cuarzo y biotita, de gran tamaño, cuarcitas blancas estratificadas y redondeadas, etc.	Se encuentra en forma de afloramiento principal al Este del distrito de Conchococha y al Norte y Sur de la Laguna de Pelagatos.	Presenta una estructura plegada, formada principalmente en el sector de Yungay, en la Cordillera Negra, la Laguna de Pelagatos, etc. Sus afloramientos se encuentran en Yungay.	Residuales, arenosos-arcillosos, de poca profundidad, calcáreos.
		Formación Huaylas KT-8	Está constituida por areniscas, margas de color gris oscuro y lutitas calcáreas.	Se encuentra en forma de afloramiento principal al Este del distrito de Conchococha y al Norte y Sur de la Laguna de Pelagatos.	Presenta una estructura plegada, formada principalmente en el sector de Yungay, en la Cordillera Negra, la Laguna de Pelagatos, etc. Sus afloramientos se encuentran en Yungay.	Residuales, arenosos-arcillosos, de poca profundidad, calcáreos.

Era	Período	Formación	Litología	Lugares de Exposición	Rasgos Estructurales	Suelos Formados
2. ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS						
MESOZOICO	CRETACEO-TERCIARIO	Batolito Andino KT-1	Constituido principalmente de intrusiones plutónicas: granito, granodiorita, diorita, tonalita, etc. Rocas intrusivas menores: andesita, dacita, monzonita, pórfido cuarcífero, etc.	Se encuentra ampliamente distribuido a manera de una faja irregular que atraviesa la zona estudiada longitudinalmente de SE a NO y su ancho va desde el sector de la faja Costanera hasta el borde occidental de la Cordillera Negra. Se supone que está íntimamente ligado a los procesos de mineralización que ocurren en dicha Cordillera.	Se presenta muy diaclasado y fracturado, principalmente en las áreas cercanas a los contactos, debido a esfuerzos de tensión desarrollados en la etapa de consolidación del magma. El Batolito Andino provocó en las formaciones rocosas pre-existentes alteraciones estructurales como levantamientos, plegamientos y fallas.	Granito: suelos residuales, arenosos y arcillosos, de profundidad variable, generalmente ácidos. Granodiorita, diorita, monzonita, etc. suelos residuales, arcillosos y arenos-arcillosos, ricos en cal y álcalis, de profundidad variable muy fértiles.
		Batolito de la Cordillera Blanca T-1	Principalmente está conformado por roca intrusiva plutónica de composición granodiorítica.	Se extiende ampliamente en el sector oriental de la zona estudiada y forma parte de la Cordillera Blanca. Algunos depósitos de cobre, plomo, zinc y plata guardan estrecha relación con este intrusivo.	Acusa fracturas de tensión, principalmente originadas durante la consolidación magmática. Ha disturbado principalmente rocas mesozoicas.	Residuales, arcillosos y arenos-arcillosos, fértiles por su alto contenido de cal y álcalis y de profundidad variable.

LAMINA No. 3

RIO SANTA - SEDIMENTOS FLUVIO-ALUVIALES



Foto No. 1 Río Santa Margen Derecha - Aguas Abajo



Foto No. 2 Río Santa Aguas Abajo

**Ubicación de la
Cámara Fotográfica**

Pte. Carretera Panamericana

LAMINA No. 4

RIO SANTA - SEDIMENTOS FLUVIO-ALUVIALES

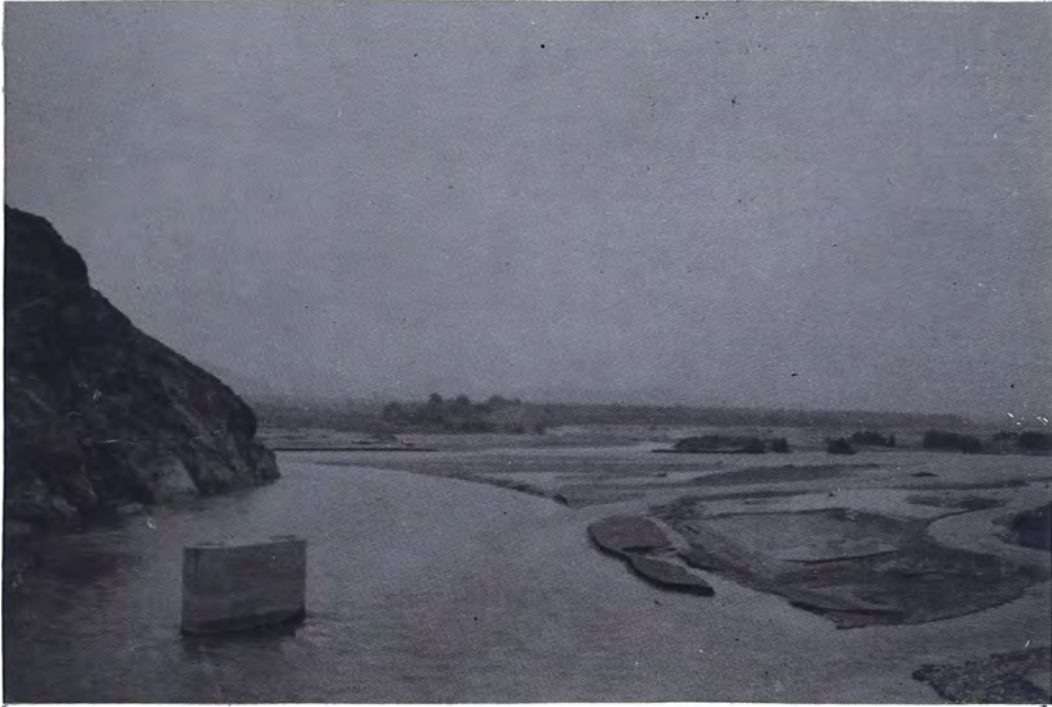


Foto No. 3 Río Santa Margen Derecha-Aguas Arriba



Foto No. 4 Río Santa Margen Izquierda-Aguas Arriba

**Ubicación de la
Cámara Fotográfica : Pte. Carretera Panamericana**

4. SEDIMENTOLOGIA

El estudio de sedimentación comprende los materiales, cantos a arenas, depositados por aguas de río y mar, en la playa y las arenas depositadas por el viento, en las playas y flanco andino.

4.1 ESTUDIO DE CANTOS Y GRAVAS

Siguiendo el método lineal de Cailleux se analizaron cinco depósitos, de los cuales dos (M_1, M_2) pertenecen al lecho del río Santa (margen derecha), uno (M_5) a la playa actual de cantos, en Trujillo y los otros dos (M_3, M_4) a antiguos cordones litorales, también en Trujillo.

De cada depósito se tomó 100 elementos, excepto en el depósito M_5 del cual se extrajo 50 elementos, justifica esto, el hecho de querer establecer relaciones granulométricas con los depósitos M_3, M_4 como un reflejo de las posibles variaciones en la dinámica fluvial y marina.

La proveniencia de los cantos y gravas situa a la cuenca del río Santa, como la fuente de origen de estos sedimentos.

La distancia promedio recorrida desde la(s) fuente(s) a los depósitos M_1 y M_2 se ha inscrito en el perfil del río Santa (tomado del informe "Posibilidades de desarrollos Hidroeléctrico del río Santa", c.p.s.), esto, con la intención de mostrar las transformaciones mecánicas a que son sometidos los sedimentos con la distancia recorrida.

A GRANULOMETRIA

1 RIO SANTA

De los histogramas de frecuencia vs. diámetro el depósito M_1 podría considerarse como un ejemplo de histograma unimodal (40-60 m m.), típico de un agente fluvial bien competente, en el que deposita el mayor número de sus materiales después de un largo transporte, justificación lógica dado que el muestreo ha sido efectuado en la trayectoria final del río; sin embargo, puede observarse que a partir de la clase estadística 120mm. la "Cola de dispersión aleato-

ria" se hace prolongada , lo cual pone en evidencia los continuos aportes locales al río, durante la trayectoria de este último.

Dada la naturaleza litológica (cuarcitas, andesitas), la corta trayectoria desde la fuente de erosión (andesitas) al lugar de sedimentación y las variaciones en el curso y velocidad del agente de transporte (ensanchamiento en el valle, meandros y disminución de la pendiente), los sedimentos no se desgastan hacia tamaños menores, comprendidos entre los diez a dos mm.

El depósito M_2 , ubicado a 900mts. del frente de playa, es polimodal, con tres modas (40-60, 80-120, 160-240 mm.) que reflejan diferencias en las condiciones de sedimentación de los materiales de transporte largo y de aportes locales, debido a las variaciones en la velocidad del agente fluvial. Estas variaciones interpretadas principalmente como de tipo estacional (periodos de avenida y estiaje), causan esta sedimentación polimodal, en la trayectoria final del río. Ambos depósitos presentan igual número de clases estadísticas y un centilo (sedimento de mayor tamaño) promedio de 445 mm.. Las medianas corresponden a 60 y 100 mm. respectivamente.

2 PLAYAS

Los tres depósitos de cantos, M_3, M_4, M_5 , presentan -- histogramas unimodales, con máximos de frecuencias en las clases estadísticas de 20 a 60 mm. y colas de dispersión aleatorias que se extienden a la derecha, lo cual es significativo desde el punto de vista de que existe, pues, una rápida devolución de los sedimentos a la playa, por parte de las olas; así como -- también poco retrabajo sobre ellos. En esto último debe tenerse presente la naturaleza litológica, la trayectoria recorrida y los choques entre sí de estos sedimentos hasta el depósito final; debe tomarse en cuenta, también, el continuo aporte por parte del río .

CUADRO No.2

GRANULOMETRIA DE CANTOS Y GRAVAS EN EL RIO SANTA Y PLAYAS SANTA

Ø MM.	FRECUENCIAS				
	M1	M2	M5	M3	M4
10-20	4	5	0	8	0
20-40	25	10	8	45	24
40-60	29	18	20	17	26
60-80	19	8	10	14	19
80-120	12	19	10	12	18
120-160	6	10	1	2	9
160-240	2	19	1	2	4
240-400	1	10	0	0	0
400-1000	2	1	0	0	0
TOTAL	100	100	50	100	100
CENTILO	450	440	170	190	215
MEDIANA	60	100	60	40	60

CUADRO No.3

LITOLOGIA GLOBAL DE CANTOS Y GRAVAS EN EL RIO SANTA Y PLAYAS SANTA

DEPO SITO	PORCIENTO															
	C	A-C	GN G	GN GD	G	Gd	MN	DI	TN	R	DA	AN	ANP	B	R-S	A
M1	47	4	1	3	9	7	0	2	0	1	4	17	3	0	2	0
M2	22	3	2	2	12	12	4	2	1	1	0	36	1	0	2	0
M5	42	6	2	0	6	6	0	2	0	0	0	30	6	0	0	0
M3	33	6	0	0		10	0	2	0	1	0	31	2	3	3	3
M4	34	6	0	0	5	13	0	3	0	0	2	30	1	0	4	2
TOTAL	35	5	1	1	7	10	1	2	0	1	1	29	3	1	2	1

SÍMBOLOS :

CUARCITA	C	TONALITA	TN
ARENISCA-CUARCÍTICA	A-C	RIOLITA	R
GNEIS-GRANÍTICO	GN-G	DACITA	DA
GNEIS-GRANODIORÍTICO	GN-GD	ANDESITA	AN
GRANITO	G	ANDESITA-PORFIRÍTICA	AN-P
GRANODIORITA	GD	BASALTO	B
MONZONITA	MN	ROCA-SILICIFICADA	R-S
DIORITA	DI	ARENISCA	A

GRANULOMETRIA DE CANTOS Y GRAVAS :

LOCALIDAD : RÍO SANTA Y BAHÍA SANTA

GRAFICO No.3A

PLAYA ANTIGUA-TRUJILLO
DEPÓSITO: M₄

MEDIANA: 60MM.
CENTILO: 215MM.

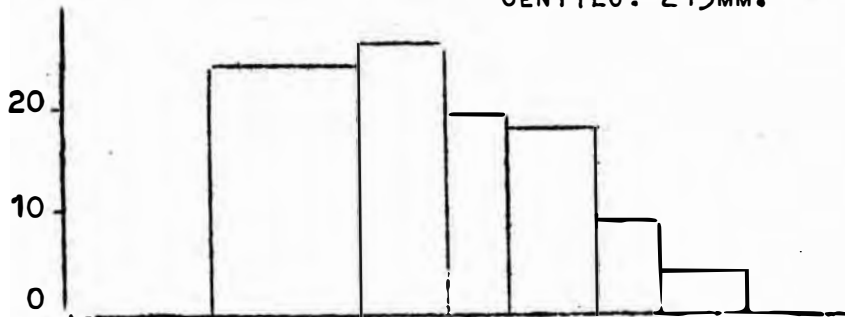


GRAFICO No.3B

PLAYA ANTIGUA-TRUJILLO
DEPÓSITO: M₃

MEDIANA: 40MM.
CENTILO: 190MM.

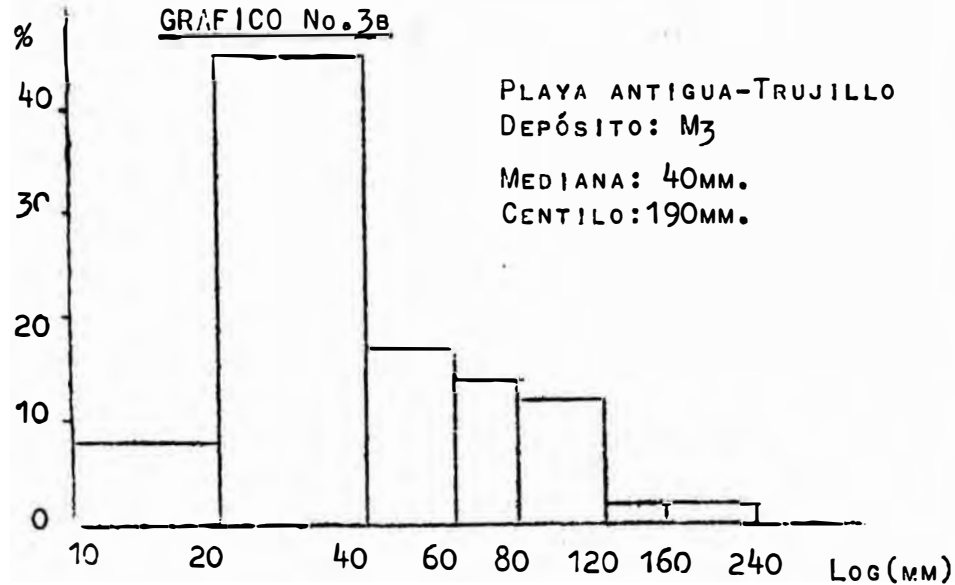


GRAFICO No.1A

RÍO SANTA MARG.DERECHA
DEPÓSITO: M₁
MEDIANA: 60MM.
CENTILO: 450MM.

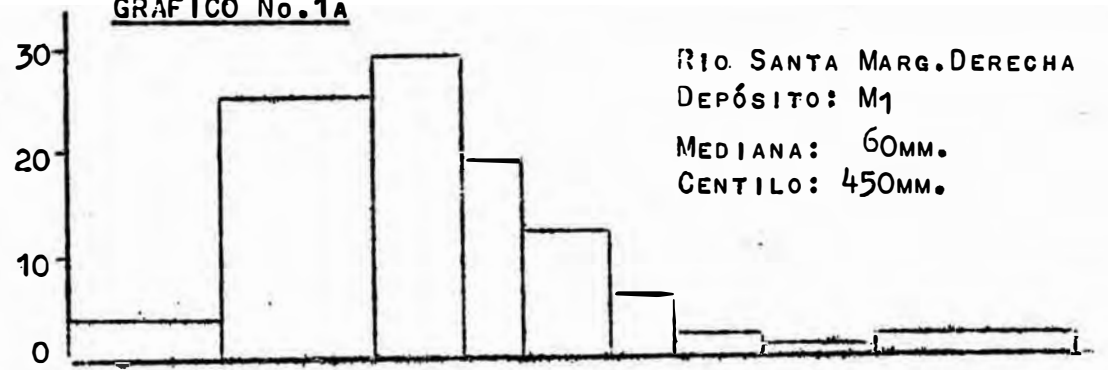


GRAFICO No.1B

RÍO SANTA MARG.DERECHA
DEPÓSITO: M₂
MEDIANA: 100MM.
CENTILO: 440MM.

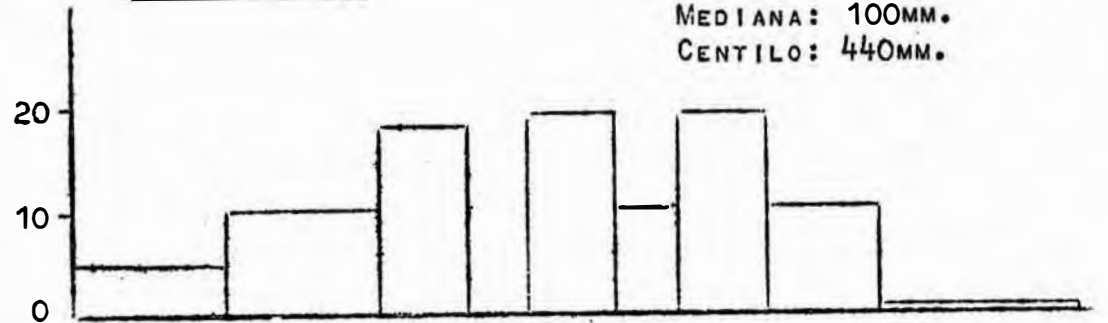
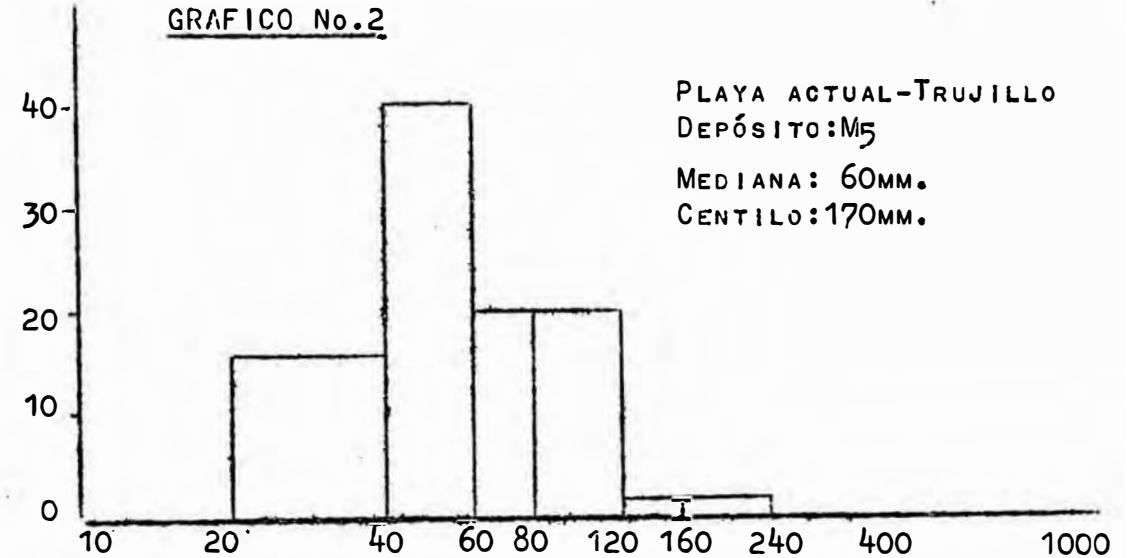


GRAFICO No.2

PLAYA ACTUAL-TRUJILLO
DEPÓSITO: M₅
MEDIANA: 60MM.
CENTILO: 170MM.



Expresado en otros términos los materiales de estos depósitos conservan las características de su ambiente de sedimentación anterior.

Excepto el depósito M₃ (sobre perfil I), que incluye tamaños de 10 a 20 mm., los sedimentos varían en tamaños de 20 a 240 mm. faltando las gravas de 10 a 20 mm. de los depósitos fluviales.

Ambos casos pueden explicarse como sigue: El depósito M₃ pertenece a un cordón litoral (más antiguo respecto a M₄ dispuesto de manera circular y algo protegido por formaciones rocosas, lo que impediría la erosión de gravas menores de 20 mm., durante el periodo de regresión del oleaje; en tanto que, los depósitos M₄ y M₅, por no presentar condiciones iguales muestran ausencia de estos tamaños, los cuales se depositarán, por efecto de la corriente costera, hacia el norte. Estos depósitos, interpretados bajo condiciones normales de oleaje (sin bravesas, etc.), tienen por mediana y centilo promedios 50 y 198 mm. respectivamente.

B. LITOLOGIA GLOBAL

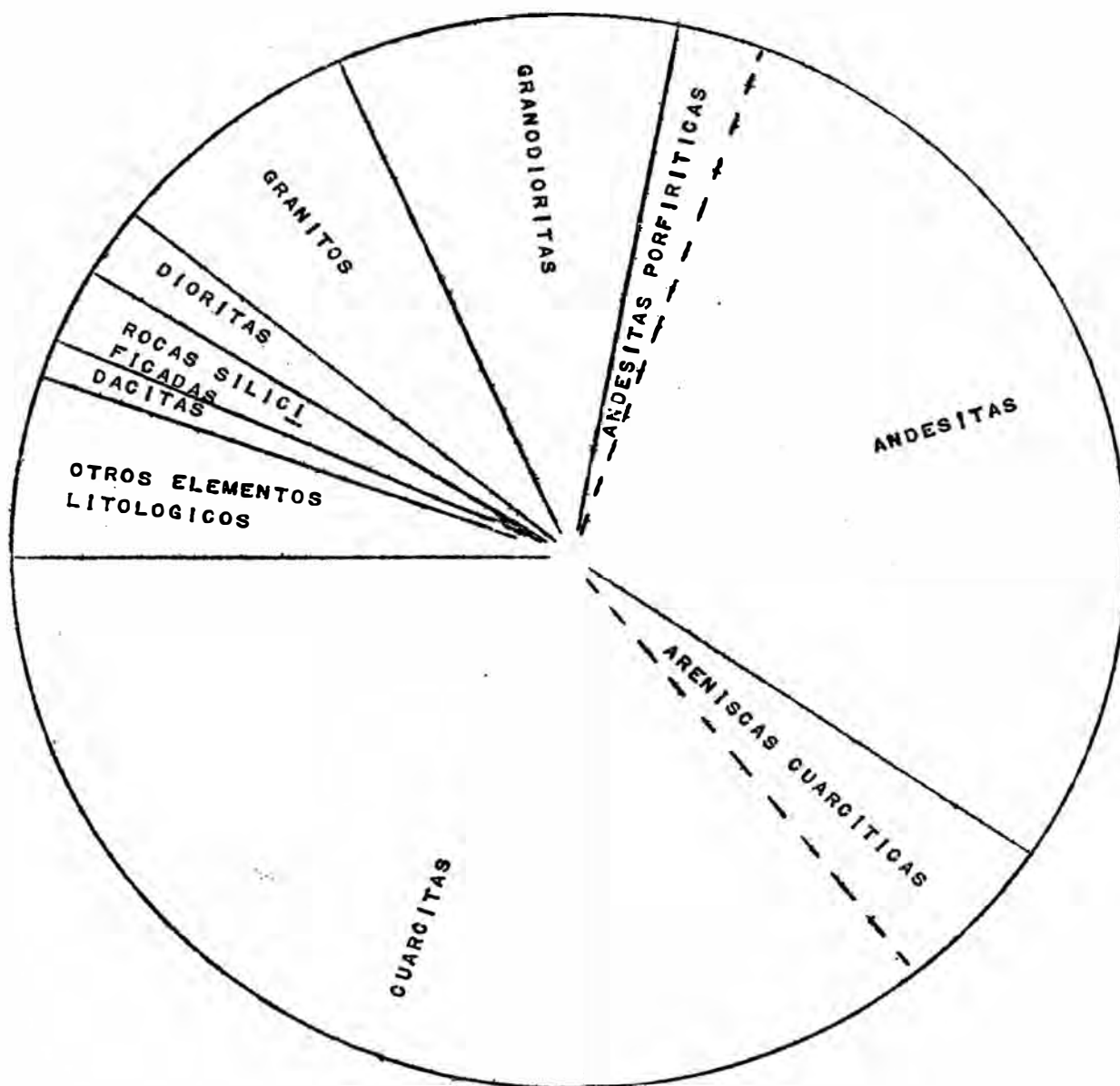
Sobre una totalidad de 450 elementos analizados, entre fluviales y marinos, destacan cuatro grupos de litologías, que expresados porcentualmente corresponden a:

Cuarcitas (incluye arenisca cuarcíticas)	40.5%
Andesitas (incluye andesitas porfiríticas)	31.3%
Granodioritas (incluye Gneiss granodioríticos)	10.8%
Granitos (incluye Gneiss graníticos)	8.6%
Otros (riolitas, dacitas, dioritas, areniscas)	8.8%

Los depósitos M₁ y M₂ de un total de 200 elementos presentan 76 y 57 elementos de naturaleza cuarcítica y andesítica respectivamente.

GRAFICO No. 4

LITOLOGIA GLOBAL DE LOS CANTOS Y GRAVAS DEL LITORAL DEL SANTA



(REPRESENTACIÓN PORCENTUAL EN BASE A 450 ELEMENTOS LITOLÓGICOS)

CUARCITAS.	35.0 %	GRANITOS	7.0 %
ARENISCAS-		DIORITAS	2.0 %
CUARCITICAS	5.0 %	ROCAS SILICIFICADAS	2.0 %
ANDESITAS	29.0 %	DACITAS	1.0 %
ANDESITAS-		OTROS ELEMENTOS	
PORFIRITICAS	3.0 %	LITOLÓGICOS	6.0 %
GRANODIORITAS	10.0 %		

Los granitos y granodioritas, iguales en número, suman 48 en ambos depósitos.

El depósito M_2 contiene 36 andesitas, contra 22 cuarcitas, lo cual es explicable por una mayor concentración de aportes locales.

En los depósitos restantes las cuarcitas llegan, en número de 88 y las andesitas a 74. Los granitos y los granodioritas a 14 y 26 respectivamente.

Las cuarcitas y areniscas provienen de la formación -- Chicama, grupo Goyllarisquizga y formación Huaylas, cuyas edades comprenden del jurásico superior al cretáceo superior, con el mayor porcentaje de estos elementos litológicos provenientes del grupo Goyllarisquizga, cuya edad se asigna al cretáceo inferior (Ki).

Las andesitas, dacitas, riolitas y basaltos provienen en un mayor porcentaje de los volcánicos calipuy, del cretáceo-terciario inferior (Kti).

Las granodioritas provienen del batolito cordillera -- blanca del terciario y del batolito andino. Los granitos, dioritas, tonalitas y monzonitas provienen del batolito andino.

Las rocas silicificadas provienen de zonas de contacto metamórfico y contienen huellas de inclusión de minerales, como piritas, por ejemplo.

C ESPECTRO LITOLÓGICO

Este tipo de análisis que informa, entre otras cosas, sobre la distancia recorrida por los productos de erosión, desde el lugar de origen hasta su depósito final han sido representados en los gráficos 5, 6 y 7 -, para así tener una comprensión visual de los sedimentos que han tenido un mayor transporte.

Para el caso de los depósitos M_1 y M_2 se ha representado, además, en el perfil del río Santa estas fuentes de erosión que indican la distancia de acarreo de estos materiales hasta sus depósitos.

En general puede decirse que las cuarcitas y andesitas provienen de aportes locales y de transporte largo.

CUADRO No. 4

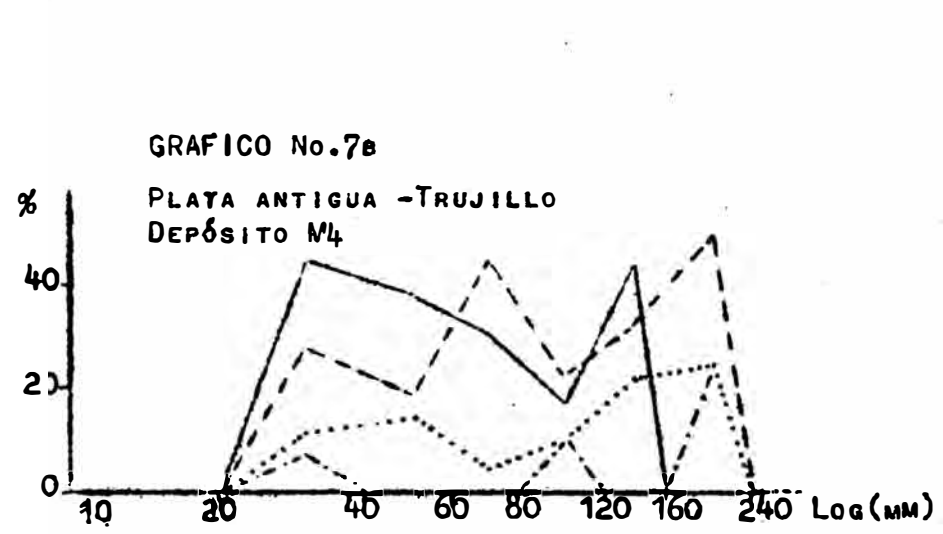
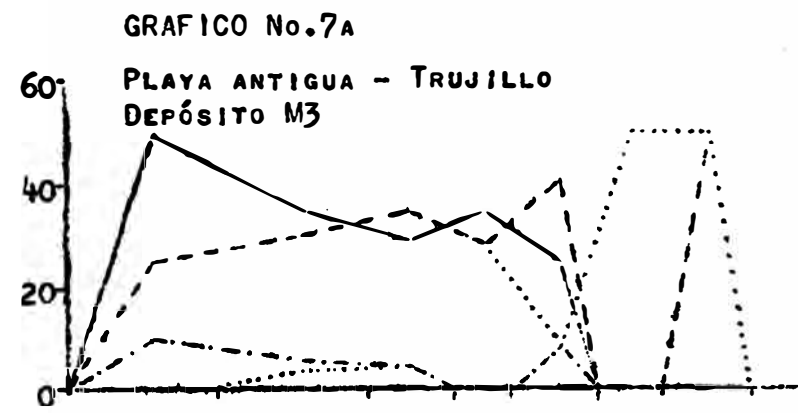
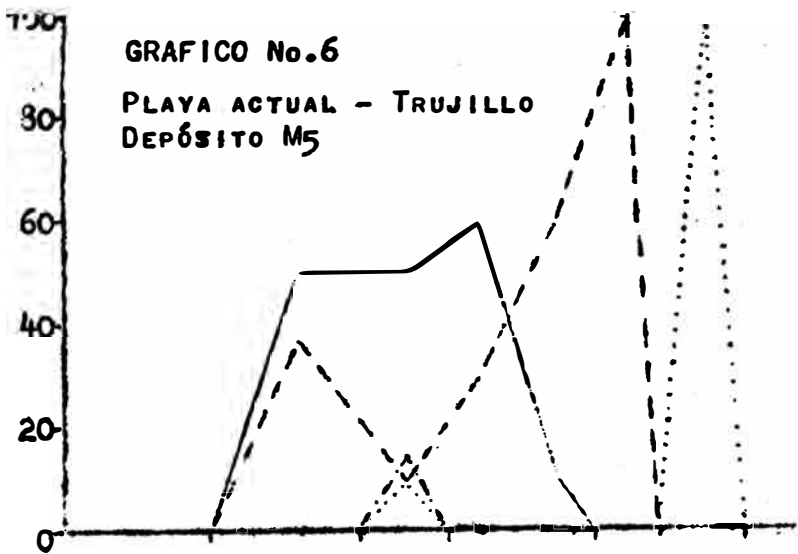
CONTINUACIÓN

DEPOSITO M₃ (%)

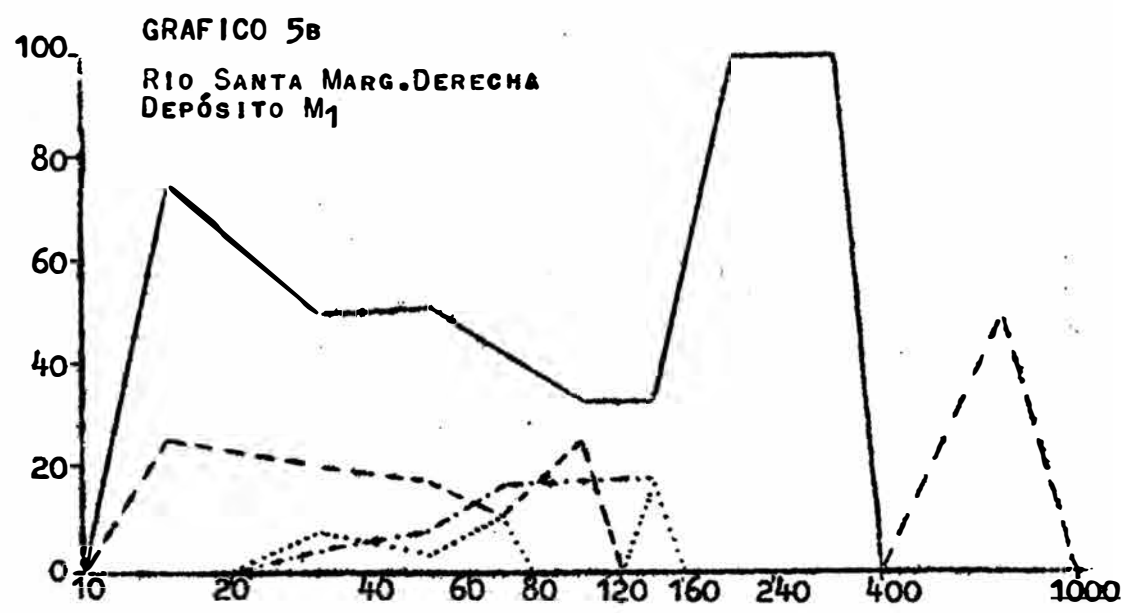
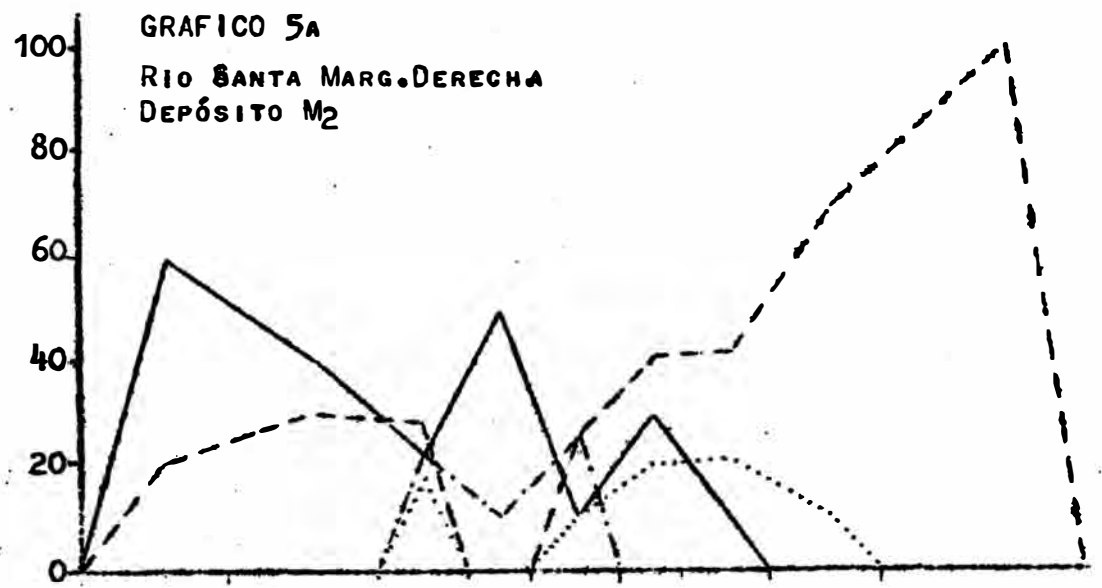
ØMM	C	A-C	G _N G	G _N G _D	G	G _D	MN	D _I	T _N	R	D _A	A _N	A _N P	B	R-S	A
10-20	50				125							25				125
20-40	355	25			65	45		25		25		30	45	25	45	45
40-60	295	12			6	6						345		12		
60-80	355	75				285						285				
80-120	25	85			85	85						41			85	
120-160		50				50										
160-240						50		50								

DEPOSITO M₄ (%)

ØMM	C	A-C	G _N G	G _N G _D	G	G _D	MN	D _I	T _N	R	D _A	A _N	A _N P	B	R-S	A
10-20																
20-40	465	4			8	12						285				
40-60	38	8				15		8				19	4			8
60-80	315	55				55						465			11	
80-120	17	11			11	11		55			11	225			11	
120-160	445					22						335				
160-240					25	25						50				



ESPECTROS LITOLÓGICOS DE CANTOS Y GRAVAS
LOCALIDAD : RIO SANTA Y BAHIA SANTA



Los granitos, granodioritas y otros provienen de aportes locales.

Un mínimo número de granodioritas pueden corresponder a una mayor distancia de transporte. El hecho de encontrarlos en tamaños pequeños es consecuencia de la naturaleza litológica poco resistente al desgaste por transporte, como a los choques mecánicos entre sí, de este tipo de sedimentos.

