

18 MAYO 1978

T
553.61
Nº 973
C.2

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Estudio Geologico Minero de las Arcillas en la Region Azuay Cañar

Por:

Eugenio Núñez del Arco Andrade

**Tesis Previa a la Obtención
del Grado de Ingeniero
Geólogo de Petroleos**

1967

ESTUDIO GEOLOGICO MINERO DE LAS POSIBILIDADES
DE ARCILLAS EN LA REGION AZUAY-CAÑAR.ECUADOR.

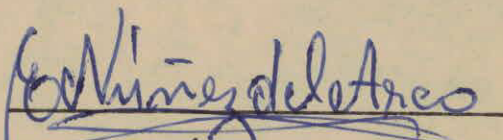
EGRESADO: Eugenio Núñez del Arco Andrade

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL GRA_
DO DE INGENIERO GEOLOGO DE PETROLEOS

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

1.967

LA RESPONSABILIDAD DE LAS IDEAS, CONCEPTOS, ETC. EMITIDOS
EN LA PRESENTE TESIS CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE AL AUTOR


Eugenio Núñez del Arco A.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

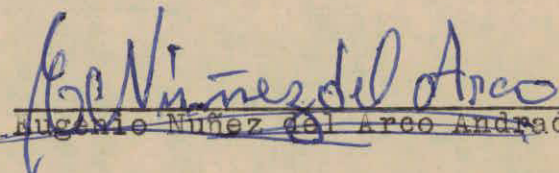
AGOSTO DE 1.967

DEDICATORIA

A MIS PADRES, ESPOSA E HIJOS

CON MUCHO AFECTO

EL AUTOR


Eugenio Nuñez del Arco Andrade

RECONOCIMIENTOS

Tengo la oportunidad de agradecer por intermedio de esta tesis, al Experto Geólogo de las Naciones Unidas, - Dr. Alexander Schneider-Scherbina, quién dedicó dos años - de estudios en la Región Azuay-Cañar y contribuyó valiosamente con el conocimiento geológico de la Cuenca Sedimentaria.

Se hace extensible los reconocimientos del suscrito al Dr. J.E. O'Rourke Experto Geólogo de NN.UU. que continuó y amplió los estudios geológicos formulados por -- Schneider.

Debe anotarse los sinceros agradecimientos al Ingeniero Salvador del Río Director del Proyecto Minero de - NN.UU. que desinteresadamente contribuyó con la mejor orientación en este estudio.

Además le place al suscrito agradecer a todas las personas que tomaron parte directa o indirectamente en el - desarrollo de este tema.

C O N T E N I D O

PRIMERA PARTE

de Página

1. INTRODUCCION	1
1.1 Programación de los trabajos	2
2. OBSERVACIONES	3
2.1 Cerámicas Ecuatorianas	4
2.11 Cerámica Moderna ("Cermod")	4
2.12 Cerámica Modelo S.A	5
2.13 Cerámica Ecuatoriana de Riobamba S.A	5
2.14 Escuela de Cerámica de Azogues	6
2.15 Materias Primas	6
a) Nacionales	6
b) Extranjeras	7
3. CONCLUSIONES	7
4. RECOMENDACIONES	8

SEGUNDA PARTE

5. PRESENTACION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIOS	10
5.1 Geografía Regional	10
5.11 Ubicación	10
5.12 Morfología del Terreno	11
5.13 Drenaje	13
5.14 Clima	14
5.15 Vegetación	16

de Página

5.151 Agricultura	18
5.16 Geografía Política	19
5.161 Provincia del Azuay	19
5.1611 Instrucción Pública	20
5.162 Provincia del Cañar	20
5.1621 Instrucción Pública	21
5.17 Geografía Económica	21
5.171 Recursos Energéticos de Azuay-Cañar	21
a) Electricidad	21
b) Combustión Directa	22
5.172 Mano de Obra	23
5.173 Transporte	24
5.1731 Carreteras de la Provincia del Azuay	25
5.1732 Carreteras del Cañar	26
5.2 Geología Regional	27
5.21 Cuenca Sedimentaria de Azuay-Cañar	29
5.211 Estudios Anteriores	29
5.2111 Alejandro de Humboldt	30
5.2112 Teodoro Wolf	30
5.2113 George Sheppard	31
5.2114 R.A Liddle y K.V.W Palmer	32
5.21141 Edad de las formaciones según Liddle y Palmer	33
5.2115 Ing. Marco T. Erazo	34

5.21151 Formaciones Terciarias	35
5.21152 Formaciones Cuaternarias	35
5.2116 Otros Estudios de la Cuenca	36
5.212 Conocimientos Estratigráficos Actuales	37
5.2121 Formaciones Terciarias	37
5.21211 Formación Santa Ana	37
5.21212 Formación Biblián	38
5.21213 Formación Azogues	41
a) Lutitas Loyola	43
b) Areniscas de Azogues	44
c) Subformación Guapán	46
5.21214 Formación Ayancay	47
a) Ayancay Inferior	48
b) Ayancay Medio	49
c) Ayancay Superior	50
5.2122 Formaciones Cuaternarias	51
a) Formación Turi	51
b) Formación Tarqui	52
c) Formación Llacao	53
5.2123 Formaciones Recientes	54
5.2124 Formaciones Subrecientes	54
5.213 Tectónica	55

5.2131 Plegamientos	55
5.21311 Anticlinal de Azogues	56
5.21312 Sinclinal de Azogues	56
5.2132 Fallas	57

TERCERA PARTE

6. DEPOSITOS	60
6.1 Preámbulo	60
6.2 Yacimientos estudiados	62
A) Depósitos Epigenéticos	62
6.21 Caolín Tinajillas	63
6.211 Geología del Depósito	64
6.212 Trabajos realizados	65
6.213 Accesibilidad	67
6.214 Pruebas efectuadas	69
6.215 Conclusiones	70
6.216 Recomendaciones	70
6.22 Caolín Shiña-Abuga (Mina Mercedes)	70
6.221 Generalidades del depósito	71
6.222 Geología del Yacimiento	72
6.223 Trabajos Efectuados	73
6.224 Accesibilidad	75
6.225 Dueños	75
6.226 Análisis de las muestras	75

	<u># de Página</u>
6.2261 Ensayos químicos	77
6.227 Conclusiones	78
6.228 Recomendaciones	79
6.23 Caolín Km. 11 Vía Taday	79
6.231 Geología del Yacimiento	80
6.232 Trabajos Realizados	81
6.233 Dueños del Terreno	82
6.234 Conclusiones	83
6.235 Recomendaciones	83
6.24 Caolín Socorro-Sizho	83
6.241 Geología del Yacimiento	85
6.242 Trabajos Realizados	87
6.243 Conclusiones	87
6.244 Recomendaciones	88
6.25 Arcillas San Marcos (Guintul)	88
6.251 Geología del Depósito	89
6.252 Trabajos efectuados	89
6.253 Explotación	90
6.254 Análisis de las muestras	90
I Análisis de Rayos X-Difractometría	90
II Análisis químicos	91

	<u># de Página</u>
6.255 Conclusiones y Recomendaciones	92
6.26 Arcilla Irquis (Sinincay)	92
6.261 Geología del Depósito	92
6.262 Explotación	93
6.263 Análisis efectuado del material	93
6.264 Conclusiones y recomendaciones	95
B) Depósitos Singenéticos	95
6.27 Depósito Bentonítico de Charasol	95
6.271 Geología	99
6.272 Trabajos efectuados	100
6.273 Pruebas del material	105
6.274 Utilizaciones	110
6.275 Conclusiones	110
6.276 Recomendaciones	111
6.3 Yacimientos no estudiados	111
6.31 Caolín Cushin (Bolo)	112
6.32 Caolín Baños (Cuenca)	112
6.33 Pyrofilita de Taday	112
6.34 Caolín Km. 21 Vía Taday y(Méndez)	113

LISTA DE ILUSTRACIONESMAPAS

- 1 Ubicación de la Operación N. 3 Ecuador
- 2 Situación de los depósitos de arcillas
- 3 Area de ocurrencia de las arcillas Formación Cuenca
- 4 Geología del depósito bentonítico de Charasol
- 5 Isopacas de la bentonita de Charasol
- 6 Isopacas de cobertura de la bentonita de Charasol
- 7 Perfiles a travez del depósito de bentonita de Charasol
- 8 Caolín Tinajillas
- 9 Caolín Shiña Abuga
- 10 Caolín Socorro
- 11 Caolín Km. 11 Vía Taday
- 12 Croquis de ubicación de las arcillas San Marcos
- 13 Columna estratigráfica de Azuay-Cañar.

FOTOGRAFIAS# de Página

1.- Vista de la ciudad de Cuenca. Centro de operaciones de la Zona Austral.....	11
2.- Parte de la hoya sedimentaria de Azogues-Cuenca.....	12
3.- Anticlinal simétrico entre Azogues y Biblián.....	42
4.- Tinajillas. Forma ondulante del terreno y sistema de explotación rudimentaria - del caolín.....	64
5.- Tinajillas. Fuerte grosor del caolín - transformado y forma rudimentaria de su explotación.....	66
6.- Tinajillas. Perforaciones de cateo a - cuadrícula en el yacimiento.....	67
7.- Tinajillas. Contaminación del caolín - por falta de dirección técnica.....	68
8.- Tinajillas. Contaminación del caolín por falta de dirección técnica.....	68
9.- Caolín Km. 11 Vía Taday. Perforaciones - de cateo del material, efectuadas a tala <u>dro</u> manual.....	81

10.-	Caolín Socorro-Sizho. Forma accidentada del terreno.....	85
11.-	Socorro-Sizho. Tobas cuaternarias transformadas a caolín.....	86
12.-	Bentonita de Charasol. Forma del terreno en el depósito.....	97
13.-	Bentonita de Charasol. Cama de bentonita y como se erosiona el terreno.....	98
14.-	Bentonita de Charasol. Manera tectónica da del depósito.....	100

- o -

LAMINAS

- 1.- Curvas de Evaluación Cuantitativa. Caolín Shiña-Abuga.
- 2.- Curvas de tenores en Cuarzo, Feldespato y Caolinita.

ANEXOS

- 1.- Fósiles terciarios de la Cuenca Sedimentaria Azuay-Cañar.
- 2.- Fósiles terciarios de la Cuenca Sedimentaria Azuay-Cañar.
- 3.- Fósiles terciarios de la Cuenca Sedimentaria Azuay-Cañar.

- 4.- Fósiles terciarios de la Cuenca Sedimentaria
Azuay-Cañar.
- 5.- Mapa Geológico y Sección Transversal de la Cuenca
Azuay-Cañar, trabajado por Liddle.

PRIMERA PARTE

1. INTRODUCCION

En base del Convenio firmado con el Gobierno del Ecuador en fecha 10 de Noviembre de 1.959, el Fondo Especial de las NN.UU. encargó a la Junta de Asistencia Técnica --- (UNTAO) del mismo organismo internacional de la organización y ejecución del proyecto de investigación de Minerales Metálicos y No-Metálicos en el Ecuador ("Proyecto Minero").