1. DEPOSITOS FLUVIALES

En las cuarcitas (grupo goyllorisquizga) pueden distinguirse 3 poblaciones y que en relación a la "máxima" distancia recorrida, por las más representativas de cada población, hasta los depósitos serían 220, 170 y 125 Kms. , aproximadamente.

Las andesitas presentan igualmente 3 poblaciones que están en relación con las distancias recorridas de 270 175 y 60 Kms. aproximadamente.

No se ha considerado las granodioritas -del batolito cordillera blanca- provenientes de las partes más altas de la cuenca, dado que estas llegarán hasta el lugar de los depósitos en tamaños de arenas.

D. MORFOMETRIA

El análisis morfométrico hecho en 100 cuarcitas de dimensiones comprendidas entre 35 y 65 mm. de largo, 26 y 55 mm. de ancho y 16 y 40 mm. de altura, presentan en sus respectivos histogramas, Ide, Ia e Idi, distribuciones estadísticas polimodales y asimétricas.

El Ide x 10^3 comprende las clases estadísticas de 150 a 850 para las cuarcitas fluviales y de la playa actual, la mediana promedio es 370.

Las cuarcitas de las playas antiguas (cordones litorales) comprenden las clases estadísticas de 100 a 500 y la mediana promedio es 270.

El Ia en las cuarcitas fluviales y playa actual varía entre 1.00 y 2.25 y la mediana promedio es 1.50.

Las cuarcitas de las playas antiguas presentan valores de 1.00 a 2.50 y la mediana promedio es 1.65.

El $Idi \times 10^3$, puede también expresarse como los índices anteriores, correspondiendo a las cuarcitas fluviales y playa actual las clases estadísticas de 500 a 950 y mediana promedia de 616.

Así mismo, para las cuarcitas de playas antiguas los valores varían de 500 a 850 y la mediana promedia es 629.

1. DEPOSITOS: FLUVIAL Y PLAYA ACTUAL ($M_{1,2}$ y M_5)

Las cuarcitas fluviales -según histograma $Ide \times 10^3$ - están constituidas por aquellas que han recorrido -- gran distancia en Kms., representadas en el gráfico por las clases estadísticas de 550 a 850, así como -- también por cuarcitas denominadas de aportes locales, con intervalo de clases estadísticas de 150 a 300. Iguales consideraciones sobre el transporte se obtiene analizando los histogramas $Idi \times 10^3$ e Ia , los -- cuales pueden ser agrupados en clases estadísticas de 500 a 750, 750 a 1,000 y 1.75 a 2.25, 1.00 a 1.50, según corresponda a cuarcitas de transporte largo o corto.

Del análisis comparativo entre los histogramas de índice fluvial y de playa se establece que, en las -- cuarcitas de la playa actual el retrabajo marino es -- poco apreciable, dado que los diferentes elementos litológicos al chocar entre sí, debido ello a la mayor fuerza que presenta el oleaje respecto a la Fza. del río, afectan los valores de los índices morfométricos aumentando en el caso de $Idi \times 10^3$ y disminuyendo en los Ia e $Ide \times 10^3$.

2. DEPOSITOS: PLAYAS ANTIGUAS (M_3 , M_4).

Los histogramas de los índices morfométricos corresponden a diferentes tiempos de sedimentación, así como a distintos grados de Fza. del oleaje, relacionado esto, al oleaje en la playa actual.

Los $Ide \times 10^3$ de los depósitos M_3 y M_4 son menores que M_5 .

El depósito M_4 , respecto al depósito M_3 , presenta, -- aún menor grado de desgaste, lo que es explicable de-

CUADRO No. 5A

MORFOMETRIA EN LOS DEPOSITOS DE CANTOS DEL RIO SANTA Y PLAYAS SANTA

RIO SANTA MARG.DER. DEP. M1,2

PLAYA ACTUAL - TRUJILLO DEP.M5

No.	L	A	H.	AC	R	IDE	IA	IDI	L	A	H	AC	R	IDE	IA	IDI
1	65	55	40	50	10	307	1.50	769	48	43	35	25	15	625	1.30	520
2	45	30	20	30	5	222	1.88	666	48	35	35	27	13	541	1.89	562
3	60	35	30	45	5	166	1.58	750	45	45	35	23	17	755	1.29	511
4	55	45	30	30	5	181	1.67	545	45	40	22	25	16	711	1.93	555
5	40	35	35	20	6	300	1.07	500	46	36	31	36	08	348	1.32	782
6	36	32	23	16	15	833	1.48	500	42	38	25	22	10	476	1.60	523
7	57	41	32	35	12	421	1.53	614	39	37	30	34	7	359	1.27	871
8	50	30	25	25	6	240	1.60	500	45	37	23	20	8	355	1.78	666
9	38	35	30	20	17	447	1.22	526	42	27	20	30	8	380	3.45	714
10	43	37	28	22	13	604	1.43	511	45	36	23	28	8	355	1.76	622
11	62	53	26	42	13	419	2.21	677	38	33	17	22	7	368	2.09	579
12	60	43	28	37	5	166	1.84	616	43	31	27	32	8	472	1.37	744
13	50	45	27	25	6	240	1.76	500	42	40	34	28	10	476	1.21	567
14	58	50	30	30	10	345	1.80	517	44	38	30	28	6	273	1.37	536
15	50	42	25	26	7	280	1.84	520	38	37	26	27	5	263	1.44	710
16	53	38	32	33	13	490	1.42	622	45	43	28	35	9	400	1.57	777
17	50	45	35	30	11	488	1.36	600	42	40	20	25	10	476	2.05	595
18	45	32	25	28	8	355	1.54	622	36	35	24	20	10	555	1.48	555
19	38	32	25	38	7	368	1.40	999	34	31	18	17	9	529	1.81	500
20	43	33	20	23	12	558	1.90	534	43	39	24	27	6	279	1.71	627
21	48	40	37	36	12	500	1.19	750	36	27	25	23	9	500	1.26	638
22	40	38	30	30	6	300	1.30	750	43	27	25	28	9	209	1.40	651
23	55	35	27	31	11	400	1.67	563	39	34	21	20	7	355	1.74	512
24	35	32	30	30	12	686	1.12	857	37	36	25	20	8	432	1.46	540
25	38	30	30	24	12	631	1.13	631	37	36	25	28	6	324	1.46	756

PLAYA ANTIGUA - TRUJILLO DEP.M3

PLAYA ANTIGUA - TRUJILLO M4

No.	L	A	H	AC	R	IDE	IA	IDI	L	A	H	AC	R	IDE	IA	IDI
1	55	40	21	37	7	254	2.26	672	32	30	26	21	5	312	1.19	656
2	40	36	37	30	7	350	1.02	750	43	42	20	22	9	418	2.12	744
3	53	37	25	40	8	301	1.80	754	45	38	20	35	7	311	2.07	777
4	41	31	22	22	9	439	1.63	536	52	30	23	34	4	153	1.78	654
5	43	26	25	34	6	279	1.38	790	46	35	32	30	5	217	1.26	652
6	56	39	21	32	13	464	2.26	571	40	28	23	26	5	250	1.48	650
7	45	32	30	35	5	222	1.28	777	39	32	22	28	5	256	1.61	718
8	55	50	27	34	6	218	1.94	618	36	27	25	27	5	277	1.26	750
9	63	45	32	40	6	190	1.69	634	35	26	24	18	6	342	1.27	514
10	49	42	24	33	7	285	1.89	673	38	30	28	26	5	263	1.21	684
11	51	32	20	32	7	274	2.12	627	37	30	20	20	6	324	1.67	540
12	58	50	30	43	7	241	1.80	741	38	34	23	20	8	421	1.56	526
13	53	41	30	41	7	264	1.56	773	54	40	23	32	5	185	2.04	592
14	52	35	27	38	8	307	1.61	730	50	43	30	30	9	360	1.55	600
15	46	30	28	25	6	261	1.35	543	46	33	16	28	4	173	2.47	608
16	48	30	22	32	6	250	1.77	666	38	27	24	19	5	263	1.35	500
17	38	35	19	19	5	263	1.92	500	52	45	20	35	10	192	2.42	673
18	38	34	20	20	6	315	1.80	526	55	53	27	42	10	181	2.00	763
19	42	38	25	22	7	333	1.60	524	50	32	18	33	6	120	2.27	660
20	35	33	23	22	5	285	1.48	628	46	43	20	28	6	130	2.22	608
21	47	37	22	36	8	340	1.91	766	43	37	26	28	12	279	1.54	651
22	43	35	28	28	6	279	1.39	651	45	35	21	23	5	111	1.90	511
23	51	49	21	34	9	352	2.38	666	48	37	20	28	7	145	2.12	583
24	37	36	25	20	8	432	1.46	540	53	43	35	32	7	264	1.37	604
25	37	36	25	28	6	324	1.46	756	45	41	25	26	6	266	1.72	577

INDICE DE MORFOMETRIA DE LOS DEPOSITOS DE CANTOS
INDICE DE DESGASTE (IDE)

DEP.	M	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850
RIO STA	M _{1,2}	0	3	3	3	2	3	3	3	0	1	2	1	0	0	1	
		0	12	12	12	8	12	12	12	0	4	8	4	0	0	4	
PYA ACT	M ₃	0	0	1	1	4	8	1	4	2	1	1	0	1	1	0	
		0	0	4	4	16	32	4	16	8	4	4	0	4	4	0	
PYA ANT	M ₃	0	1	4	11	6	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
		0	4	16	44	24	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	
PYA ANT	M ₄	4	5	2	7	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
		16	20	8	28	16	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	

INDICE DE DISIMETRIA (IDI)

DEP.	M	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
RIO STA	M _{1,2}	20	1	6	2	0	4	0	1	0	1	
		40	4	24	8	0	16	0	4	0	4	
PYA ACT	M ₅	6	5	4	3	3	3	0	1	0	0	
		24	20	16	12	12	12	0	4	0	0	
PYA ANT	M ₃	6	1	4	5	2	6	1	0	0	0	
		24	4	16	20	8	24	4	0	0	0	
PYA ANT.	M ₄	5	3	4	8	2	3	0	0	0	0	
		20	12	16	32	8	12	0	0	0	0	

INDICE DE APLANAMIENTO (IA)

DEP.	M	1.0	1.25	1.50	1.75	2.0	2.25	2.50
RIO STA	M _{1,2}	5	7	6	6	1	0	
		20	28	24	24	4	0	
PYA ACT	M ₅	2	12	5	4	2	0	
		8	48	20	16	8	0	
PYA ANT	M ₃	1	5	5	10	1	3	
		4	20	20	40	4	12	
PYA ANT	M ₄	2	6	6	3	5	3	
		8	24	24	12	20	12	

MEDIANA DE LOS INDICES

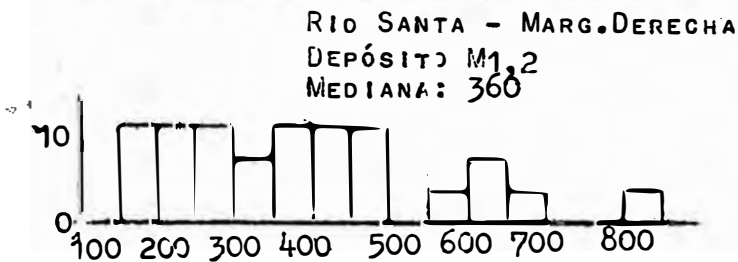
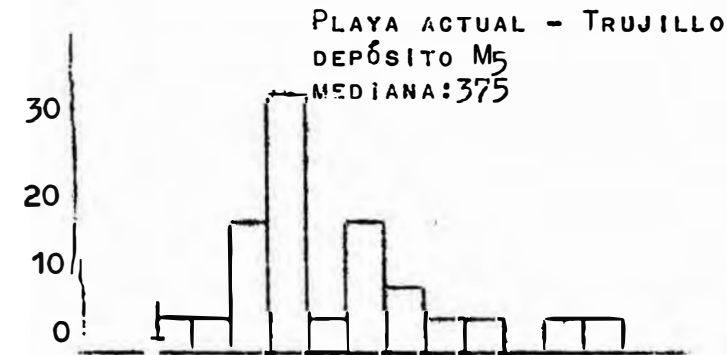
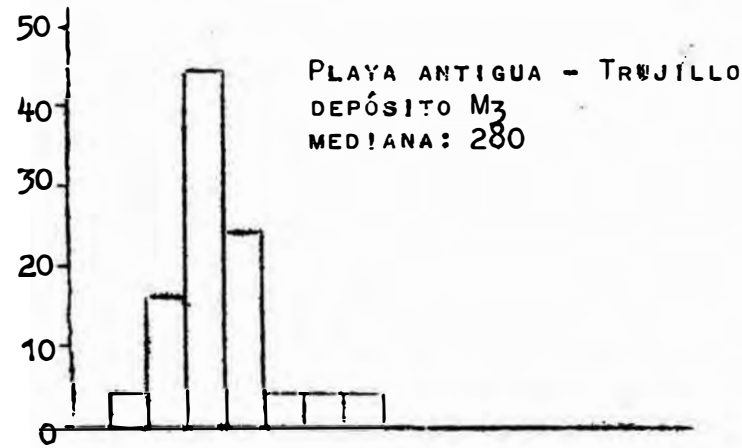
DEPOSITO	IDE	IDI	IA
RIO SANTA	360	607	1.52
PYA. ACT.	375	625	1.48
PYA. ANT.	280	631	1.64
PYA. ANT.	260	627	1.64

EQUIVALENCIAS

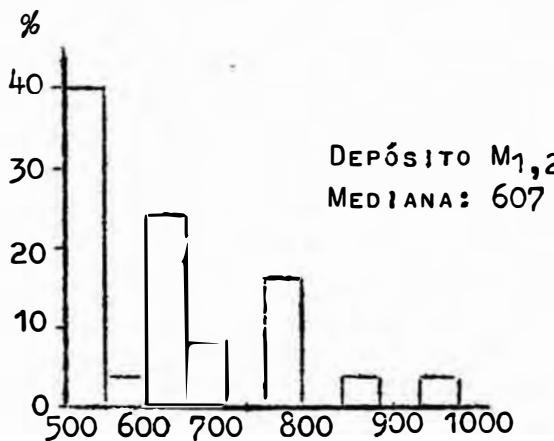
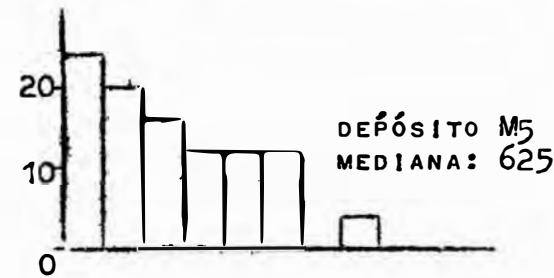
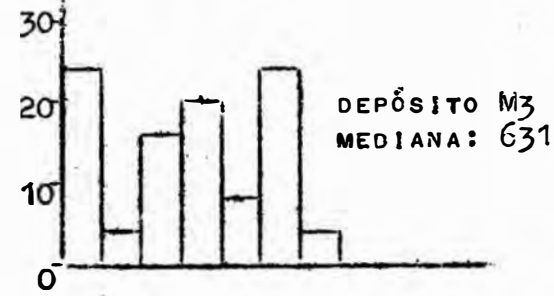
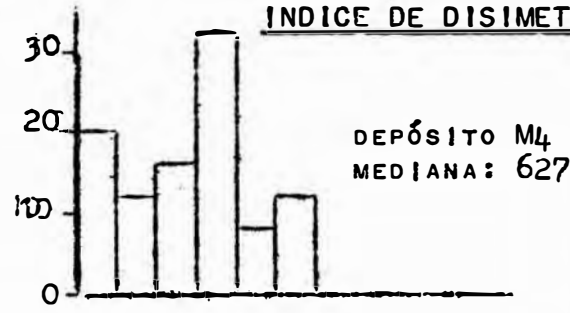
$IDE = (IDE=2R/L)1000$
 $IDI = (IDI=AC/L)1000$
 $IA = (IA=L+A/2H)$

GRAFICO No.8 INDICES MORFOMETRICOS EN CUARCITAS

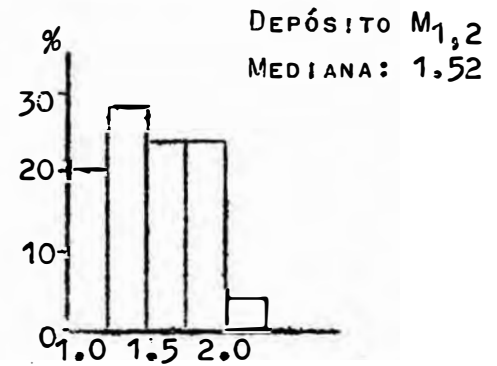
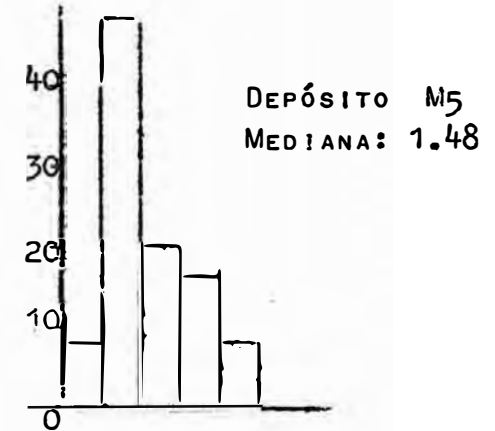
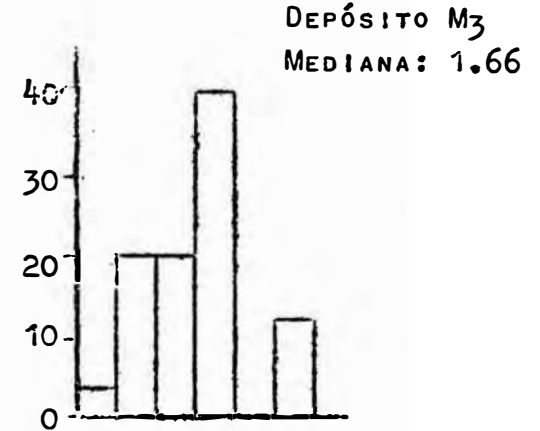
INDICE DE DESGASTE



INDICE DE DISIMETRIA



INDICE DE APLANAMIENTO



bido a que por su posición (paralelo a la línea de -- costa) estuvo más expuesto a la dinámica marina, alterándose sus parámetros morfométricos.

Los histogramas $Idi \times 10^3$, presentan menor número de clases estadísticas y una tendencia a aumentar los valores de frecuencia hacia el lado derecho, debido a fracturamientos de las cuarcitas por los continuos choques entre sí.

Los histogramas de Ia, aunque no son bien representativos, presentan mezclas de materiales con bajo y alto aplanamiento.

Lo expuesto permite que se pueda inferir que, las cuarcitas de los depósitos antiguos estuvieron sometidos a una mayor fza. de oleaje, respecto al depósito de playa actual, trastocando de esta forma los índices morfométricos que les corresponde.

4.2. ESTUDIO DE ARENAS

El estudio de las arenas fluviales, de playas y eólicas, las cuales han sido muestreadas superficialmente (10cm. de profundidad), considerando ubicaciones geomorfológicas, suman un total de 27 ejemplares:

<u>AMBIENTE DE SEDIMENTACION</u>	<u>Nº MUESTRA EN EL PLANO</u>	<u>TOTAL DE MUESTRAS</u>
Río Santa	-----12,14	----- 2
Playa Coishco	---1,3,5,	----- 3
actual Santa	----7,9,11,16,17,18,30	----- 7
Playas Perfil I	--19,20,22	----- 3
antiguas Perfil II	--25,26,27,28	----- 4
Eólico	Coishco Santa 2,4,6,8,10	----- 5
	Flanco Andino Occ. --21,23,24	----- 3

27

El análisis granulométrico se ha efectuado tomando 200grs. de muestra natural, las que después de ser procesadas, de acuerdo con las normas establecidas, se les ha graficado

como curvas de frecuencias acumulativas, que, según el depósito, abarcan dimensiones desde 4,760 mm. (Tz. N°4) hasta 0.044 mm. (Tz. N°325).

La presencia de partículas de tamaños diferentes al de las arenas (2,1/16 mm.) se explica por la recepción de aportes geodinámicos "secundarios" (viento, gravedad) como por la meteorización, dentro del ambiente de sedimentación, de sedimentos mayores gravas por ejemplo.

Al mezclarse reflejan los diversos grados de energía cinética que interviene en la clasificación, forma, madurez textural, etc.

El análisis de los parámetros texturales (diámetro medio desviación estandard, simetría y kurtosis) ha sido hecho de acuerdo con las fórmulas matemáticas de Trask (1932), Imman (1952) y Folkward (1957), para que se pueda observar las variaciones que presentan estos momentos estadísticos, de acuerdo a sus distribuciones de frecuencias unimodales o polimodales.

El análisis de los principales minerales constituyentes de las arenas comprende la separación gravimétrica y magnética de estas partículas clásticas y su clasificación en dos asociaciones mineralógicas, ligeras y pesadas, esta última asociación mineralógica recibe la denominación de pesado por tener una gravedad específica mayor al bromoformo.

La separación gravimétrica de los minerales, presenta el doble objetivo siguiente: 1° conocer la concentración y distribución con la distancia de los minerales pesados y 2° obtener mejores resultados en la detección de los elementos trazas metálicas, tierras raras, etc., en el análisis espectrográfico de los minerales.

A. GRANULOMETRIA

1. PLAYA Y EOLICO COISHCO

La playa Coishco, de escasos Kms. de longitud, está constituida por arenas provenientes de Chimbote y localidades más al sur, y fragmentos redondeados de

conchas.

Sobre la base de un 70% de partículas retenidas parcialmente en el análisis mecánico por tamizado, se establece que a lo largo de lo actual línea de playa y en dirección de la corriente la sedimentación subtiende una distribución granulométrica unimodal de arenas muy finas a gruesas (centro de la playa mayor por ciento que en los extremos), observandose mayor tendencia a depositarse en el extremo sur detritus de 0.177 a 0.074 m m. (Tzs N°80 a 200). En zona central y extremo norte la granulometría se concentra en los tamaños de 0.595 a 0.250 (Tzs.N°30 a 60). Las leyes físicas que gobiernan la sedimentación de las arenas manifiestan, aquí, una relativa inversión en relación a la disminución de sus tamaños en dirección de la corriente, ello se debe a la presencia de los acantilados rocosos, que se levantan a los extremos de la playa.

Este fenómeno de inversión puede explicarse de la siguiente forma:

En primer término es importante comprender que estos acantilados, que generan fzas. de reacción al avance de la corriente, intervienen con el doble juego simultáneo de concentración (erosión de los acantilados) y liberación (arrastramiento de las partículas gruesas y finas) de la corriente costera.

Ahora bien, durante la fase de concentración de energía se produce la sedimentación de las partículas gruesas y la erosión del acantilado Coishco a través del oleaje, en una fase intermedia la corriente bordea el acantilado transportando con más facilidad las partículas finas, que las gruesas; luego, durante la fase de liberación de energía se produce la sedimentación de las partículas de mayor tamaño en dirección de la corriente. Este tipo de sedimentación se produce hasta la normalización de las condiciones físicas que controlan la sedimentación de las partículas; pero como la corriente coste

ra se enfrenta al acantilado "infiernillo", antes de avanzar a la playa Santa, se produce la repetición del ciclo: concentración-liberación, y sumandose a -- esto, el hecho de la corta extensión de la playa se produce una alteración de la velocidad del agente de transporte, depositandose, como consecuencia, en la parte central de esta playa un mayor porcentaje de arenas gruesas que en el extremo norte.

Las arenas eólicas constituyen un depósito en cuya -- formación interviene la actividad humana. Sus curvas de frecuencias acumulativas unimodales presentan distribuciones granulométricas con pendientes que sigue una estrecha relación con las distribuciones de las curvas de frecuencias acumulativas de la playa (ver -- gráf. N° 9 curvas: 1,2; 3,4; 5,6).

El mayor porcentaje (70%) de los sedimentos en el sector sur comprende los tamaños de 0.177 a 0.250 (Tzs. N° 80 a 60), en el sector central los tamaños 0.250 a 0.420 (Tzs. N° 60 a 40) y el sector norte los tamaños 0.250 a 0.595 mm. (Tzs N° 60 a 30).

La ausencia de las arenas muy finas y gruesas en los sectores sur y centro respectivamente, es explicable teniendo en cuenta los tamaños de estas partículas y la ubicación de las mismas, que las hacen fácilmente transportables por el viento, saltando, así, los obstáculos naturales de sus depósitos.

En el límite de las playas Coishco y Santa el mayor -- porcentaje de sedimentación es para los tamaños 0.177 a 0.250 mm.

2. RIO SANTA

Las arenas fluviales, muestreadas a 1,380 y 50ms. de la línea de playa, presentan curvas de frecuencias acumulativas unimodales, con intervalos de clases que comprenden el total de tamaños entre 2.00' y 0.053 mm. (Tzs. N° 10 y 270).

Los mayores porcentajes de sedimentación se ubican en las clases estadísticas de 0.074 a 0.250 y 0.177 a -- 0.420 mm., para los depósitos N° 14 y 12 respectivamente.

El aumento en la granulometría del depósito más próximo a la línea de costa encuentra su justificación, fundamentalmente, en la disminución de la velocidad del agente de transporte, al enfrentarse con la fuerza del oleaje que penetra al río, dando como resultado un incremento en la sedimentación de las arenas de tamaños medios y gruesos, respecto al depósito (N°14) ubicado aguas arriba; en tanto que las arenas de tamaños menores a 0.250mm. sufren un decremento de sedimentación, las que al pasar con más facilidad, que las arenas de tamaño medio, al litoral son distribuidos a lo largo de la playa Santa.

Las arenas de tamaño medio se distribuyen bajo la acción de la corriente litoral (deriva litoral) hacia el norte.

3. PLAYA SANTA

Desde punta infiernillo hasta 8.5 Kms. longitudinales, sobre la actual línea de costa, la playa Santa constituye un ambiente de distribución de las arenas fluviales del Santa.

Las arenas finas se depositan en mayor porcentaje en el sector correspondiente a la margen izquierda del río, en tanto que en el otro sector, en virtud de la dirección que sigue la corriente litoral, se depositan arenas de tamaño medio y fino

A partir de este kilometraje y hasta las cercanías de Chao la línea de costa está bordeada por cantos rodados aportados por el Santa, entre los que predominan las cuarcitas y andesitas del cretáceo inferior y cretáceo superior-terciario inferior respectivamente.

En cuanto al cuaternario marino antiguo, este lo constituyen cordones litorales y largas fajas estrechas de depósitos de arenas.

Las fajas arenaceas se encuentran enriquecidas secundariamente por la concentración de minerales pesados, debido a la acción eólica y la presencia de estos cordones litorales que obstaculizan la movilización de los detritus pesados, con-

centrandose mecánicamente hasta formar yacimientos tipo placeres .

De los análisis de las curvas de frecuencias acumulativas, en la playa actual, las arenas del sector derecho de la desembocadura del Santa presentan mayores pendientes que el sector izquierdo y sus colas de dispersión aleatorias indican menor acumulación de partícula de tamaño fino que las del otro sector.

Esta relativa ausencia de tamaños finos se explica teniendo en cuenta que los sedimentos de acuerdo con sus dimensiones se distribuyen, en dirección de la corriente, como sigue: Los mayores tamaños se depositan primero y los más finos lo hacen más lejos, puesto que son transportados con mayor facilidad.

El intervalo total de clases estadísticas puede considerarse para cada sector entre 0.420 y 0.074 mm. (Tzs. N°40 y 200), y , 0.595 y 0.074 mm., con el mayor porcentaje parcialmente retenido en los tamaños correspondientes a 0.177 y 0.074 mm., y , 0.250 y 0.177 mm.

Los depósitos antiguos han sido representados en los perfiles I y II, que siguen la dirección del viento.

Los gráficos de las curvas de frecuencias acumulativas son multimodales e indican por las "mesetas" mezclas de materiales de transporte marino, gravedad (sedimentos que bajan por el flanco andino), fluvio-aluvial y eólico. Los depósitos N°19, 20 y 27 incluyen, además, sedimentos residuales del intemperismo físico en los cantos rodados de los cordones litorales.

Los depósitos N°28 y 10, ubicados sobre una zona de deflación y barrera eólica, siguen distribuciones análogas a los sedimentos actuales.

Se considera, en términos generales, el intervalo de clases comprendido entre los tamaños correspondientes a 4.76 y 0.053 mm. (Tzs. N°4 y 270), con contenido de limos que aumentan en dirección del agente eólico. El perfil II, por ejemplo, muestra en los depósitos N°27

GRAFICO No. 9

GRANULOMETRIA DE ARENAS
CURVAS DE FRECUENCIAS ACUMULATIVAS
LOCALIDAD : BAHIA COISHCO

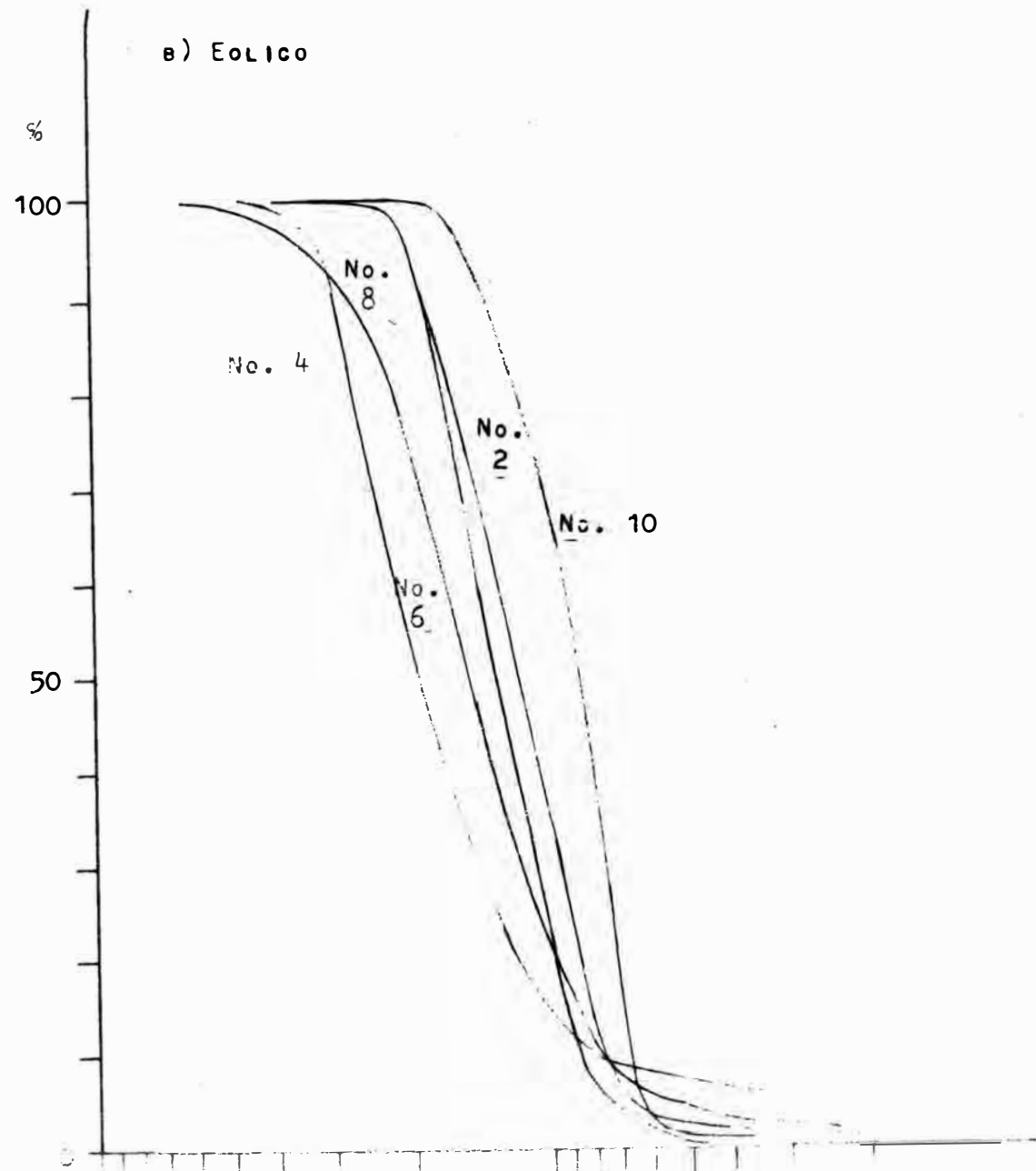
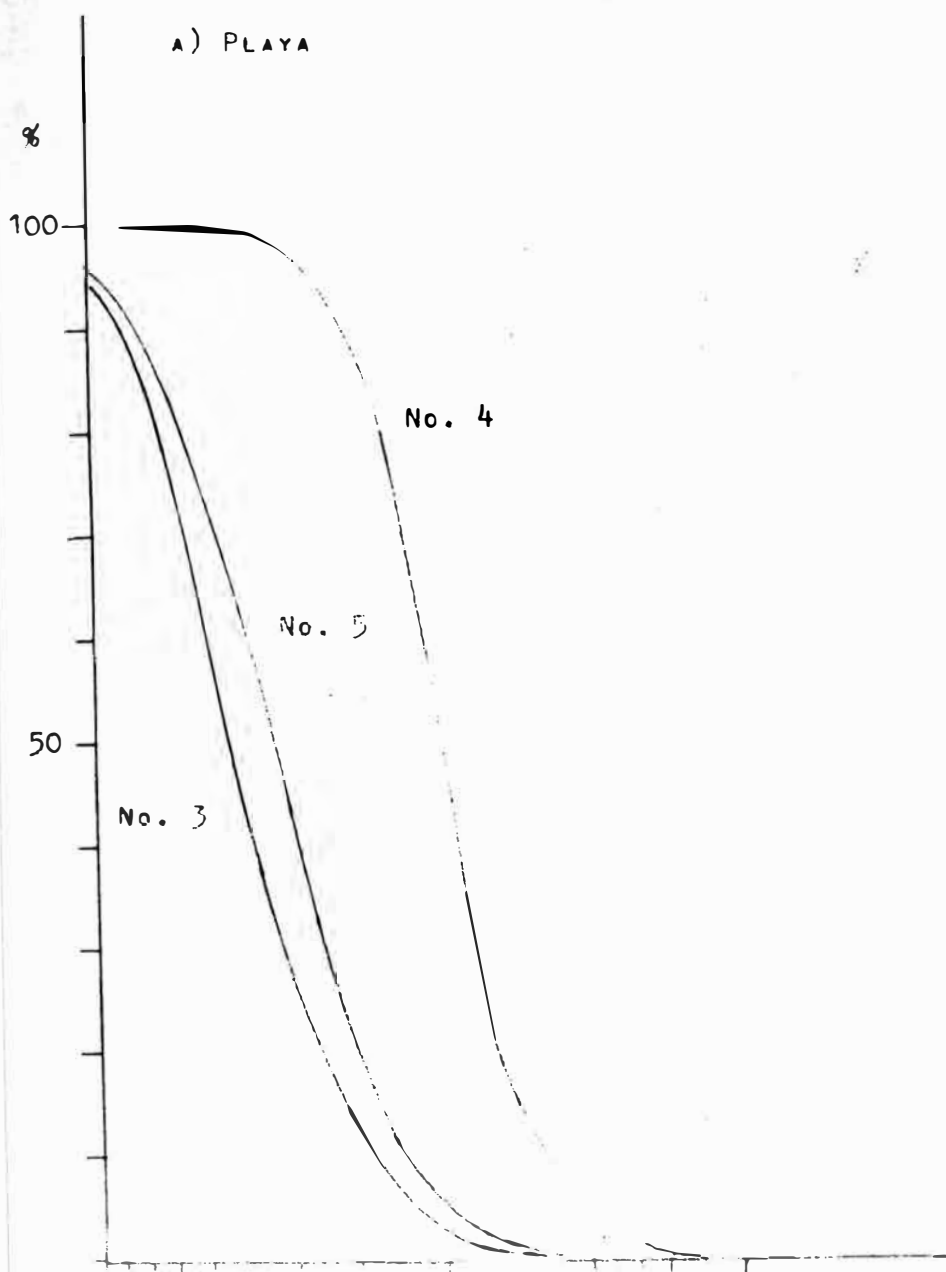
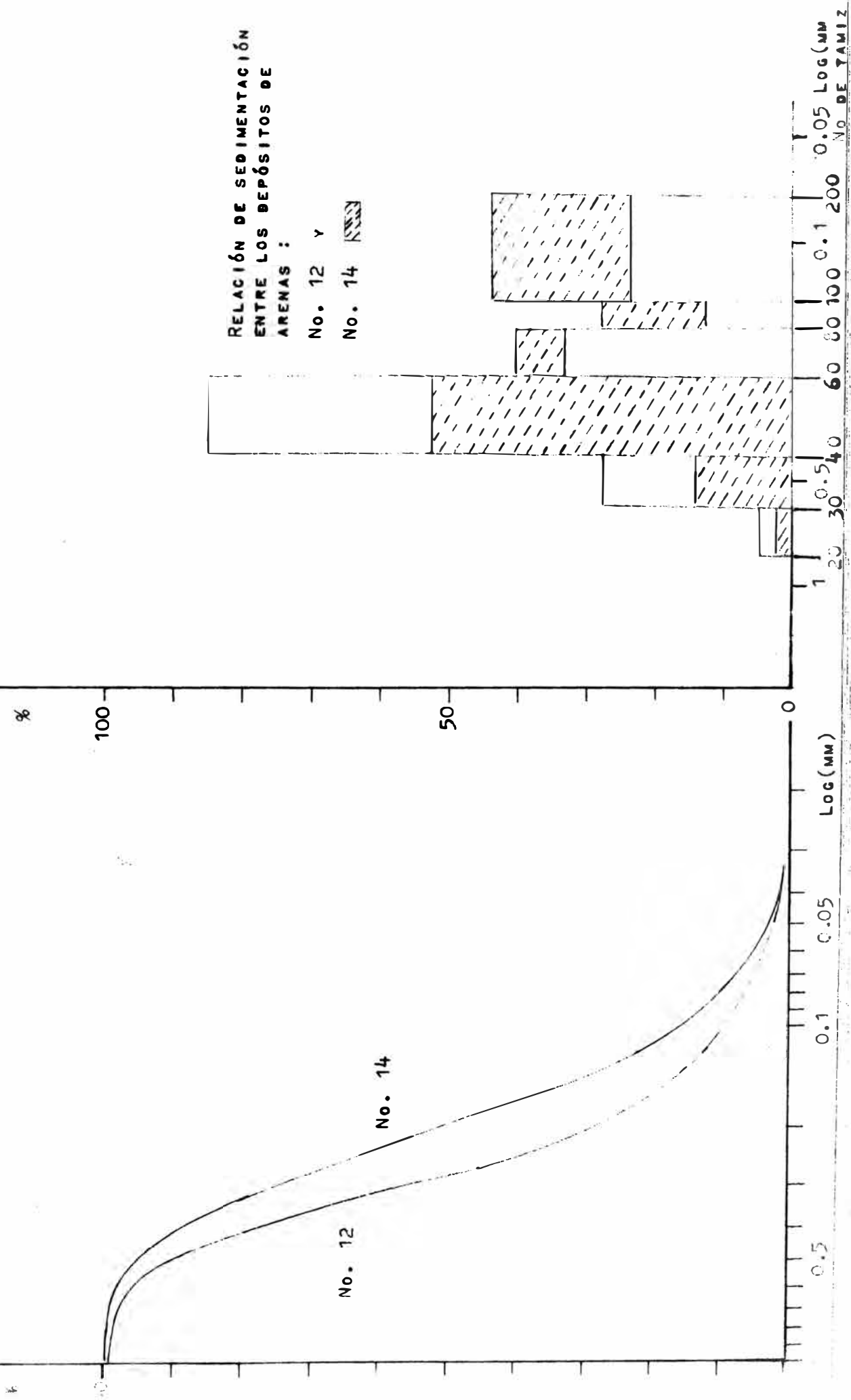


GRAFICO No. 10

GRANULOMETRIA DE ARENAS
LOCALIDAD : RÍO SANTA (ESEMEBOCADURA)

A) CURVAS DE FRECUENCIAS ACUMULATIVAS

B) HISTOGRAMAS



RELACION DE SEDIMENTACION
ENTRE LOS DEPOSITOS DE
ARENAS :

No. 12 y
No. 14

GRAFICO No 11

GRANULOMETRIA DE ARENAS
CURVAS DE FRECUENCIAS ACUMULATIVAS

LOCALIDAD : BAHIA SANTA

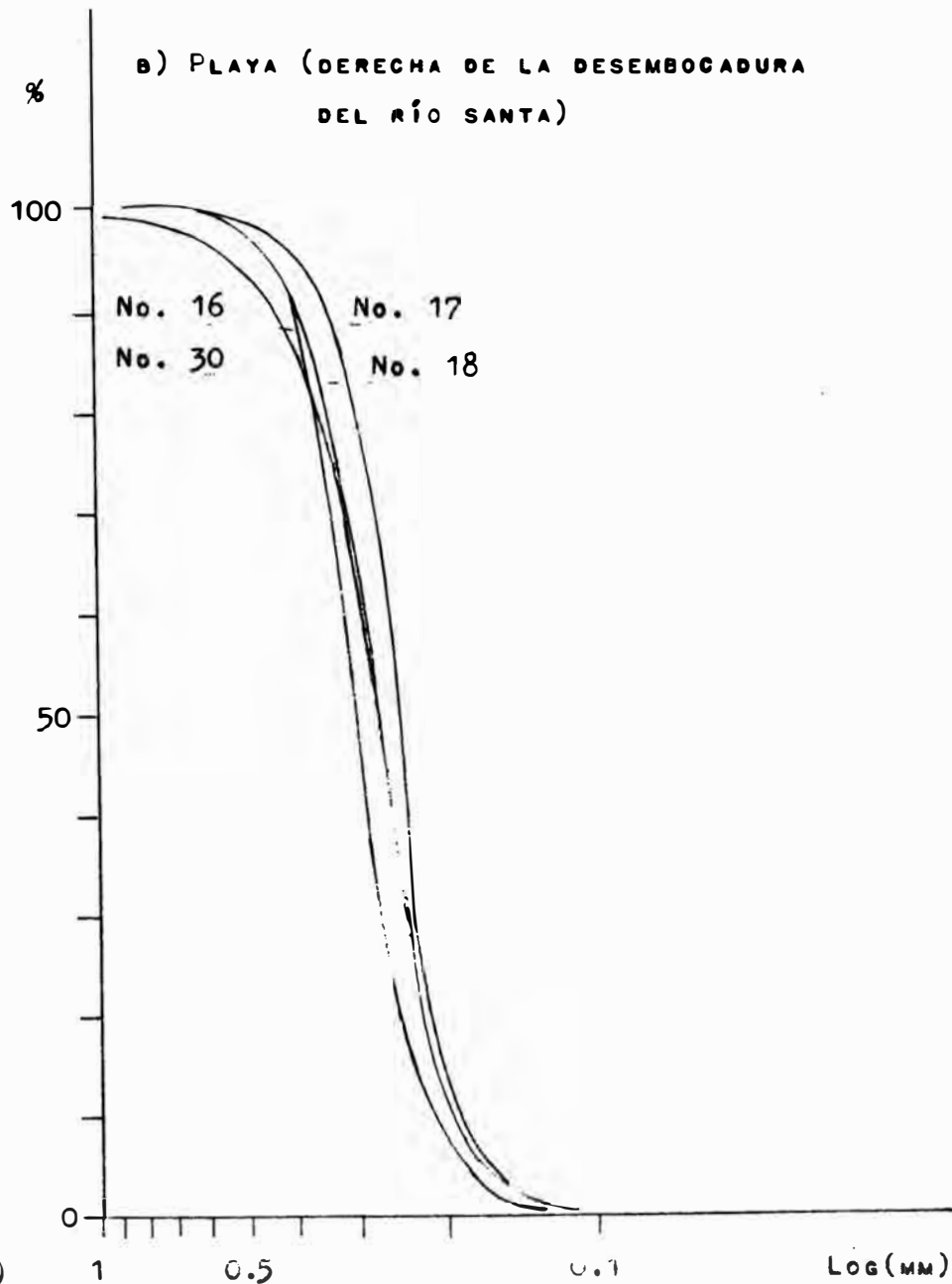
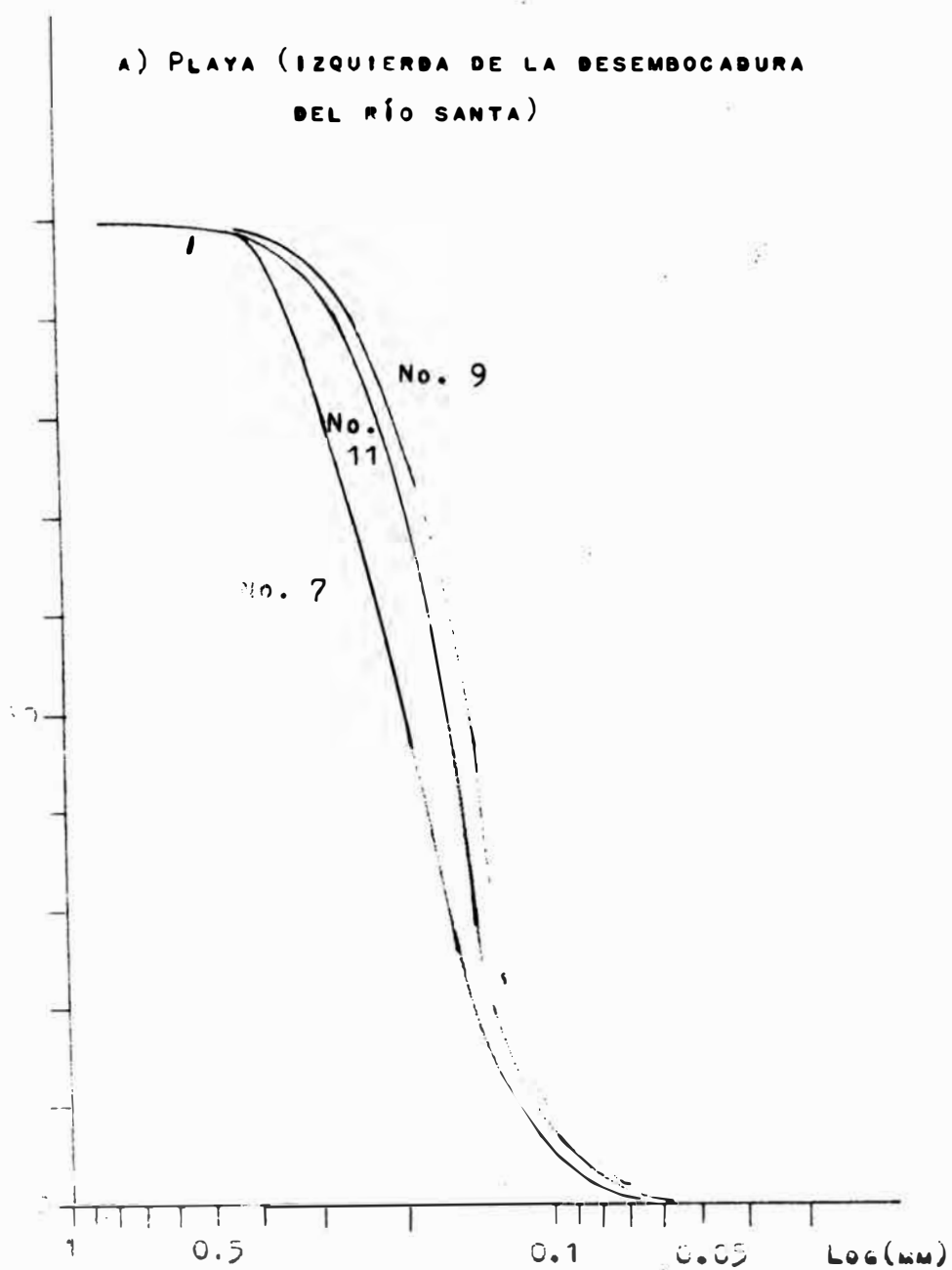


GRAFICO No. 12

GRANULOMETRIA DE ARENAS
CURVAS DE FRECUENCIAS ACUMULATIVAS
LOCALIDAD : BAHIA SANTA - TRUJILLO
PERFIL DE MUESTREO I

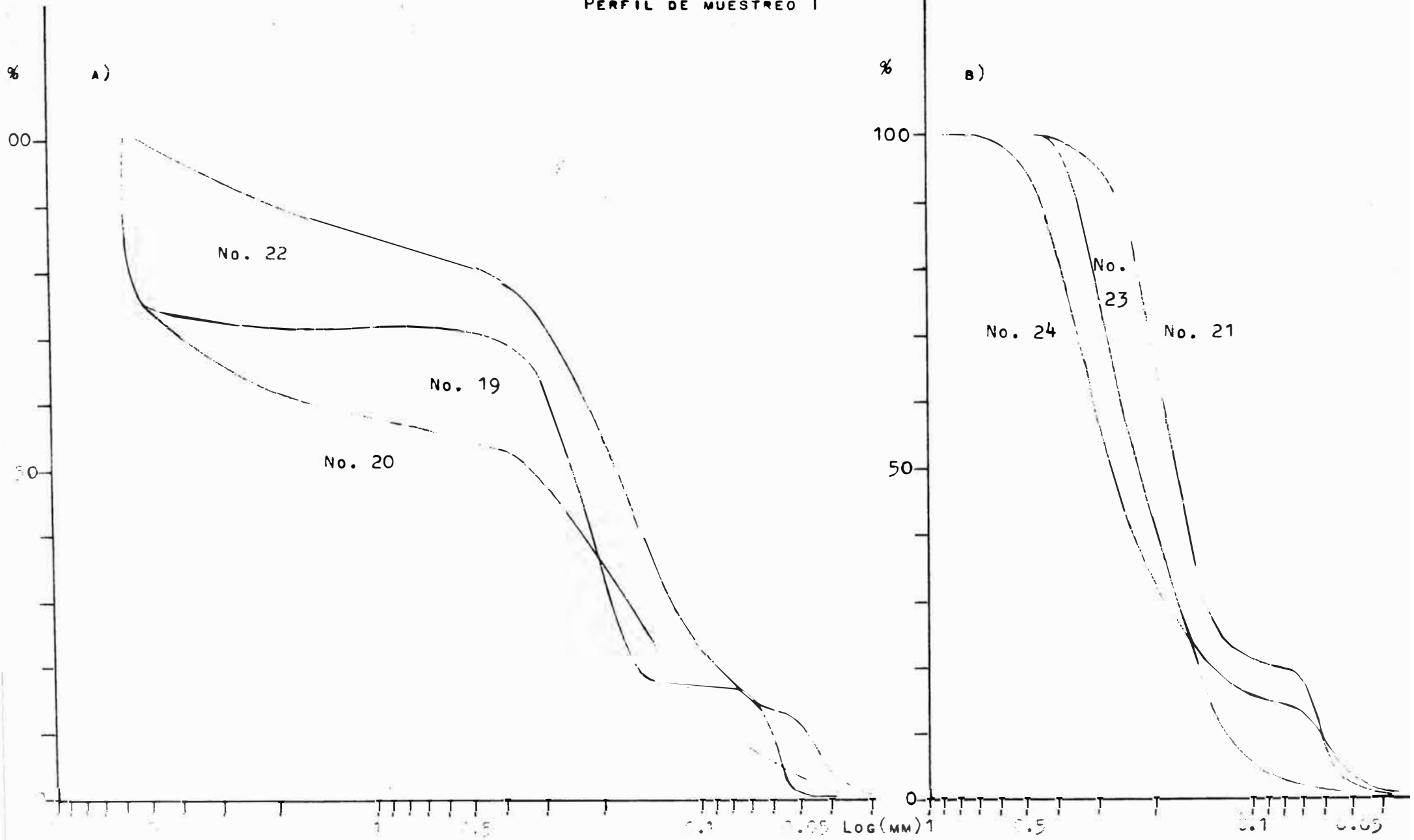


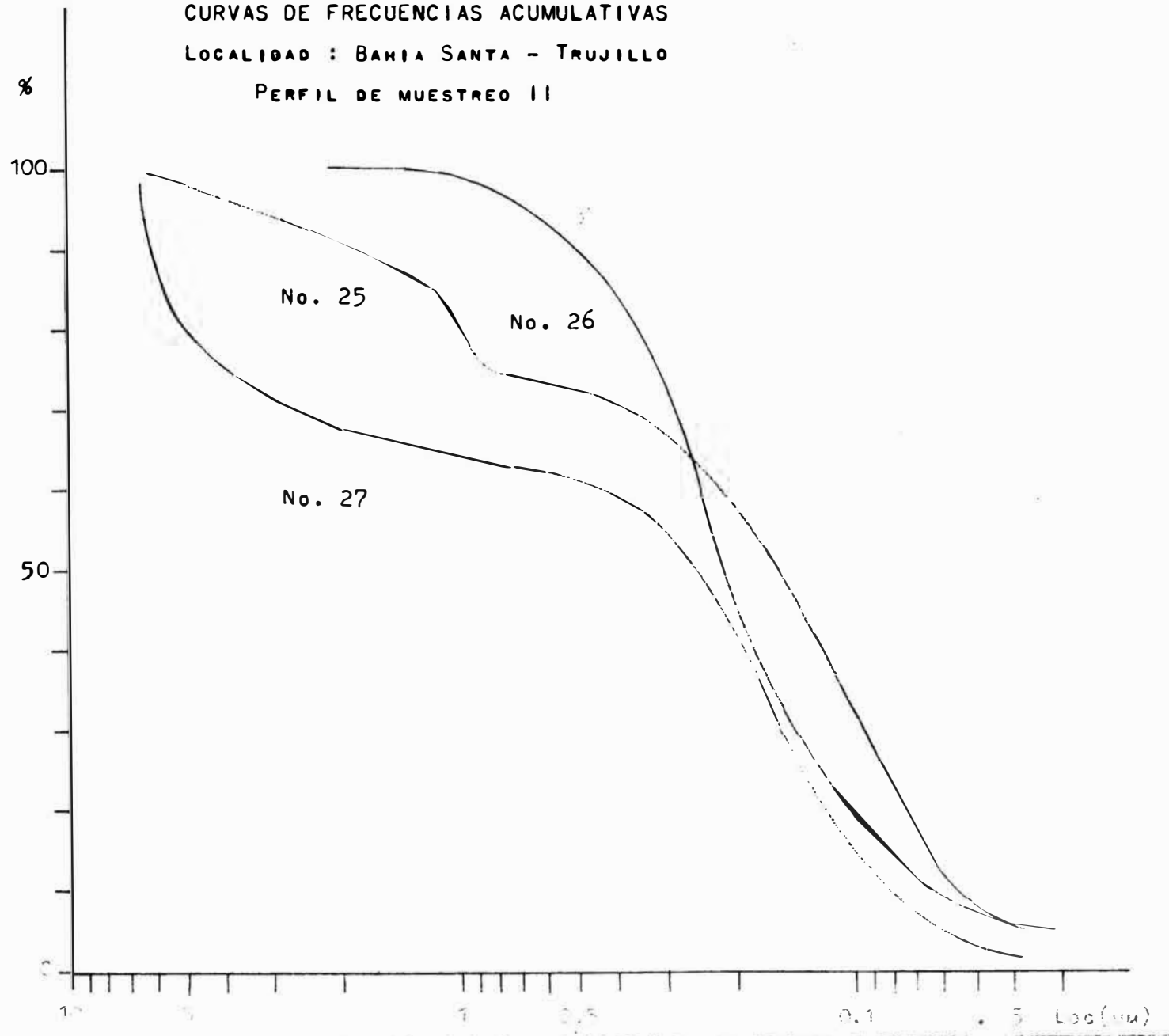
GRAFICO No. 13

GRANULOMETRIA DE ARENAS

CURVAS DE FRECUENCIAS ACUMULATIVAS

LOCALIDAD : BAHIA SANTA - TRUJILLO

PERFIL DE MUESTREO II



26 y 25, 6%, 11% y 18% de limos.

4. DEPOSITOS EOLICOS

Se ubican en los primeros metros de altura del flanco occidental andino, en Trujillo. Siguen distribuciones unimodales y bimodales con intervalos de clase comprendidos entre los tamaños de 0.840 a 0.053 mm.

Los depósitos N°21 y 24 contienen en promedio 16% de limos. El depósito N°23 se ubica localmente en una zona de abrigo a la sedimentación de limos, por lo cual alcanza solamente 2%.

B. MOMENTOS ESTADISTICOS

La medida de los momentos estadísticos, tamaño promedio, desviación estandar, simetría y Kurtosis, características descriptivas de la distribución de tamaños (curva de frecuencia acumulativa) reflejan el grado de fluidez (-viscosidad) y el factor energético que dominan en el medio ambiente de sedimentación.

Aquí, es importante recordar que la velocidad de asentamiento de las partículas es función del tamaño diferencia de densidades del fluido y partícula (ley Stokes), así como, de la esfericidad (ley de impacto). Por lo tanto "... de estas medidas escalares es posible inferir la procedencia, el agente de transporte y las circunstancias de la depositación de los sedimentos ..." (Krumbein-Sloss, 1969).

1. SIGNIFICACION GEOLOGICA DE LA MEDIDA DE MOMENTOS

La significación geológica que a continuación sigue es aplicable directamente para la descripción de las medidas de la distribución de tamaños expresados en unidades phi ($\phi = -\log_2$ diametro mm.) de los depósitos litológicos, fluviales (excepto en el límite con el frente de playa) y eólicos (dunas y llanuras).

Tamaño Promedio (M)

Esta medida indica la tendencia del tamaño promedio de los sedimentos, lo que expresado en términos de energía disponible indica la energía cinética (velocidad)

promedia del agente de deposición.

El tamaño promedio de los sedimentos depende, también, de la distribución de los tamaños disponibles en la fuente de procedencia.

Desviación Estandard (Ds)

Mide el grado de selección de los sedimentos e indica las variaciones en la energía cinética del agente de depositación alrededor de su velocidad promedio. La desviación estandard es inversamente proporcional a la selección.

Simetria (Sk)

Mide el grado de asimetría de la distribución de frecuencias y marca la posición del tamaño promedio con respecto a la mediana.

Los valores negativos indican la tendencia del promedio hacia el lado de los sedimentos gruesos y los valores positivos la tendencia hacia los sedimentos finos.

Sk igual a 0 indica una distribución simétrica y Sk menor a 0 indica que las fluctuaciones de velocidad del agente de deposición se dirigen hacia valores mayores que el de la velocidad promedio.

Kurtosis (Ku)

Considerada como una medida de la agudeza de una curva de frecuencia mide fundamentalmente el grado de selección producto de la relación de la selección dentro de la distribución general de la curva a 90 por ciento y la selección al 50 por ciento

En una distribución normal Ku es igual a la unidad. Valores mayores que la unidad indican que la variación de velocidad fué restringida al rededor del 50 por ciento en relación a la velocidad promedio, por un mayor tiempo que el normal.

2. RESULTADO DEL ANALISIS

En general, los sedimentos de playa y eólico presentan normal a buena selección. Una selección pobre a muy pobre se presenta en los depósitos polimodales, - de aportes locales y productos residuales de meteorización in situ.

La asimetría en los depósitos unimodales tiende a valores de phi próximos a cero (en mm. igual a la unidad), que es característico de depósitos que siguen una distribución simétrica, con valores de energía cinética que se mantiene casi constante en toda la extensión del ambiente de sedimentación.

La Kurtosis fluctúa entre valores de 0.67 a 1.50 correspondiendo, esto, a depósitos de baja a alta agudeza. Una distribución normal con kurtosis promedio en 1.08 y 1.12 se presenta en los sedimentos de Coishco y río Santa (depósito N°14) respectivamente.

En la playa Santa la kurtosis promedio es 1.34 (1.31 y 1.37, sectores izquierdo y derecho respectivamente), y , en los depósitos ubicados sobre los perfiles I y II esta medida toma valores diferentes a una distribución normal, observándose, por ejemplo, una agudeza muy baja ($Ku = 0.55$, en promedio) en los depósitos N° 19, 20 y 27, que incluyen dentro de sus materiales de aporte local, sedimentos productos del intemperismo, - y una agudeza muy alta ($Ku = 1.64$) en el depósito N°22 que contiene sedimentos muy finos y fragmentos líticos de aportes locales.

En Coishco, el grado de selección disminuye, de 0.52 a 0.69, hacia el norte y la simetría desciende en la zona central de la playa, correspondiendo esto último a la tendencia de concentrar el mayor porcentaje de sedimentos gruesos y a un aumento de la energía cinética, que en los extremos de la playa (v.sec.4.2.A)

En cuanto a la Kurtosis la zona central presenta una distribución normal, pero se observa en dirección a la corriente litoral una tendencia a la sedimentación con agudeza baja.

CUADRO No. 6A

DESCRIPCION DE LA MEDIDA DE MOMENTOS DE LA DISTRIBUCION
DEL TAMAÑO DE LOS SEDIMENTOS

MEDIDA	TRASK(MM.)	IMMAN(UNID.PHI)	FOLK Y WARD (UNID.PHI)
MEDIANA Md	Ø50	Ø50	Ø50
TAMAÑO PROMEDIO M	$\frac{\cancel{\text{Ø}25} + \cancel{\text{Ø}50}}{2}$	$\frac{\text{Ø}84 + \text{Ø}16}{2}$	$\frac{\text{Ø}16 + \cancel{\text{Ø}50} + \text{Ø}84}{3}$
SELECCION Ds	$\frac{\cancel{\text{Ø}75}}{\cancel{\text{Ø}50}}$	$\frac{\text{Ø}84 - \text{Ø}16}{2}$	$\frac{\text{Ø}84 - \text{Ø}16}{4} + \frac{\text{Ø}95 - \text{Ø}5}{6.6}$
SIMETRIA Sk	$\frac{\cancel{\text{Ø}25} - \cancel{\text{Ø}75}}{(\cancel{\text{Ø}50})^2}$	$\frac{\text{Ø}16 + \text{Ø}84 - 2\text{Ø}50}{\text{Ø}84 - \text{Ø}16}$	$\frac{\text{Ø}16 + \cancel{\text{Ø}44} - 2\text{Ø}50}{2(\text{Ø}84 - \text{Ø}16)} + \frac{\text{Ø}5 + \text{Ø}95 - 2\text{Ø}50}{2(\text{Ø}95 - \text{Ø}5)}$
KURTOSIS Ku	$\frac{\cancel{\text{Ø}75} - \cancel{\text{Ø}25}}{2(\cancel{\text{Ø}90} - \cancel{\text{Ø}10})}$	$\frac{\text{Ø}95 - \text{Ø}5 - \text{Ø}84 + \text{Ø}16}{\text{Ø}84 - \text{Ø}16}$	$\frac{\text{Ø}95 - \text{Ø}5}{2.44(\text{Ø}75 - \text{Ø}25)}$

CUADRO No. 6B

TERMINOSESTATÍSTICOS DE LA MEDIDA DE
MOMENTOS DE LA DISTRIBUCION DE TAMAÑOS

MEDIDA	FOLK Y WARD	
SELECCION	MENOR A 0.35	SELECCIÓN MUY BUENA
	0.35 A 0.50	SELECCIÓN BUENA
	0.50 A 1.00	SELECCIÓN NORMAL
	1.00 A 2.00	SELECCIÓN POBRE
	2.00 A 4.00	SELECCIÓN MUY POBRE
	MAYOR A 4.00	SELECCIÓN EXTREMADAMENTE POBRE
ASIMETRIA	-1.00 A -0.30	ASIMETRIA MUY NEGATIVA
	-0.30 A -0.10	ASIMETRIA NEGATIVA
	-0.10 A +0.10	SIMETRIA NORMAL
	+0.10 A +0.30	ASIMETRIA POSITIVA
	+0.30 A +1.00	ASIMETRIA MUY POSITIVA
KURTOSIS	MENOR A 0.67	AGUDEZA MUY BAJA
	0.67 A 0.90	AGUDEZA BAJA
	0.90 A 1.11	AGUDEZA NORMAL
	1.11 A 1.50	AGUDEZA ALTA
	1.50 A 3.00	AGUDEZA MUY ALTA
	MAYOR A 3.00	AGUDEZA EXTREMADAMENTE ALTA

GUADRO No. 7

MOMENTOS ESTADISTICOS DE LAS ARENAS DEL LITORAL DEL SANTA

DEPÓ SITO	ø95	ø90	ø84	ø75	ø50	ø25	ø16	ø10	ø6	K (UNID. MM)				
										Mø	R M	A Ds	S Sk	Ku
1	.365 1.45	.315 1.67	.280 1.84	.245 2.03	.195 2.36	.175 2.60	.145 2.78	.125 3.00	.100 3.32	.200	.210	1.22	1.03	.210
3	1.04 -.06	.870 .200	.780 .360	.700 .510	.525 .930	.395 1.34	.330 1.60	.285 1.81	.235 2.09	.530	.550	1.33	1.00	.260
5	.980 .030	.800 .320	.700 .510	.600 .740	.430 1.22	.330 1.60	.280 1.84	.245 2.03	.195 2.36	.430	.470	1.35	1.03	.240
2	.380 1.40	.360 1.47	.335 1.58	.300 1.74	.225 2.15	.175 2.51	.160 2.64	.150 2.74	.135 2.89	.230	.240	1.31	1.02	.300
4	.630 .670	.580 .790	.550 .860	.510 .970	.390 1.36	.270 1.89	.215 2.22	.165 2.60	.060 4.06	.390	.390	1.37	.950	.290
6	.660 .600	.540 .890	.480 1.06	.410 1.29	.300 1.74	.210 2.25	.165 2.60	.150 2.74	.110 3.18	.300	.310	1.40	.980	.260
8	.380 1.40	.365 1.45	.345 1.53	.320 1.64	.285 1.81	.205 2.28	.185 2.43	.173 2.53	.145 2.78	.290	.260	1.25	.900	.300
10	2.90 1.78	2.65 1.91	2.45 2.03	2.15 2.22	1.70 2.55	.145 2.78	.140 2.83	.135 2.89	.125 3.00	.270	.280	1.22	1.04	.270
7	.370 1.43	.375 1.58	.305 1.71	.275 1.86	.205 2.28	.164 2.61	.145 2.78	.125 3.00	.105 3.25	.210	.220	1.29	1.04	.260
9	.300 1.74	.250 2.00	.224 2.16	.195 2.36	.152 2.72	.134 2.90	.120 3.06	.106 3.24	.086 3.54	.150	.160	1.21	1.06	.210
11	.310 1.69	.265 1.91	.235 2.09	.213 2.23	.164 2.61	.145 2.78	.130 2.94	.116 3.11	.094 3.41	.160	.180	1.21	1.07	.280
12	.545 .880	.480 1.06	.430 1.22	.375 1.41	.290 1.78	.230 2.12	.140 2.83	.104 3.26	.064 3.96	.290	.300	1.28	1.01	.190
14	.475 1.07	.395 1.34	.355 1.49	.296 1.76	.194 2.36	.133 2.91	.103 3.28	.078 3.68	.054 4.21	.190	.210	1.49	1.02	.260
16	.470 1.09	.420 1.25	.390 1.36	.360 1.47	.320 1.74	.270 1.89	.240 2.06	.230 2.12	.195 2.36	.320	.320	1.15	.970	.240
17	.410 1.29	.366 1.45	.330 1.60	.300 1.74	.270 1.89	.240 2.06	.220 2.18	.200 2.32	.174 2.54	.270	.270	1.12	.990	.180
18	.470 1.09	.410 1.29	.370 1.43	.330 1.60	.185 1.81	.250 2.00	.230 2.12	.210 2.25	.177 2.50	.290	.290	1.15	1.01	.200
30	.550 .860	.470 1.09	.410 1.29	.370 1.43	.300 1.74	.250 2.00	.230 2.12	.210 2.25	.170 2.55	.300	.310	1.22	1.01	.230
28	.415 1.27	.390 1.36	.360 1.47	.335 1.58	.270 1.89	.220 2.18	.200 2.36	.175 2.51	.145 2.78	.270	.280	1.23	1.00	.270
19	6.30 -2.7	6.20 -2.6	6.00 -2.6	5.20 -2.4	.248 2.01	.175 2.51	.072 3.79	.061 4.03	.056 4.16	.250	2.69	5.45	3.85	.410
20	6.30 -2.7	6.20 -2.6	6.00 -2.6	5.20 -2.4	.330 1.60	.150 2.74	.120 3.12	.098 3.35	.058 4.11	.330	.268	5.89	2.68	.410
22	3.60 -1.9	2.10 -1.1	1.00 0.00	.350 1.51	.177 2.50	.115 3.12	.076 3.72	.048 4.38	.040 4.64	.180	.230	1.78	1.13	.060
21	.310 1.69	.260 1.94	.235 2.09	.215 2.22	.173 2.53	.125 3.00	.068 3.88	.060 4.06	.056 4.16	.170	.170	1.31	.950	.230
23	.370 1.43	.345 1.53	.320 1.64	.300 1.74	.230 2.12	.160 2.64	.147 2.76	.125 3.00	.105 3.25	.230	.230	1.37	.950	.320
24	.480 1.06	.445 1.17	.405 1.30	.360 1.47	.260 1.94	.160 2.64	.115 3.12	.066 3.92	.055 4.18	.260	.260	1.50	.920	.260
25	3.80 -1.9	1.95 -1.0	1.15 -.20	.860 .220	.164 2.61	.090 3.47	.070 3.83	.059 4.08	.047 4.45	.160	.480	3.09	1.70	.200
26	.700 .510	.520 .940	.400 1.32	.320 1.64	.210 2.25	.125 3.00	.088 3.50	.065 3.94	.042 4.57	.210	.220	1.60	.950	.210
27	6.20 -2.6	6.00 -2.6	5.60 -2.5	4.00 -2.0	2.55 -1.4	.148 2.75	.110 3.18	.088 3.50	.066 3.92	2.55	2.07	5.20	.300	.330

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 DE LOS MOLINOS DE AGUA
 NOTA.- EQUIVALENCIAS DE LOS SÍMBOLOS DE LAS MEDIDAS DE LOS MOMENTOS ESTADÍSTICOS EN EL ANEXO DE LA TESIS

En la playa Santa, sector izq. de la desembocadura, las medidas de los momentos indican una relativa inversión de los valores de energía cinética con respecto a la playa Coishco.

En el sector derecho de la playa, la selección disminuye de 0.37 a 0.47 en dirección de la corriente y la simetría es bastante próximo a la unidad, pero, hay tendencia a valores positivos, lo cual es --consecuente con lo expuesto en la secc. 4.2.A.3., que en dirección de la corriente, a mayor distancia de la fuente lo normal es el incremento de sedimentación de partículas finas.

En los depósitos de las playas antiguas, ubicados en el plano sobre los perfiles I y II, la selección es pobre y muy pobre y los valores de simetría y kurtosis de cada perfil siguen una distribución inversa uno del otro, por ejemplo, la distribución de la simetría, en dirección de las brizas de los depósitos N°27, 26 y 25 del perfil II, aumenta de valor en razón directa al --contenido porcentual del material fino de tales depósitos (v. secc. 4.2.A.3.).

C. MORFOSCOPIA

La forma geométrica y el grado de redondez de las partículas clásticas constituyen, también, un factor informativo del comportamiento dinámico de los sedimentos durante el transporte, reflejado por el grado de abrasión mecánica que dichas partículas presentan de momento de su sedimentación.

Este análisis es frecuentemente hecho en granos de cuarzo, debido a sus propiedades físico-químicas.

La esfericidad y redondez de las partículas marinas, fluviales y eólicas disminuyen proporcionalmente con el tamaño, presentando de acuerdo con el tipo de transporte superficies "brillantes" (partículas marinas y fluviales) "mates u opacas" (partículas eólicas).

Las láminas N°5, 6, 7, muestran diversos grados de redondez en partículas de cuarzo hialino de playa (Coishco),

río(Santa) y eólico (depositado en cerro), obtenidas - por proyecciones y comparadas visualmente con las "clases de redondez de las partículas" desarrolladas por Shepard y Young (1961).

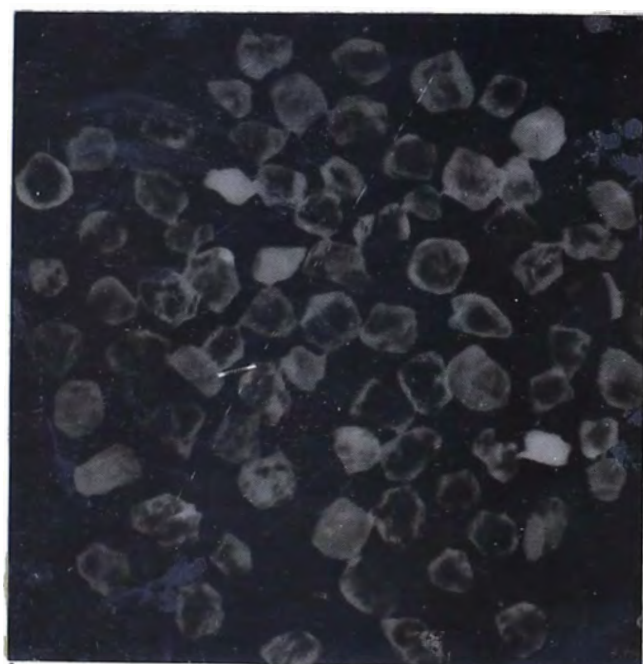
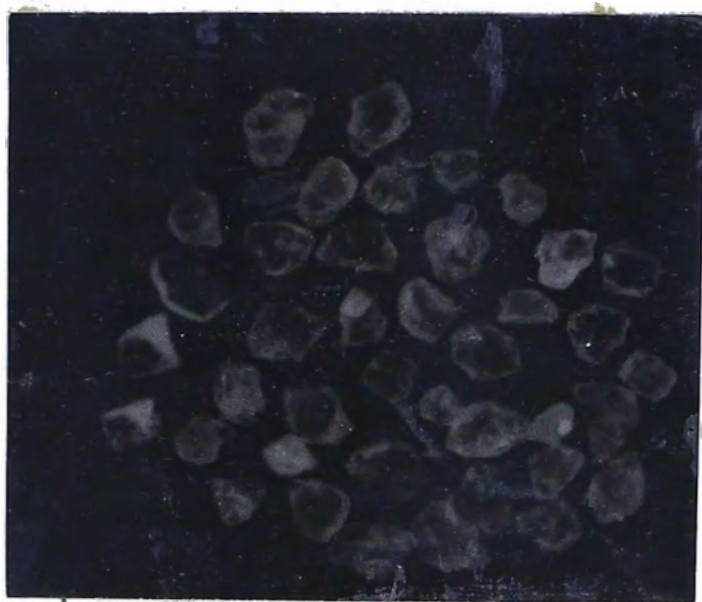
El análisis sobre los tipos de cuarzo, según Cailleux y Schneider, se hizo en 100 elementos de las muestras N° 3, 12, 21 y 30, correspondientes a depósitos de playa, río y eólico. Los resultados se presentan en el cuadro N°8 que sintetiza la información.