La finalidad del Proyecto Minero consistió en evaluar los yacimientos de minerales de ciertas zonas del Ecuador en las que se consideraron que existen buenas posibilidades de producción mineral, con el propósito de atraer capitales para el desarrollo de los recursos mineros puestos en evidencia.

Otra finalidad del proyecto fue la de enseñar al personal ecuatoriano las técnicas modernas de exploración minera.

El Organismo de Ejecución elaboró con tales propósitos un Plan de Operaciones en el cual se establecieron siete zonas para exploración.

El distrito de Cuenca, donde existen arcillas y mármoles fue escogido como objetivo de la denominada Operación N. 3, en la cual el suscrito se desempeñó en lo concerniente a las arcillas de valor industrial, estando a cargo -

el estudio de los mármoles por un experto de NN.UU. 1/

A fin de asegurar que los resultados del Proyecto Minero se utilicen en la forma más conveniente para el país, el gobierno decretó en fecha 27 de Agosto de 1.963 como Reserva Minera Nacional correspondiente a la operación N. 3 el área rectangular de 2.735 Km² en donde se realizaron nuevas investigaciones.

1.1 Programación de los Trabajos

En base de las premisas anteriormente descritas se estableció el programa de trabajo siguiente en referencia a las arcillas:

1. Realizar recopilación de datos sobre las localizaciones de todos los depósitos arcillosos, que proporcionarían los centros de utilización de dichos materiales.
2. Mapear geológicamente la formación "ARCILLAS DE CUENCA" - horizonte donde ocurre arcillas de valor industrial.
3. Estudiar los fenómenos de alteración caolinítica de las rocas dioríticas y porfiríticas.
4. Muestrear los depósitos de arcilla mediante perforaciones superficiales con taladros manuales y delimitar la extensión de los yacimientos.

1/ O'Rourke J.E 1.967 Travertine Deposits of the Cañar-Azuay Region. United Nation-Ecuador. Proyecto Minero, Operation N. 3.

5. Realizar análisis de laboratorio y ensayos tecnológicos sobre los productos de muestreo.

Por falta casi completa de estudios anteriores en este campo, una programación más detallada de los trabajos no era factible.

X Cabe señalar que ninguna de las tres industrias cerámicas principales del país, han propinado hasta la fecha estudios adecuados de sus fuentes de suministro de arcillas, caolines y otras materias primas. En algunos casos utilizan arcillas cerámicas cuya procedencia exacta desconocen, en otros casos carecen por completo de conocimientos sobre la mineralización de las arcillas y su variación en los depósitos. X

2. OBSERVACIONES

X Desde hace muchos años se ha conocido la existencia de yacimientos de arcillas en la zona de Cuenca, las cuales fueron utilizadas al principio en industrias cerámicas rudimentarias, que luego fueron ampliándose para hoy convertirse en instalaciones modernas como son la Cerámica Moderna ("Cermod"), y Cerámica Modelo próxima a instalarse, que se han levantado en razón de la existencia de materias primas nacionales con potencialidad industrial en la región. X

Estos elementos de juicio influenciaron a los Redac

tores del Plan de Operaciones del Proyecto Minero a incluir el estudio de las Arcillas de Cuenca dentro del Programa de trabajo y en esta forma comprobar, interesar y orientar técnicamente estas riquezas nacionales. Se manifestó que el enfoque de estos estudios deben ser la aplicación directa de estas materias primas en industrias cerámicas y cristaleras. Se señaló que el consumo, de conformidad con las previsiones contenidas en el Plan Decenal de Desarrollo Económico y Social para 1.941 - 1.973 alcanzaría al final de aquel período a 2.822 toneladas métricas de arcillas. 1/

2.1 Cerámicas Ecuatorianas

Existen en el país actualmente tres fábricas cerámicas que trabajan experimentando materias primas nacionales y extranjeras, en su afán de dar progreso a este tipo de industria poco inexplorada.

2.11 Cerámica Moderna ("Cermod")

Se estableció en la ciudad de Cuenca al principio como una rudimentaria industria que posteriormente se amplió hasta el tamaño de "Planta Piloto" cuyo propósito fue el de entrenar personal, desarrollar mercado para sus productos y experimentar las materias primas existentes en la región. El éxito de esta planta fue lo suficientemente halagador como para haber decidido su expansión, con-

1/ Centro de Desarrollo (Cendes). Sección de Estadística - Fiscal.

virtiéndola hoy en una industria cuya capacidad de producir adornos y vajillas es del orden de quince mil piezas por mes, dando ocupación a 50 obreros 1/. Se proyecta limitar a esta fábrica exclusivamente a lo que -- concierne a cerámica artística.

2.12 Cerámica Modelo S.A.-

Se trata de una futura planta cerámica instalada en Cuenca, e integrada por una sociedad anónima en la que la "Cermód" entre otros, interviene como accionista. La instalación de esta planta se estima terminarla hasta Diciembre del presente año y está calculada que producirá 10.000 piezas por mes, sujetándose a sacar exclusivamente vajillas y dando ocupación a 80 obreros. Parte de la instalación de la planta incluye montar máximo hasta Enero de 1.968, un laboratorio provisto de material e instrumental apto para realizar todas las pruebas físico químicas concernientes a las arcillas.

2.13 Cerámica Ecuatoriana de Riobamba.-

Existe una planta de cerámica en la ciudad de Riobamba que opera desde hace algunos años; es la Cía Anónima Ecuatoriana de Cerámica que experimenta materias primas nacionales y extranjeras al igual que la de Cuenca. Esta compañía actualmente produce 2.810 toneladas métricas de material manufacturado duran -

1/ Datos proporcionados por el Sr. Carlos Crespo. Gerente de "Cermód".

, Lourdes, Caolín las Guardias, Talco Caparosa, Caolín Km. 11 Vía Taday, Yeso (Azuay-Cañar).

b) Extranjeras: Ball clay (Inglaterra), Esmaltes ((xi- dos y Fritas para acabado de piezas y- vidriado (Méjico), Arcillas (Colombia).

En cuanto a las arcillas y caolines existentes en la región austral y de las cuales se tuvieron referen- cias, se logró realizar un estudio sistemático en los de- pósitos, tendientes a evaluarlos, determinar su varia -- ción mineralógica y mediante análisis catalogar su valor industrial.

3. CONCLUSIONES

Después de dos años de investigación mediante pros - pecciones y cateos efectuados a taladros manuales sobre los ya- cimientos de arcillas en las Provincias Azuay - Cañar, se lle- gó a las siguientes conclusiones:

- 1.- Existe caolín en suficiente cantidad y de suficiente buen- grado para abastecer a una industria Cerámica de importan- cia.
- 2.- La ubicación de los yacimientos estudiados, se encuentran- a despreciables distancias de vías principales transitables.

- 3.- La fácil explotación que ostentan los depósitos y el bajo costo de mano de obra (\$/ 12 - 15/ jornal) colocan a estos en niveles económicamente explotables.
- 4.- La existencia de arcillas bentoníticas de buena calidad en la región cuyos depósitos son de gran embergadura y fácil extracción, dan nuevos horizontes en el establecimiento de industrias que requieran esta clase de materiales.
- 5.- La ocurrencia de Travertino y yeso en la región junto con el caolín, podría dar una industria de cemento blanco de consideración.

4. RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda la continuación de estudios a base de perforaciones de cateo a taladro manual en depósitos de arcillas que quedaron inconclusos por falta de tiempo.
- b) Se recomienda realizar perforaciones profundas en ciertos depósitos de caolín en donde el material sobrepasa la decena de metros con el objeto de dar una exacta idea de sus reservas.
- c) Se recomienda que el sistema de explotación de los materiales arcillosos sea en forma de desbanque y a cielo abierto con la finalidad de que la extracción se verifique de manera tecnificada y así obtener el porcentaje más alto de recuperación (asesoramiento técnico).

- d) Se recomienda la instalación de un proceso de beneficio o purificación sistemática de los materiales arcillosos que serán tratados para cerámica y cuya planta de lavado podría ser ubicada en las propias canteras de explotación.
- e) Se recomienda el estudio de yacimientos de arcillas conocidos en la región y no incluidos en nuestra investigación detallada.
- f) Se recomienda la importación de un experto extranjero en cerámica para la instalación de un laboratorio central que esté apto para realizar cualquier prueba o análisis de arcillas, debiendo dicho experto encargarse de su dirección y entrenamiento de personal nacional.

SEGUNDA PARTE

5. PRESENTACION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIOS

5.1 Geografía Regional

La zona de reserva Minera destinada a la operación N. 3 y en la cual se confinaron nuestras investigaciones se encuentra en terreno intermontano al Sur Oeste de la República del Ecuador e involucra parte de la Provincia del Azuay y Cañar, caracterizándose como sigue:

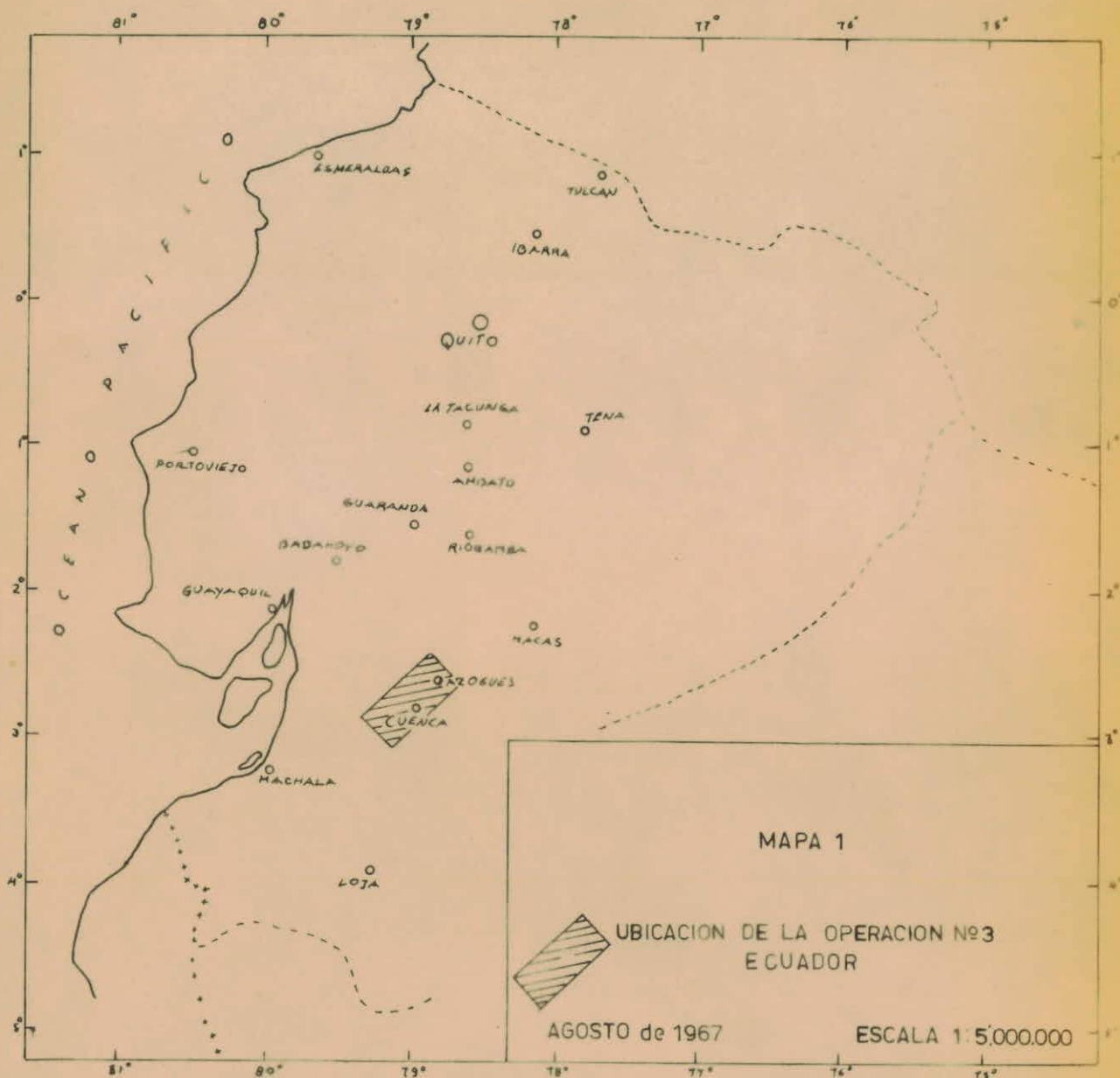
5.1.1 Ubicación - Mapa 1.