CUADRO N° 8 TIPOS DE CUARZO

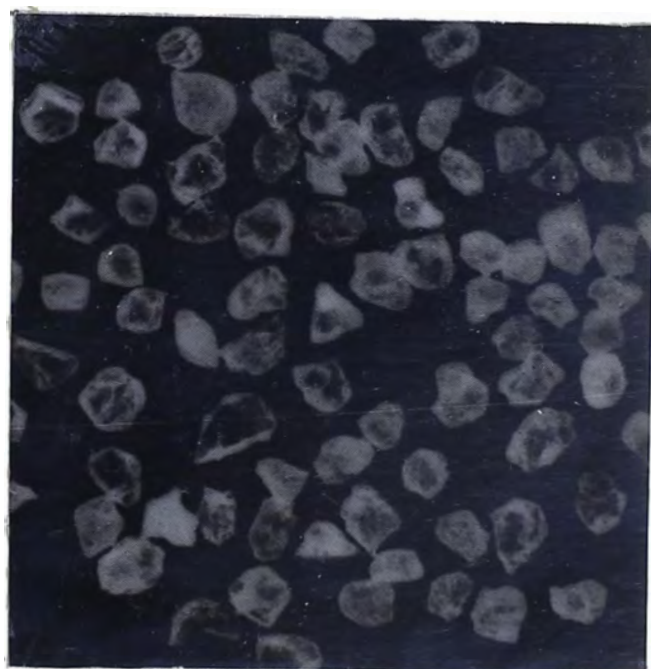
DEPOSITO	N° en Plano	TIPO DE CUARZO	N° TAMIZ - %						DESCRIPCION
			20	30	40	60	80	100	
EOLICO (perfil I)	21	R.B.			65	30	20		Mezcla de minerales fluviales, playa, eólico. +Alta esf. y rdz. en Tz. N°60. Análisis sobre 50 gránulos en Tz. N°40.
		R.M.			35	70	80		
PLAYA COISHCO	3	R.B.	100	100	80	72			Alta esf. y rdz. en tamaños mayores, con max. en partículas de Tz. N°20 Análisi sobre 50 gránulos en Tz. N°20
		AG.			20	28			
FLUVIAL (RIO SANTA)	12	R.B.				50	81	70	Mezcla de minerales fluviales y eólicos. Max. esf. y rdz. en partículas de Tz. N°60 La esf. y redz. es menor que en la playa Coishco.
		R.M.				35	7		
		AG.B.	64	64					
		AG.M.	11	12					
		N.D.	25	24	15	12	30		
PLAYA SANTA	30								Conserva características del amb. fluvial

LAMINA No. 5

CLASES DE REDONDEZ EN CUARZOS EOLICOS (Depósito No. 21)



(1)



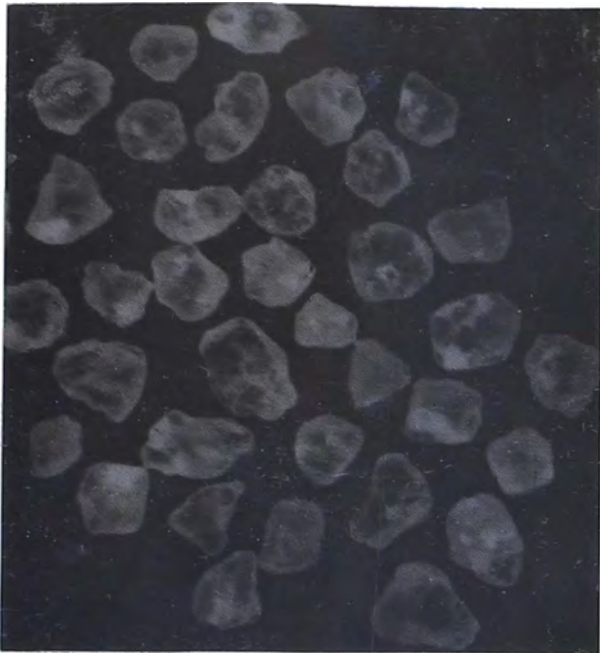
(2)

(3)

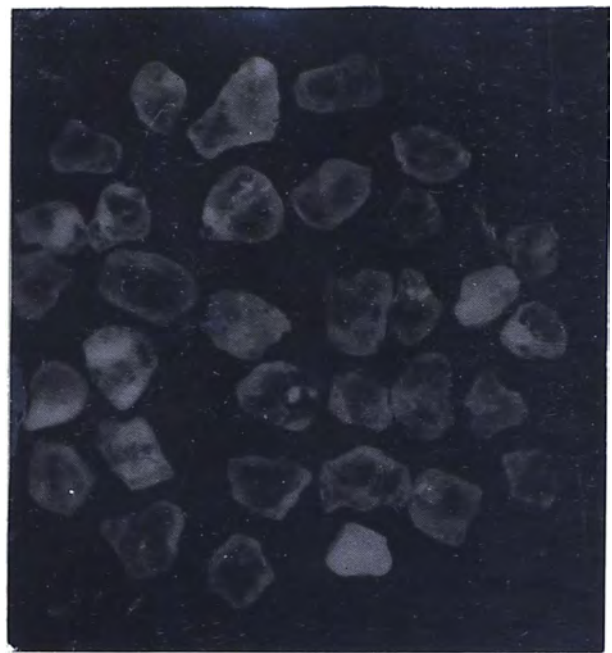
- | | | |
|-----|------------------------|--|
| (1) | Tz. No. 40 (0.420 mm.) | Sub Redondeados
Algunos Sub Angulosos |
| (2) | Tz. No. 60 (0.250 mm.) | Sub Redondeados
Algunos Sub Angulosos y otros Redondeados |
| (3) | Tz. No. 80 (0.177 mm.) | Sub Redondeados a Sub Angulosos |

LAMINA No. 6

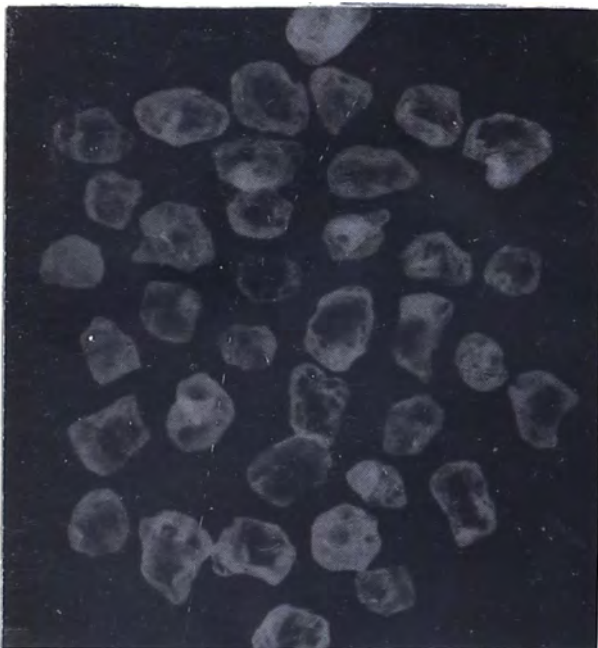
CLASES DE REDONDEZ EN CUARZOS MARINOS (Depósito No. 3)



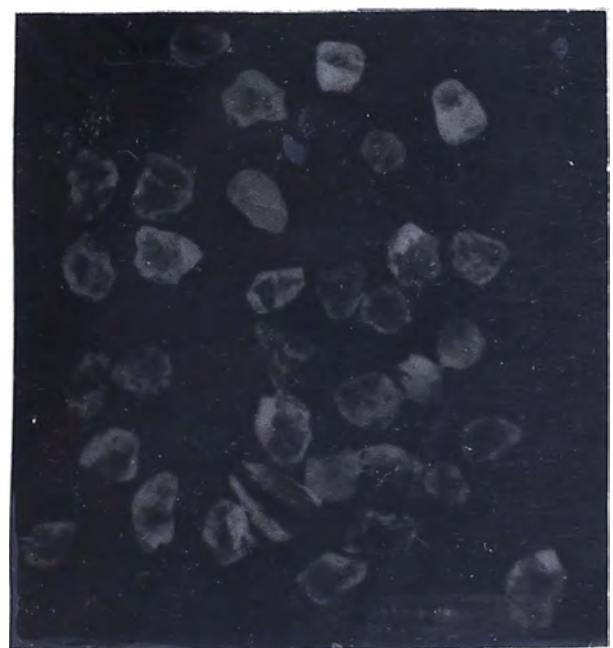
(1)



(2)



(3)



(4)

(1) Tz. No. 20 (0.840 mm.)

Redondeados a Sub Redondeados

(2) Tz. No. 30 (0.595 mm.)

Redondeados a Sub Redondeados

(3) Tz. No. 40 (0.420 mm.)

Redondeados a Sub Redondeados

(4) Tz. No. 60 (0.250 mm.)

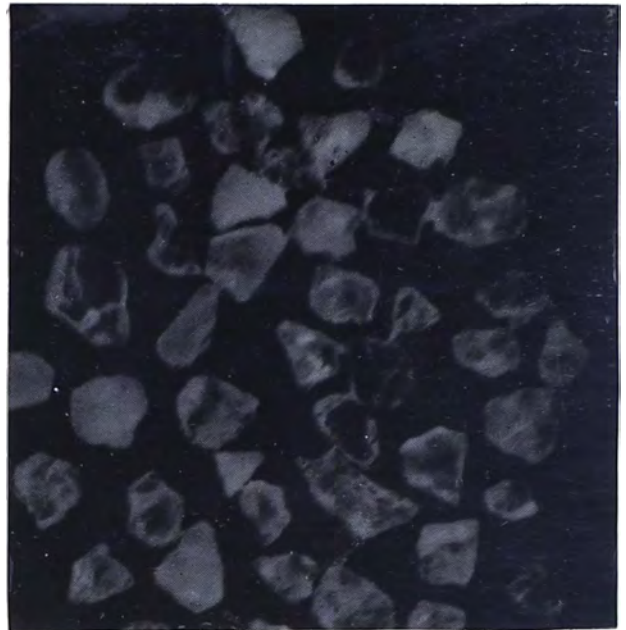
Sub Redondeados a Sub Angulosos

LAMINA No. 7

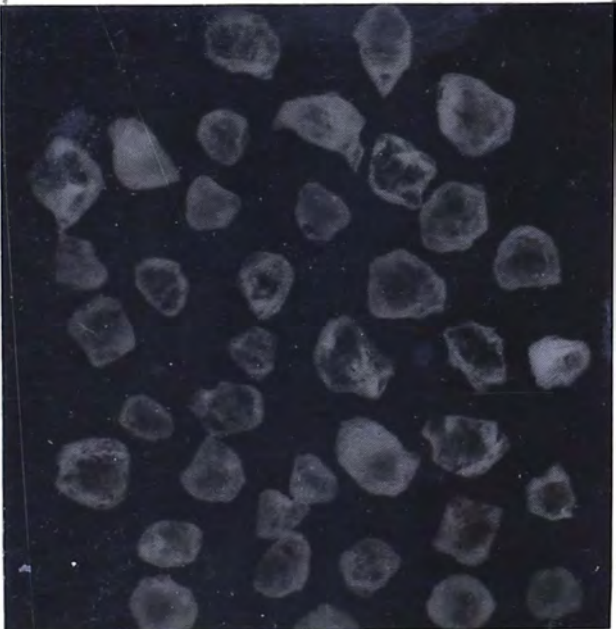
CLASES DE REDONDEZ EN CUARZOS FLUVIALES (Depósito No. 12)



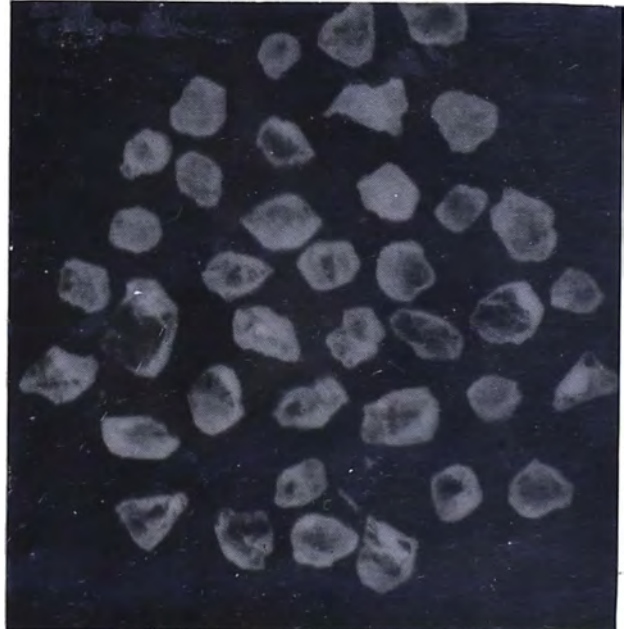
(1)



(2)



(3)



(4)

- (1) Tz. No. 30 (0.595 mm.)
- (2) Tz. No. 40 (0.420 mm.)
- (3) Tz. No. 60 (0.250 mm.)
- (4) Tz. No. 80 (0.177 mm.)

Sub redondeados a redondeados
Algunos Sub Angulosos
Sub angulosos a Sub redondeados
algunos redondeados
Sub redondeados a redondeados
Algunos bien redondeados
Redondeados a Sub redondeados

D. MADUREZ TEXTURAL

1. ESTADOS DE MADUREZ

En los sedimentos inconsolidados la composición mineralógica y la textura constituyen caracteres fundamentales del medio ambiente y agente de transporte que controla la sedimentación.

La composición mineralógica es regulada por la meteorización en la fuente de origen y ambiente de depositación, la abrasión mecánica durante el transporte, destrucción química después de depositación y la selección de los minerales de acuerdo al tamaño y densidad. A su vez, la textura es regulada por la distribución del tamaño de sedimentos, contenido de arcilla y el grado de redondez.

La madurez textural, cuyo análisis debe hacerse si es posible en partículas de cuarzo de tamaño medio y fino, presenta cuatro estados:

-Estado Inmaduro.- Con contenido de arcilla y micas finas (menor a 0.03 mm.) mayor al 5 por ciento. Los sedimentos no arcillosos son angulosos y de pobre selección.

-Estado Sub-maduro.- Contiene arcilla al rededor del 5 por ciento. Tamaños de partículas entre las clases de 16 y 84 mayores a 0.5 mm. (1 phi). Sedimentos angulosos y pobremente seleccionados.

-Estado Maduro.- No contiene arcilla. Los sedimentos son subangulosos y bien seleccionados (S. Trask menor a 1.30). Cuando los sedimentos comienzan a redondearse adquieren el 4° estado.

-Estado Sobre maduro.- No contiene arcilla. Los sedimentos son bien redondeados y bien seleccionados.

En general, los sedimentos inmaduros se depositan en llanuras de inundación, abanicos aluviales o en ambientes neríticos y lagunares, donde la acción de la corriente es débil o el depósito muy rápido y --

los sedimentos no están sujetos a la acción de fzs. mecánicas después de su sedimentación. Los sedimentos sobre maduros indican un ambiente de intensa abrasión y selección, tales como playas o dumas, donde actúan constantemente fzs. mecánicas sobre los sedimentos. Es importante tener presente que a veces ocurren inversiones texturales, por ejemplo, cuando sedimentos bien seleccionados o bien redondeados se encuentran en matriz arcillosa o cuando los sedimentos se componen de partículas pobremente seleccionados. En todos estos casos, ello indica mezcla de sedimentos con distintos grados de energía y la clasificación del estado se hará en relación al más bajo estado de madurez, que es el que normalmente representa el último ambiente del depósito.

2. RESULTADO DEL ANALISIS

Se reconocen 3 estados de madurez textural.

A.Estado Maduro-sobre Maduro.

Se presenta en las playas Coishco y Santa, Se observa transición al estado sobre maduro.

B.Estado Maduro

Se presenta en los eólicos de Coishco y sedimentos del río Santa. No se considera en los sedimentos fluviales posible inversión textural dada la normal selección y el bajo porcentaje de los eólicos presentes en el depósito fluvial.

C.Estado Submaduro

Se presenta en las playas antiguas polimodales y en los eólicos del flanco andino. Adquieren este estado por inversión textural, debido a mezclas con materiales de aportes local (v. secc. 4.2.)

E. MINERALOGIA GENERAL

La identificación de los principales minerales constituyentes de las arenas que con una relativa mayor abundancia se están sedimentando en el río Santa (últimos kms. del cauce del río) y playas Santa y Coishco, ha sido realizado tomando un promedio de dos observaciones de la estimación visual del porcentaje y un conteo del número de partículas presentes en los diferentes tamices.

RIO SANTA

Las arenas del río Santa se las puede reunir en tres grupos de asociaciones, en relación al mayor porcentaje de sedimentación de éstas:

- Cuarzos, plagioclasas, fragmentos de cuarcitas y andesitas.
- Minerales opacos polimetálicos (mayormente tetraedritas, ilmenitas, enargitas, bornitas, psilomelanos, hematitas) masivas y horblendas.
- Ortosas, micas, granates, esfaleritas, magnetitas, -- circones y rutilos.

La presencia de otros minerales provenientes de fuentes igneas y metamórficas, como augitas, esfenas y apatitos, tremolitas y andalucitas, no han sido considerados en el cómputo de este tipo de análisis, por no ser significativa su estimación porcentual, y por ser sus ocurrencias aisladas (en relación al tamaño de la partícula y porcentaje). Igual consideración merece la obsidiana.

Los fragmentos de cuarcitas y andesitas están presentes en todos los tamaños y constituyen el mayor porcentaje hasta el Tz.N°30 (0.595 mm.), límite bajo el cual estos fragmentos líticos disminuyen en número y en redondez. Son el producto del fracturamiento de los tamaños mayores (v.secc. 4.1.A.)

Los cuarzos, que superan en porcentaje a todos los minerales del conjunto, aumentan en proporción hacia los -

tamaños menores y se presentan bajo los tipos hialinos y lechosos, la presencia de cuarzos ferroginosos es mínima; las plagioclasas, min. op. polimet. (minerales opacos polimetálicos) y horblendas, siguen semejante proporción.

Los min. op. polimet. se encuentran en estado masivo y en proceso de alteración, las horblendas y granates aparecen desde el Tz. N°60 (0.250 mm.).

Las biotitas y muscovitas permanecen casi constantes en por ciento, en todo los tamaños, algunos muestran superficie de alteración (clorita, sericita).

Las magnetitas, circones y rutilos se concentran en Tz. N°200 (0.074 mm.) y conservan sus caras de cristalización.

La minerología muestra para el depósito N°14 el siguiente resultado porcentual:

Tzs. N° 16 y 20

- 40 Frag. de cuarcitas (incluye algunas areniscas cuarcíticas).
- 25 Frag. de andesitas
- 15 Cuarzos (hialinos y lechosos, algunos ferroginosos).
- 10 Min. op. polimet.
- 5 Biotitas y muscovitas
- 5 Otros frag. líticos(dacita, diorita, granito).

Tz. N°30

- 35 Frag. de cuarcitas
- 25 Frag. de andesitas
- 20 Cuarzos
- 10 Min. op. polimet.
- 5 Biotitas y muscovitas
- 5 Otros Frag. líticos

Tz. N°40

- 35 Cuarzos
- 25 Frag. de cuarcitas

- 15 Min. op. polimet.
- 10 Frag. de andesitas
- 10 Plagioclasas
- 5 Biotitas, muscovitas y esfaleritas en cuarzos

Tzs. N°60 y 80

- 40 Cuarzos
- 15 Plagioclasas
- 15 Min. op. polimet.
- 10 Frag. de cuarcitas y andesitas
- 5 Horblendas, granates, magnetitas y turmalinas (variedad chorlo)
- 5 Ortosas
- 5 Biotitas, muscovitas y esfaleritas
- 5 Frag. de carbón, hyperstenas, epidotas y hübneritas

Tz. N°100

- 35 Cuarzos
- 15 Plagioclasas
- 20 Min. op. polimet. (incluye además algunas crisocollas, covelitas y magnetitas)
- 10 Biotitas, muscovitas y ortosas
- 10 Horblendas, granates y turmalinas
- 5 Frag. de cuarcitas y andesitas
- 5 Frag. de carbón, hyperstenas y epidotas

Tz. N°200

- 40 Cuarzos
- 15 Plagioclasas y ortosas
- 10 Min. op. polimet.
- 10 Horblendas
- 10 Biotitas, muscovitas y piritas
- 10 Magnetitas
- 5 Circones y rutilos

El predominio de cuarzos sobre el resto de los minerales es explicable si se tiene en cuenta que durante el transporte las arenas son sometidas a desgastes mecánicos (por causa de la turbulencia del agente geológico, etc.), que van a reducir las concentraciones de los mi-

nerales menos resistentes, como es el caso de los feldespatos y van a permitir el enriquecimiento de las arenas en cuarzos.

Hay, también, otros minerales resistentes al desgaste mecánico, pero por ser accesorios (circones, turmalinas) de las rocas no alcanzan mayores porcentajes durante el transporte.

PLAYA SANTA

En la playa Santa las asociaciones mineralógicas de las arenas muestran un aumento en la concentración de los minerales ligeros, cuarzos y plagioclasas, así como también en los fragmentos de cuarcitas y andesitas, de acuerdo ello, con la consiguiente disminución progresiva del porcentaje de minerales pesados, hacia ambos lados de la playa (desde punta infiernillo hasta el límite con la línea de costa bordeada por cantos), evaluados a partir de la desembocadura del Santa.

La identificación mineralógica del depósito N°30 (límite de playas arenas y cantos) muestra el siguiente resultado:

Tzs. N°20 y 30

- 35 Cuarzos
- 30 Frag. de cuarcitas
- 15 Frag. de andesitas
- 5 Biotitas y muscovitas
- 5 Min. op. polimet.
- 5 Esfaleritas en cuarzo
- 5 Otros Frag. ícticos

Tzs. N° 40 y 60

- 40 Cuarzos
- 15 Plagioclasas
- 15 Frag. de cuarcitas
- 10 Andesitas
- 5 Esfaleritas
- 5 Biotitas y muscovitas
- 5 Min. op. polimet.
- 5 Horblendas y malaquitas

Tzs. N°80 y 100

- 35 Cuarzos
- 20 Plagioclasas
- 15 Frag. de cuarcitas y andesitas
- 10 Min. op. polimet. (incluye magnetitas)
- 10 Horblendas
- 5 Ortosas
- 5 Granates y turmalinas

Tz. N°200

- 40 Cuarzos
- 20 Plagioclasas
- 15 Magnetitas
- 10 Horblendas
- 5 Min. op. polimet.
- 5 Circones y rutilos
- 5 Ortosas

Producida esta sedimentación a lo largo de la playa, - las arenas son movilizadas por el viento para posteriormente ser redepositada en otros lugares, elevandose así en determinadas zonas (deflación, por ejemplo) la concentración de minerales pesados y en otras una disminución proporcional de los mismos, en la dirección seguida por el viento.

PLAYA COISHCO

La minerología indica un predominio de cuarzos hialinos (recubiertos superficialmente con óxido de fierro) y -- calcedonias en los tamaños grandes.

Los ferromagnesianos provienen en su mayoría de la alteración de los olivinos. Ambos están presentes en todos los tamaños.

Hay ausencia de granates y minerales opacos polimetálicos (excepto ilmenitas, hematitas), así como también de fragmentos de cuarcitas cuya proveniencia han sido, en todos ellos anteriormente establecida (cuenca del río Santa).

Todo lo cual permite inferir que la fuente de a-

porte de los minerales, a la playa Coishco, proviene del sur* (Chimbote y más hacia el sur) y que la contribución mineralógica de la cuenca del río Santa y de su delta submarino, a través de contra corrientes y oleajes es prácticamente nula; sin embargo, no es posible a firmar totalmente la no intervención de contracorrientes y oleajes que transporten sedimentos del delta a la playa coishco sin realizar estudios oceanográficos previos.

El análisis mineralógico hecho en depósito N°5 muestra el siguiente resultado:

Tzs. N°20 y 30

- 40 Cuarzos hialinos
- 15 Calcedonias (incluye inclusiones de min. op.)
- 10 Ferromagnesianos
- 10 Olivinos (algunos en fase de alteración)
- 10 Frag. de andesitas
- 10 Frag. de caparzones de moluscos
- 5 Opalos

Tzs. N°40 y 60

- 45 Cuarzos
- 20 Plagioclasas alteradas
- 15 Ferromagnesianos
- 10 Olivinos
- 5 Ilmenitas
- 5 Biotitas y muscovitas

Tzs. N°80 y 100

- 50 Cuarzos
- 20 Plagioclasas
- 10 Horblendas y turmalinas
- 10 Olivinos y ferromagnesianos (incluye magnetitas)

* Esta inferencia se ve respaldada por análisis mineralógico de una muestra de arenas obtenida en la playa actual de la bahía de Samanco (N. Teves, 1970), ubicada al sur de Chimbote, en la que se observó:
-Análisis por tamizado 70 por ciento de partículas com

- 5 Ortosas
- 5 Calcitas, beatitas y muscovitas

Tz. N°200

- 40 Cuarzos
- 25 Plagioclasas
- 10 Magnetitas
- 10 Horblendas y olivinos
- 10 Biotitas, calcitas y ortosas
- 5 Circones y rutilos

prendidas entre los tamaños de 0.420 a 0.177 mm., correspondiendo el 55% del material tamizado a arenas de tamaño medio retenidas en el Tz. N°60(0.250 mm.).
-Cuarzos hialinos, sin óxido de hierro en la superficie, de formas angulosos a sub-angulosos. Algunos subredondeados.
-La mineralogía del Tz. N°60 indica:60 cuarzos,15 ferromagnesianos,horblendas y olivinos, 10 plagioclasas,10 frag.de conchuelas y ortosas,5 turmalinas y biotitas.

5. ESTUDIO DE MINERALES PESADOS

Los minerales pesados, cuya gravedad específica supera a -- 2.85 (g.e. del bromoformo) son los más frecuentemente analizados por constituir indicadores, de mayor confiabilidad que los minerales ligeros, de la procedencia de las arenas.

En esta investigación el análisis de minerales pesados comprende las fases de separación por gravedad y separación magnética, previas a la identificación mineralógica.

Los resultados se muestran en los cuadros N°9 y 10.

5.1. SEPARACION POR GRAVEDAD

La separación por gravedad de las diversas muestras de arenas, en número 27, ha sido hecha con bromoformo, y los productos obtenidos plasmados en los gráficos 14 a 14b, muestran los porcentos de las concentraciones en peso y sus distribuciones con las distancias, lo que está de acuerdo con los distintos agentes geológicos que actúan sobre los sedimentos.

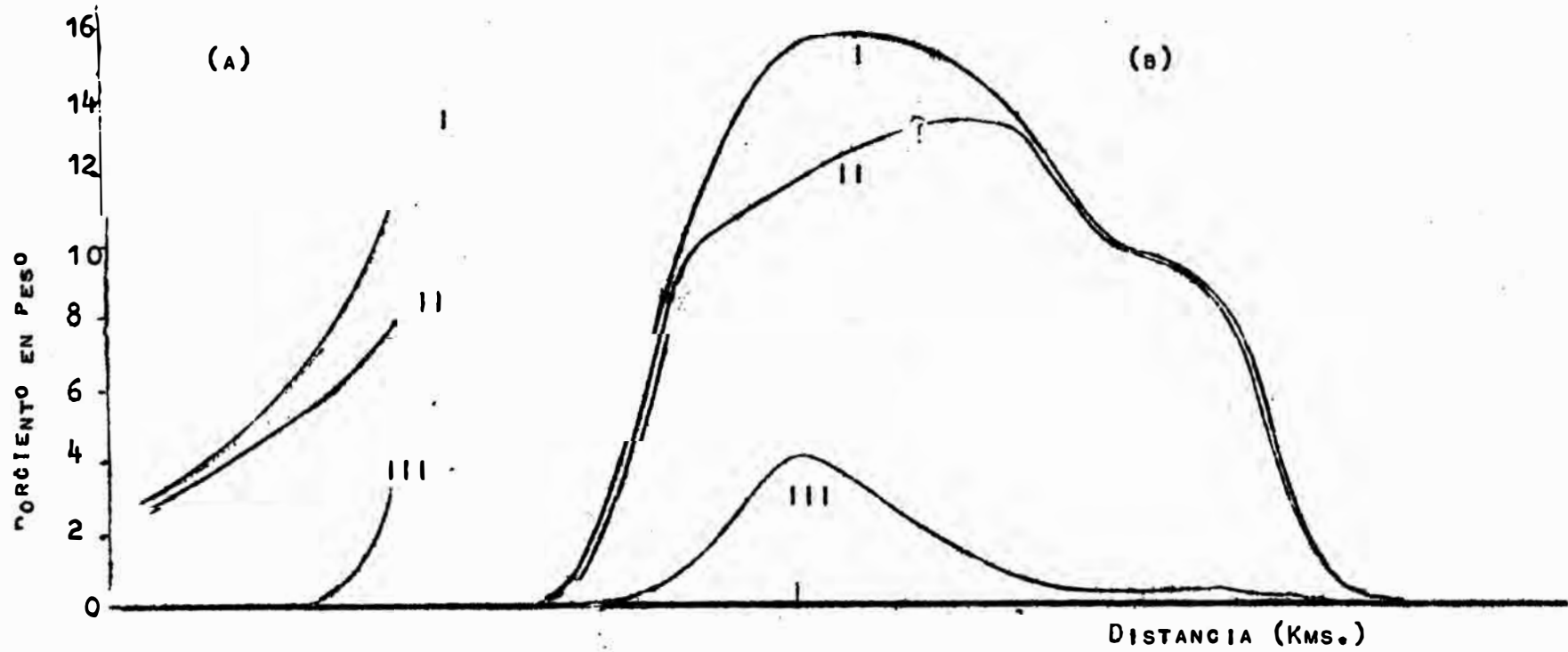
En Coishco la dispersión de los minerales pesados indica una mayor sedimentación hacia el norte de la playa, con valores numéricos de 3 % a 13 %, en los extremos de ésta.

En las barreras eólicas las concentraciones muestran en promedio 12 % de minerales pesados en sus extremos y 7 % en la zona central, lo cual es razonable al considerar como explicación para los mayores porcentos de concentración el rol que desempeñan los acantilados, deteniendo parcialmente el avance del viento... incrementándose de esta forma los minerales pesados en las zonas mencionadas.

En la desembocadura del río Santa, a 50 mtrs. de la línea de costa, los minerales pesados alcanzan 16% de la sedimentación, y, en la playa Santa actual la dispersión sigue una distribución normal, con mínimos de --- 0.01 % en los extremos de esta playa.

Hacia el lado derecho de la desembocadura, la dispersión muestra, sin embargo, una inflexión en la curva de distribución debido ello a la ubicación geomorfológica, en la línea de cos

GRAFICO No. 14 DISPERSION DE MINERALES PESADOS EN EL LITORAL DEL SANTA - PROV. SANTA Y TRUJILLO



ta, del depósito N°17, que contribuye a la erosión de los minerales de menor densidad.

En las playas antiguas y en los eólicos del flanco andino, las concentraciones y distribuciones de los minerales pesados están sujetos, actualmente y en primer lugar, a la acción del viento, en segundo lugar a la contribución de los materiales aluviales que disminuyen el porcentaje de estos minerales.

En estas playas antiguas, en que la acción del viento es de dirección SO-NE, se observa una disminución progresiva de los minerales pesados hacia adentro del continente, comprobándose que en las zonas de deflación, los valores más elevados de concentración se encuentran en los depósitos más cercanos a la playa actual. Un ejemplo lo constituyen los depósitos N°28 y 19 (+ antiguo) con 34 % y 26 % respectivamente

Los depósitos eólicos en el flanco andino (N°21, 23 y 24) tienen la misma procedencia que las arenas de las zonas de Coishco y Chimbote, verificado esto por los criterios mineralógicos y morfoscópicos, que revelan, que han sido depositados por vientos del sur.

Estos depósitos contienen 13%, 14% y 21% de minerales pesados, los primeros presentan menor porcentaje como consecuencia de recibir un mayor aporte de partículas ligeras de la localidad, transportadas por los vientos del SO.

5.2. SEPARACION MAGNETICA

La separación magnética ha sido efectuada para las fracciones pesadas superiores al 3% en peso (sobre 10grs. de muestra natural) y de acuerdo con el flujo-grama de trabajo presentado en la secc.2, metodología.

Las condiciones de operación en el equipo Frantz Isodinámico ML1 fueron:

- Angulo lateral del Chute... 25°
- Angulo frontal del Chute 15°
- Intervalo parcial de intensidad de corriente 0.2 amp.

-Intervalo total de
intensidad de corriente ----- 0.0 a 1.2 amp.

Los resultados se muestran en el gráfico N°15.

A 0.0 amperios se concentran los minerales ferromagnéticos " residuales " de la separación previa con un imán.

Entre 0.4 y 0.6 amperios se presentan máximo de concentraciones de minerales paramagnéticos, que indican la relativa abundancia de determinados tipos de minerales dentro de la zona.

Hacia 1.2 amperios y a mayor amperios, se concentran minerales diamagnéticos de menor grado de temperatura de formación que los minerales separados en bajos amperios.

5.3. IDENTIFICACION MINERALOGICA

La identificación mineralógica de las partículas separadas magnéticamente, desde 0.0 amperios a 1.2 amperios, permite establecer una estimación porcentual de las concentraciones y asociaciones mineralógicas en relación a los diferentes grados de su susceptibilidad magnética, lo que está de acuerdo con la variación del porcentaje de los elementos químicos que lo componen y que confieren tal grado de susceptibilidad magnética.

Los cuadros N°10a, 10b muestran los resultados obtenidos en la identificación de los minerales pesados para la desembocadura del río Santa y la playa Coishco, representativos de los otros depósitos.

Chute Canaleta por donde se deslizan los minerales, dentro del separador magnético.

CUADRO No. 9
MINERALES PESADOS
SEPARACIONES MAGNETICA Y GRAVEDAD

DEPÓ SITO	FR.P. (Gr.)	FR.L. (Gr.)	FR.P. (Gr.)	FR.P. (%)	SEP. MAG. (Gr)		SEP. MAG (%)		FR. No IMAN	
					IMAN	No IMAN	IMAN	No IMAN	Tz +100	Tz -100
1	.2819	9.7181	.282	2.82	.0121	.2698	.12	2.70	.1280	.1418
3	.5538	9.4462	.554	5.54	.0302	.5236	.30	5.24	.4997	.0239
5	1.2931	8.7069	1.293	12.93	.2642	1.0289	2.64	10.29	.9898	.0391
2	1.3798	8.6202	1.380	13.80	.1971	1.1827	1.97	11.83	.8648	.3179
4	.6907	9.3093	.691	6.91	.0894	.6013	.89	6.02	.5512	.0501
6	1.0723	8.9277	.072	10.72	.1285	.9438	1.29	9.43	.7444	.1994
8	1.2936	8.7064	1.294	12.94	.1185	1.1751	1.19	11.75	.9707	.2044
10	1.7183	8.2817	1.718	17.18	.2690	1.4493	2.69	14.49	.5844	.8649
7	.0007	9.9993	.001	.01	---	---	---	---	---	---
9	.0863	9.9137	.086	.86	.0114	.0749	.11	.75	.0482	.0267
11	1.0922	8.9078	1.092	10.92	.1092	.9830	1.09	9.83	.5694	.4136
12	1.5740	8.4260	1.574	15.74	.4028	1.1712	4.03	11.71	.9543	.2169
14	.5972	9.4028	.597	5.97	.1031	.4941	1.03	4.94	.3451	.1490
16	1.4291	8.5709	1.429	14.29	.0872	1.3419	.87	13.42	1.2958	.0461
18	.9388	9.0612	.939	9.39	.0421	.8967	.42	8.97	.8480	.0487
30	.0010	9.9990	.001	.01	---	---	---	---	---	---
28	3.4169	6.5831	3.417	34.17	.3247	3.0922	3.25	30.92	2.8258	.2664
19	2.5613	7.4387	2.561	25.61	.5962	1.9651	5.96	19.65	1.4127	.5524
20	1.1843	8.8157	1.184	11.84	.3083	.8760	3.08	8.76	.6165	.2595
22	.2843	9.7157	.284	2.84	.0420	.2423	.42	2.42	.2125	.0298
21	1.2881	8.7119	1.288	12.88	.1544	1.1337	1.54	11.34	.4946	.6391
23	1.3975	8.6025	1.398	13.98	.1249	1.1726	1.25	12.73	.9540	.3186
24	2.0778	7.9222	2.078	20.78	.2464	1.8314	2.46	18.32	1.5421	.2893
25	.0000	10.0000	---	---	---	---	---	---	---	---
26	.0000	10.0000	---	---	---	---	---	---	---	---
27	1.7599	8.2401	1.760	17.60	.7188	1.0411	7.19	10.41	.5764	.4647
17	1.0318	8.9682	1.032	10.32	.0289	1.0029	.29	10.03	.9437	.0592

CUADRO No.9
MINERALES PESADOS
SEPARACIONES MAGNETICA Y GRAVEDAD

FR.No IMAN		SEPARACIÓN MAGNÉTICA EN Tz. + 100 (AMP. VARIABLE) (GR.)								SEPA-
+100	-100	.00	.20	.40	.60	.80	1.00	1.20	+1.20	.00
1.28	1.42	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5.00	0.24	.0059	.0847	.0559	.1597	.0918	.0216	.0105	.0696	.0026
9.90	0.39	.0005	.1062	.1764	.3657	.1353	.0223	.0074	.1760	.0006
8.65	3.18	.0043	.0773	.0910	.4096	.0875	.0400	.0190	.1361	.0036
5.52	0.50	.0010	.0600	.0840	.1894	.0731	.0208	.0147	.1082	.0010
7.44	1.99	.0050	.0749	.0874	.2770	.0859	.0341	.0136	.1665	.0044
9.71	2.04	.0005	.0840	.1507	.3956	.0702	.0400	.0220	.2077	.0007
5.84	8.65	.0054	.0479	.1458	.1636	.0423	.0238	.0076	.1480	.0100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
.48	.27	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5.69	4.14	.0004	.0264	.1145	.2032	.0396	.0242	.0888	.1523	.0036
9.54	2.17	.0047	.0753	.2567	.2373	.0525	.0220	.0125	.2933	.0017
3.45	1.49	.0007	.0194	.0831	.1046	.0290	.0081	.0028	.0974	.0008
12.96	.46	.0041	.0589	.1389	.3665	.1070	.0941	.0170	.5043	.0039
8.48	.49	.0025	.0403	.1330	.2918	.0497	.0302	.0135	.2870	.0007
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
28.26	2.66	.0034	.0686	.2513	.6541	.3600	.1153	.0382	1.3349	.0110
14.13	5.52	.0049	.0383	.0922	.3346	.1417	.0822	.0270	.6918	.0015
6.17	2.59	.0005	.0227	.0389	.2778	.1339	.0095	.0059	.1273	.0010
2.12	.30	---	---	---	---	---	---	---	---	---
4.95	6.39	.0003	.0140	.0300	.1604	.0482	.0382	.0145	.1890	.0006
9.54	3.19	.0027	.0348	.0958	.2343	.1040	.0376	.0163	.4287	.0008
15.43	2.89	.0045	.0599	.1684	.2821	.1865	.0580	.0259	.7568	.0033
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5.76	4.65	.0008	.0262	.0299	.2005	.0376	.0152	.0052	.2610	.0009
9.44	.59	.0034	.0403	.1250	.1652	.1678	.0425	.0215	.3770	.0004

CONTINUACIÓN

CUADRO No.9
MINERALES PESADOS
SEPARACIONES MAGNETICA Y GRAVEDAD

RACION MAGNETICA		EN Tz. -100 (AMP. VARIABLE) (GR.)					SEP. MAG EN Tz. + 100		
.20	.40	.60	.80	1.00	1.20	+1.20	.00	.20	.40
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
.0038	.0058	.0068	.0034	.0015			.06	.85	.56
.0162	.0098	.0051	.0021	.0006	.0002	.0045	.01	1.06	1.77
.0272	.0501	.1405	.0211	.0092	.0037	.0625	.04	.77	.91
.0053	.0071	.0111	.0037	.0012	.0007	.0200	.01	.60	.84
.0192	.0283	.0610	.0152	.0066	.0051	.0596	.05	.75	.87
.0151	.0394	.0929	.0131	.0073	.0042	.0317	.01	.84	1.51
.1020	.2421	.3268	.0301	.0242	.0121	.1176	.05	.48	1.46
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
.0188	.0651	.1510	.0429	.0188	.0069	.0165	.00	.26	1.15
.0171	.0545	.0388	.0073	.0093	.0075	.0807	.05	.75	2.57
.0080	.0334	.0448	.0102	.0048	.0031	.0039	.01	.19	.83
.0073	.0128	.0074	.0034	.0029	.0013	.0071	.04	.59	1.39
.0045	.0110	.0158	.0040	.0027	.0009	.0091	.02	.40	1.33
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
.0232	.0526	.0946	.0182	.0076	.0025	.0637	.03	.69	2.51
.0357	.1063	.1271	.0521	.0050	.0074	.2173	.05	.38	.92
.0120	.0403	.0388	.0484	.0100	.0100	.0990	.01	.23	.39
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
.0225	.0571	.3687	.0253	.0215	.0164	.1270	.00	.14	.30
.0167	.0499	.1543	.0155	.0046	.0044	.0724	.03	.35	.96
.0158	.0528	.0548	.0220	.0119	.0058	.1229	.04	.60	1.68
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
.0382	.1285	.1001	.0448	.0144	.0082	.1296	.01	.26	.30
.0081	.0086	.0183	.0048	.0028	.0015	.0147	.03	.41	1.25

CUADRO No.9
MINERALES PESADOS
SEPARACIONES MAGNETICA Y GRAVEDAD

(AMP. VARIABLE) (%)					SEP. MAG. EN Tz. -100 (AMP. VARIABLE) (%)								
.60	.80	1.00	1.20	+1.20	.00	.20	.40	.60	.80	1.00	1.20	+1.20	
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
1.60	.91	.22	.10	.70	.03	.04	.06	.07	.03	.01			
3.66	1.35	.22	.07	1.76	.01	.16	.10	.05	.02	.01	.00	.04	
4.10	.88	.40	.19	1.36	.04	.28	.50	1.40	.21	.09	.04	.62	
1.89	.73	.21	.15	1.09	.01	.05	.07	.11	.04	.01	.01	.20	
2.77	.86	.34	.14	1.66	.04	.19	.28	.61	.15	.07	.05	.60	
3.95	.70	.40	.22	.08	.01	.15	.39	.93	.13	.07	.04	.32	
1.64	.42	.24	.07	1.48	.10	1.02	2.42	3.27	.30	.24	.12	1.18	
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
2.03	.40	.24	.09	1.52	.04	.19	.65	1.51	.43	.19	.07	1.06	
2.37	.52	.22	.13	2.93	.02	.17	.55	.39	.07	.09	.07	.81	
1.05	.29	.08	.03	.97	.01	.08	.33	.45	.10	.05	.03	.44	
3.67	1.07	.94	.17	5.09	.04	.07	.13	.08	.03	.03	.01	.07	
2.92	.50	.30	.14	2.87	.01	.04	.11	.16	.04	.03	.01	.09	
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
6.55	3.60	1.15	.38	13.35	.11	.23	.53	.94	.11	.08	.02	.64	
3.35	1.42	.82	.27	6.92	.02	.36	1.06	1.27	.52	.05	.07	2.17	
2.78	1.34	.09	.06	1.27	.01	.12	.40	.39	.48	.10	.10	.99	
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
1.60	.48	.38	.14	1.89	.01	.22	.57	3.69	.25	.22	.16	1.27	
2.34	1.04	.38	.16	4.28	.01	.17	.50	1.54	.16	.05	.04	.72	
2.82	1.86	.58	.26	7.57	.03	.16	.52	.55	.22	.12	.06	1.23	
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
2.00	.38	.15	.05	2.61	.01	.38	1.29	1.00	.45	.14	.08	1.30	
1.65	1.68	.43	.22	3.77	.00	.08	.09	.18	.05	.03	.01	.15	

CUADRO No. 10A

**DISTRIBUCION PORCENTUAL DE MINERALES PESADOS - SEPARACION MAGNETICA
INCLINACION LATERAL DEL CHUTE 25° INCLINACION FRONTAL DEL CHUTE 15°
DESEMBOCADURA DEL RIO SANTA.**

SIMBOLOS

- ANDALUCITA AND
- APATITO APT
- AUGITA AGT
- BIOTITA BIT
- BORNITA BN
- BURNONITA BUO
- CALCITA CAL
- CIRCÓN CIR
- CORINDÓN COR
- COVELITA COV
- CUARZO QZ
- DIOPSIDO DIP
- ENARGITA EN
- EPÍDOTA EPD
- ESFALERITA EF
- ESFENA ESP
- ESPINELA ESP
- ESTANNITA ES
- GRANATE GRT
- HIPERSTENA HPS
- HORBLENDA HOR
- ILMENITA IL
- ILMENITA-IL-
- MAGNETITA MGT
- JAMESONITA JM
- MAGNETITA MGT
- MUSCOVITA MUS
- OLIVINO OLV
- PIRITA PY
- PIRROTITA PO
- PSILOMELANO PSI
- RUTILO RU
- SILLIMANITA SIL
- TETRAHEDRITA TD
- TREMOLITA TRD
- TURMALINA TUR

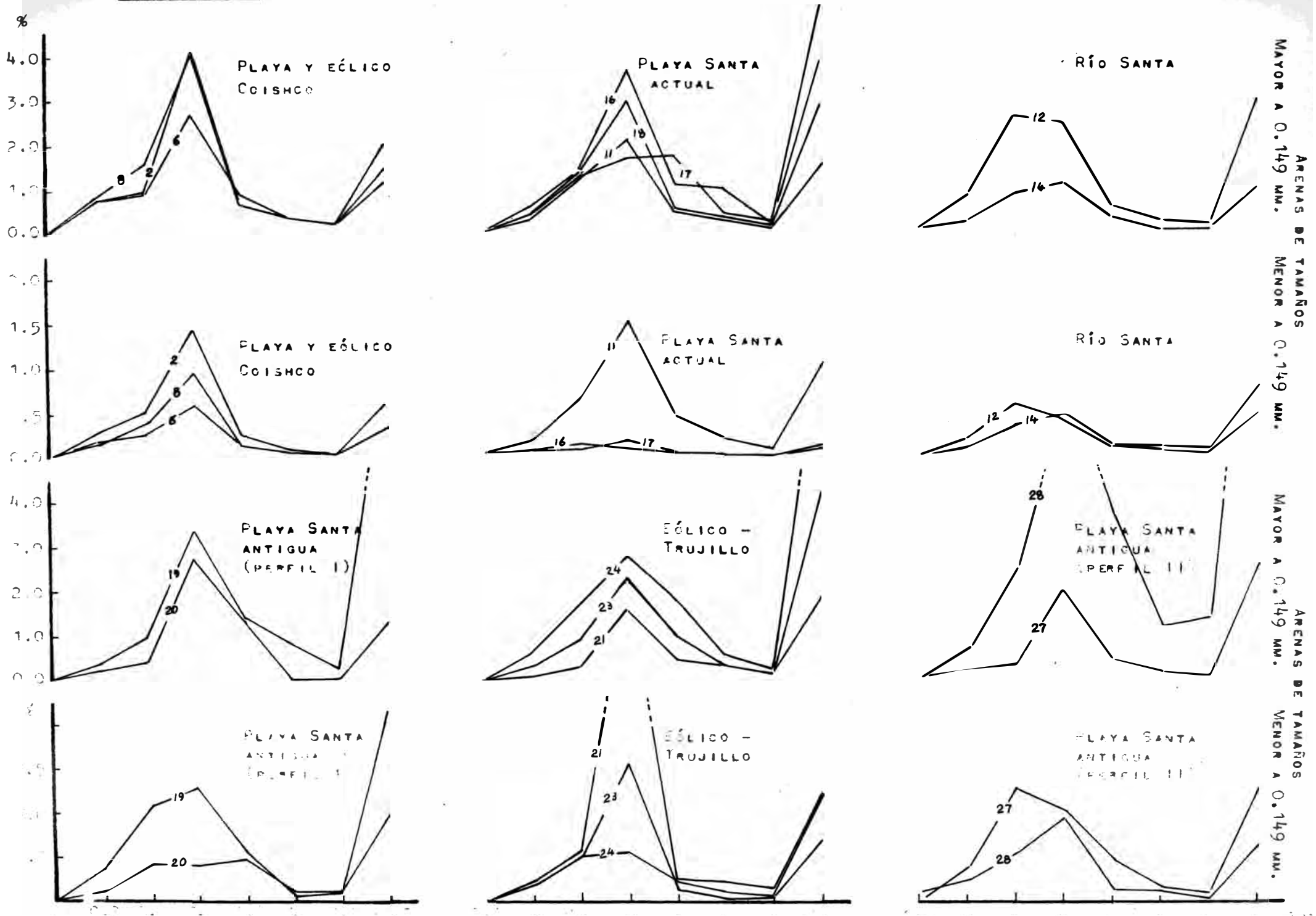
	0.0 AMP.	0.2 AMP.	0.4 AMP.	0.6 AMP.	0.8 AMP.	1.0 AMP.	1.2 AMP.	+1.2 AMP.
95 MGT 5 Po Qz- MGT	95 IL- MGT 5 Po BIT GRT	40 IL 25 BIT 20 GRT 10 TD 5 TUR HOR	30 IL 30 TD 20 HOR 10 GRT BIT EPD PSI 5 TUR OSCURA	40 EPD 10 TD 15 HOR 25 HPS 5 TUR 5 AGT BN	30 AND 15 TRE 25 HPS 10 AGT 15 EPD 5 TUR MUS	30 AND 20 TRE 25 EF 15 EN ES 10 CV AGT TUR	35 AND 25 TD 10 SIL 10 EN 5 CV 10 QZ APT TRE ESF 5 DIP COR	
		45 IL 25 GRT 15 BIT 10 TD 5 HOR	30 IL 35 HOR 25 TD 10 BN TUR BIT PSI EPD	40 EPD 20 HOR 20 HPS 15 BN TD JM 5 TUR AGT	35 AND 10 TRE 20 HPS 10 AGT 5 EPD 15 TD JM BN 5 TUR MUS	45 AND 20 TRE 10 EF 15 TD CV EN JM BOU 10 TUR AGT	15 AND 10 SIL 35 CIR 10 RU 10 QZ 15 TD JM BOU PY 5 APT DIP COR	
	IDENTICOS							

MAYOR A Tz.No.100
MENOR A Tz.No.100
TAMAÑOS DE ARENAS

CUADRO No. 10B

PLAYA COISHCO (DEPOSITO No. 2)

	0.0 AMP.	0.2 AMP.	0.4 AMP.	0.6 AMP.	0.8 AMP.	1.0 AMP.	1.2 AMP.	+1.2 AMP.
95 MGT 5 Qz- MGT	75 OLV 20 IL- MGT 5 Qz- OLV	65 OLV 25 IL 10 TUR GRT BIT	50 OLV 10 HPS 30 HOR 10 TUR GRT IL	35 OLV 20 HPS 20 HOR 15 EPD 10 AGT TUR	30 OLV 20 HPS 10 EPD 15 AND 15 TRE 10 AGT TUR	40 OLV 20 AND 20 TRE 5 ESP 15 AGT TUR DIP	20 OLV 30 AND 5 TRE 10 QZ 15 CIR 5 RU 5 CAL 10 APT ESF DIP	
DEPÓSITO No. 5 FRG. + Tz100	75 OLV 20 MGT 5 Qz- MGT							



5.4. ANALISIS ESPECTROGRAFICO DE LOS ELEMENTOS TRAZAS

El análisis espectrográfico tiene por finalidad mostrar la distribución geoquímica de los elementos metálicos, separados magnéticamente, desde 0.0 amperios hasta 1.2 amperios.

Equipo utilizado y condiciones del Análisis adoptado:

- Espectrógrafo Ebert, 3.4 Jarrel Ash
- Dispersión lineal, 5Å/mm. en 1° orden
- Excitación, arco C-D
- Abertura, 4mm.
- Intensidad de corriente, 9 amp.
- Tiempo de excitación 60seg.
- Región espectral, 2,100 a 4,500 Å
- Lectura y cuantificación microfotométrica
- Electrodos, grafito

-Muestras

- Tamizado, -Tz. N°100
- Peso, 12.5 mgr.
- Solución, 1:1 en grafito
- Emulsión, SA-1
- Número de muestras analizadas, 72

Los resultados del análisis espectrográficos, hecho para minerales mayores y menores a 0.149 mm., se muestran en el cuadro N°11 y gráficos N°16, 17, 18, 19 y 20.

A. CLASIFICACION Y DISTRIBUCION GEOQUIMICA

El análisis cualitativo de los elementos presentes en los minerales pesados como matriz (elementos composicionales), y como trazas, sea bien estos últimos por sustitución iónica (solución sólida, exsolución, etc) revela que casi todos los elementos son persistentes en las diferentes asociaciones mineralógicas, para magnéticas y diamagnéticas.

El resultado de este análisis se ha tabulado entre los parámetros "Clasificación Geoquímica y Periódica de los elementos".

El análisis semicuantitativo, hecho a partir de cur--

vas de trabajo para cada elemento para determinar, ha permitido la construcción de los gráficos de distribución geoquímica en ppm. Vs. Amp. de separación magnética, hecho para algunos elementos considerados como de posible interés científico y/o económico.

Por otro lado, los gráficos N°19 y 20 muestran la variación de densidad (directamente proporcional a la concentración) óptica de los elementos, Si, Al, Mag., Fe., Ca, Na., que constituyen las matrices de estos minerales pesados; además de mostrar su variación en concentración, que manifiestan en los minerales diferentes grados de susceptibilidad magnética, permite obtener información complementaria sobre aspectos de la paragénesis y geotermometría de dichos minerales.

B. INTERPRETACION GEOQUIMICA

Para esta interpretación se han seleccionado los depósitos, de minerales pesados, correspondientes a la playa Santa actual y playa Coishco, dejando de lado a -- otros, por diferenciarse fundamentalmente en las variaciones porcentuales de estos minerales, variaciones -- porcentuales que reflejan una mayor o menor concentración en ppm. de uno o varios elementos, para determinado amperio de separación magnética, y que es, entre o-- otros, función de la composición química del mineral, -- tamaño y gravedad específica de la partícula, ejemplo de lo expuesto lo constituye el depósito N°28, ubicado dentro de una zona de deflación en la playa Santa anti-- gua, en cuyo registro semicuantitativo el Zr y elemen-- tos asociados, arrojan valores más altos que otros de-- pósitos, debiéndose ello a que el circón (SiO_4Zr) por su gravedad específica no es fácilmente movilizado por el viento ... elevándose de esta forma en este depósi-- to la concentración de ese mineral.

La interpretación geoquímica permite comprender la distribución de los elementos que han sido semicuantificados y la razón de sus variaciones en ppm., permite tam-- bien, lograr entre otras cosas, conclusiones sobre la

temperatura de formación de los minerales, sean estos derivados de una fuente ignea, de un yacimiento hidrotermal y en determinados casos de fuentes metamórficas.

Dentro de la vasta complejidad de las asociaciones de los elementos entre sí, el ordenamiento de estos, en grupos geoquímicos Vs. tabla periódica, constituye una luz en la comprensión del comportamiento de los elementos, así, por ejemplo, los litófilos: Ti, V, Cr, etc., por pertenecer al grupo mencionado se les encuentra -- juntos, sin embargo, no siguen "exactamente" igual distribución como el Ti, Zr, y Hf, que perteneciendo al grupo IV B de la tabla periódica pertenecen también - al mismo grupo geoquímico lo cual les imprime un comportamiento de distribución geoquímica sistemática y - simétrica.

De los gráficos de distribución geoquímica y de los cuadros de distribución porcentual de los minerales pesados, se puede apreciar que la mayoría de los elementos cuantificados se presentan como producto de sustituciones iónicas, en virtud de las relaciones de sus radios iónicos.

El Ti, constituyente principal en las ilmenitas, rutilos y esfenas, se haya, como traza, dentro de la estructura de los piroxenos, anfíboles, micas, granates, etc. El Zr, podría decirse que es exclusivo del circón, -- puesto que en otras asociaciones mineralógicas vemos - que su concentración es mínima.

El B adquiere valores máximos en ppm. en los rangos de separación magnéticas correspondientes a las turmalinas

El Sn, Co, y Ni, elementos del grupo siderófilo, se presentan en bajas concentración en ppm. Sobre sale de este grupo el Sn que entre 1.0 y 1.2 Amp. de separación magnética refleja un máximo, por la presencia de las estanninas (S_4Cu_2FeSn), mineral opaco proveniente de la cuenca del río Santa.

Al Cu, Zn, Cd, In y Pb, elementos del grupo calcófilo, se les encuentra, en la playa Coishco como trazas en

la estructura de los minerales identificados para esta playa, en cambio, en la playa Santa, el Cu, Zn y Pb observan las formulas de los minerales polimetálicos señalados en las secciones 4.2 y 5.3

En las asociaciones mineralógicas de ambas playas, parte del Cd está asociado a los minerales ferromagnesianos, por ejemplo las biotitas (según Sandall y Goldich, 1943) y las ilmenitas férricas, entre otros, además, a las esfaleritas.

La variación de Ag no ha sido graficada por encontrarse en las diferentes asociaciones mineralógicas, por debajo del límite mínimo, 10 ppm., adoptado para este trabajo.

CUADRO No. 16A

DISTRIBUCION GEOQUIMICA DE LOS ELEMENTOS TRAZAS

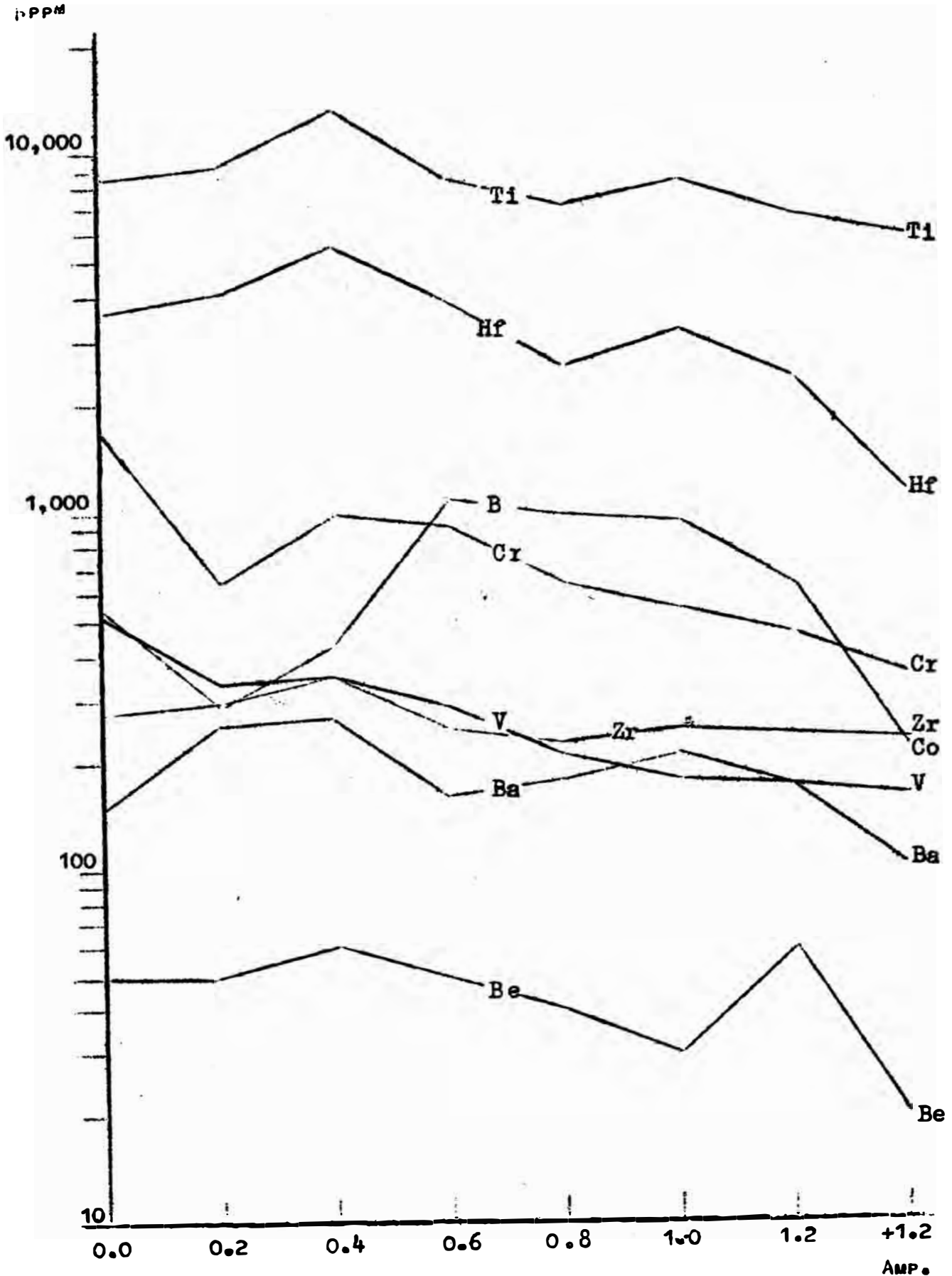
Vs.

AMPERIOS DE SEPARACION MAGNETICA

ARENAS DE TAMAÑO MAYOR A 0.149 MM.

PLAYA SANTA ACTUAL (DEPOSITO No. 16)

PLACA No. 173



CUADRO No. 16A

DISTRIBUCION GEOQUIMICA DE LOS ELEMENTOS TRAZAS

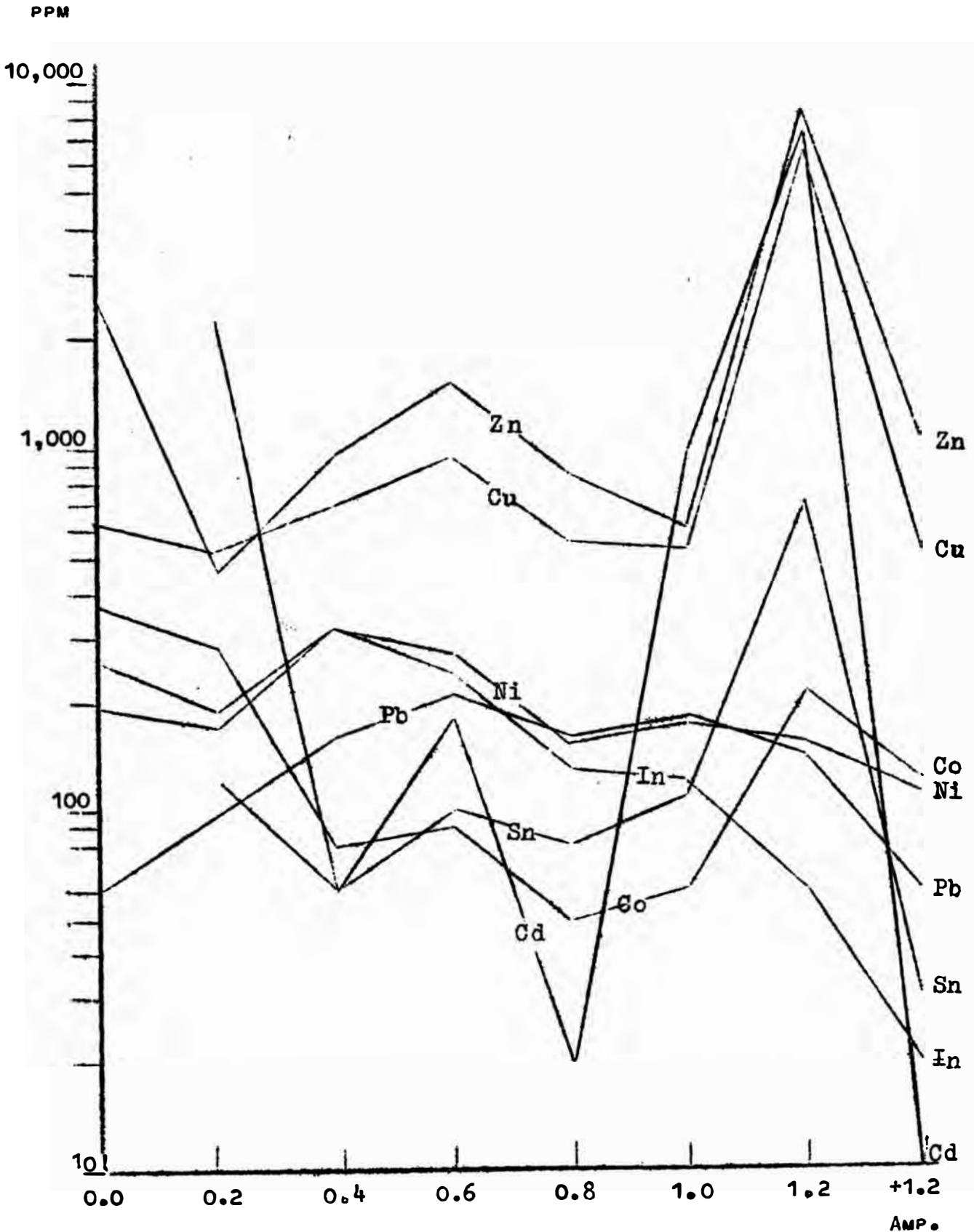
Vs.

AMPERIOS DE SEPARACION MAGNETICA

ARENAS DE TAMAÑO MAYOR A 0.149 MM.

PLAYA SANTA ACTUAL (DEPÓSITO No. 16)

PLACA No. 173



CUADRO No. 16b

DISTRIBUCION GEOQUIMICA DE LOS ELEMENTOS TRAZAS

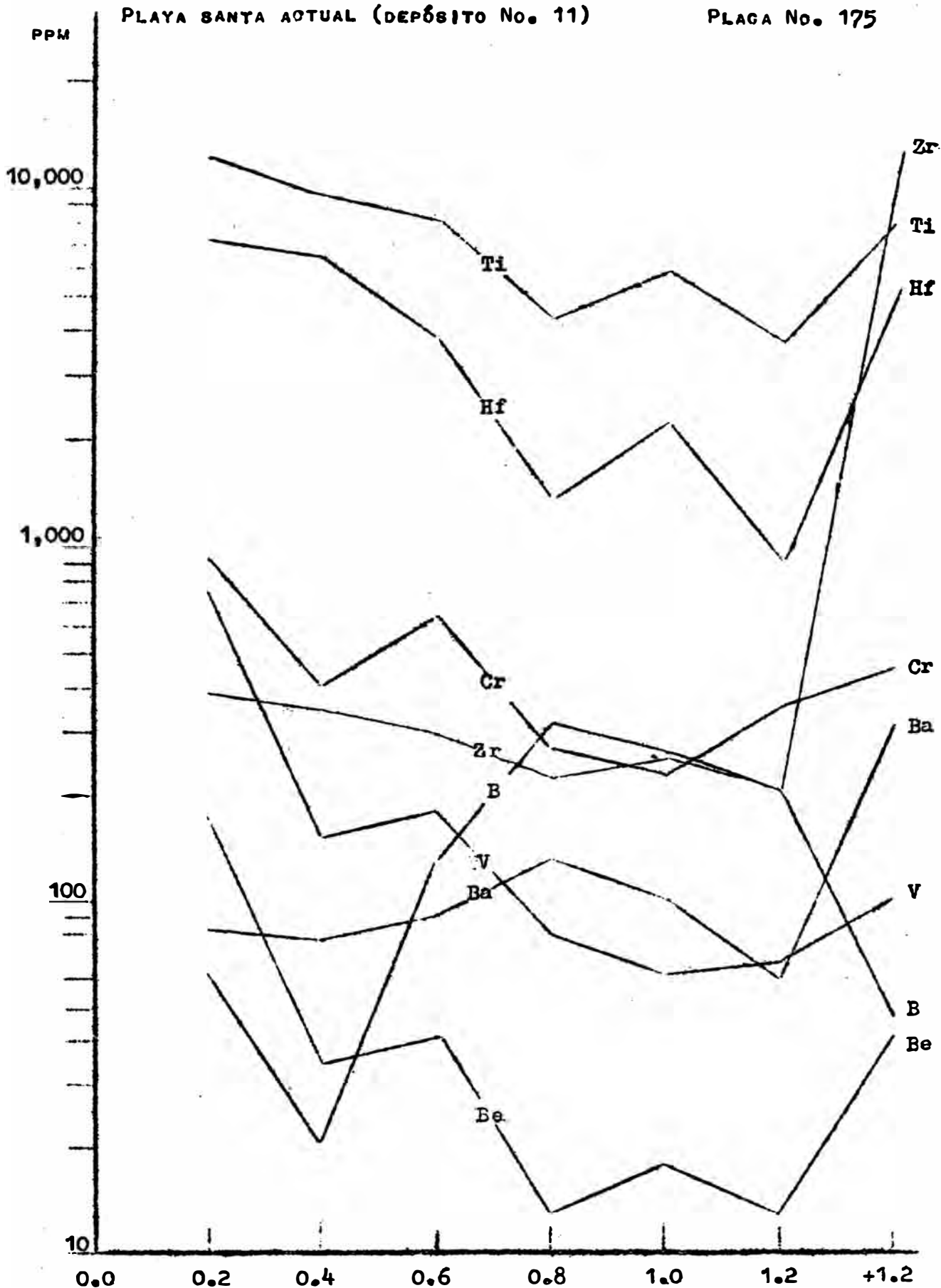
Vs.

AMPERIOS DE SEPARACION MAGNETICA

ARENAS DE TAMAÑO MENOR A 0.149 MM.

PLAYA SANTA ACTUAL (DEPÓSITO No. 11)

PLAGA No. 175



CUADRO No. 16B

DISTRIBUCION GEOQUIMICA DE LOS ELEMENTOS TRAZAS

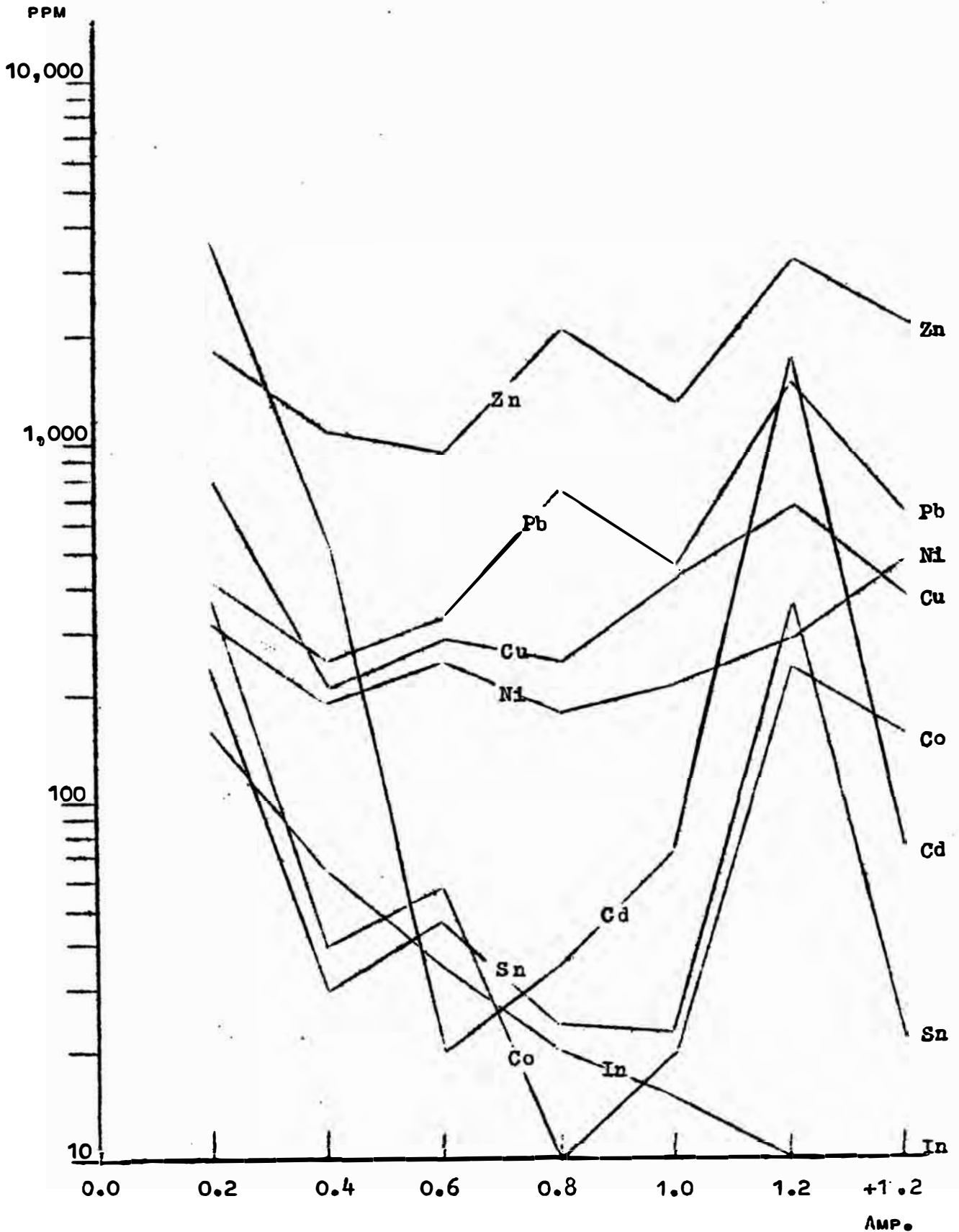
Vs.

AMPERIOS DE SEPARACION MAGNETICA

ARENAS DE TAMAÑO MENOR A 0.149 MM.