El área de estudios se encuentra - geográficamente localizado en las siguientes coordenadas:

<u>Punto</u>	<u>Longitud Oeste</u>	<u>Latitud Sur</u>
(A) Noroeste	78° - 50'	2° - 27'
(B) Noreste	78° - 43'	2° - 32'
(C) Suroeste	79° - 18'	3° - 08'
(D) Sureste	79° - 04'	3° - 15'

Encontrándose comprendido dentro de la hoya -- sedimentaria de Cuenca y parte de las cordilleras australes Occidental y Real.

La ciudad de Cuenca, con cerca de 90.000 habitantes, se encuentra aproximadamente en el centro de esta región. (Ver foto N. 1).



E. NUÑEZ del ARCO. A.



FOTO # 1

VISTA DE LA CIUDAD
DE CUENCA

CENTRO DE OPERACIONES
DE LA ZONA AUSTRAL.

5.12 Morfología del Terreno.-

A diferencia del sector norte de la Sierra en donde se registran las mayores elevaciones, el austro no ostenta grandes alturas, por el contrario, a partir del Nudo del Azuay (4.000 mtrs.) la topografía baja a un promedio de 2.500 mtrs. en la hoyada, subiendo en las partes montañosas de la cordillera hasta los 3.000 a 4.000 mtrs. (Páramos).

En forma general esta región austral se encuentra atravesada por dos cordilleras que corren en sentido NE-SO; la cordillera Occidental y la Real unidas entre sí tanto al Norte como al Sur por umbrales montañosos -- (nudos). En esta forma se delimita una hoya alargada que se extiende desde los 3° 10' a 2° 35' latitud sur, limitada por el Nudo del Portete Tinajillas y el nudo del ---

Azuay respectivamente. La hoya de Azogues-Cuenca, como así se la conoce ha servido de receptáculo de enormes masas sedimentarias que dan un aspecto singular al panorama de la zona. (Ver foto # 2).



FOTO # 2

PARTE DE LA HOYA SEDIMENTARIA AZOGUES - CUENCA
AL FONDO DERECHO DE LA FOTO
SE APRECIA LA INTRUSION DEL
CERRO COJITAMBO QUE PERFORO
LOS SEDIMENTOS TERCARIOS -
DE LA CUENCA

En la hoyada se registran extensos valles y llanuras como las formadas por los ríos Tarqui, Tomebamba, Paute, Azogues, cuyas alturas no sobrepasan los 2.700 mtrs. El terreno es en general semiondulado pero se transforma en muy accidentado en donde las formaciones

nes sedimentarias han desafiado al tiempo y la erosión no ha destruido totalmente los recios peñascos de areniscas. En los contornos de la hoya la topografía se vuelve sumamente accidentada y en general el terreno es escabroso. Las elevaciones se transforman en más -- prominentes y el ambiente cambia reinando un clima peculiar muy diferente al de las zonas bajas. A este paraje se le conoce con el nombre de Páramo.

La Cordillera Occidental que flanquea la hoya por el oeste desde Mullepungo hasta cerca del Cañar es mucho más complicada, sinuosa y ramificada que la Cordillera Real. Ambas cordilleras que corren paralela mente en esta región, se ensanchan, llegando a medir hasta 25 Kms. de cresta a cresta, siendo su parte habi tada y cultivable el 75 % de esa distancia.

5.13 Drenaje.--

Las aguas acumuladas y acarreadas de las alturas se trasladan por intermedio de riachuelos y -- quebradas que uniéndose unos a otros forman ríos turbulentos de mayor caudal y fuerte poder erosivo. Atraviezan la hoya de Azogues-Cuenca tanto en el norte como -- en el sur, depositando sus aguas en un punto denominado El Descanso y así dando origen al nacimiento del -- río Paute que virando hacia la zona Oriental abre un -- gran cañón en la Cordillera Real y se precipita hacia-

la planicie Amazónica para servir con sus aguas en alimentar al gran río Marañón que desembocará en el Atlántico.

Como principales afluentes del río Paute tenemos: los que vienen del norte de la hoya son los ríos - Azogues, con sus afluentes Biblián y Tabacay; y finalmente el río Déleg con sus afluentes Surampalte y Ramoshuaico.

Los que vienen desde el sur son: Río Matadero, Tarqui, Yanuncay y Machángara. Al río Paute se le unen - además los ríos Pamar y Sigsig que han acarreado las aguas de la zona sur oriental de la hoya.

5.14 Clima.-

Dado a los desniveles topográficos existentes dentro de la zona de estudios, se presentan una variedad de climas locales, los cuales a su vez sufren el efecto de los altos picos de las cordilleras circundantes. No obstante se reconocen dos estaciones en general tal como en el resto de la nación -la seca que predomina desde Junio a Noviembre y la lluviosa de Diciembre a Mayo-. Las estaciones meteorológicas de la región dan los siguientes datos pluviométricos correspondientes al año 1.965 1/

1/ Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Quito-Ecuador 140 pgs. 1.965.

Estación Paute 2.289 mts. de elevación.

Mes más lluvioso - Abril 119 mm.

Mes menos lluvioso - Julio 24 mm.

Promedio 1.965 - 52 mm.

Estación Cañar 3.014 mts. de elevación.

Mes más lluvioso - Abril 89 mm.

Mes menos lluvioso - Julio 8 mm.

Promedio, 1.965 - 37 mm.

Estación Cuenca 2.563 mts. de elevación.

(Sinincay) Mes más lluvioso - Noviembre 202 mm.

Mes menos lluvioso - Julio 11 mm.

Promedio 1.965 - 66 mm.

Estación Girón 2.118 mts. de elevación.

Mes más lluvioso - Abril 174 mm.

Mes menos lluvioso - Agosto 8 mm.

Promedio 1.965 - 67 mm.

El Labrador - 3.260 mts. de altura.

Estación Saymirin. Mes más lluvioso - Abril 210 mm.

Mes menos lluvioso - Febrero 50 mm.

Promedio 1.965 - 106 mm.

Sin embargo, el efecto de las alturas locales, el de las cordilleras rodeantes y el de los cortes a través de ellas hacia el Este o el Oeste por donde entran aires amazónicos o marítimos, suelen descontinuar-

las estaciones, invirtiéndolas temporalmente y causando así un clima inestable.

En las alturas por lo regular rigen temperaturas que a veces suelen bajar hasta 0°C. por la noche y subir en días despejados hasta los 15° C. Los promedios máximos y mínimos diarios en estas altas regiones, registrados a través de un año, son de 11° C. y 5° C. respectivamente. 1/ Por lo general se puede decir que las temperaturas prevalentes en la región no son tan extremas como para obstaculizar trabajos mineros. Mas bien serían las lluvias las que podrían perjudicar las labores, tanto por su efecto en las vías de acceso como en los depósitos mismos.

5.15 Vegetación.-

La flora interandina austral se integra principalmente por arbustos frútices y yerbas, estando los árboles desempeñando un papel secundario. Naturalmente la vegetación está marcada por la posición altimétrica de las zonas, predominando las zonas bajas los árboles, arbustos y yerbas y las altas únicamente tipos de arbustos y pajas.

Como árboles principales de la región tenemos:

1/ Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología 1.965
Boletín anual de Meteorología e Hidrología.- Ministerio de Agricultura y Ganadería- Quito-Ecuador.

- a) Eucalipto, que mide más de 20 mtrs., y su madera - es muy apreciada.
- b) Sauce (*Salix Humboldtiana*) Crece a lo largo de arroyos y ríos y su madera también se la utiliza.
- c) Aliso (*Betula Acuminata*).
- d) Pino, cuya madera es sumamente utilizada.

Entre los árboles frutales más conocidos de la región están: el Capulí (*Prunus Solicifolius*) que produce una fruta muy parecida al cerezo europeo pero no de tan buena calidad; el Tocte (*Junglans Sp*); algunas especies de Guavos (*Inga Sp*), etc.

Además se encuentran una gran cantidad de arbustos en los que se distinguen principalmente las Cabuyas o Pencos (*Agave Americana*) que produce la Pita; las Chilcas, el Lechoso, el Chamburo, los Espinos, las Tunas, etc.

La flora herbácea es muy rica distinguiéndose principalmente las siguientes:

Calciolaria, Salvia, Gardoquia, Argemone Mexicana, Hipericum, Achupalla, esta última se la encuentra desde las zonas medianamente altas de la cuenca, - hasta los páramos.

Desde los 3.000 mts. de altura empieza a aparecer la vegetación característica de los páramos queson las pajas Ishu (Stipa Ichu) y sus géneros Andropodón, Paspalun, etc. formando grandes extensiones monótonas. Las Gramíneas y las Pajas constituyen el elemento esencial de la flora alta andina. 1/

5.151 Agricultura.--Sobre este particular ha dependido en gran parte la economía de la región austral.. En los valles profundos se da la caña de azúcar, café, plátano (Yunguilla). En las zonas de alturas promedios a los 2.500 mts. existe alfalfa (Medicago Sativa), Cereales como trigo, cebada, centeno, avena maíz. La papa (Solanum tuberosum) es una de las más cultivadas de la región.0 --tros productos son las hortalizas.

En cuento a la vegetación existente en los depósitos de arcillas que posteriormente estudiaremos, se indicará que todas estas áreas no presentan serios problemas en lo que corresponde a la eliminación, pues sólo consisten de arbustos pequenas, yerbas y en algunos casos de reducidas zonas de cultivos. En lo que respecta a la posible necesidad de maderamen para la explotación de algunos de-

1/ Wolf, Teodoro, Geografía y Geología del Ecuador -- Leipzig 1.892 pgs. 441 - 451.

pósitos o de ciertos sectores de ellos que lo requieran, se anotan que las cantidades de árboles de eucalipto y sauce existentes en la región, en las partes bajas pueden cubrir las necesidades indicadas.