PLAYA SANTA ACTUAL (DEPÓSITO No. 11)

PLACA No. 175



CUADRO No. 17A

DISTRIBUCION GEOQUIMICA DE LOS ELEMENTOS TRAZAS

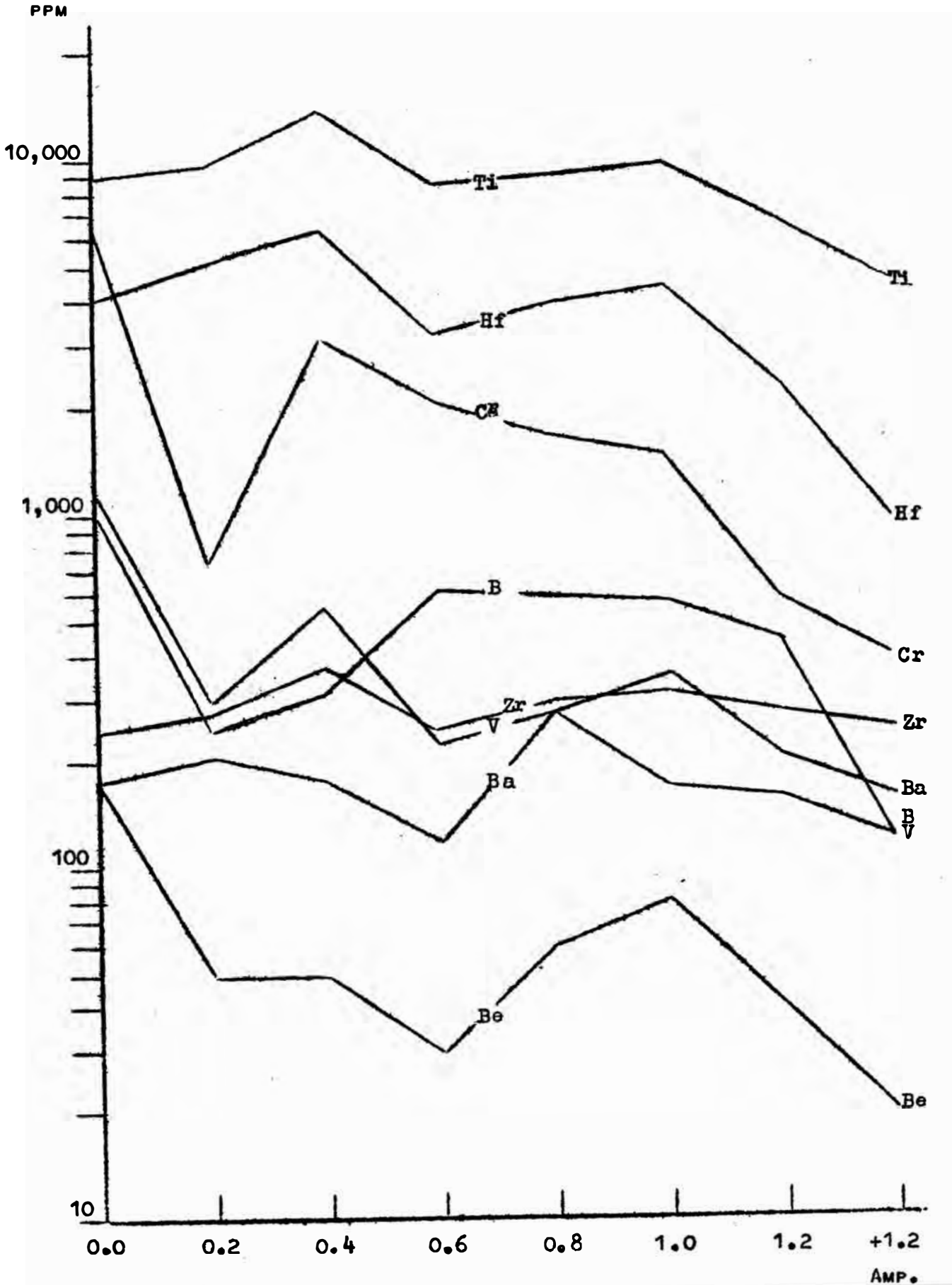
Vs.

AMPERIOS DE SEPARACION MAGNETICA

ARENAS DE TAMAÑO MAYOR A 0.149 MM.

PLAYA SANTA ANTIGUA (DEPÓSITO No. 28)

PLACA No. 173



DISTRIBUCION GEOQUIMICA DE LOS ELEMENTOS TRAZAS

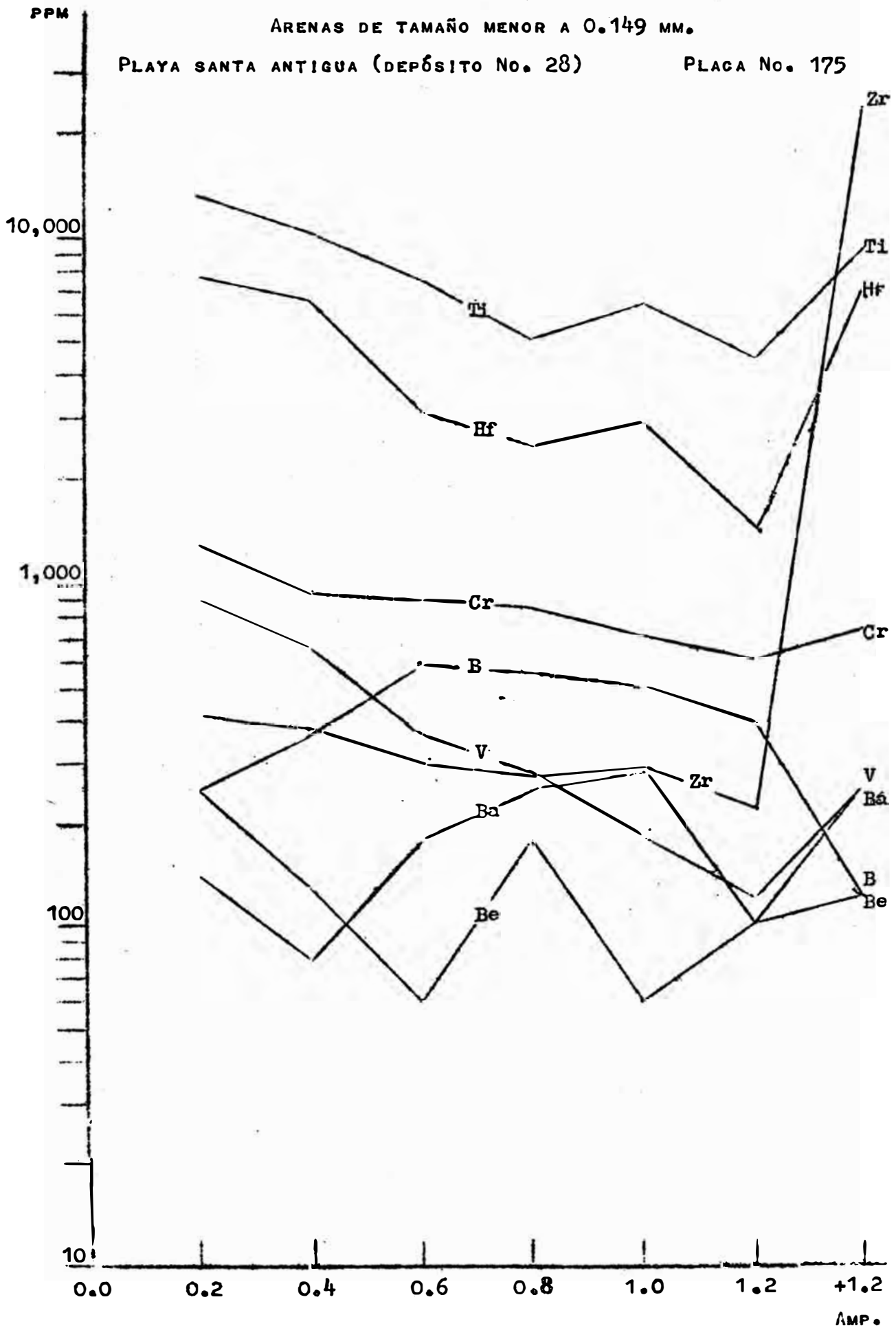
Vs.

AMPERIOS DE SEPARACION MAGNETICA

ARENAS DE TAMAÑO MENOR A 0.149 MM.

PLAYA SANTA ANTIGUA (DEPÓSITO No. 28)

PLACA No. 175

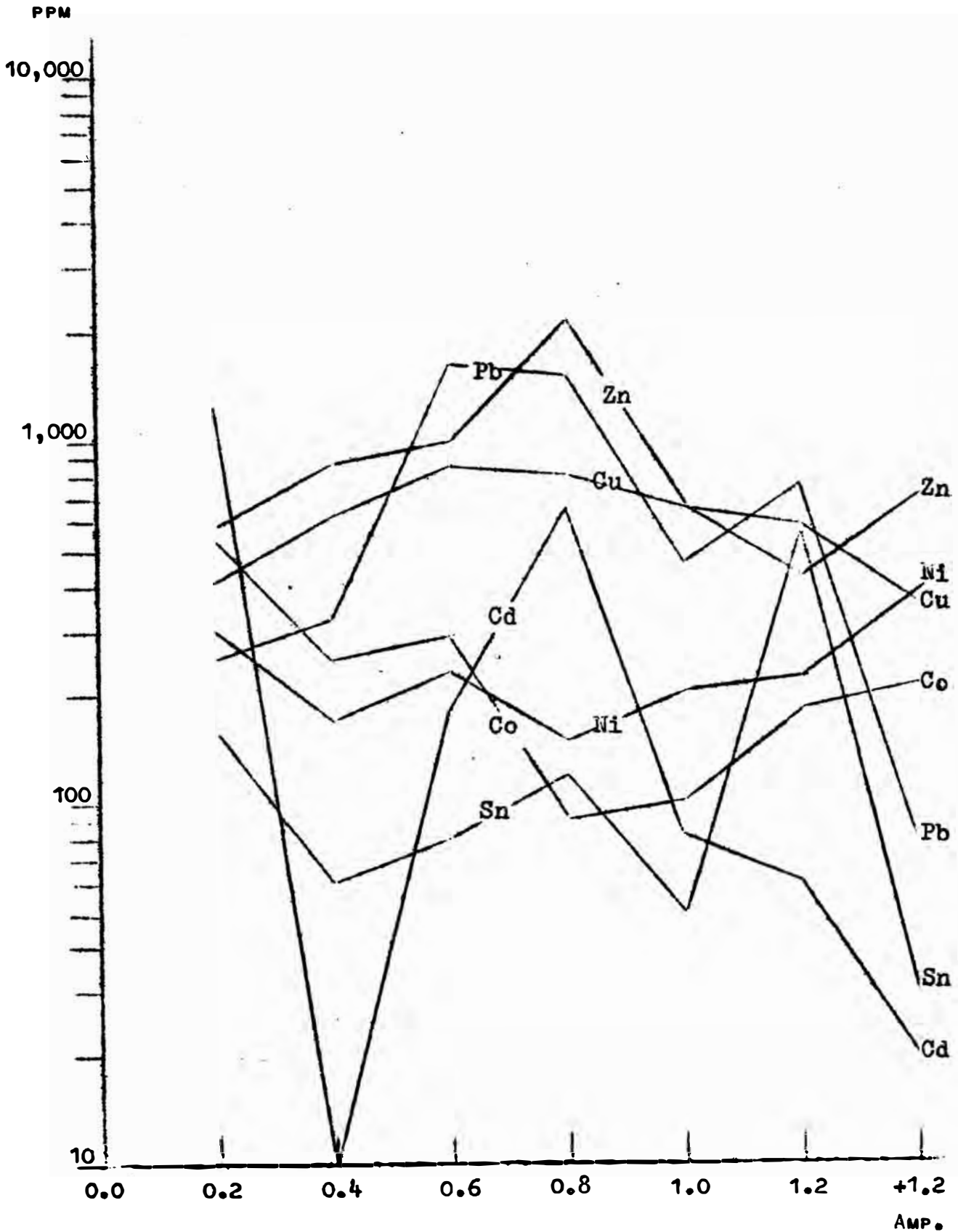


GUADRO No. 17a

DISTRIBUCION GEOQUIMICA DE DOS ELEMENTOS TRAZAS
Vs.
AMPERIOS DE SEPARACION MAGNETICA
ARENAS DE TAMAÑO MENOR A 0.149 MM.

PLAYA SANTA ANTIGUA (DEPÓSITO No. 28)

PLCA No. 175



CUADRO No. 18A

DISTRIBUCION GEOQUIMICA DE LOS ELEMENTOS TRAZAS

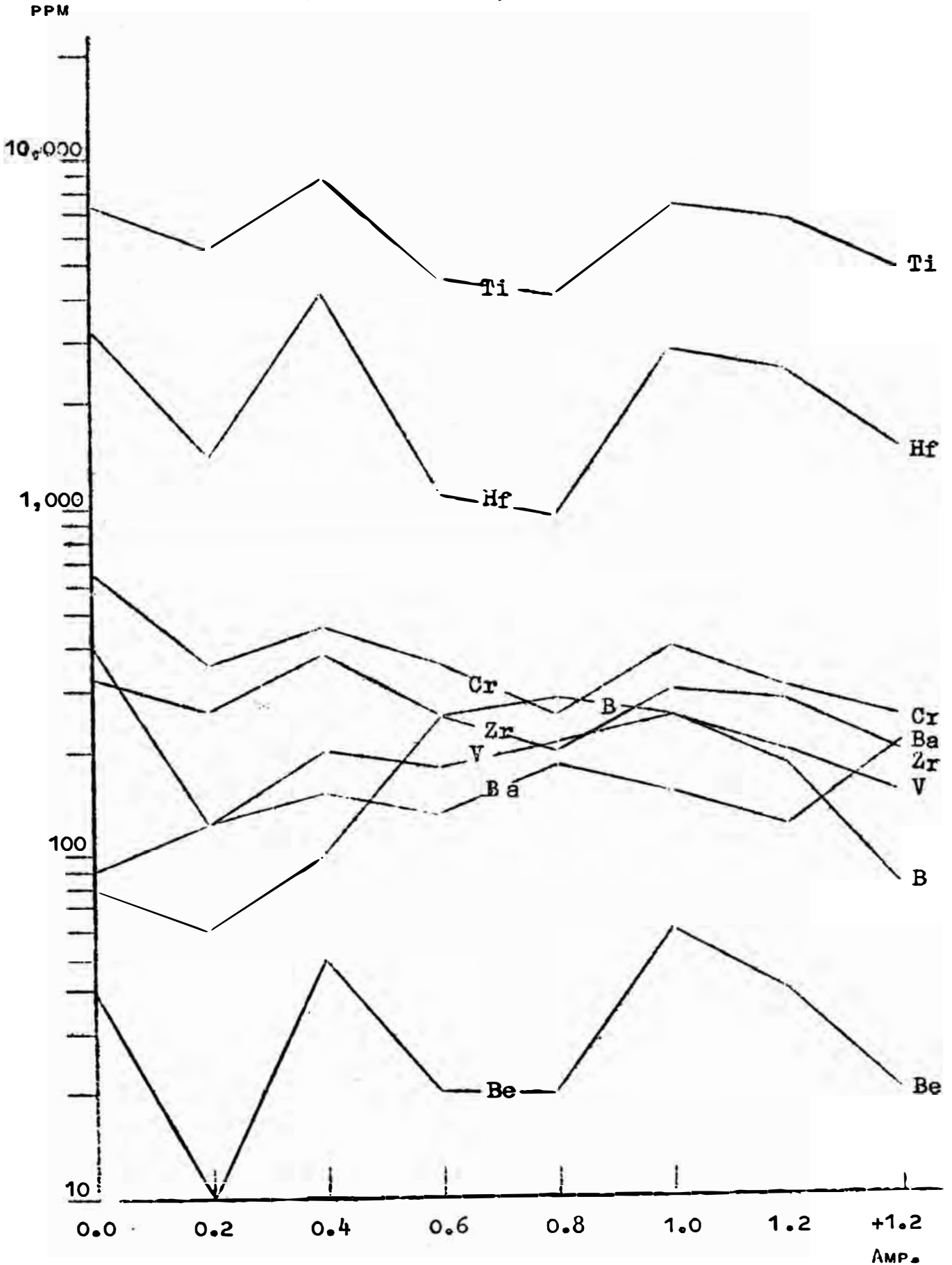
Vs.

AMPERIOS DE SEPARACION MAGNETICA

ÁRENAS DE TAMAÑO MAYOR A 0.149 MM.

PLAYA COLISHCO (DEPÓSITO No. 2)

PLACA No. 172



CUADRO No. 18A

DISTRIBUCION GEOQUIMICA DE LOS ELEMENTOS TRAZAS

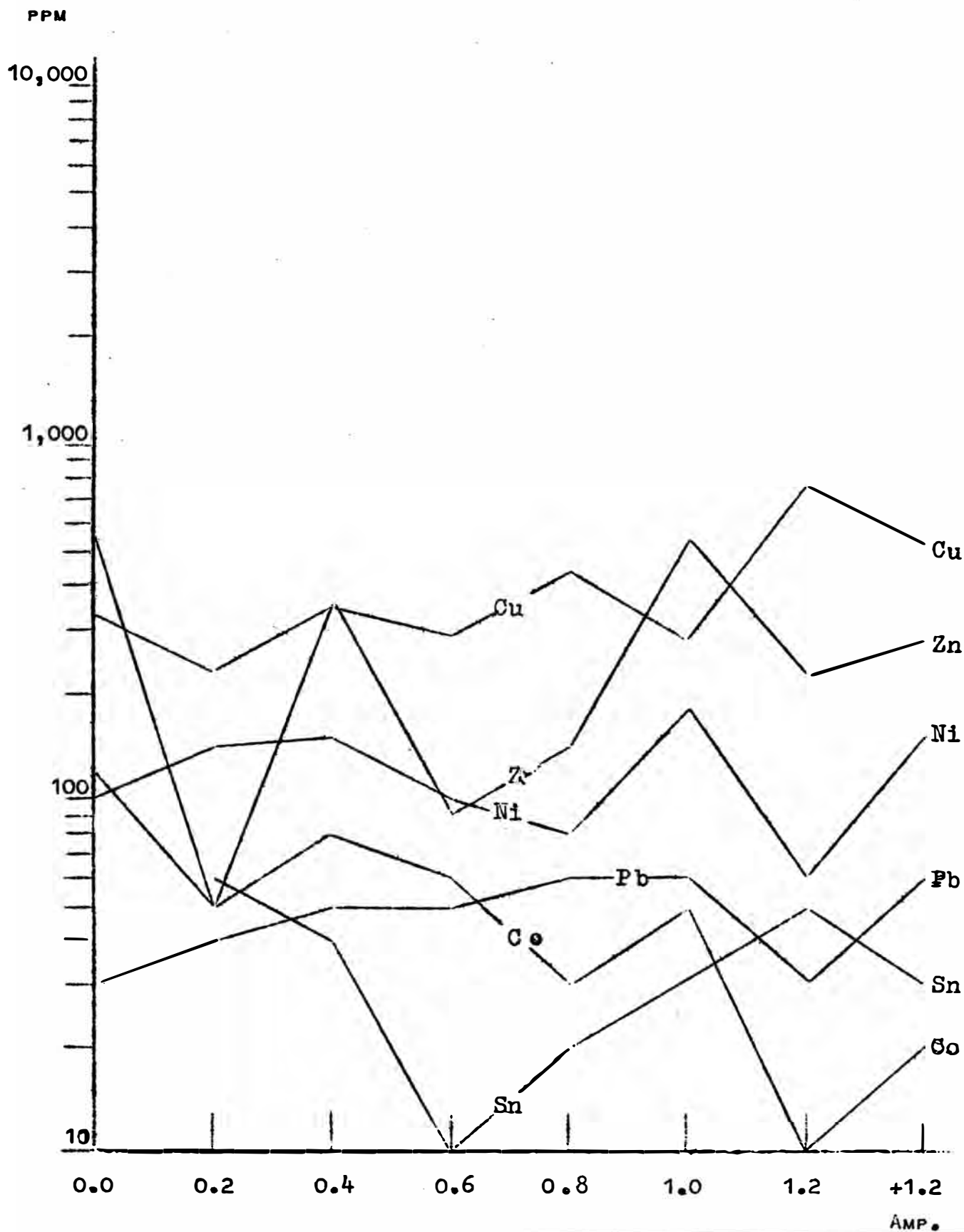
Vs.

AMPERIOS DE SEPARACION MAGNETICA

ÁRENAS DE TAMAÑO MAYOR A 0.149 MM.

PLAYA COISHGO (DEPÓSITO No.2)

PLACA NO. 172



CUADRO No. 18b

DISTRIBUCION GEOQUIMICA DE LOS ELEMENTOS TRAZAS

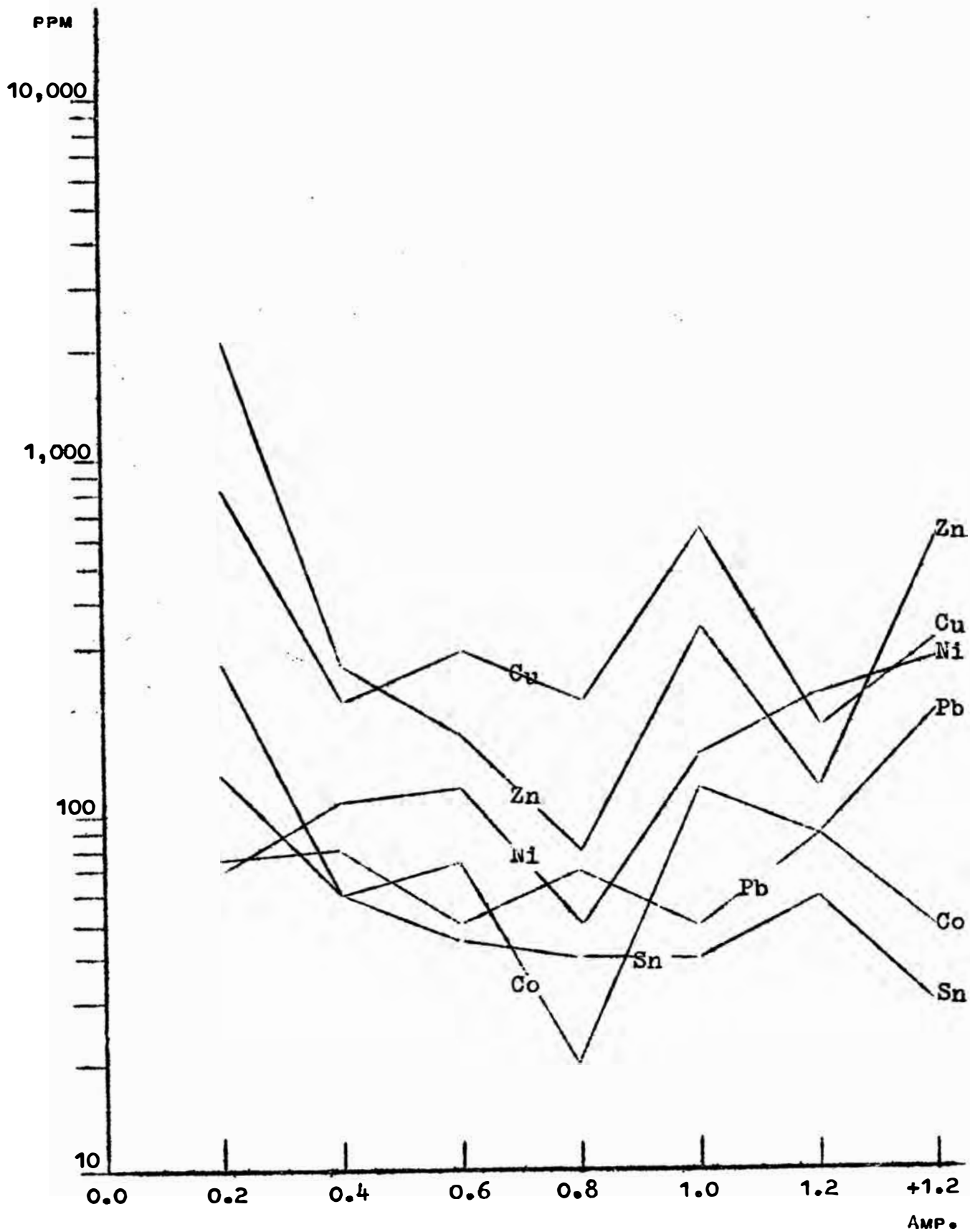
Vs.

AMPERIOS DE SEPARACION MAGNETICA

ARENAS DE TAMAÑO MENOR A 0.149 MM.

PLAYA COISHCO (DEPÓSITO No. 2)

PLACA No. 175



CUADRO No. 19

DISTRIBUCION GEOQUIMICA DE LOS ELEMENTOS MAYORES

Vs.

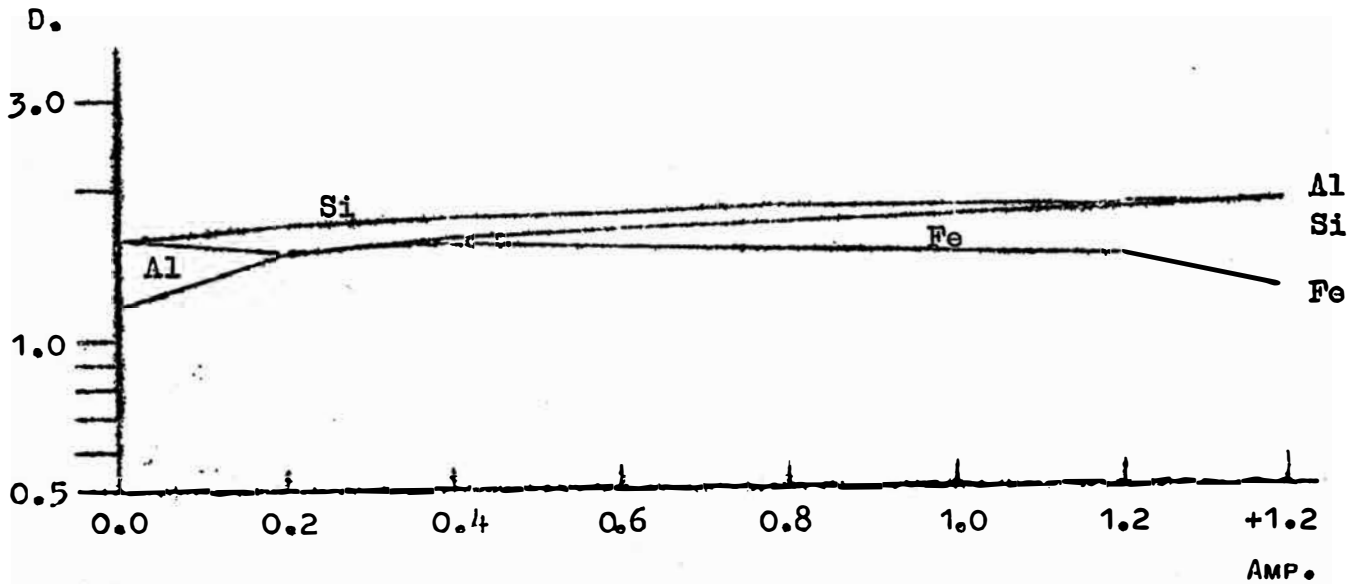
AMPERIOS DE SEPARACION MAGNETICA

ARENAS DE TAMAÑO MAYOR A 0.149 MM.

PLAYA SANTA ACTUAL

DENSIDAD ÓPTICA

PLACA No. 173



CUADRO No. 20

DISTRIBUCION GEOQUIMICA DE LOS ELEMENTOS MAYORES

Vs.

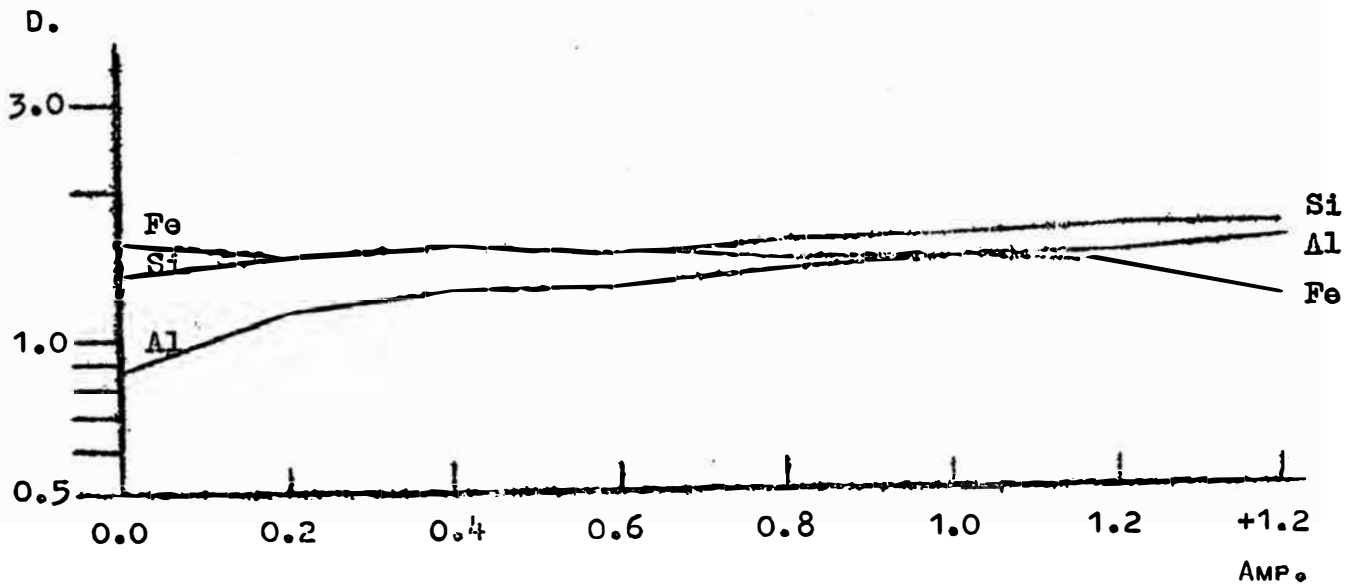
AMPERIOS DE SEPARACION MAGNETICA

ARENAS DE TAMAÑO MAYOR A 0.149 MM.

PLAYA Coishco

DENSIDAD ÓPTICA

PLACA No. 172



C A P I T U L O I I

ESTUDIO DE LOS CIRCONES

En el capítulo anterior, se estableció de modo concluyente, -- que el circón está asociado selectivamente con sedimentos de -- tamaños finos, a un grado de susceptibilidad magnética bajo -- (mineral diamagnético) y a acciones dinámicas de intenso grado de abrasión, por parte, esto último, de los agentes fluvial y marino, que controlan su transporte y sedimentación.

Conviene enfatizar que es, principalmente, a condiciones geomorfológicas y a una selección por tamaño y densidad que los circones lleguen a formar depósitos tipo placeres, y no a una fuente de aporte rica en este mineral.

De acuerdo con los estudios petrológicos realizados por diversos autores, esta fuente de aporte, corresponde a rocas ígneas graníticas, granodioríticas y dioríticas del batolito andino y batolito cordillera blanca, localizadas dentro del área y estudiadas en la secc. 4.1.

Por otro lado, no se deja pasar por alto la posibilidad de una contribución de circones aportados por rocas sedimentarias, -- existentes en la cuenca Santa, y que por procesos geológicos anteriores este mineral se depositó dentro de estas unidades Líticas.

Por considerarse al circón como único mineral de circonio con importancia geoquímica (Secc. 5.4), en el presente capítulo el autor de esta Tesis centra su investigación en el análisis de las impurezas presentes en este mineral, calificado tecnológicamente como refractario y que en la actualidad observa importancia en la ingeniería nuclear, entre otras.

1. CONCENTRACION DE LOS CIRCONES

Sobre nuestras provenientes de las playas Coishco, Santa antigua (N°28) y río Santa, por procesamiento de minerales pesados se obtuvieron determinadas cantidades de fracción pesada y diamagnética a 1.2 Amp., en los que se ensayó aislar - por separación magnética a circones del conjunto mineralógico diamagnético a 1.7 Amp. e inclinaciones lateral y frontal del Chute de 25° y 15°, respectivamente.

Se consideró como única variable, diferentes grados de inclinación lateral del Chute, puesto que los diversos grados de susceptibilidad magnética en un mineral pueden ser analizados considerando la interrelación : Campo Magnético en el equipo para una intensidad de corriente determinada y variación de esta medida angular, de acuerdo con las expresiones:

$$(1) \quad X = \exp (H^2 / g \cdot \text{Sen} \cdot \theta)$$

donde X susceptibilidad magnética específica de la masa de un mineral

H intensidad de campo magnético

θ ángulo lateral del Chute

g aceleración de la gravedad

$$(2) \quad K_m = \frac{20 \text{ Sen} \cdot \theta}{I^2} \times 10^{-6} \text{ c.g.s.}$$

donde K_m . susceptibilidad magnética de la masa de un mineral

I intensidad de corriente en Amp.

Resultados experimentales indicaron concentraciones trazas de circones hasta los 3° de inclinación lateral del Chute. Bajo esta última variación angular la mineralogía de las fracciones no-magnéticas a 1.7 Amp. se compone de cuarzos y circones, con trazas de pirita, rutilo y calcitas.

Entre 2° y mayor de 0° de inclinación lateral, los circones, - debido a las impurezas que contienen, revelan pequeñas variaciones de susceptibilidad magnética. Estas variaciones magnéticas se detallan, más adelante, en la Secc. 2

Los cuadros N°12a, 12b y 12c muestran los resultados de la concentración magnética de los circones por sus ceptibilidad magnética.

CUADRO No.12a.

ESQUEMA GENERAL DE LA CONCENTRACION DE CIRCONES
POR SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA

AMPERIOS: 1.7

INCLINACIÓN FRONTAL DEL CHUTE: 15°

INCLINACIÓN LATERAL	+30°	30°	25°	15°	10°	5°	3°	2°	1°	+0°	
SEPARACIÓN MAGNÉTICA	NO SEPARA CIRCONES		SEPARA TRAZAS DE CIRCONES					SI SEPARA CIRCONES			
MINERALOGIA DE FRACCIÓN MAGNÉTICA	MINERALES PESADOS VARIOS						CIRCONES CUARZOS Y TRAZAS VARIAS				

CUADRO No.12b.

DESCOMPOSICION DE FRACCIONES PESADAS DIAMAGNETICAS A 1.2 AMP. E INCLINACIONES 25° y 15° DE PARTICULAS DE TAMAÑO -Tz.No.100(Peso Mes)

DEPÓ SITO	FRC.No-MGT. 1.2 AMP.	1.7AMP 25°		1.7AMP 5°		1.7AMP 2°		1.7AMP 1°		1.7AMP +0°
		MGT	NO-MGT	MGT	NO-MGT	MGT	NO-MGT	MGT	NO-MGT	
No.2 COISH CO.	920.0			6975	2225	510	1715	430	1285	1285
No.12 RIO SANTA	1,875.6			15100	3656	310	334.6	1136	2210	2210
No.28 PLAYA SANTA	256.8	380	2188	995	1193	362	83.1	199	632	622

2. ESTUDIO MINERALOGICO

El estudio mineralógico está orientado a clasificar los circones desde el punto de vista de su redondez y variaciones en colores.

El grado de redondez permite establecer relaciones diferenciales sobre las direcciones de las fuentes de aporte y principalmente sobre los factores de energía cinética aplicada por los agentes fluvial y marino.

Las variaciones en el color de este mineral, que también informan sobre la dirección de la fuente de aporte, muestran, además, las variaciones composicionales del mismo.

En el litoral del Santa, zona costera de la presente investigación, los circones se presentan de redondeado a euhédrico en hábitos bipiramidal ditetragonal y en combinaciones simples de prisma y bipiramide (v.lam. 8).

Se le observa las siguientes propiedades:

A.-Físicas

- | | |
|----------------------|---|
| -Forma | Tetragonal |
| -Color | <u>Río Santa:</u>
Incoloro (algunos con apariencia turbia por inclusiones fluidas e impurezas diversas), rojo anaranjado, amarillo anaranjado, violeta, algunos rojo oscuro (debil isotropía a total isotropía), marrón, blanco (apariencia lechosa), amarillo, incoloros revestidos con óxido de fierro.
<u>Playa Coishco:</u>
No presenta variedad de colores. |
| -Tamaño | Comprende de 0.149 a 0.074 mm. excepcionalmente algunos rojo anaranjado, euhédricos, miden 0.5 mm. |
| -Gravedad específica | 4.68 (según Dana-Hurlbut) en cristales puros. Ensayos por gravedad con Ioduro de metilo de $G=3.33$, revelan existencia de algunos circones (no-opacos) con G . menor a 3.33. Igual |

comportamiento de amplia variación de G. presentan los circones de otras localidades del Perú que son mencionados más adelante.

-Brillo Adamantino

B. Ópticas

-Color Incoloro en lámina delgada.

-Orientación Uniaxial (+). Debido a alteraciones algunos isótropos y opacos

-Indices Mayores a 1.90. Isótropos con índice alrededor de 1.82

Las observaciones ópticas permitieron determinar:

-Inclusión Min. Op. en forma de agujas mayormente paralelo a la longitud mayor del cristal. inclusiones fluidas.

-Zonamiento Estadísticamente no significativo. Euhédrico y Maclado rojo anaranjado con zonamiento. Anaranjado palido maclado.

-Microgrieta

C. Fluorescencia

-Long. Onda
2,600 Å Color anaranjado

-Long. Onda
3,500 Å Color anaranjado

D. Radioactividad

-Micro -
radiografía Detección de emisión de radiación Gamma

De manera comparativa se presenta que:

En las playas de Cañacay, norte del Dpto. de Lima, los circones son incoloros a rojo anaranjado, euhedrales a subhedrales y fluorescencia amarilla.

- En la desembocadura del río Jequetepeque, Dpto. La Libertad, los circones presentan similares características que los --

circones del río Santa. Incluye además variedad de color verde.

- En los depósitos fluvio-aluviales de Huaypetue, ubicado en el distrito Punquiri del Dpto. Madre de Dios, los circones son mayormente incoloros y violetas, ambos redondeados y fluorescencia anaranjada.

De las observaciones cristalográficas y el cuadro N°13, se concluye que en el río Santa y playas Santa, los circones se presentan de variados colores y de redondeados a euhéricos, mientras que, en la playa Coishco son incoloros (algunos revestidos con óxido de fierro) y mayormente redondeados significativo esto de que las fuentes de aporte para este mineral presentan diferencias y que los circones de la playa Coishco están sujetos a un mayor desgaste mecánico (por mayor transporte e intensidad de energía cinética del oleaje). Así mismo, entre los depósitos antiguos y actuales provenientes del río Santa, la diferencia de redondez y fracturamiento que presenta este mineral, permite establecer que en general los circones de los depósitos antiguos (ubicados en zona de deflación) estuvieron sometidos a un agente fluvial de mayor turbulencia que el actual, lo que es conforme con lo expuesto en la Secc. 4 del capítulo anterior.

Por otro lado, apoyandonos en las leyes básicas sobre los fenómenos de transporte de los sedimentos en medios fluviales, podría relacionarse a los circones violetas (redondeados) con los intrusivos del batolito cordillera blanca y a los circones rojo anaranjados (euhédricos) con los intrusivos del batolito andino. Un estudio más detallado de este mineral, considerando diferentes estaciones de muestreo a lo largo del río Santa, hasta las cercanías con su nacimiento, ofrecería probablemente mayor información sobre la abundancia relativa de las diferentes variedades en color y su asociación petrológica.

CUADRO No.12c

CONCENTRACIONES DE LOS CIRCONES POR SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA

**INTENSIDAD DE
CORRIENTE : 1.7 AMP.**

**INCLINACIÓN FRONTAL
DEL CHUTE : 15°**

PESO:MGR.

DEPOSITO	INCLINACION LATERAL	PESO TOTAL	PESO CIRCON
COISHCO	2°	51.0	5.0
	1°	43.0	6.5
	+0°	128.5	32.0
RIO SANTA	2°	31.0	2.5
	1°	113.6	5.5
	+0°	221.0	25.9
PLAYA SANTA	2°	36.2	5.2
	1°	19.9	5.4
	+0°	63.2	33.3

CUADRO No.13

ESTIMACION PORCENTUAL DE LAS VARIÉDADES EN COLOR DE LOS CIRCONES

DEPOSITO	INCL. LAT.	CIRCONES		INCOLOROS		VIOLETAS		AMARILLO ANARANJADO		ROJO ANARANJADO	
		EUH.	RED.	EUH.	RED.	EUH.	RED.	EUH.	RED.	EUH.	RED.
COISHCO	2°	17	83	17	83	-	-	-	-	-	-
	1°	27	73	22	73	-	-	-	-	5	-
	+0°	62	38	52	38	-	-	-	-	10	-
		35	65	30	65					5	
RIO SANTA	2°	90	10	50	5	-	4	5	1	35	-
	1°	63	27	25	17	-	15	3	5	35	-
	+0°	39	61	12	20	-	16	2	2	48	-
		64	36	29	14		12	3	3	39	
PLAYA SANTA	2°	40	60	24	51	-	3	4	6	12	-
	1°	32	68	11	46	-	7	5	15	16	-
	+0°	39	61	15	41	-	12	4	8	20	-
		37	63	17	46		7	4	10	16	

SIMBOLOS

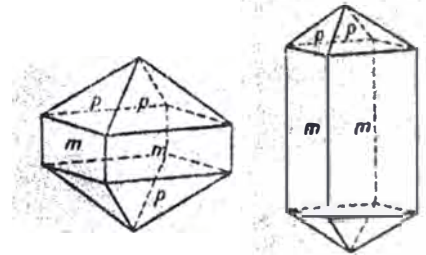
**EUHEDRAL EUH.
REDONDEADO RED.**

**NOTA.- LA COLUMNA DE CIRCONES
EUHEDRALES INCLUYE A CIRCONES
SUBHEDRALES**

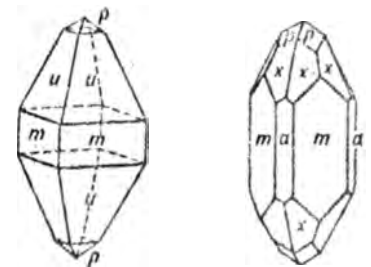
CIRCONES DEL RIO SANTA

FORMAS TETRAGONALES
DEL CIRCON (DANA -
HURLBUT 1960)

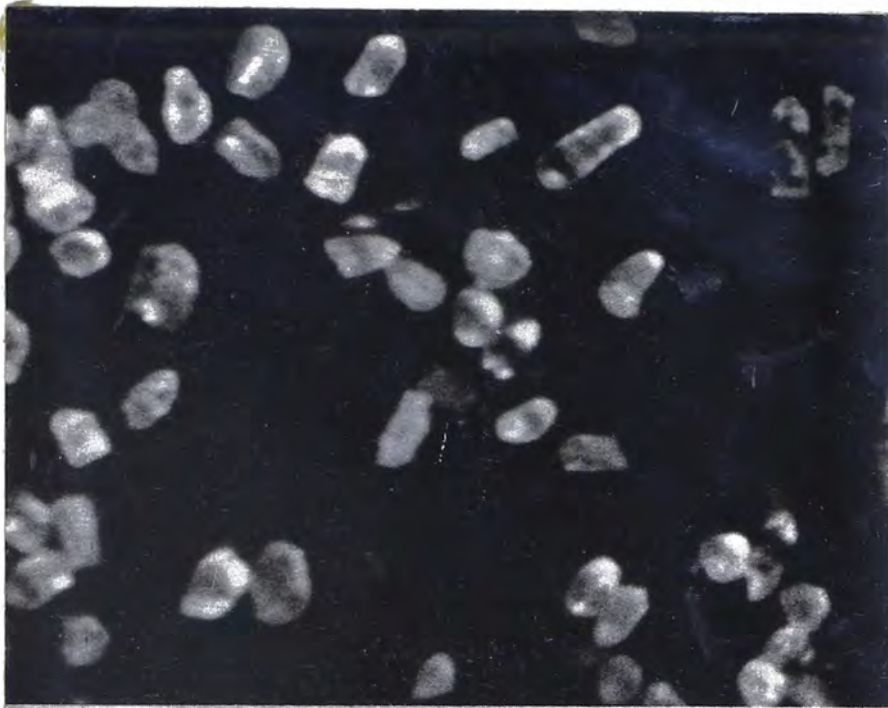
(1)



(2)



T MAÑO REAL : 0.074 A 0.149 MM.
AUMENTO :
(1) 70 VECES
(2) 160 VECES

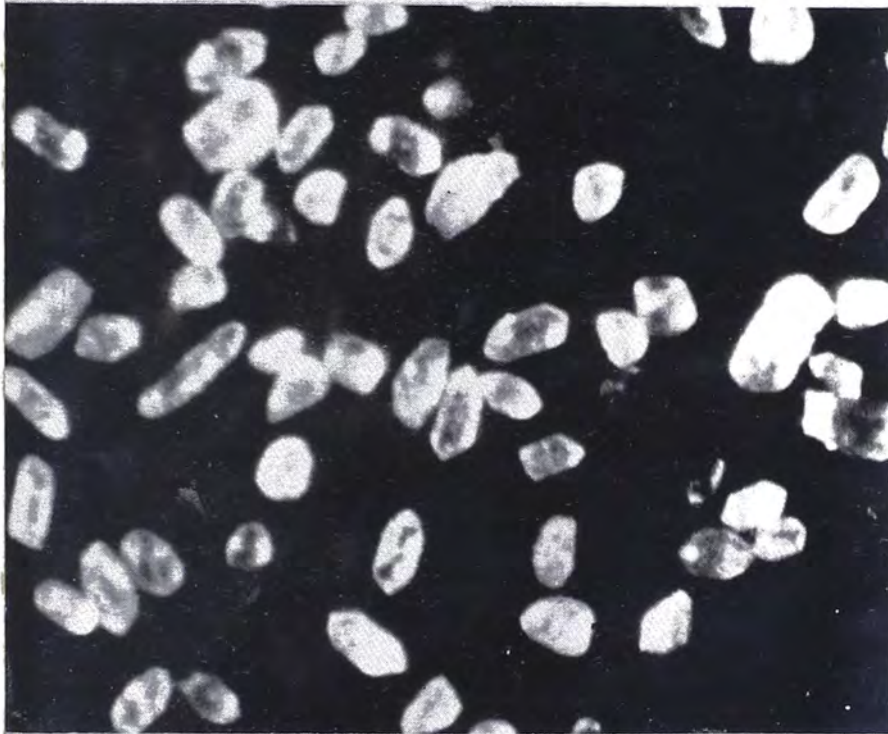


(1)

LAMINA No. 9

CIRCONES DEL
RIO SANTA

TAMAÑO REAL
0.074 a 0.149 mm.



(2)

AUMENTO:

(1) 100 veces

(2) 100 veces

(3) 50 veces



(3)

3. ANALISIS ESPECTROGRAFICO DE LAS IMPUREZAS

La importancia del análisis geoquímico -especialmente por espectrometría de emisión- de los elementos trazas que originan determinados tipos de imperfecciones en los minerales, ha sido expuesto en el capítulo anterior en lo concerniente a la distribución geoquímica de los elementos. Ahora bien, en el estudio particular de la variación de la composición química de un determinado mineral la técnica del análisis espectrográfico permite profundizar en el comportamiento de los espectros emitidos por los átomos impurezas, y así, obtener para el mineral, una mejor explicación en lo concerniente a:

- Variaciones en las propiedades físicas (color, densidad, dureza, etc.)
- Variaciones en las propiedades eléctricas y magnéticas
- Variaciones en las propiedades ópticas, etc.

De otro lado, dentro del orden económico diríase que, determinado tipo de impurezas llegan a decidir sobre el uso del mineral o cristal, ya sea en calidad de gemas, o, en calidad de semi-conductores, etc.

En esta sección se analizan las impurezas presentes en tres de las variedades, del color, del circón: violeta (V), anaranjado (amarillo anaranjado y rojo anaranjado, A) e incoloros (incluyen algunos cristales con pequeñas motitas de color e incoloros revestidos con óxido de hierro, I).

CONDICIONES EXPERIMENTALES DEL ANALISIS

- Espectrógrafo ebert 3.4 Jarrel Ash
 - Dispersión lineal, 5 Å/mm., en 1ºorden
 - Excitación, arco C-D
 - Abertura, 4 mm.
 - Intensidad de corriente, 9 amp.
 - Tiempo de excitación, 60 seg.
 - Región espectral, 2,100 a 4,500 Å
 - Lectura y cuantificación microfotométrica
 - Electrodo grafito.

-Muestras, circones I, V, A

- Tamizado, -Tz N° 325
Pérdida de peso
(fluidos intermoleculares), 1 %
- Peso por variedad
(libre de fluidos intermoleculares), 50 mgr.
- Standards del análisis
solución sólida en grafito puro.
1:1
1:9
1:49
1:99
- Peso por muestra en electrodo, 25 mgr.
- Emulsión, SA-1
- N° de muestras analizadas, 12

CUADRO No. 14

ANALISIS ESPECTROGRAFICO DE LOS CIRCONES DEL RIO SANTA
(PORCIENTO)

El.	I	V	A	Oxid. El.	I	V	A
Mg	0.144	0.035	0.042	MgO	0.24	0.06	0.07
Al	1.922	0.531	0.675	Al ₂ O ₃	3.63	0.97	1.27
Si	9.443	14.538	14.094	SiO ₂	20.20	31.10	30.15
P	3.550	--	--	P ₂ O ₅	8.13	--	--
Ca	1.838	0.045	0.200	CaO	2.57	0.06	0.28
Ti	0.196	0.355	0.295	TiO ₂	0.33	0.59	0.49
Cr	0.155	0.130	0.171	Cr ₂ O ₃	0.23	0.19	0.25
Mn	0.039	0.008	0.049	MnO	0.05	0.01	0.06
Fe	0.375	0.350	0.532	Fe ₂ O ₃	0.54	0.50	1.09
Co	0.095	0.086	0.127	Co ₂ O ₃	0.13	0.12	0.18
Cu	0.025	0.040	0.042	CuO	0.03	0.05	0.05
Zn	1.650	1.020	1.250	ZnO	2.05	1.27	1.55
Y	5.100	5.900	5.500	Y ₂ O ₃	6.48	7.49	6.98
Zr	35.093	37.743	37.425	ZrO ₂	47.40	50.98	50.55
Ag	0.001	0.005	0.007	Ag	--	0.01	0.01
Cd	0.028	0.025	0.021	CdO	0.03	0.02	0.02
Sn	0.003	0.080	0.006	SnO ₂	--	0.10	--
La	0.300	--	--	La ₂ O ₃	0.35	--	--
Ce	4.304	1.745	3.205	Ce ₂ O ₃	5.04	2.04	3.75
Yb	0.120	0.100	0.106	Yb ₂ O ₃	0.13	0.11	0.12
Hf	0.391	0.432	0.419	HfO ₂	0.46	0.51	0.49
Au	--	--	0.090	Au	--	--	0.09
Pb	0.018	0.012	0.006	PbO ₂	0.02	0.01	--
Th	1.500	3.000	2.000	ThO ₂	1.71	3.41	2.27

CIRCON	SiO ₂	ZrO ₂	Imp.	Total
I	20.20	47.40	32.15	99.75
V	31.10	50.98	17.52	99.60
A	30.15	50.55	19.02	99.72
promedio	27.15	49.64	22.89	99.69

Observese el cuadro N° 14 que muestra los resultados del análisis espectrográfico semicuantitativo de los circones I, V, A (libre de fluidos intermoleculares) en el que las impurezas se presentan ordenadas por N° atómico creciente.

En las tres variedades el porcentaje de impurezas es mayor para elementos con menor N° atómico que el circonio (40), quienes contribuyen, conjuntamente con el peso de los fluidos, a disminuir la densidad del circón y a originar variaciones en algunas de las otras propiedades, como se hizo mención en las secciones 1 y 2 de este capítulo.

En cada una de las variedades del circón, así como en cualquier otro mineral, el principio de neutralidad eléctrica y la afinidad geoquímica de los elementos (v. cuadro N°11) -- justifican las sustituciones iónicas (solución sólida, exsolución), sin que por ello se modifique la estructura interna del circón, tal como se muestra en la Secc. 4.

Probablemente parte del P y Al estarían sustituyendo parcialmente a la Si; y el Ti, Hf, Th, Y, tierras raras y otros elementos (pertenecientes al mismo grupo geoquímico) reemplazan parcialmente al Zr; formandose de esta manera sustitución iónica por acoplamiento (Dana-Hurlbut, 1960) y solución sólida, esto último en virtud de las relaciones isoestructurales del SiO_4Zr con el SiO_4Th (Thorita) y el PO_4Y -- (xenotime).

Como exsolución es probable que el Au, Ag, Cu y Sn se presenten en estado nativo. El Sn podría presentarse, también, bajo la forma de casiterita (SnO_2).

Parte del P, Y, Ca y Ce estarían formando apatito, xenotime y monacita.

En las variedades V y A, la aparente ausencia del P y La, posiblemente se explique por el hecho de que sus concentraciones en p.p.m. se encuentran bajo sus límites de detección 1080 p.p.m. para el P y 528 p.p.m. para el La.

La razón de Hf/Zr promedio es aproximadamente 0.011. y la razón de Th/Zr promedio es aproximadamente 0.059.

Parte del Pb semicuantificado proviene de la desintegración natural del Th; sin embargo, estos valores obtenidos fueron utilizados para un ensayo de estimación de la edad del circón, por el método radiogénico Pb/Th, indicando los resultados, una edad promedio de aproxte 70.5 millones de años para las variedades V y A.

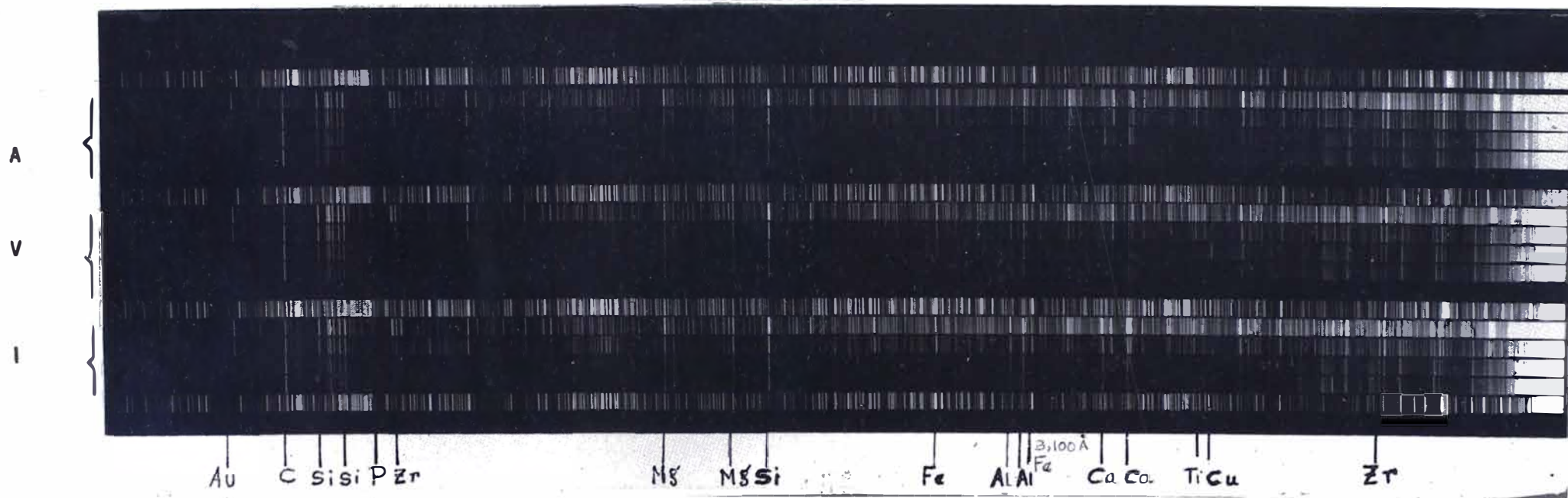
En cuanto a la variación en el color de esta especie mineralógica, puede atribuirse como causales principales a las impurezas siguientes:

Circón anaranjado Fe^{+3} .53 % , Cr^{+3} .17%

Circón violeta Fe^{+3} .35 % , Cr^{+3} .13% , Ti^{+4} .35 %
Comparativamente el porcentaje de estas impurezas sobresalen ante las otras, por presentar esta variedad menor porcentaje de impurezas descritas para las variedades A e I

Circón incoloro Al^{+3} 1.9 % Mg^{+2} .14 % Ca^{+2} 1.8 %
Son conocidos como impurezas incoloras.
El Fe^{+3} (y otras impurezas de color) se justifica por la presencia de -- cristales con pequeñas motitas de color; cristales revestidos con óxido de Fe.

LAMINA No. 10



A	Au	-
V	-	-
I	-	P

ESPECTROGRAMAS DE EMISION

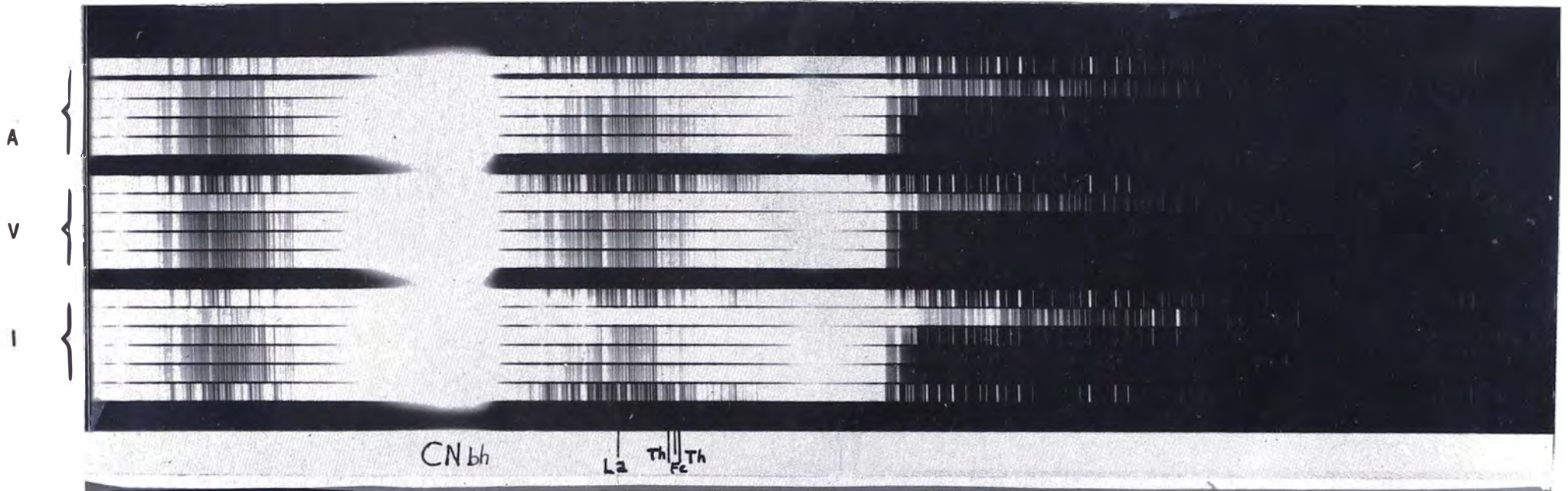
CIRCONES DEL RIO SANTA

VARIEDADES EN COLOR : ANARANJADO(A), VIOLETA(V) E INCOLORO(I)

REGIÓN ESPECTRAL : 2,170 Å A 3,520 Å

PLACA No. 201 - I

LAMINA No. 11



ESPECTROGRAMAS DE EMISION

CIRCONES DEL RIO SANTA

VARIEDADES EN COLOR : ANARANJADO(A), VIOLETA(V) E INCOLORO(I)

REGION ESPECTRAL : 3,520 Å A 4,650 Å

PLACA No. 201 - 11

4. IDENTIFICACION DEL CIRCON POR DIFRACCION DE RAYOS X

El estudio del espectro obtenido por difracción de rayos X, del polvo cristalino de la especie mineralógica estudiada, desde varios puntos de vista, en las secciones precedentes, ha permitido identificar a este mineral como silicato de -- circonio, cuya celda unidad, de simetría tetragonal, contiene $4\text{SiO}_4\text{Zr}$ y dimensiones $a_0 = 6.6164 \text{ \AA}$, $c_0 = 6.015 \pm 0.0005 \text{ \AA}$ (según Deer, Howe y Zussman, 1975) cuando es puro.

Condiciones experimentales:

A. Difractómetro Philips

-Camara ----- Debye-Scherrer de 57.3 mm. de
diámetro
-Anticatodo ----- Cu Long. onda Kalfa = 1.5405A
-Filtro ----- Ni
-Intensidad de
corriente ----- 18 ma.
-Voltios ----- 30 Kv.
-Tiempo de
irradiación ----- 4 hrs.
-Porta muestra ----- Capilar de vidrio de 0.3 mm. de
diámetro

B. Muestra

-Tamizado ----- -Tz N° 325
-Peso ----- Aprox. 20 mg.

El cuadro N°15 muestra los valores comparativos de las distancias interplanares (d) e intensidades relativas (I), calculadas experimentalmente, para el polvo cristalino de los circones del río Santa, con los obtenidos por ASTM, 1967.

CUADRO No. 15

VALORES COMPARATIVOS DE (d) E (I) DEL CIRCON
OBTENIDOS POR DIFRACCION DE RAYOS X

CIRCON - ASTM 1967		CIRCON - RIO SANTA 1977	
d(Å)	I	d(Å)	I
4.4300	45	4.3500	40
3.3000	100	3.2500	100
2.6500	8	2.6200	10
2.5180	45	2.5010	50
2.3360	10	2.3210	10
2.2170	8	2.2206	10
2.0660	20	2.0620	15
1.9080	14	1.8950	15
1.7510	12	1.7430	10
1.7120	40	1.7040	55
1.6510	14	1.6450	15
1.5470	4	1.5390	5
1.4950	4		
1.4770	8	1.4690	10
1.3810	10	1.3780	10
1.3620	8	1.3590	10
1.2900	6	1.2880	5
1.2590	8	1.2580	10
1.2480	4		
1.1883	12	1.1845	15
1.1672	2	1.1657	5
1.1079	6	1.1087	5
1.1006	6	1.0978	5
1.0682	2		
1.0590	8	1.0583	10
1.0506	8	1.0498	10
1.0442	8		
1.0015	2	0.9997	5
0.9745	6	0.9723	5

LAMINA No. 12

MICRO-RADIOGRAFIA



VARIACIÓN DE LA IR PRODUCIDA POR
LA RADIATIVIDAD NATURAL DEL TH

PESO POR MUESTRA : 785 MGR.

TIEMPO DE EXPOSICIÓN: 30 DÍAS

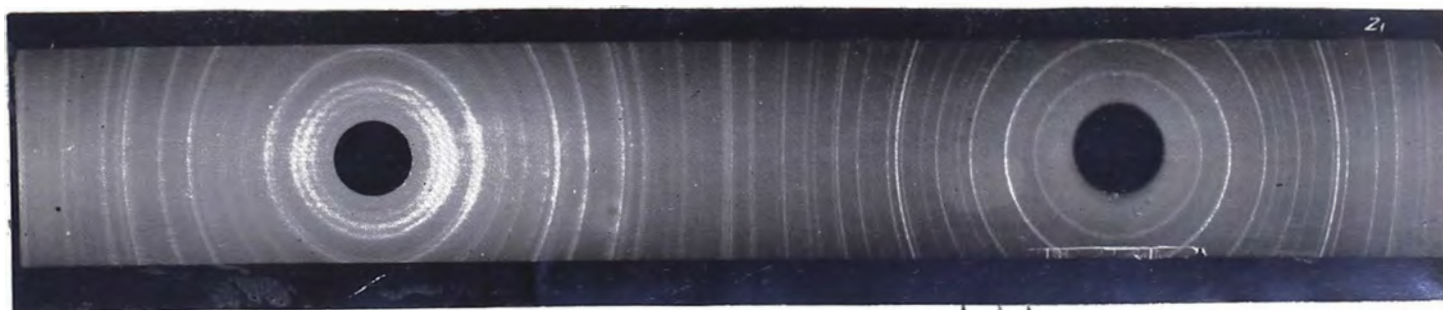
MONACITAS DE COREA

CIRCONES DEL PERU

CONCENTRACIÓN PROME
DIO EN TH 7.1 %

CONCENTRACIÓN PRO
MEDIO EN TH 2.2 %

ESPECTROGRAMA DE DIFRACCION DE RAYOS X - CIRCON DEL RIO SANTA



2.50 Å (50)
3.25 Å (100)
4.35 Å (40)

CAPITULO III

1. CONCLUSIONES

1. El litoral del Santa presenta dentro de la planicie costera las sub-unidades geomorfológicas: acantilados rocosos (Vol. Casma), zonas de deflación y barreras eólicas que protegen los cultivos del avance del viento.
2. El río Santa desemboca en un frente oceánico constituido por una playa de arenas oscuras. La longitud de esta playa es aproximadamente 8.5 Kms. Mar adentro los sedimentos del delta submarino, de este río, se extienden, aproximadamente, hasta 11.7 Kms., límite correspondiente a la isobata de 12 brazas.
3. En Trujillo, los diferentes alineamientos de los cordones litorales, paralelos a la línea de costa, testimonian el actual estado de levantamiento de este sector de la costa peruana.
4. El estudio sobre cantos y gravas provenientes de la cuenca del río Santa indica, para los últimos Kms. de este río, una mayor sedimentación de fragmentos de rocas metamórficas (cuarcitas, 41%), sobre igneas (andesitas, 31%; granitos + granodioritas, 19%) y sedimentarias (areniscas).
 - a. En el ambiente de desembocadura, la mediana y el centílo corresponden a 80 y 445 mm. respectivamente. Se presenta ausencia de rodados de tamaños comprendidos entre 2 a 10 mm.
 - b. El mayor aporte de cuarcitas proviene del grupo Goyllarisquizga del cretáceo inf. y las andesitas del volcánico Calipuy, del cretáceo-terciario inf.; los granitos y granodioritas provienen de los batolitos andino y Cordillera blanca, del cretáceo-terciario y terciario inf.-medio respectivamente.
 - c. Los índices morfométricos en cuarcitas, presentan valores que indican los mayores grados de energía cinética, fluvial y marina, que fueron aplicados a los sedimentos

de los depósitos antiguos, respecto a los sedimentos actuales.

5. El estudio de las arenas del litoral Santa, revela para la playa Coishco una sedimentación de partículas claras, de tamaños finos a gruesos hacia la dirección S-N.

En la desembocadura Santa, el mayor porcentaje de sedimentación comprende las clases estadísticas de 0.074 a 0.250 mm.

a. Los parámetros texturales (diámetro medio, selección, simetría, Kurtosis) calculados de acuerdo con las fórmulas de Trask, Imman y Folk-Ward, observan entre sí, ligeras variaciones para las diferentes distribuciones de frecuencia unimodal y polimodal de las partículas.

b. En la playa Coishco los gránulos de cuarzo presentan mayor esfericidad y redondez, que los cuarzos del río Santa y playa Santa; lo que es indicativo, de un mayor transporte y turbulencia para los sedimentos y el oleaje de Coishco.

c. En las playas antiguas (margen derecha de la desembocadura del Santa) los depósitos de arenas muestran un estado sub-maduro, producto de inversiones texturales.

d. La identificación mineralógica, muestra diferencias en las direcciones y fuentes de aporte de las arenas a las playas Coishco y Santa.

Las arenas del río Santa incluyen minerales polimetálicos.

6. La dispersión de minerales pesados, en las zonas de deflación ubicadas dentro de las playas de Trujillo, muestra altas concentraciones de estos minerales (aprox. 35%) en los depósitos más próximos a la línea de costa actual.

En la playa Coishco la concentración de minerales pesados alcanza valores máximos entre 10 y 15 % y valores mínimos entre 3 y 6%, lo que podría ser significativo dentro de la geología económica.

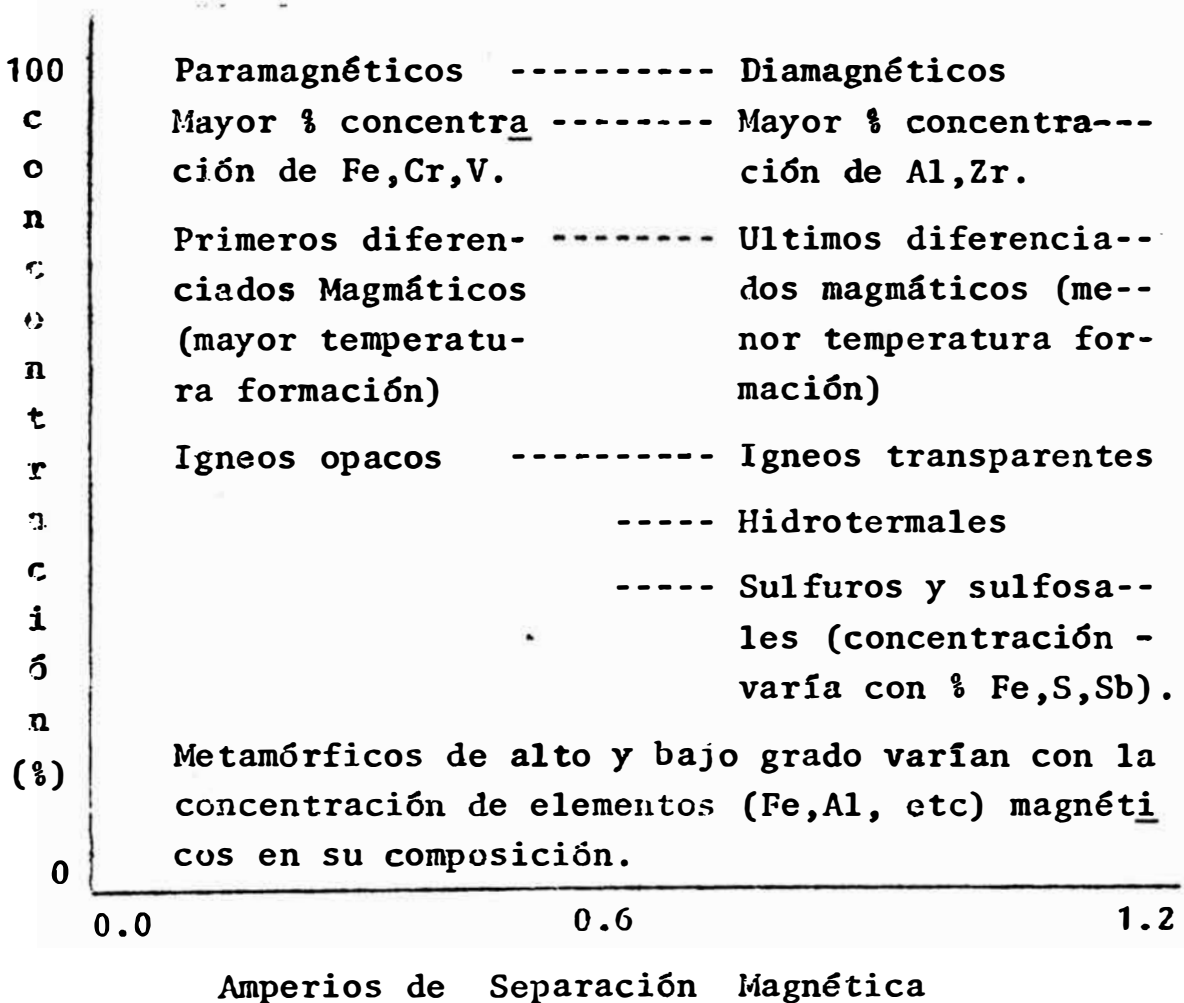
7. Los resultados obtenidos en la separación magnética de los minerales pesados permiten establecer y construir:

a. Que los minerales pesados presentan intervalos de sus--

ceptibilidad magnética, lo que es consecuencia de la variación de la composición química de dichos minerales.

Estos intervalos de susceptibilidad magnética, facilitan el estudio de las soluciones sólidas y asociaciones de fases de los minerales, por ejemplo, el olivino (playa Coishco), que presenta un intervalo de susceptibilidad magnética comprendido entre 0.2 y 1.2 Amp. Este intervalo se podría explicar, considerando, en un estudio más detallado de este mineral, el sistema Forsterita-Fayalita y la fase olivino-cuarzo, producidos durante la cristalización fraccionada del magma basáltico.

b. La tabla ... " Tendencia de concentración de minerales pesados ".



8. La distribución geoquímica de los elementos metálicos semi cuantificados y la razón de sus variaciones en p.p.m., producto de las sustituciones iónicas (solución sólida, exsolución), permite informarnos sobre la paragénesis de estos minerales; así como también, sobre las diferencias de temperatura de formación en dichos minerales.

- a. La magnetita, por ejemplo, dentro de sus diversas impurezas catiónicas incluye p.p.m. de Zn (y ausencia relativa de Cd), lo cual podría indicar, para determinada fracción de este mineral, una temperatura de cristalización (proveniente de últimos diferenciados magmáticos e/o hidrotermal-catatermal) relativamente baja. La ausencia de Cd, en la estructura atómica de la magnetita, se debería en parte a diferencias de los radios iónicos del Fe (0.76 Å) y Cd (0.97 Å), sin embargo, es necesario mayores estudios para emitir un juicio final sobre la temperatura de cristalización de la magnetita.
- b. El circonio se considera exclusivo del silicato de circonio, mineral de los últimos diferenciados magmáticos. La falta de cantidades notables del Zr. en los primeros cristalizados igneos, se debe, en parte, a que su concentración original en el fundido rocoso es pequeña y, en parte a que el ión Zr no se incorpora con facilidad a las estructuras minerales.
- c. Los gráficos " distribución geoquímica de los elementos trazas vs. amperios de separación magnética ", ofrecen también, la posibilidad de estudiar la distribución de los elementos trazas vs. elementos composicionales, por ejemplo Cr, V vs. Si, Al y así obtener mayor información experimental dentro de las investigaciones de la petrología ignea y metamórfica.
- d. Los gráficos " distribución geoquímica de los elementos trazas vs. amperios de separación magnética " podrían ser utilizados para determinar intervalos de mayor concentración de minerales de interés económico, ilmenita (Ti) entre 0.3 y 0.6 amperios, por ejemplo, y así optimizar racionalmente la explotación de estos minerales.