5.16 Geografía Política.-

El Ecuador para su administración se encuentra dividido en Provincias, las cuales a su vez se dividen en cantones y estos en parroquias urbanas y rurales, encontrándose comandadas por gobernadores, jefes políticos y tenientes políticos respectivamente. Hasta los actuales momentos la República se integra de 19 provincias, 98 cantones, 176 parroquias urbanas, 657 parroquias rurales y un territorio insular compuesto de 13 islas principales (Archipiélago de Colón), abarcando un total de superficie de --- 270.670 Km.², con una densidad poblacional de 19,2 -- hats./Km.².

5.161 Provincia del Azuay ^{1/}.- Se encuentra comprendida en la zona sur del Callejón Interandino. Está integrada -- por 6 cantones, 12 parroquias urbanas y 56 parro -

1/ Subdirección General de Educación del Austro. Datos tomados del Censo de 1.962 y actualizados a 1.966 sin tomar en cuenta movimiento migratorio y con 3.2% de crecimiento vegetativo Dirección Provincial de Educación del Azuay.

quias rurales, abarcando 312.785 habitantes y una su
perficie de 8.300 Km.², lo que da una densidad pobla
cional de 36,6 hts/Km.².

Cuenca, capital de la Provincia tiene ---
85.348 habitantes.

La población económicamente activa de la -
Provincia es de 96.393 habitantes, lo que representa
el 30% del total.

5.1611 Instrucción Pública.- Azuay consta de 429-

Escuelas primarias,-
39 secundarias y una Universidad. La población --
analfabeta del Azuay (contando desde los 15 años-
adelante) es de 142.000 habitantes, lo que repre
senta el 45,4% de analfabetismo.

5. 162 Provincia del Cañar.- ^{1/} Formando esta Provin
cia también parte de
la región austral conviene también citar sus condi -
ciones político-administrativas.

Se encuentra dividida en tres cantones, 4-
parroquias urbanas y 28 parroquias rurales, teniendo
3.400 Km². de superficie con una población de 127.740

1/Subdirección General de Educación del Austro. Super
vision Provincial de Educación y Adultos del Ca -
ñar.

habitantes, lo que indica una densidad de 37,5 hbt/s por Km.².

Azogues, capital de esta Provincia, posee 11.162 habitantes. La población económicamente activa de la Provincia es de 42.375 habitantes, lo que indica el 33,17 % del total.

5.1621 Instrucción Pública.-Cañar posee 200 escuelas primarias y 6 secundarias. La población analfabeta del Cañar - contando desde los 10 años de edad en adelante, - alcanza a 38.322 habitantes que representa el -- 30% de analfabetismo.

5.17 Geografía Económica.-

Tanto la Provincia del Azuay - como la del Cañar, por falta de recursos energéticos y técnicos son poco industriales y es esta la razón a -- que su mayor actividad radique en la agricultura, es - tando su total producción agrícola cubierta por el consumo interno del país, al igual que los otros sectores de la sierra ecuatoriana

5.171 Recursos Energéticos de Azuay-Cañar.-

- a) Electricidad: Existe entre las dos provincias una red eléctrica adecuada cuya energía es suministrada por las siguientes plantas 1/.

1/ Fuente: Empresa Eléctrica Cuenca, S.A 1.967.

Planta	Provincia	<u>Kilowatts</u>	
		Hydro	Diesel
Saymirín	Azuay	6.500	
Yanuncay	Azuay	220	
Monay	Azuay	800	
Narancay	Azuay	80	
Girón	Azuay	23	40
Cuenca	Azuay		500
Guapán	Cañar		2.500
		7.623	3.040

Con un total de 10.663 Kw.

Además se encuentran en la Provincia del Cañar las siguientes pequeñas plantas:

Planta Eléctrica de Biblián, Hidroeléctrica de Cañar, Hidroeléctrica de Azogues.

Cabe hacer mención que está bajo estudio la instalación de una gran hidroeléctrica en la región Cola de San Pablo, para aprovechar el desnivel del río Paute. Esta planta cuya capacidad se calcula en 450.000 Kwts. será ubicada a 20 Kms. aproximadamente al noreste de Azogues.

b) Combustión Directa: Los combustibles utilizables -

para fuerza motriz industrial que se dispone en las dos provincias son como siguen:

<u>Combustible</u>	<u>Precio en Sucres</u>
Gasolina Corriente	4,50/ galón
Gasolina Especial.....	5,25/ "
Diesel.....	3,00/ "
Carbón Mineral.....	800,00/ Ton.métrica.
Leña.....	240 / 5 m ³

5.172 Mano de Obra.-La ciudad de Cuenca, capital del Azuay, es un centro importante - de aprovisionamiento de materiales, de mano de obra-común y especializada, donde existen talleres de mecánica para compostura de equipos. Azogues, capital-del Cañar, aunque mucho más pequeña que Cuenca ofrece también otra fuente de aprovisionamiento más cercano que Cuenca a ciertos yacimientos de arcillas de importancia.

Los jornales y sueldos en la región son como siguen:

	<u>S/ por día</u>		
	<u>De</u>		<u>A</u>
Peón.....	10	-	12
Sobrestante.....	20	-	30
Chofer.....	30	-	40

Mecánico.....	De 40	-	A 50
Electricista.....	40	-	50
Cadenero.....(Ayudante - topografo)....	25	-	30
Topógrafo.....	50	-	60

Se hace notar que de las categorías arriba indicadas desde chofer para abajo en la lista, suelen ser por empleo permanente a sueldo mensual.

5.173 Transporte.--Las ciudades de Cuenca y Azogues, particularmente la primera, goza de buen número de vías de comunicación. Ambas se encuentran sobre la ruta de la carretera Panamericana que atravieza el país de norte a sur, pasando por -- las ciudades de Quito, Latacunga, Ambato, Riobamba, -- el poblado de Gun, en donde existe una bifurcación -- hacia el Puerto de Guayaquil, las ciudades de Azo -- gues, Cuenca, Loja, para seguir rumbo al Perú.

Una línea ferroviaria une la región pasando por Azogues y Cuenca, con el Puerto de Guayaquil y la ciudad de Quito. Varias líneas aéreas transitan diariamente de Quito y Guayaquil a Cuenca con conexiones internacionales y otras las une con el oriente de la República.

A continuación daremos una nómina de las principales carreteras de la Provincia del Azuay.

5.1731 Carreteras de la Provincia del Azuay 1/

A) Mantenidas por el Ministerio de OO.PP.	Longitud
Puente El Descanso-Puente Oña	129 Km
Cumbe-Giron-Uzhcurrumi	120
Sigsig-Gualaquiza	18
B) Consejo Provincial.	
Descanso-Chicticay	8 Km
Chicticay-Paute	14
Paute-Pan-Sevilla de Oro	28
Sevilla de Oro-Pachatanga	9
Desvío San Vicente	2
Nufurco-Palmas	11
Guachapala-Tomebamba-Guaraynac	22
Puente-José Izquierdo	6
Descanso-Ordóñez Lazo	7
Chicticay-Gualaceo	10
Gualaceo-La Unión-Sigsig	26
Gualaceo San Juan	12
Descanso-Jadan	11
Gualaceo-Remigio Crespo	3
Gualaceo-Daniel Cordova	11
Daniel Cordova-Mariano Moreno	4
Santa Ana-Shidmad	4
La Unión-San Bartolomé	12
Caspicorral-Ludo	17
Gima-La Ramada	12
Giron-San Fernando	17
Lentag-La Asunción	12
Lentag-San Fernando	17
Ramada-Nabon	18
Nabon-Cochapata	11
Jarata-Nieves	8
Puente Loma-Jubones	6
Tablon-Pucara	10
Machangara-Ricaurte-Sidcay	12
La Dolorosa-Octavio Cordero	12
Milchichig-Chiquintad	15
Cuenca-Sinincay	15
Cuenca-Lazareto-Sinincay	12
Cuenca-Sayausi-Llulluchas	32
Cuenca-San Joaquín-Barabon-Soldados	23
Cuenca-Valle-San Bartolome	38
Cumbe-Quingeo-Dizha	31

<u>Carreteras</u>	<u>Longitud</u>
Cuenca-Paccha	15 Km.
Turi-Gullanzhapa	6
-Sigsig-Chavo	12
El Valle-Santa Ana	21
Chordeleg-La Union	16
Guachapala-Pan	14
Pallatanga-Chorro Blanco	6

C) Municipio de Cuenca

Salado-Baños	4 Km.
Narancay-Baños	5
Panamericana-Zhcha-Cruruzo	7
Chauillacamba-Llacao	6
Chauillacamba-Nulti	3
La Dolorosa-Octavio Cordero	3
Ricaurte-La Dolorosa	3
Cuenca-Turi	4
Tarqui-Gullanzhapa	8
Zhucay-Tutupali	12
Gullanzhapa-El Verde	2
Desvio-San Agustín	5

D) Municipio de Santa Isabel.

Cochaloma-Asunción	15 Km.
Guanganucho-Jadan	17

5.1732 Carreteras del Cañar.- Fuera de la vía Panamericana que pasa por Azogues encontramos una red de caminos carrozables-que comunican a la capital del Cañar con diferentes caseríos vecinos. Entre los principales tenemos:

I/ Instituto de Investigaciones Económicas de la Universidad de Cuenca. Leonardo Espinoza. Octubre de 1.966.

<u>Desde</u>	<u>CA</u>	<u>Longitud</u>
Azogues	Taday-Pindilig	30.00 Kms.
Azogues	San Marcos	4.50
San Marcos	Cruz Loma-Guintul	3.00
San Marcos	Shiña-Abuga (Km.7 vía Taday)	4.00
Azogues	Planta Electrica	8.00
Azogues	Tanques de agua po table.	7.00
Azogues	Cojitambo-S.Nicolás	16.00
Cojitambo	Déleg	12.00
Cojitambo	San Luis de Mangán	7.00
Charasol	San Miguel de Porotos	7.00
Shullin	Ayancay	4.50
Biblián	San Luis de Mangán	4.00
Biblián	Nabón-Burgay	6.00
Loyola	Cojitambo	7.00

5.2 Geología Regional

En el Callejón Interandino Austral, limitado al Norte por el Nudo Azuay, bajando el declive austral cerca del poblado El Tambo; al Sur por el Nudo Portete-Tinajillas cerca de Saraguro y altura del poblado de - Girón; al Oeste por la Cordillera Occidental (Cordille-
ra de Mullepungo); y al Este por la Cordillera Real, ocurre una alargada hoya de depositación de roca sedi-

mentaria terciaria y cuaternaria, alcanzando aproximadamente 150 Km. de longitud comprendida entre $2^{\circ} 35'$ y $3^{\circ} 10'$ Sur respectivamente.

Según Sawyer 1/ esta gran cuenca sedimentaria-interandina está compuesta de dos prolongaciones o subhoyas, una al Norte que es la subhoya de Cañar-Tambo, que está integrada por la cuenca hidrográfica del río Cañar, y al noreste la subhoya integrada por la cuenca hidrográfica del río Tabacay, alojada entre los cerros Búeran y Pilshum. Ambas subhoyas se unen a la principal Azogues - Cuenca y forman la gran cuenca interandina de depositación más importante y mejor investigada del país.

Tanto la Cordillera Occidental como los nudos - que circunscriben la hoyada, se encuentran compuestos esencialmente de rocas volcánicas (Porfiritas) e intrusivas -- (Dioritas) de edad mesozoica.

Ya T. Wolf 1./ había hecho muchos años antes las observaciones sobre la cordillera occidental, llegando a concluir que ésta se encuentra integrada en su mayor parte por rocas volcánicas y sedimentarias pertenecientes al cretáceo. Predominando principalmente las primeras y habiendo sido comprimidas e intercaladas entre las masas volcánicas plegadas y falladas de la formación denominada -

1/ Sawyer Walther, Geología del Ecuador, Quito 1965. Pag 170.

2/ Wolf T. Geografía y Geología del Ecuador, Leipzig 1892. Pag.258.

diabasa-porfirita. Además es de anotar que la cordillera occidental en esta región presenta batolitos de dioritas y granodioritas que se han introducido entre los pliegues de las rocas preexistentes originando metamorfismo de contacto y mineralización.

Al oriente se encuentra la cordillera Real con sus característicos esquistos Cristalinos paleozoicos -- que se originaron debido al intenso metamorfismo regional del flanco oriental del país. Las rocas metamórficas de esta cordillera, presentan variedad de esquistos mica-ceos, cloríticos, actinolíticos, talcosos, etc, anfibolitas y ofiolitos, presionados y serpentinizados, mármoles pizarras gráficas, filitas, cuarcitas y esquistos conglomeráticos, además gneis (orto y paragneis), migmatitas, granito presionado, etc. En forma general todos los derivados metamórficos de rocas eruptivas (Ígneas), ácidas hasta básicas, y en su mayor parte de rocas sedimentarias, pelíticas, samíticas y sefíticas, además de sedimentos de origen orgánico (animales o vegetales) calcáreos y margosos.

5.21 Cuenca Sedimentaria de Azuay-Cañar.--

5.211 Estudios anteriores.-- Siendo la cuenca interandina más importante del país, razón esta que ha sido investigada por número

Los geólogos en diferentes épocas que fueron llamados la atención dado a sus características estratigráficas y paleontológicas que propinaron interés científico, o dado a sus condiciones de zona potencialmente económica en lo que respecta a minerales principalmente no metálicos, tales como: lignito, arcillas, mármoles, yeso, cuarzo, etc fue estudiado desde el siglo pasado.

5.2111 Alejandro de Humboldt ^{1/}.- En el año 1801-1802 visitó las comarcas de Azogues y Cuenca, habiendo sido llamado la atención por las formaciones muy significativas como las Areniscas de Azogues, que él las atribuyó Cretáceas, confundiendo los elementos fósiles terciarios que allí ocurren. A las formaciones sedimentarias las denominó con el nombre de Areniscas de Cuenca.

5.2112 Teodoro Wolf. ^{2/}.- Visitó la hoya de Cuenca y publicó sus observaciones, tomando al igual que Humboldt a las rocas sedimentarias como Cretáceas. Consideró en la "Arenisca de Cuenca" llamadas por Humboldt, dos tipos de series rocosas las areniscas propiamente dichas y las arcillas.

1/ Humboldt Alexander 1853; On the sandstones of Cuenca.- Kleinere Schriften.- Pag. 131 Stuttgart.

2/ Wolf T. 1879. Viajes científicos por la República del Ecuador.- II Relacion de un viaje geognostico por la- Prov. del Azuay. Guayaquil 1879, Pags 55.

5.2113 George Sheppard (1.943)..- Investigando -
las formacio -
nes rocosas de la cuenca, dió el nombre de "Gru-
po Azogues" a todo el conjunto sedimentario y en
el cual distinguió tres subdivisiones: desde la-
más antigua:

- a) Areniscas y conglomerados de Biblián (Biblián
Sandstones and conglomerates).
- b) Areniscas de Azogues (Azogues Sandstones)
- c) Lutitas Blancas de Cuenca (Cuenca White Shales)

Estas formaciones naturalmente fueron -
comprobadas por Sheppard que pertenecían al ter -
ciario superior en base de fósiles colectados por
él en la quebrada de Paccha y que fueron estudia-
dos por W.B Marshall, E.A.Bowles ^{1/} dando resulta-
dos determinativos de nuevos géneros de gastrópo-
dos característicos del terciario (Mioceno) como-
son: Corbícula (Cyanocyclas) pacchiana, Nerítina -
pacchiana, Hemisinus, (Sheppardiconcha) biblianus,
etc., que Liddle en sus estudios los demuestra cla-
ramente como posteriormente veremos.

1/ Marshall W.B y Bowles, E.A (1932) New Fossil
Fresh-Water Molluscs from Ecuador, Proc.V.S-
Nat. Mus., Vol LXXXII N.2946, art. 5, Washing-
ton.

5.2114 R.A Liddle y K.V.W Palmer (1941)^{1/}.- Ha -
biendo -

realizado estudios geológicos de la región Azuay
Cañar y siguiendo con lo presentado de Sheppard,
cambió solamente las denominaciones en la forma-
siguiente:

- a) Areniscas y conglomerados de Biblián (Biblián
sandstones and conglomerated).
- b) Lutitas Cuenca (Cuenca Shales).
- c) Areniscas del Río Azogues. (Río de Azogues Sands
tones).

Al parecer, este geólogo da erróneamente
el nombre de Arcillas Cuenca a estas lutitas infe-
riores que nada tienen que ver con las lutitas que
afloran en las vecindades de la ciudad de Cuenca,-
que es unidad estratigráfica superior a la Arenis-
ca de Azogues y no inferior. Existe similitud muy-
marcada entre esta lutita que aflora en Cuenca, Cha-
rasol, Azogues, con la lutita inferior que aflora en
Loyola (Chuquipata) y parte al Noroeste de Azogues,
siguiendo la vía Panamericana norte.

Liddle en base de sus estudios estructuró

^{1/} Liddle R.A y Palmer, K.V.W. (1941); "The Geology
and Paleontology of the Cuenca-Azogues-Biblian
Region, etc" Bull. Am. Pal. vol. 26 N. 100. Ithaca,
New York, 53 pgs.

una columna estratigráfica de la Cuenca (Véase - anexo # 5) reconociendo en ella marcadamente dos fases del ciclo de depositación: La primera que comienza con la depositación de elementos gruesos que formaron las Areniscas y Conglomerados de Biblián; luego sobreviene como es natural sedimentación más fina, que diera origen a la formación de lutitas de Cuenca, en cuyo espesor se registran - bancos de areniscas finas intercaladas entre las lutitas. La segunda fase comienza por cambio radical del sistema de sedimentación por causa posiblemente de cambios ambientales, lo que da origen a una nueva formación (Areniscas del Río de Azogues) que comienza con sedimentos gruesos conglomeráticos para pasar a areniscas.

5.21141 Edad de las formaciones según Liddle -
Palmer -

Liddle atribuye a la formación Areniscas y Conglomerados de Biblián, una edad -- Miocénica. Esta formación es sumamente fosilífera, se encontró gastrópodos bien conservados en bancos habiendo identificado entre otros: - Potamolithoides bibbianus, Marshall y Bowles; - Sheppardiconcha bibbiana, Marshall y Bowles; Po macea bibbiana Marshall y Bowles, Unio (Anodontites), sp. Concluyentemente indican su na-

turalaleza de agua dulce, dando además una pequeña guía de su edad.

En cuanto a la Arcilla de Cuenca solamente escamas de peces e impresiones de hojas -- han sido encontradas por Liddle, pero ya que esta formación se presenta en perfecta concordancia con la subyacente Biblián, es confiable suponer que ambas gozan de un mismo ciclo sedimentario regular e intervienen en la misma edad, probablemente mioceno inferior o medio. Las Areniscas del Río Azogues, considera Liddle que pertenecen al Mioceno Superior. No ha encontrado fósiles, excepto maderas silicificadas.

Para tener una clara idea de los fósiles colectados por Liddle, daremos a continuación ilustraciones de este particular (Anexos # 1-2-3 y 4)

5.2115 Ingeniero Marco T. Erazo^{1/}.- El Ing. Marco-

Erazo, vice -- rector de la Universidad de Cuenca, se dedicó al -- gún tiempo a las investigaciones geológicas de la -- hoya Azuay-Cañar, habiendo llegado a la conclusión -- de reconocer las siguientes formaciones desde la --

1/ Erazo Vallejo, Marco T. 1957 "Apuntes sobre la Geología y estructura del valle de Cuenca". Anales de la Universidad de Cuenca, Ecuador; Tomo - XlII N.1 pag. 157 - 197.

más vieja sedimentaria.

5.21151 Formaciones Terciarias.-

- a) Formación Biblián (800 mtrs. de potencia)
- b) Arcillas de Liddle y Palmer (Cuenca Sha -
les) (de 250 a 350 mtrs. de potencia)
- c) Areniscas de Azogues (de 400 a 550 mtrs.
de potencia)
- d) Arcillas de Sheppard (Cuenca Shales)(de -
180 mts. de potencia). Luego de una inconformidad:
- e) Series de arcillas Superiores (de 1.400-
a 1.600 metros de potencia)

5.21152 Formaciones Cuaternarias.- Reconoce -

Erazo de es

te período:

- a) Formación Turi: o elementos fluvio glacia-
res y fluvio lacustres con una potencia de
aproximadamente 150-300 mtrs.
- b) Formación Llacao, que son brechas piroclás-
ticas de 0-100 mtrs. de potencia.

Naturalmente reconoce que existe -
inconformidad entre los elementos terciarios
y cuaternarios.

5.2116 Otros Estudios de la Cuenca.- Como ante-
riormente se
indicó, la hoya sedimentaria del Azuay ha sido-
visitada desde hace más de 80 años, y los repor-
tes críticos e informes de aquellos trabajos --
han venido siendo recopilados para alimentar o-
robustecer el conocimiento de esta geología en-
los tiempos actuales. Entre otros geólogos que-
estuvieron en el austro tenemos: Bushnell, que-
permitió que se publiquen sus observaciones y -
que sean descritas sus colecciones de fósiles.

Otros como: Theron Wasson, Jefe Geólo-
go de la PUERE OIL COMPANY, CHICAGO, ILLINOIS: --
Alex A. Olsson, Geólogo de GLOVERSVILLE, NEW YORK;
Dr. Ray E. Dickerson, Jefe Geólogo de la FOREIGN
DIVISION OF THE ATLANTIC REFINING COMPANY, PHILA-
DELPHIA, PENNSYLVANIA; quienes por la naturaleza
confidencial de su trabajo no pudieron publicar
sus estudios, aunque actualmente sus coleccio-
nes de fósiles y sus críticas aportaron benefi-
cios en resolución de muchos problemas geológi-

cos de la región. Sus informes poco difundidos - han señalado nuevas localizaciones de fósiles y - datos estratigráficos (Ver anexo # 5).