9. El circón está asociado selectivamente con sedimentos de tamaños finos, a un grado de susceptibilidad magnética bajo (mineral diamagnético) y a acciones dinámicas de intenso grado de abrasión, por parte, esto último, de los agentes fluvial y marino, que controlan su transporte y sedimentación.

10. Experimentalmente se ha determinado que, utilizando el separador magnético isodinámico Frantz ML1, se concentra magnéticamente a los circones variando únicamente el ángulo lateral del chute entre menor de 3° y mayor de 0° , manteniendo fijo el ángulo frontal del chute y la intensidad de corriente en 15° y 1.7 amp., respectivamente.

Además el intervalo de susceptibilidad magnética de este mineral está asociado a las impurezas que contiene.

11. De acuerdo con el estudio mineralógico de los circones se puntualiza que ésta especie mineralógica se encuentra en estado de metamictización^(*), y permite apreciar lo siguiente:

- a. Variedad en color
- b. Variación en G. específica, 3.33 a 4.68 aproximadamente algunos menos de 3.33.
- c. Tamaño comprendido entre 0.149 y 0.074 mm. algunos miden hasta 0.5 mm.
- d. Índice de refracción óptica disminuye con el aumento del estado de metamictización.
- e. Emisión de radiación gamma, y fluorescencia anaranjada.
- f. Algunos ejemplares presentan inclusiones, y zonamiento, macla y microgrietas.
- g. La dirección y fuentes de aporte de los circones de las playas Coishco y Santa presentan diferencias.

(*) Estado de metamictización: (1) W.C. Brögger, 1893 ... al referirse a los circones isótopos y de baja densidad.
(2) Hutton, 1950, ... presencia de átomos radiactivos en el circón.

12. En los circones de otras localidades del Perú, analizados en este trabajo, presentan características mineralógicas semejantes a los circones del río Santa (referirse al capítulo II secc. 2)
13. En los circones analizados espectrográficamente (3 variedades en color), el porcentaje de impurezas es mayor para elementos con menor N° atómico que el circonio (40), quienes contribuyen, conjuntamente con el peso de los fluidos a disminuir la densidad del mineral y a originar variaciones en algunas de sus otras propiedades detalladas en el capítulo II, secciones 1 y 2.
14. En virtud de las relaciones isoestructurales del SiO_4Zr -- con el SiO_4Th y el PO_4Y , así como también a los principios de neutralidad eléctrica y afinidad geoquímica de los elementos entre si, probablemente, parte del P y Al están sustituyendo a la Si; y el Ti, Hf, Th, Y, otros elementos reemplazan parcialmente al Zr.
15. La razón de Hf/Zr promedio es aproximadamente 0.011.
16. En los circones, parte del Pb proviene de la desintegración natural del Th, éste último elemento es mayor en p.p.m. en la variedad violeta y menor en los circones incoloros.
17. La variación del color del circón (puro es incoloro y transparente) es producto de una mezcla de determinados tipos de impurezas que este mineral contiene.
En las variedades violeta y anaranjada sus colores puede atribuirse a:
circón violeta, .35% Fe^{+3} ; .13% Cr^{+3} ; .35% Ti^{+4}
circón anaranjado, .53% Fe^{+3} ; .17% Cr^{+3}
18. El análisis por difracción de rayos X de la especie mineralógica estudiada en esta tesis certifica que corresponde a la estructura cristalina del circón.

2. RECOMENDACIONES

1. A la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina - de Guerra del Perú, considerar dentro de sus programas de trabajo una revisión y ampliación de las cartas de navegación de las " Bahías Coishco y Santa ", delimitando con mayor detalle la morfología del delta submarino del río Santa hacia el sector norte de la Bahía, esto con el objeto de realizar estudios de investigación sobre el potencial geológico-económico de este delta y fondo marino en este sector de la plataforma peruana.
2. A las instituciones estatales, completar las investigaciones geológica-minera y geoquímica en los depósitos de arenas de las playas Coishco y Trujillo principalmente, con el objeto de establecer sus reales posibilidades económicas que respalde en el futuro una racional explotación de minerales pesados, ejemplo, magnetita, ilmenita y circón.
3. Se exhorta a los estudiantes de geología de las diferentes universidades, continuar las investigaciones sobre -- las propiedades de los circones del litoral peruano y depósitos fluvio-aluviales del interior del país, con el objeto de explicar :
 - a. Variaciones de la composición y de las propiedades ópticas, entre sí.
 - b. Distribución de los átomos radiactivos en las variedades coloreadas, seleccionando las adecuadas para investigaciones radiogénicas.
 - c. Abundancia relativa de las diversas variedades en color vs. Asociación Petrológica.
 - d. Relaciones entre si, sobre variaciones de la densidad, intensidad de la radioactividad e índices de fracción óptica.
4. A la Universidad Nacional de Ingeniería, a través de sus estudiantes, investigar y desarrollar, dentro de las limitaciones que ofrece la espectrometría de emisión, métodos para la estimación de edades de los minerales. El método Pb/Th podría ofrecer ventajas para tal fin en los circones

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

- 1 .-AHRENS, L.H. and TAYLOR, S.R. (1961)
SPECTROCHEMICAL ANALYSIS Addison-Wesley
Publishing Company, Inc, 2° Ed. U.S.A.
- 2 .-BASANTA K. SAHU (1964)
Depositional Mechanisms from the size Analysis of --
Clastic Sediments. Jour. Sedimentary Petrol. Vol.34
N° 1 p. 73-83
- 3 .-BONDELOS, ALFRED J. and STRACZE F, JOHN (1958)
Depósitos de Plomo y Zinc de la Cordillera Negra, Dep
Ancash, PERU. Rev. Minería N°24 p. 3-15 Lima.
- 4 .-BROGGI, J. A. (1952)
Migracion de las Arenas a lo largo de la Costa Perua-
na. Bol. Soc. Geol. Perú. Tomo 24 p. 3-25 Lima
- 5 .----- (1965)
Climatología General. Bol. Soc. Geogr. Lima Tom 84
p. 25-35.
- 6 .-BROWNING, J. S. (1961)
Heavy Liquids and Procedures for Laboratory Separation
of Minerale. U.S. Dpt. of the Int. Bureau of
Mines. Ic - 8007
- 7 .-CABOS Y., ROGER Y OJEDA, MARIA JESUS (1974)
Espectrometría de Esfaleritas de la Mina "Hercules"--
(Ticapampa). III Congreso Nac. de Geología Lima
- 8 .----- Y TUMIALAN, PEDRO H. (1975)
Geología Económica del Distrito Minero de Ticapampa-
Ancash. Bol. Soc. Geol. Perú Tom. 47 p.31-56 Lima.
- 9 .-CAILLEUX, A. Y TRICART J. (1959)
Initiation a L'etude des Sables et Desgalets.
5. place de la Sorbonne París.
- 10.-CLARK, GEORGE L. (1961)
The Encyclopedia of Spectroscopy. Reinhold Publishing
Corporation U.S.A.

- 11.-COBBING, E. J. and PITCHER, W. S. (1972)
The Coastal Batholith of Central Perú. Jour. Geol. Soc., Vol.128 p. 422-450.
- 12 .-COBBING, JOHN (1973)
Geología de los Cuadrángulos de Barranca, Ambar, Oyon, Huacho, Huaral y Canta. Serv. Geol. y Min Bol. 26, Lima
- 13 .-CORPORACION PERUANA DEL SANTA-DIV. RECURSOS HIDRAULICOS (1966)
Informe de Reconocimiento Aereo en la Cordillera -- Blanca.
- 14 .-COSSIO N., AURELIO (1964)
Geología de los Cuadrángulos de Santiago de Chuco y Santa Rosa. Com. Carta Geo. Nac. Bol.8, Lima.
- 15 .-----, y JAEN, HUGO (1967)
Geología de los Cuadrángulos de Puemape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry, y Santa. Serv. Geol. Min. Bol.17. Lima.
- 16 .-CULLITY, B. D. (1956)
Elements of X-Ray Diffraction. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 3°Ed. U.S.A.
- 17 .-DALCIN, RENSO (1968)
Climatic Significance of Roundness and Percentage of Quartz in Conglomerates. Jour. Sedimentary Geol. Vol.38, N°4 p. 1094-1099.
- 18 .-DANA-HURLBURT (1960)
Manual de Mineralogía, Editorial Reverte, S.A. 2°Ed. Barcelona.
- 19 .-DEER, HOWIE and ZUSSMAN (1975)
Rock Forming Minerals. Vol. 1, p. 59-68.
John Wiley and Sons, Inc. U.S.A 1975
- 20 .-DEMENT J., DAKE H.C. and ROBERTS E. R. (1949)
Rarer Metals. Temple Press Limited, 1°Ed., p.45-94 U.S.A.

- 21 .-ELECTRO PERU U.C.16 (1970)
Breve Información Sobre Lagunas en la Cordillera --
Blanca, Huaraz.
- 22 .----- (1975)
Memoria Bienal del Programa de Glaciología y seguri
dad de Lagunas, 1973-1974, Huaraz.
- 23 .-FAUL, HENRY (1966)
Ages of Rocks, Planets, and Stars. M^CGraw-Hill
Book Company U.S.A.
- 24 .-FLINTER, B.H. (1959)
Magnetic Separation of some Alluvial in Malaya
American Mineralogist, Vol. 44 p. 738-751.
- 25 .-FOLK, ROBERT L. (1951)
Stages of Textural Maturity in Sedimentary Rocks
Jour. Sedimentary Petrol. Vol.21, N° 3 p.127-130.
- 26 : ----- and WARD, W.C. (1957)
Brazos River Bar: A Study in the Significance of
Grain Size Parameter. Jour. Sedimentary Petrol.
Vol.27 p. 3-26.
- 27 .-GAUDIN A. and RUSH SPEEDEN, H. (1943)
Magnetic Separation of Sulphide Minerals .
American Institute of Mining and Metallurgical En-
gineers Technical N°1549.
- 28 .-GONZALEZ-BONORINO, FELIX (1972)
Introducción a la Geoquímica. Editorial Eva V. --
Chesneau, O.E.A., U.S.A.
- 29 .-HAMILTON, E. I. (1965)
Applied Geochronology. Academic Press Inc. Ltd.,
London.
- 30 .----- (1968)
Radiometric Dating for Geologists. Barnicotts Ltd.,
London.
- 31 .-HAWHES, H. F. (1961)
Principles of Geochemical Prospecting. U.S. Geolo-
gical Survey Bulletin 100 F.

- 32 .----- WEBB (1962)
Geochemistry in Mineral Exploration.
Harper and Row Publisher 1969 U.S.A.
- 33 .-HERRERA ROMERO, F. (1976)
Estudio Mineralógico-Económico de las Arenas de Algu
nas Playas Marinas al Norte de Chancay, Dpto. de -
Lima. Tesis Bachiller Geología U.N.M.S., Lima
- 34 .-HESS, H. H. (1966)
Notes on Operation of Frante Isodynamic Separator.
Princeton University U.S.A.
- 35 .-HUAMAN GERRERO, A. (1971)
Estudio Geológico de los Yacimientos de Tungsteno
del Area Huayllapon, Rov. Pallasca (Dpto. Ancash).
Tesis Bachiller Geología U.N.M.S.M. Lima
- 36 .-HUTCHISON, CHARLES S. (1974)
Laboratory Handbook of Petrographic Techniques.
John Wiley and Sons, Inc. U.S.A.
- 37 .-JENKINS, OLAF (1964)
Placer Deposits. Mineral Information Service, Cali
fornia. Vol.17, N° 1 a 9 U.S.A.
- 38 .-KITTEL, CHARLES (1971)
Introduction to Solid State Physics. John Wiley
and Sons, Inc. 4°Ed. U.S.A.
- 39 .-KRUBEIN-SLOSS (1969)
Estratigrafía y Sedimentación. UTEHA 1°Ed. México
- 40 .-KUENEN, H. (1950)
Marine Geology. John Wiley and Sons, Inc. U.S.A.
- 41 .-LIVERSEY y HENDERSON (1975)
Estudio Erosión de la Línea de Playa Bahía Chimbote
Zona Norte. Vol 1 (Primera Etapa) Lima
- 42 .-MANSUE, LAWRENCE J. and COMMINGS, ALLEN B. (1974)
Sediment Transport by Streams Draining in to the --
Delaware Estuary. U.S. Geol. Survey Supply 153-H
U.S.A.

- 43 .-MARTINEZ V., ALBERTO Y TEVES R., NESTOR (1967)
Estudio de Agregados y Arenas que se Emplean en Lima
Como Material de Construcción. X Convención Ing^oMin.
Lima.
- 44 .-MASIAS E., JUAN ANTONIO (1976)
Morphology, Shallow Structure and Evolution of the -
Peruvian Continental Margin 6°To. 18°S. Thesis of -
Master O.S.U. U.S.A.
- 45 .-MATHIGRUD, GORDON C. (1942)
Magnetic Separations in Petrography. American Mine-
ralogist Vol.27 pp. 629-637.
- 46 .-MOIOLA, R. J. and WEISER, D. (1968)
Textural Parameters: An Evaluation. Petrol. Jour.
Sedimentary. Vol.38 N°1 p. 45-53.
- 47 .-NACHTRIEIB, NORMAN H. (1950)
Principles and Practice of Spectrochemical Analysis.
M^CGraw-Hill Book Company, U.S.A.
- 48 .-NICHOLSON, CARLOS (1948)
Ensayo de Clasificación de los Climas del Perú.
Bol. Soc. Geog. Lima, Tom. 65, Tr. 1 y 2 p. 3-8.
- 49 .-NORTON, F. H. (1972)
Refractorios. Editorial Blume 1°Ed. Madrid.
- 50 .-O.N.E.R.N. (1972)
Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recur--
sos Naturales de la Costa- Cuenca de los Ríos Santa,
Lacramarca y Nepeña. Vol.I, II, III. Lima
- 51 .-GTTMANM, FRANCOIS C. (1967)
Introducción a la Geología Marina y Litoral.
Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- 52 .-PIAZZA y VALDEZ INGENIEROS S.A. y J.E. WHITE ENGINEERING
CORPORATION (1965)
Posibilidades de Desarrollo Hidroelectico del Río
Santa. Lima.

- 64 .-TURNER, FRANCIS J. and VERHOOGEN, JOHN (1963)
Igneous and Metamorphic Petrology. M^CGraw-Hill
Book Company 2°Ed. U.S.A.
- 65 .-TWENHOFEL, W. H. (1950)
Principles of Sedimentation. M^CGraw-Hill Book Compa
ny, Inc. 2° Ed. U.S.A.
- 66 .-VIDAL, ROGER (1961)
Exploración en el Lavadero de Oro del Río Santa.
Bol. Soc. Geol. Perú. Tom. 36 p. 209-221.

A N E X O S

1.- Sobre resultados de:

-Análisis mecánico por tamizado de las arenas del Litoral del Santa.

-Análisis espectrográficos en minerales pesados del Litoral del Santa.

-Análisis espectrográfico de los circones del río Santa.

2.- Símbolos de la Medida de Momentos Estadísticos, según Trask, Imman, Folk-Ward y los adoptados en esta tesis.

P L A N O S

1.- Isóbatas Bahías Coisco y Santa

2.- Geológico Litoral del Santa.

ANALISIS MECANICO POR TALLIZADO - LITORAL DEL SANTA

Tamices	Abertura mm.	DEPOSITO 1		DEPOSITO 2		DEPOSITO 3		DEPOSITO 4	
		A	B	A	B	A	B	A	B
10	2.000								
16	1.196					3.4	98.19		
20	0.840	0.1	99.94			18.5	83.33	0.4	99.80
30	0.595	1.3	99.19	0.1	99.95	54.1	59.49	14.4	92.51
40	0.420	1.1	98.55	2.7	98.59	58.0	28.51	74.2	54.94
60	0.250	32.0	79.99	77.7	59.41	42.0	6.05	68.1	20.54
80	0.177	73.8	37.19	71.7	23.25	8.0	1.81	17.1	11.88
100	0.149	34.8	17.01	25.4	10.44	1.7	0.91	5.55	9.08
200	0.074	29.2	0.81	17.1	1.82	1.2	0.27	5.3	6.38
plt		1.4	0.00	3.6	0.00	0.5	0.00	12.5	0.00
P-P ₀		26.2		0.9		11.2		1.4	
P _e		0.1		0.8		1.2		1.1	
p		200.0		200.0		200.0		200.0	

Tamices	Abertura mm.	DEPOSITO 5		DEPOSITO 6		DEPOSITO 7		DEPOSITO 8	
		A	B	A	B	A	B	A	B
10	2.000	0.1	99.95						
16	1.196	3.5	98.04	0.1	99.95				
20	0.840	11.1	91.99	4.1	97.88				
30	0.595	25.5	79.09	8.5	93.59	0.3	99.84	0.1	99.95
40	0.420	54.5	48.67	32.0	77.45	1.2	99.19	3.3	98.29
60	0.250	68.8	11.17	82.6	35.80	57.1	68.44	124.4	35.81
80	0.177	14.0	3.54	38.3	16.49	61.4	34.88	47.2	12.10
100	0.149	3.2	1.80	14.7	9.08	32.0	17.61	13.3	5.42
200	0.074	2.6	0.38	12.3	2.93	31.1	0.86	9.6	0.60
plt		0.7	0.00	5.8	0.00	1.6	0.00	1.2	0.00
P-P ₀		15.1		1.1		13.0		0.4	
P _e		1.5		0.6		1.3		0.5	
p		200.0		200.0		200.0		200.0	

SÍMBOLOS :

- A = Pesos retenidos (gms.)
- B = Porcentaje acumulado que pasa
- p = Peso de la muestra en el aire
- p₀ = Peso de la muestra secada al horno
- p_e = Peso residual de partículas retenidas entre los tamices.
- plt = Platillo
- P_s = Peso de sal (ClNa)

ANALISIS MECANICO POR TALLIZADO - LITORAL DEL SANTA

Tami ces	Abertu ra mm.	DEPOSITO 9		DEPOSITO 10		DEPOSITO 11		DEPOSITO 12	
		A	B	A	B	A	B	A	B
10	2.000							0.4	99.77
16	1.196							0.4	99.54
20	0.840	0.1	99.94					1.0	98.95
30	0.595	0.1	99.88	0.1	99.95	0.3	99.82	4.2	96.49
40	0.420	1.0	99.24	0.3	99.80	1.5	98.90	23.27	82.62
60	0.250	13.8	90.37	29.8	84.78	16.7	88.63	72.6	40.14
80	0.177	34.6	68.12	60.5	54.30	49.5	58.18	28.1	23.70
100	0.149	32.0	47.44	53.9	27.15	33.3	37.70	10.7	17.44
200	0.074	70.1	2.47	51.3	1.31	58.7	1.6	19.8	5.90
plt		3.7	0.00	2.6	0.00	2.6	0.00	10.0	0.00
P-P ₀		44.2		0.3		36.1		27.9	
Pe		0.7		1.2		1.3		1.2	
p		200.0		200.0		200.0		200.0	
Tami ces	Abertu ra mm.	DEPOSITO 14		DEPOSITO 16		DEPOSITO 17		DEPOSITO 18	
		A	B	A	B	A	B	A	B
10	2.000								
16	1.196	0.1	99.95						
20	0.840	0.2	99.85					0.1	99.95
30	0.595	2.2	98.73	1.1	99.39	0.2	99.87	1.6	99.07
40	0.420	14.8	91.73	16.3	90.29	6.5	95.76	14.2	91.28
60	0.250	51.2	65.62	131.1	17.65	96.0	35.0	113.4	29.08
80	0.177	39.5	45.47	24.7	3.25	46.0	5.88	43.7	5.06
100	0.149	28.4	31.37	3.5	1.29	6.5	1.77	6.8	1.32
200	0.074	43.4	9.24	2.2	0.06	2.8	0.00	2.3	0.05
plt		18.2	0.00	0.1	0.00	0.00	0.00	0.1	0.00
P-P ₀		1.6		20.5		41.1		17.3	
Pe		0.6		0.5		0.9		0.5	
p		200.0		200.0		200.0		200.0	
Tami ces	Abertu ra mm.	DEPOSITO 26		DEPOSITO 28		DEPOSITO 30			
		A	B	A	B	A	B		
10	2.000	0.1	99.94						
16	1.196	1.3	99.12			0.1	99.94		
20	0.840	3.6	96.85	0.1	99.95	1.0	99.35		
30	0.595	7.6	92.07	1.3	99.89	4.8	96.52		
40	0.420	10.0	85.77	7.3	95.60	19.7	84.99		
60	0.250	39.0	61.34	110.8	39.58	101.0	26.50		
80	0.177	33.2	40.43	58.1	10.41	36.2	5.25		
100	0.149	14.6	31.23	9.3	5.71	5.8	1.83		
200	0.074	32.5	10.76	9.1	1.1	3.0	0.06		
plt		17.1	0.00	2.2	0.00	0.1	0.00		
P-P ₀		2.8		0.9		29.9			
Pe		0.4		1.3		0.4			
P _s		37.8							
p		200.0		200.0		200.0			

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO - LITORAL DEL SANTA

Tani ces	Abertu ra mm.	DEPOSITO 19		DEPOSITO 20		DEPOSITO 21		DEPOSITO 22	
		A	B	A	B	A	B	A	B
1/4"	6.350								
4	4.760	52.7	73.31	54.1	72.98			4.0	97.98
8	2.380	2.6	71.99	19.0	63.78			13.1	91.36
10	2.000	0.4	71.79	3.8	61.88			4.0	89.34
16	1.196	1.0	71.28	6.7	58.47			7.2	85.70
20	0.840	0.4	71.08	3.7	56.59			4.6	83.38
30	0.595	0.5	70.83	3.2	54.96	6.5	99.75	4.7	81.02
40	0.420	2.3	69.66	3.7	53.08	0.3	99.60	4.5	78.76
60	0.250	37.4	50.71	21.2	42.60	22.1	88.50	24.5	66.40
80	0.177	49.8	25.48	20.5	32.38	66.0	55.05	32.1	50.04
100	0.149	15.7	17.53	14.4	25.06	40.7	34.61	21.7	38.98
200	0.074	2.8	16.11	32.3	8.64	33.0	18.3	46.7	15.76
270	0.053	30.1	0.86	9.2	3.96	29.0	3.47	6.9	12.24
pl _t		1.7	0.00	7.8	0.00	6.9	0.00	24.0	0.00
P-P _o		1.4		2.9		0.1		1.1	
p _e		1.2		0.4		0.8		0.9	
p		200.0		200.0		200.0		200.0	

Tani ces	Abertu ra mm.	DEPOSITO 23		DEPOSITO 24		DEPOSITO 25		DEPOSITO 27	
		A	B	A	B	A	B	A	B
1/4"	6.350								
4	4.760					4.50	96.97	41.3	77.49
8	2.380					8.30	92.40	14.3	69.71
10	2.000			0.3	99.85	3.70	90.46	4.2	67.40
16	1.196	0.3	99.85	0.1	99.80	8.70	85.67	5.7	64.27
20	0.840	0.1	99.80	0.1	99.75	20.50	74.39	2.7	62.79
30	0.595	0.1	99.75	2.4	98.53	2.5	73.01	2.0	61.69
40	0.420	2.0	98.73	21.7	87.47	4.7	70.42	3.4	59.82
60	0.250	80.3	58.63	81.6	45.85	14.4	62.50	18.6	49.57
80	0.177	59.0	28.56	32.4	29.53	15.5	53.97	26.0	35.17
100	0.149	24.4	16.12	11.1	23.87	14.4	46.05	18.4	25.05
200	0.074	27.0	2.35	21.7	12.80	51.2	18.05	34.1	6.30
270	0.053			16.3	4.49	18.0	8.05		
pl _t		4.6	0.00	8.8	0.00	14.6	0.00	11.5	0.00
P-P _o		0.8		2.0		0.9		1.5	
p _e		1.4		1.5		0.5			0.5
p _s						17.6		15.8	
p		200.0		200.0		200.0		200.0	

ANALISIS ESPECTROGRAFICO EN MINERALES PESADOS DEL LITORAL DEL SANTA

ARENAS DE TAMAÑO MAYOR A Tz. No. 100

PLAYA SANTA ACTUAL (DEPÓSITO No. 16)

P.P.M.

(PLACA No. 173)

Amp	Be	B	Na	Ti	V	Cr	Mn	Zr	Ba
0.0	50	540	3,450	8,600	520	1,650	3,030	280	150
0.2	50	290	4,400	9,200	330	640	3,500	300	250
0.4	60	430	3,850	13,500	350	1,000	4,550	350	270
0.6	50	1,100	4,050	8,500	290	920	3,170	250	160
0.8	40	1,000	3,450	7,300	210	640	2,500	230	180
1.0	30	970	3,700	8,600	180	540	2,250	250	210
1.2	60	640	3,150	6,800	170	450	1,930	240	170
+1.2	20	220	730	6,000	160	350	690	230	100
Amp	Hf	Co	Ni	Sn	Cu	Zn	Cd	In	Pb
0.0	3,700	350	190	N.D.	620	2,500	N.D.	260	60
0.2	4,100	280	170	120	520	450	2,280	190	100
0.4	5,650	80	320	60	690	950	60	320	160
0.6	3,900	90	270	100	950	1,500	180	240	210
0.8	2,600	50	150	80	550	860	20	130	160
1.0	3,250	60	170	110	520	600	980	120	180
-1.2	2,400	210	150	710	6,500	8,500	7,400	60	140
+1.2	1,140	120	110	30	520	1,080	10	20	60

ARENAS DE TAMAÑO MENOR A Tz. No. 100

PLAYA SANTA ACTUAL (DEPÓSITO No. 11)

P.P.M.

(PLACA No. 175)

Amp	Be	B	Na	Ti	V	Cr	Mn	Zr	Ba
0.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.2	170	62	2,800	12,500	750	930	3,025	380	82
0.4	35	20	1,040	9,600	150	405	3,500	340	78
0.6	40	139	990	8,200	180	640	2,400	290	90
0.8	13	320	1,725	4,400	80	275	1,700	220	130
1.0	18	268	1,880	6,000	62	230	915	250	100
1.2	13	205	1,400	3,800	68	360	500	230	60
+1.2	42	48	2,300	8,200	105	470	525	13,500	355
Amp	Hf	Co	Ni	Sn	Cu	Zn	Cd	In	Pb
0.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.2	7,200	375	320	240	800	1,850	3,750	160	420
0.4	6,500	40	190	30	210	1,100	530	65	250
0.6	3,850	60	250	50	288	950	20	35	339
0.8	1,380	10	180	25	250	2,100	35	20	750
1.0	2,250	20	215	23	425	1,300	75	15	460
1.2	920	245	290	360	690	3,250	1,800	10	1,500
+1.2	15,500	160	490	22	380	2,200	75	7	650

ANALISIS ESPECTROGRAFICO EN MINERALES PESADOS DEL LITORAL DEL SANTA

ARENAS DE TAMAÑO MAYOR A Tz. No. 100

PLAYA SANTA ANTIGUA (DEPÓSITO No. 28) P.P.M. (PLACA No. 173)

Amp	Be	B	Na	V	Cr	Mn	Zr	Ba	Ti
0.0	180	1,080	2,300	1,200	7,000	2,400	250	180	9,100
0.2	50	250	3,700	300	750	3,250	280	210	9,800
0.4	50	320	2,800	530	3,200	4,150	380	180	1,400
0.6	30	620	4,200	230	2,100	3,800	250	120	8,600
0.8	60	600	3,850	280	1,700	3,025	300	280	9,100
1.0	80	580	4,200	170	1,500	3,250	320	360	9,800
1.2	40	450	3,150	160	580	1,850	280	210	6,800
+1.2	20	120	950	120	350	660	250	160	4,700

Amp	Hf	Co	Ni	Sn	Cu	Zn	Cd	In	Pb
0.0	4,100	280	250	N.D.	480	2,900	N.D.	375	60
0.2	5,200	120	220	80	250	220	980	130	90
0.4	6,500	180	320	50	950	2,500	10	250	60
0.6	3,250	80	280	60	2,500	3,500	20	180	350
0.8	4,000	70	230	80	1,100	2,600	750	150	420
1.0	4,500	120	250	40	750	900	300	150	80
1.2	2,400	100	120	450	650	560	180	60	90
+1.2	980	60	90	20	520	1,200	150	10	50

ARENAS DE TAMAÑO MENOR A Tz. No. 100

P.P.M. (PLACA No. 175)

Amp	Be	B	Na	V	Cr	Mn	Zr	Ba	Ti
0.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.2	250	250	3,250	900	1,300	3,780	420	140	13,500
0.4	130	360	3,300	650	950	4,450	380	80	10,500
0.6	60	580	3,350	360	900	2,720	300	180	7,600
0.8	180	550	3,500	280	850	1,625	270	250	5,200
1.0	60	500	4,300	180	700	1,950	290	280	6,500
1.2	100	390	2,350	120	600	2,100	220	100	4,500
+1.2	120	120	1,250	250	750	720	25,000	250	9,500

Amp	Hf	Co	Ni	Sn	Cu	Zn	Cd	In	Pb
0.2	7,800	540	300	160	440	580	1,250	180	250
0.4	6,700	250	170	60	620	860	10	250	320
0.6	3,150	290	230	80	850	990	180	120	1,600
0.8	2,500	90	150	120	800	2,100	650	120	1,500
1.0	2,950	100	200	50	650	650	80	80	450
1.2	1,450	180	220	560	580	420	60	50	750
+1.2	7,500	210	380	30	360	690	20	30	80

ANALISIS ESPECTROGRAFICO EN MINERALES PESADOS DEL LITORAL DEL SANTA

ARENAS DE TAMAÑO MAYOR A Tz. No. 100

PLAYA COISHCO (DEPÓSITO No. 2)

P.P.M.

(PLACA No. 172)

Amp	Be	B	Na	Ti	V	Cr	Mn	Zr	Ba
0.0	40	80	820	7,300	400	650	1,560		, 90
0.2	10	60	2,100	5,500	120	350	3,050	260	120
0.4	50	100	1,750	8,900	200	450	3,500	380	150
0.6	20	250	1,080	4,500	180	350	3,000	250	130
0.8	20	280	2,100	4,100	210	250	2,500	200	180
1.0	60	250	2,500	7,500	250	400	2,100	300	150
1.2	40	180	950	6,800	200	300	1,100	280	120
+1.2	20	80	1,650	4,800	150	250	890	200	210

Amp	Hf	Co	Ni	Sn	Cu	Zn	Cd	In	Pb
0.0	3,200	120	100	N.D.	330	550	N.D.	70	30
0.2	1,400	50	140	60	230	50	400	80	40
0.4	4,100	80	150	40	350	360	80	150	50
0.6	1,100	60	100	10	290	90	-10	70	50
0.8	950	30	80	20	440	140	10	50	60
1.0	2,800	50	180	30	280	540	40	50	60
1.2	2,500	10	60	50	760	220	20	25	30
+1.2	1,500	20	150	30	530	280	30	10	60

ARENAS DE TAMAÑO MENOR A Tz. No. 100

P.P.M.

(PLACA No. 175)

Amp	Be	B	Na	Ti	V	Cr	Mn	Zr	Ba
0.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.2	80	75	3,200	9,550	350	550	3,100	420	70
0.4	25	90	1,750	7,500	290	410	3,500	340	80
0.6	15	280	1,050	5,200	180	320	2,400	290	110
0.8	20	210	850	4,150	160	300	2,050	250	75
1.0	70	130	1,550	6,500	210	360	1,970	300	150
1.2	50	110	2,100	4,550	120	280	1,520	280	100
+1.2	40	55	3,750	7,900	200	380	660	20,000	180

Amp	Hf	Co	Ni	Sn	Cu	Zn	Cd	In	Pb
0.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.2	4,600	270	70	130	820	2,150	5,450	150	75
0.4	3,100	60	110	65	210	260	10	125	80
0.6	1,100	75	120	45	290	170	-10	60	50
0.8	850	20	50	40	210	80	-30	30	70
1.0	1,950	120	150	40	650	340	25	50	50
1.2	1,320	90	220	60	180	120	-40	25	90
+1.2	6,200	50	280	30	320	625	75	-10	200

ANALISIS ESPECTROGRAFICO EN MINERALES PESADOS
DEL LITORAL DEL SANTA
(DENSIDAD OPTICA)

DEPÓSITO	Amp	Mg	Al	Si	Ca	Fe
PLAYA SANTA ACTUAL (ARENAS DE TAMAÑO MAYOR A 0.149 MM. PLACA No.	0.0	1.45	1.18	1.60	1.67	1.60
	0.2	1.58	1.49	1.70	1.68	1.50
	0.4	1.57	1.60	1.75	2.00	1.57
	0.6	1.54	1.65	1.77	1.75	1.48
	0.8	1.55	1.70	1.81	1.80	1.47
	1.0	1.47	1.75	1.82	1.88	1.45
	1.2	1.37	1.80	1.84	1.75	1.43
	+1.2	0.90	1.88	1.86	1.40	1.22
DEPÓSITO	Amp	Mg	Al	Si	Ca	Fe
PLAYA COISHCO (ARENAS DE TAMAÑO MAYOR A 0.149 MM.)	0.0	1.15	0.86	1.35	1.40	1.56
	0.2	1.42	1.12	1.48	1.45	1.48
	0.4	1.49	1.25	1.52	1.52	1.52
	0.6	1.30	1.27	1.48	1.50	1.50
	0.8	1.19	1.35	1.54	1.52	1.47
	1.0	1.09	1.42	1.59	1.51	1.43
	1.2	0.95	1.48	1.63	1.50	1.38
	+1.2	0.85	1.52	1.65	1.40	1.19

EL.	DENSIDAD OPTICA	P.P.M.	LINEA (Å) ANALÍTICA
Mg	1.10	6,500	2,778.288
Al	1.18	6,500	2,567.987
Si	1.16	6,500	2,506.899
Ca	1.43	6,500	3,158.870
Fe	1.40	6,500	3,047.605

PLACA STANDAR No. 125

- N.D. = NO DETECTADO
- EL ERROR RELATIVO EN LA DETERMINACIÓN DE LOS ELEMENTOS MAYORES ES DEL 1% Y EN LOS ELEMENTOS TRAZAS ES DEL 10%.

ANALISIS ESPECTROGRAFICO DE LOS CIRCONES DEL RIO SANTA

(P.P.M.)

EL	Nº	P.AT.	R.I.	V	A	V	I.	LINEA (Å) ANALITICA
Mg	12	24.3120	0.65	2	420	350	1,440	2,852.129
Al	13	26.9815	0.50	3	6,750	5,133	19,216	3,092.713
Si	14	28.0860	0.41	4	140,944	145,382	94,433	2,506.899
P	15	30.9738	0.34	5	N.D.	N.D.	35,500	2,553.280
Ca	20	40.0800	0.99	2	2,000	450	18,375	3,158.870
Ti	22	47.9000	0.68	4	2,950	3,550	1,960	3,372.800
Cr	24	51.9960	0.69	3	1,710	1,300	1,550	2,843.252
Mn	25	54.9380	0.80	2	485	75	385	2,801.064
Fe	26	55.8470	0.64	3	5,316	3,500	3,750	3,047.605
Co	27	58.9330	0.63	3	1,270	850	950	3,044.005
Cu	29	63.5400	0.69	2	420	400	250	3,273.962
Zn	30	65.3700	0.74	2	12,500	10,200	16,500	3,345.020
Y	39	88.9050	0.93	3	55,000	59,000	51,000	3,242.280
Zr	40	91.2200	0.80	4	374,253	377,432	350,930	3,391.975
Ag	47	107.8700	1.26	1	65	45	6	3,382.891
Cd	48	112.4000	0.97	2	210	150	280	3,261.057
Sn	50	118.6900	0.71	4	60	800	30	2,839.989
La	57	138.9100	1.15	3	N.D.	N.D.	3,000	4,333.754
Ce	58	140.1200	1.11	3	32,050	17,450	43,040	4,296.680
Yb	70	173.0400	0.94	3	1,060	1,000	1,200	3,289.370
Hf	72	178.4900	0.81	4	4,190	4,320	3,910	3,072.877
Au	79	196.9670	1.37	1	900	N.D.	N.D.	2,427.950
Pb	82	207.1900	0.84	4	60	120	180	2,833.069
Th	90	232.0380	0.95	4	20,000	30,000	15,000	4,381.859

- N.D. = NO DETECTADO

R.I. = RADIO IONICO (Å)

- EL ERROR RELATIVO EN LA DETERMINACIÓN DE LOS ELEMENTOS MAYORES ES DEL 1% Y EN LOS ELEMENTOS TRAZAS ES DEL 10%

- VARIEDADES EN COLOR DE LOS CIRCONES : ANARANJADO(A), VIOLETA (V) E INCOLORO(I)

EQUIVALENCIAS DE LA MEDIDA DE MOMENTOS ESTADISTICOS

MEDIDA	TESIS	TRASK	IMMAN	FOLK-WARD
TAMAÑO PROMEDIO	M	M _Q	M _Ø	M _Z
DESVIACIÓN ESTANDARD SELECCIÓN	D _S	S _O	σ _Ø	σ _I
SIMETRIA	S _K	S _{KG}	α _Ø	S _{KI}
KURTOSIS	K _U	K _{QA}	β _Ø	K _G