5.212 Conocimientos estratigráficos actuales.- Mapa 13

En base de los estudios formulados anteriormente, en especial los de Sheppard, Liddle y Palmer, e- Ing. Marco T. Lrazo, el Proyecto Minero de NN.UU encar- gó al prestigiado Geólogo Dr. Alexander Schneider rea- lizar el levantamiento geológico regional de la cuenca del Azuay-Cañar con miras a esclarecer las posibilida- des mineras de la zona. El suscrito tomó parte inte -- grante de una de las partidas geológicas explorato -- rias, mapeando ciertas áreas en donde ocurren las for- maciones reconocidas por Schneider que a continuación- se describen: 1/

5.2121 Formaciones Terciarias.- Entre las formacio- nes terciarias que- se han reconocido y comenzado desde la más antigua- tenemos:

5.21211 Formación Santa Ana (Oligoceno ?) Se en- cuentra

1/ Schneider-Scherbina Alexander.1965., Regional Geo- logical Survey, Proyecto Minero de NN.UU. Operation 1.Austro. Memo # 1, 7 pgs. Quito- Ecuador.

LUGINIO NUÑEZ DEL ARCO A.

Escaneado con CamScanner

compuesta en su totalidad por rocas metamórficas, tratándose de esquistos sericíticos - cuarzosos color grisáceo, con una potencia - aproximada de 300 mtrs.. Esta unidad está en inconformidad con el basamento de la Cuenca, la cual la integra formaciones cretáceas inferiores (Cenomaniano hasta Senoniano) de origen volcánico que posiblemente toman parte de la formación Diabasa porfirita que su -- frió el plegamiento y levantamiento neoandí-- nico de la Cordillera Occidental. 1/ .

5.21212 Formación Biblián (Oligoceno ?) Se -
pre -
senta esta unidad con lutitas rojo marrón al
ternado con lentes de conglomerados gris-cla
ros que ha medida de que se sube por la sec-
ción dichos conglomerados se vuelven más grue
sos, aumentando su potencia hacia el norte de
la cuenca. Se ha estimado a esta unidad aproxi
madamente 800 mts. de potencia aunque Liddle
opina 250 mts de grosor (Ver anexo # 5).

Tanto los conglomerados como las a
reniscas que a veces ocurren, se presentan -

1/ Sawyer Walther, 1965, Geología del Ecuador.
Pag. 88. Quito-Ecuador.

fosilíferas integradas por bancadas de gastrópodos que indican facies de agua dulce o corriente. El fósil más difundido es el Sheppardiconcha bibliana estudiado por Marshall y Bowles (Ver anexo # 1) pero se encuentran también otras variedades de gastrópodos y -pelecípodos. 1/ .

La formación Biblián está expuesta en algunos sectores de la cuenca sedimentaria, encontrándose claramente a todo el largo del carretero panamericano entre El Descanso (Quebrada Shullin) y Loyola. Es evidente que en esta región se encuentra el gran anticlinal de Azogues que al haberse erosionado, ha destapado su núcleo que está compuesto por esta unidad. Aflora también la Biblián en las zonas vecinas al caserío que lleva su nombre encontrándose su mayor potencia al norte de dicho caserío.

Debe también mencionarse que en esta formación ocurre en puntos aislados, demostraciones de Asfaltita bajo formas delgadas mili o centimétricas ocupando diaclasas

1/ Liddle R.A y Palmer K.V.W (1941) "The Geology and Paleontology of the Cuenca-Azogues-Biblian Region, etc". Bull.Am.Pal Vol 26.

de varios metros de largo. Según Dra. Ivonne - - Gubler e Ing. Igor Ortynski del Instituto Francés del Petróleo (I.F.P) y del Bureau Des Recherches Du Petrole (B.R.P.). respectivamente, opinan: -- "Que esas manifestaciones son el resultado de evolución de materia orgánica de esquistos organógenos bajo condiciones de presión y temperatura-particulares, prueba de esto están las formaciones sumamente plegadas y las intrusiones en esta cuenca". 1/

Se ha registrado asphaltita en los sitios siguientes:

- a) Arroyo Potrero, cerca del cerro Cojitambo, aproximadamente 10 Kms. en recta al Oeste de Azogues.
- b) Quebrada Shullin, camino que va al caserío de Ayancay entre El Descanso y Loyola, 1 Km. al Oeste desde la vía Panamericana.
- c) Nazón-Burgay, 3,5 Kms. al noroeste de Azogues y a 2.500 mts. desde el puente de Nazón.

1/Gubler, Ivonne (I.F.P) y Ortynski, Igor - (B.R.P) 1966., Informe Geológico Preliminar sobre las posibilidades petrolíferas de -- las Cuencas Sedimentarias del Ecuador.- Servicio Nacional de Geología y Minería-Asesoría Técnica de Petróleos del Ministerio de Industrias y Comercio. Pag. 55 y 58- Quito-Ecuador.

d) El Valle (Chilcapamba), 7 Km. al sureste de Cuenca.

No ha sido difícil suponer por las -
antemencionadas demostraciones de asflato, la-
posibilidad de presencia de petróleo en forma-
económica, lo que precipitó al Proyecto Minero
a realizar una perforación sobre el Anticlinal
de Biblián recomendado por Schneider. Desgra-
ciadamente no se alcanzó la profundidad previs-
ta (2.500 pies) y el pozo fue encementado y a-
bandonado.

Este particular se efectuó en Nazón -
Burgay, sobre la Formación Biblián.

Es de interés mencionar que las luti-
tas rojo-marrón de la Formación Biblián, se en-
cuentran separadas de lutitas más o menos sili-
cificadas, por lentes de yeso y evaporitas que
anuncian el fin de un ciclo climático.

Se nota un predominio de lutitas en-
la zona de Transición con la inmediata supe-
rior Formación Azogues. (Ver foto # 3).

5. 21213 Formación Azogues (Mioceno ?).- Esta -
formación -

ha sido dividida en tres series o subformaciones a saber: a) Lutitas Loyola; b) Areniscas de Azogues y c) Lutitas Guapán.

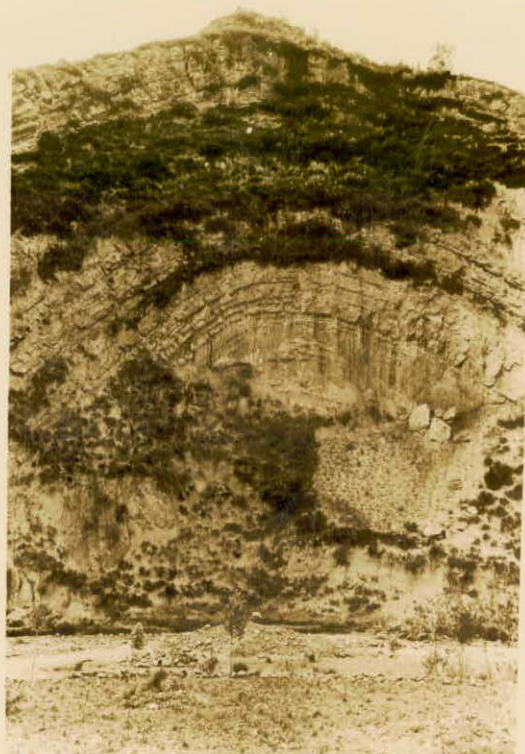


FOTO # 3

ANTICLINAL SIMETRICO ENTRE AZO
GUES Y BIBLIAN.

OBSERVESE EL CONTACTO DE LA FORMACION
BIBLIAN (NUCLEO) CON LA INMEDIATA SU-
PERIOR SUBFORMACION LOYOLA.

- a) Lutitas Loyola (Oligo-mioceno) : Conocidas también con el nombre de Arcillas Inferiores o según Liddle Lutitas Cuenca (Ver párrafo 5.2114).

Se trata de lutitas laminares gris -- blanquecinas y cafeces, con intercalaciones de capas de areniscas finas y margosas y en ocasiones bancos de limonita; Cherts y lutitas carbonosas.

Su potencia se estima de 250 a 350 -- mtrs., existiendo zonas en donde se encuentran expuestas muy claramente, como a partir del cerro El Shalal, cerca de Biblián, hasta el pequeño anticlinal simétrico entre Azogues y Biblián; así como también en Rumihurco entre Loyola y Borrero, etc.

Tanto la Formación Biblián como la -- subformación Loyola, forman parte de un mismo -- ciclo regular de sedimentación, aunque varían -- sus condiciones litológicas, por consiguiente -- están en perfecta concordancia.

El suscrito encontró en el respaldo -- oriental del simétrico anticlinal expuesto en -- la fotografía # 3, bancos fosilíferos de gastró

podos, Hemisinus (Sheppardiconcha) bibbianus y conchas de Ecuadorea bibliana Marshall y Bowles (Ver lámina # 1 y 2 anexas).

En cuanto a la edad de la subformación, no se ha podido hasta el momento determinar con claridad. Tanto Liddle como Olsson atribuyen al Mioceno. Schneider dió a esta unidad una edad oligo-miocénica.

- b) Areniscas de Azogues.-- Refiérese exclusivamente a la arenisca propiamente dicha que se encuentra en posición inmediata superior a la antedicha subformación Loyola.

Se integra esta subunidad de Areniscas Tobaceas de grano compacto medio a grueso y conglomerático formando camas gruesas de aproximadamente 4 mts. en donde frecuentemente se encuentra estratificación cruzado (Cross-bedding) y erosión orbicular (concreciones de areniscas).

La potencia de esta subformación se estima de 400 - 550 mts. Aflora en todo el trayecto del carretero panamericano desde Machángara hacia el norte hasta El Descanso.

Una característica de la Arenisca de Azogues es el color gris parduzco con que se presenta cuando está expuesta al intemperismo, y gris claro en fractura fresca.

La composición básica de esta arenisca es cuarzo, feldespato, arena volcánica y toba. Su granulación en su mayoría gruesa, puede disminuir hasta fina o contrariamente aumentar hasta guijarros de conglomerados.

La edad atribuida a esta subformación es el Mioceno, ya que estratigráficamente forma parte de un mismo ciclo sedimentario con las anteriormente descritas Biblián y Loyola.- Sobre existencia de fósiles de esta unidad, el suscrito encontró en la quebrada Umbe, 4 Km. al este de Borrero, bancos de conchas en el contacto de la arenisca con la inferior subformación Loyola, posiblemente se tratan de moluscos bivalvos que hasta el momento no han sido analizados pero son similares a los expuestos en la lámina N. 4 anexa.

Se nota una cierta intensidad de bancos de lutitas en el contacto con la superior-subformación Guapán.

Tanto la Formación Biblián como Lutitas Loyola y Areniscas de Azogues, han sido encontradas en algunos sectores en estado de metamorfismo, en especial en la zona oriental de Azogues.

- c) Subformación Guapán.- (Mioceno ?). Es conocida también como Arcillas Superiores o según Sheppard, Lutitas Cuenca. Tanto el un nombre como el otro son correctos en virtud de que en esas localidades afloran esta subunidad superior de la Formación Azogues.

Se presentan en estratos de lutitas blanquecinas laminares, ligeramente tobaceas y algo silicificadas.

Se encuentra esta subunidad en perfecta concordancia con la inferior subunidad Areniscas de Azogues, anunciando claramente el fin de un ciclo regular de sedimentación con un espesor aproximado de 180 m. los cuales pueden verse con claridad en la región del caserío de Charasol (Borrero). La ciudad de Azogues está asentada sobre esta subformación, la cual se extiende hasta cerca de Guapán, perdiéndose bajo los elementos cuaternarios del extinto volcán Abuga.

Tiene suma importancia las Lutitas - Guapán, porque son ellas las que retienen una potente cama de bentonita, la cual fue estudiada detenidamente por el suscrito como veremos más adelante.

En referencia a la edad de estas lutitas, se las han atribuido al Mioceno, como la Arenisca de Azogues, ya que la primera no es mas que la continuación de la otra. No se han encontrado fósiles de moluscos en las lutitas superiores, solamente improntas de hojas que poco o nada nos dice de su edad, se han obtenido de los trabajos de perforaciones efectuados por el Proyecto Minero.

Debe anotarse que en ciertas zonas de la cuenca, ha desaparecido esta subunidad Guapán, yaciendo por consiguiente la Arenisca de Azogues directamente en discordancia con la Formación Ayancay, como puede observarse en el camino Shullin-Ayancay, cerca del caserío del mismo nombre.

5.21214 Formación Ayancay (Plioceno ?) Esta formación, -
que es la última de la serie de rocas sedimenta

rias terciarias, fue prevista anteriormente por el Ing. Erazo, de Cuenca (1950), el cual denominó con el nombre de "Serie de Lutitas-Superiores" a lo que hoy se titula como Formación Ayancay.

Esta unidad estratigráfica se ha dividido en tres series o pisos a saber: Ayancay Inferior, Medio y Superiores.

a) Ayancay Inferior. (Mio-plioceno): Luego de describir a las lutitas Guapán, se indicó que con ellas, terminaba un ciclo sedimentario regular. A partir de aquí en la sección encontramos una inconformidad con la serie superpuesta que es la Ayancay Inferior, la cual presenta las características siguientes:

- 1.- Areniscas Tobaceas
- 2.- Areniscas alternando con lutitas -
cafeces y grises
- 3.- Lutitas variadas con lentes carbonosos.
- 4.- Arenisca gruesa café amarillenta -
con estratificación cruzada.
- 5.- Arenisca gruesa gris.

Se ha estimado a la serie inferior u nos 350 a 600 mts. de potencia, encontrándola muy bien expuesta, en el caserío de Ayancay. - Vestigios de ésta pueden apreciarse 1 Km. al - oeste del caserío de Charasol Borrero.

No se han encontrado fósiles que determinen la edad de la roca, solamente improntas de hojas han aparecido como ejemplos fósilíferos.

- b) Ayancay Medio. - Se ha dado este nombre a 550 - mtrs. de potencia aproximadamente, del horizon te más interesante de la sección estratigráfica, ya que en él ocurren la presencia de mantos de lignito que tantas esperanzas brindó a la -- Provincia del Azuay y Cañar.

Esta importante serie tiene las si -- guientes características:

- 1.- Lutitas variadas.
- 2.- Mantos de lignito (Grupo Washington)
- 3.- Lutitas variadas con lentes de arenas y conglomerados finos.
- 4.- Lutitas Rojas con camas de areniscas finas unidas a Toba ácida.
- 5.- Manto de Lignito (Cañari)
- 6.- Areniscas tobaceas gris-blanquecinas.

Debe anotarse que los mantos de lignito fueron prospectados en muchos kilómetros-casi sin interrupción, habiéndose prospectado desde Biblián (San Luis de Mangán hasta cerca de Cuenca (Río Sidcay).

En cuanto a su edad, Schneider coloca a esta serie en el plioceno.

El Ing. Rodrigo Alvarado encontró en los túneles de explotación de lignito en San - Luis de Mangán y junto al carbón, pedazos cónicos de este material, que Roberto Hoffstetter, famoso paleontólogo francés, atribuyó que se trataba de dientes de un cocodrilo fósil que habitaba en esas zonas pantanosas. Otros pedazos - pertenecían a pequeños roedores fósiles. De todo este particular no se ha tenido conocimiento orientado a dar la edad precisa de esta serie - rocosa.

c) Ayancay Superior.-- Esta serie representa el último ciclo sedimentario de rocas terciarias; se caracteriza yendo en orden ascendente en la sección como sigue:

1.- Lutitas variadas con escasos lentes-

de areniscas tobaceas y conglomerados fi
nos con raros lentes de lutitas rojas.

2.- Areniscas café amarillentas de grano
fino y medio y en ciertas ocasiones luti
tas.

3.- Areniscas gruesas blanco grisáceas -
alternando con lentes de conglomerados -
tobaceos.

Este conjunto de rocas correspondientes
a esta serie se estima que alcanzan aproxima -
mente 500 mts. de potencia.

No se ha encontrado fósiles de este A-
yancay, pero se atribuye una edad plio-pleisto -
cénica.

5.2122 Formaciones Cuaternarias.- Encontrándose en
discordancia con
cualquiera de las formaciones terciarias antes des-
critas, sepultan a dichas rocas a medida que nos a-
proximamos a la zona sur de la cuenca. Encontramos-
tres formaciones correspondientes a este período, a
saber: Turi, Tarqui y Llacao.

a) Formación Turi (Plio-pleistoceno). La integran -

150 a 300 mts. de Conglomerados fluvio-glacial y fluvio-lacustres, intercalados con lentes de lutitas y predominantemente color grisáceos. Los cantos rodados que integran la formación no sobrepasan de 10 cts. de diámetro.

Se ha estimado a la unidad una edad que está entre el plioceno y pleistoceno, pero es evidente que esta formación es más nueva que cualquiera de las antes descritas. Se anota que la unidad estratigráfica ha sufrido en gran parte el movimiento epirogenético de los Andes que se produjo al fin del plioceno y comienzos del pleistoceno, razón esta que sus estratos ostentan busamientos fuertes, fallas y diaclasas en algunos sectores. No se ha encontrado elementos fósiles de esta unidad.

- b) Formación Tarqui (Plio-pleistoceno). Se trata de tobos y cenizas volcánicas alternando con lentes de conglomerados blanquecinos y rojizos.

Se estima 250 mts. de potencia de esta formación.

Sus estratos, al igual que la formación Turi, presentan en algunos sectores fuertes busa-

mientos (55° a 60°), fallas y diaclasas, demostrando como la anterior, ser de edad contemporánea a los últimos movimiento orogénico de los Andes. Estas son razones para que algunos geólogos que han conocido estas rocas opinen de que se trata de la misma unidad sedimentaria tanto la Formación Turi como la Tarqui. Otros como -- Sawyer, opinan que son las mismas Areniscas de Azogues que se continúan hacia el sur de Cuenca que es en donde ocurren más frecuentemente. 1/

Debe anotarse que los estratos tobáceos de la Formación Tarqui en muchos sectores se presentan caolinizados dando origen a depósitos de interés (Caolín Socorro, caolín Cushin Bolo, caolín Cumbe, etc.).

- c) Formación Llacao (Pleistoceno- Reciente) Son -- mantos de brechas piroclásticas gruesas con matriz turbia tobacea ácida, que está en discordancia con la Formación Tarqui. Se distingue esta unidad estratigráfica por encontrarse sobre las terciarias o cuaternarias, en forma de costras o manchones blanco plomizos que se presentan al paso, viajando por la vía Panamericana desde Azoguez hasta Cuenca. Se presentan muy claramente --

1/ Sawyer Walther, 1965. Geología del Ecuador. - Quito-Ecuador, pag 183.

en la zona del caserío de Llacao (Pacchamama).

Se calcula que la potencia aproximada alcanza hasta 100 mtrs. en ciertos lugares. La edad de la formación es atribuida entre el Pleistoceno y el Reciente. Su forma completamente horizontal de los estratos, indican que no sufrieron ninguna perturbación importante ya que son posteriores al movimiento orogénico y contemporáneos a los tablasos --- pleistocénicos de la Península de Santa Elena

5.2123 Formaciones Recientes..- A esta edad se

han atribuido depósitos de gruesos conglomerados de pie de monte, marinos y glaciolacustres que ocurren con una aproximada potencia de 50 mts., encontrándose expuestos en la región nor-occidental de Cuenca, Baños, etc. Estas formaciones rocosas han originado un extenso depósito de arcilla (Arcillas Sinincay) que posteriormente se estudiará.

5.2124 Formaciones Subrecientes..- Se atribuyen a 50 mts.

de grosor aproximadamente de Terrazas fluvioconglomeráticas. Sobre parte de estas terrazas se encuentra asentada la ciudad de Cuenca.

5.213 Tectónica.- Al final del terciario (Plioceno) y comienzos del cuaternario (Pleistoceno) se produjo el movimiento de ascensión epigeotética de los andes, produciendo grandes trastornos sobre las rocas preexistentes. Estos trastornos se tradujeron por aparición de grandes plegamientos de las masas, así como también originando fallas y diaclasas testigos de lo antedicho.

Las formaciones terciarias de la cuenca de depositación del Azuay-Cañar, sufrieron igualmente grandes movimientos que se expresan hoy en las diferentes estructuras tectónicas que ocurren y además un intenso volcanismo por la tectónica.

5.2131 Plegamientos.- En conclusión de los estudios geológicos de superficie sobre rocas terciarias, se puede afirmar que éstas se encuentran orientadas en sentido general N.S, formando un gran plegamiento Sinclinal que transversalmente abarca todo el ancho de la cuenca y longitudinalmente se extiende desde cerca de Cañar, hasta cerca de Cuenca en donde se hunde encontrándose sepultado por elementos cuaternarios que allí ocurren.

De este gran Sinclinorio, está a la vista el famoso Anticlinal de Azogues y Sinclinal de Azogues.

5.21311 Anticlinal de Azogues.- Se trata de un -
pliegue amplio -
y simétrico del Sinclinorio, cuyo eje viaja en -
sentido N-S. Ha sido observado en una extensión-
de más de 25 Km., sin dificultad, pero su longi-
tud prospectada abarca casi todo el largo de la-
cuenca de afloramientos terciarios.

De este gran anticlinal, en la zona de Loyola, ha quedado solamente sus flancos y el nú-
cleo por acción de la erosión. Los flancos se --
presentan como grandes murallones tanto al este-
y oeste del poblado de Loyola y están compuestos
de las Areniscas de Azogues que han sido más re-
sistentes al intemperismo que las lutitas. El nú-
cleo lo compone la Formación Biblián con sus ca-
racterísticas arcillas rojo-marrón muy buenas pa-
ra agricultura. En este sector el anticlinal se-
lo aprecia en unos 3 Kms. aproximadamente de --
flanco a flanco.

5.21312 Sinclinal de Azogues.- Se encuentra situa-
do aproximadamente
a 1 Km. al oriente del poblado de Loyola y su eje

viaja en sentido N-S atravezando por la parte occidental de Charasol (Borrero), luego - sigue rumbo a la ciudad de Azogues pasando - por el extremo oeste y se pierde en los mantos de calizas y tobas de Guapán al norte.

Es de importancia este plegamiento simétrico para el estudio de las arcillas, - porque el prospectarlo sirvió para señalar - la ocurrencia de mayor cantidad de bentonita, la cual aflorando en gran cantidad en el flanco oriental, que por efectos del sinclinal se repite sobre el flanco occidental.

Debe anotarse que este pliegue, a - la altura del poblado de Loyola, se pierde en una gran extensión sepultado por la Formación Llacao, pero más al sur reaparece hasta cerca de Cuenca.

5.2132 Fallas.- Las fallas más importantes corren en sentido N-S, unas que delimitan la cuenca en sus partes transversales, y otras - paralelas, que han actuado en diferentes sectores como son en el flanco occidental del Anticlinal de Azogues, han dividido a éste en bloques a largados y escalonados. Una evidencia de la exis

tencia de fallas longitudinales, lo hacen los ríos Hunancay Ayancay y Déleg, que llevan estricto rumbo N-S, los cuales se aprovecharon de las fallas para formar su cauce. Otro detalle es la tectónica acentuada por la intrusión andesítica del cerro Shalal al este de Biblián, que en posición vertical forma el núcleo alargado de éste, y se extiende hasta el cerro Cojitambo al sur.- El río Azogues se ha abierto paso a través de esta barrera intrusiva (Molinohuaico) estando a la vista el contacto de la intrusión andesítica, en estado de alteración con la subformación lutitas Loyola. Aquí se manifiesta claramente una ruptura del flanco occidental del anticlinal de Azogues, que por efectos de la falla se introdujo magma andesítico y en esta forma metamorfoseó las rocas preexistentes, como puede apreciarse al observar las arcillas requemadas cerca del contacto. Por consiguiente existe un alineamiento bien marcado de la falla que dio origen al cerro el Shalal y Cojitambo; según Sawer 1/ supone que luego de producirse la falla en donde ya se introdujo magma andesítico formando el cerro Shalal, una posterior erupción originó el Cojitambo, que luego la parte oriental

1/ Sawyer Walter, 1965. Geología del Ecuador. - Quito-Ecuador. pag. 182.

se derrumbó hacia el poblado de Chuquipata. Esto es evidente en lo que corresponde al estado de descomposición de la andesita en el cerro Shalal que es superior y posiblemente más antigua que la del Cojitambo.

Debe indicarse también la ocurrencia de fallas como consecuencia de la acción tectónica en la cuenca, al demostrar la existencia de gran cantidad de depósitos de Travertino que se formaron por precipitación de aguas carbonatadas que se aprovecharon de grietas y fallas originadas en los movimientos 1/.

Se indicará finalmente la existencia de una falla rumbo N-S, límite oriental de la cuenca que dió origen al dique de Andesita basáltica hornblendífera del cerro Tاهual, esta falla representa la sutura de la Cordillera Occidental encubierta por estratos terciarios superpuestos (Areniscas de Azogues), de un lado, y las pizarras cristalinas de la Cordillera Real.

Debe la misma falla mucho que ver con la existencia del extinto volcán Abuga (Noreste de Azogues).

1/ O'Rourke J.E. 1967. Travertine Deposits of the Cañar-Azuay Region. United Nations-Ecuador. -- Proyecto Minero, Operation N.3.

TERCERA PARTE

6. DEPOSITOS

Con la finalidad de presentar una mejor visión de los yacimientos de arcillas que fueron de interés y los cuales se estudiaron lo más convenientemente posible, se procederá en primer término a un bosquejo sobre estos materiales.

6.1 Preámbulo

X Las arcillas han sido la primera materia prima mineral utilizada por el hombre. X

X Enteramente constituida por partículas minerales, aluminosilicáticas de escasos milésimos de milímetro, X abarca una infinidad de variedades de asociaciones mineralógicas. X Tal es la amplitud de variación de los tipos de arcillas, que nadie todavía ha intentado su clasificación detallada de manera coherente.

X Hasta fecha reciente, por desconocimiento de su naturaleza mineralógica exacta, de la cual dependen sus propiedades tecnológicas, la utilización de las arcillas permaneció durante milenios en el dominio del empirismo. Sin embargo la infinita variación de sus propiedades nunca cesó de sugerir nuevas aplicaciones prácticas. Materia prima esencial de la cerámica, las arcillas se han tornado hoy indispensables también en la industria metalúrgica, petrolera, de reconstrucción, de refinería-

y de producción de diversos productos orgánicos, farmacéuticos, cosméticos, alimenticios y en la fabricación de la goma, del papel, de las tintas, de los plásticos, fertilizantes, bebidas, pesticidas, etc. Resulta que en la economía mineral mundial, las arcillas ocupan hoy una posición destacada. Mientras que muchos tipos de arcillas se presentan en depósitos de distribución casi universal, otros - más raros y de propiedades muy específicas, - se han tornado el objeto de comercio internacional de gran escala.

X Los elementos químicos dominantes en las arcillas son los mismos que dominan también en la composición promedia de la corteza terrestre (O : 46,60 %; Al: 8,13 %; Si: 27,72- total: 82,45 %). La corteza terrestre contiene un 80% de arcillas, de las cuales solamente el 5% son de origen hidrotermal. Ello determina la gran frecuencia y la casi ubiquidad de los depósitos de arcillas. Además, las varias especies alumino-silicáticas que constituyen las arcillas, se forman en el ambiente físico-químico que reina en la superficie de la corteza terrestre, a su contacto con la hidrósfera y la atmósfera. Por consiguiente, estas especies mineralógicas alcanzan su estabilidad, su durabilidad y frecuencia máxima en la superficie de la tierra. f

X La gran frecuencia y la ubicación superficial de los depósitos de arcillas facilitan su búsqueda y su -

explotación. En efecto la prospección de las arcillas ha sido la más antigua actividad geológica en todo el mundo. ^

Sin embargo, la variedad de tipos de depósitos de arcillas es tan infinita, como la variación de su composición mineralógica. Con la diversificación y el perfeccionamiento de la tecnología de las arcillas, las especificaciones de composición y de propiedades requeridas para sus numerosos usos modernos tórnanse cada día más estrechas. Además, la fabricación en masa de productos uniformes en que se utilizan las arcillas se centraliza más y más, exigiendo fuentes de materia prima rigurosamente-seleccionadas, de gran volumen y de alta homogeneidad. +

+ Para cumplir con las crecientes exigencias tecnológicas, la prospección de las arcillas es hoy una tarea delicada, en que intervienen los métodos más modernos de la investigación mineralógica de partículas infinitesimales, de tamaño cercano al dominio de los colóides. +

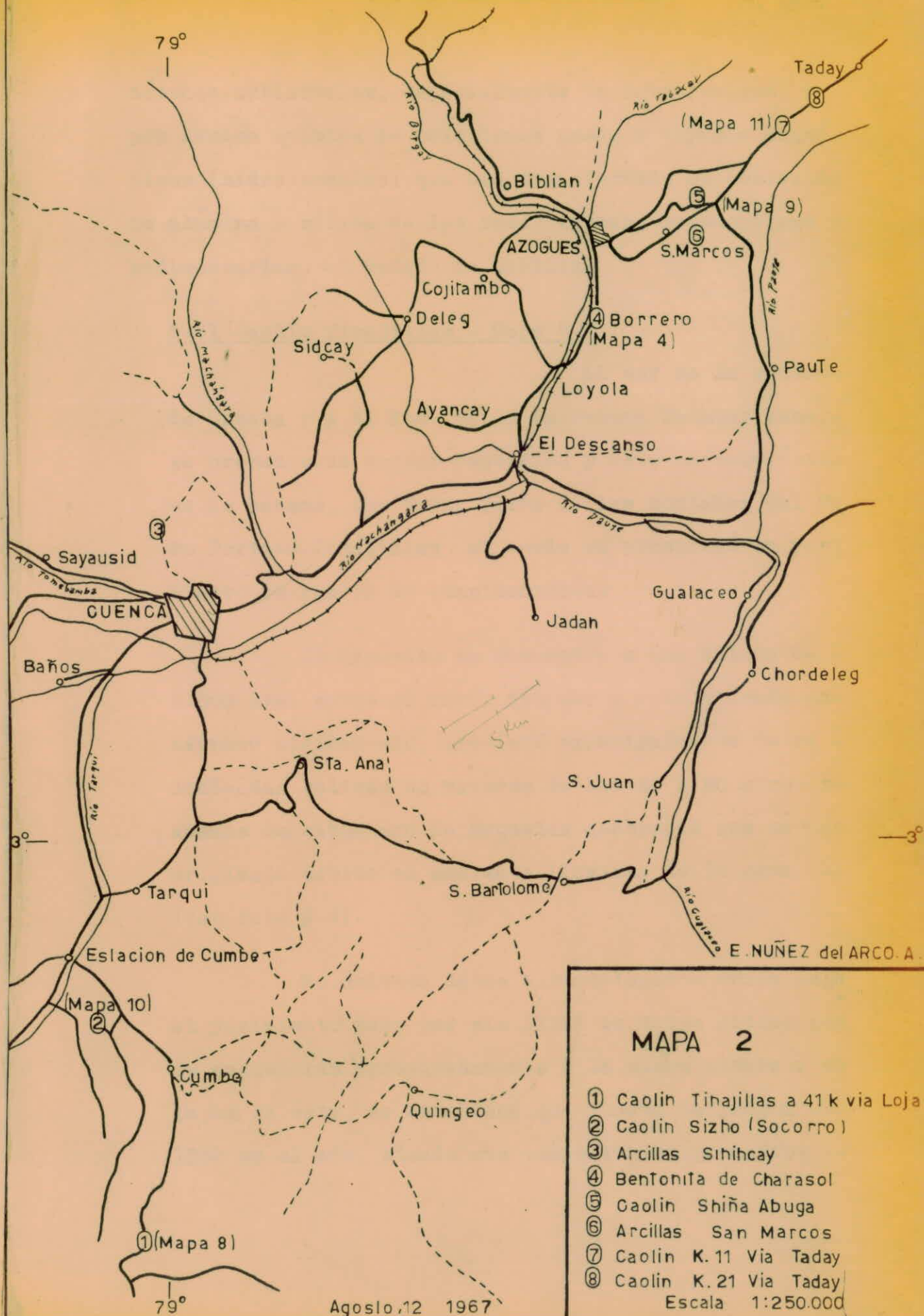
6.2 Yacimientos Estudiados-Mapa 2

De acuerdo a su génesis los yacimientos de arcillas que vamos a describir, han sido clasificados en dos-grupos a saber: Epigenéticos y Singenéticos.

A) DEPOSITOS EPIGENETICOS

+ Son los que se han formado por la acción de fe-

SITUACION DE LOS DEPOSITOS DE ARCILLAS



nómenos ambientales, especialmente de intemperismo, o por acción química de soluciones gases y vapores magnéticos (hidrotermales) que han transformado el contenido de alúmina y sílica de las rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, al estado de arcilla.

6.21 Caolín Tinajillas - Mapa 8.-

Al sur de la ciudad de Cuenca y a 41 Kms. en la carretera Panamericana, se presenta un sector desértico y frío característico de páramo, que forma parte de las montañas del Nudo Portete-Tinajillas en donde se prospectó un yacimiento de caolín de consideración.

El depósito se encuentra a una altura de 3.500 mts. sobre el nivel del mar y está ubicado en terreno accidentado, provisto principalmente de redondeadas colinas no mayores de los 60 a 80 mtrs. y además un sinnúmero de pequeñas quebradas que se han originado debido al ambiente lluvioso de la zona. -- (Ver foto # 4).

No existen datos climatológicos donde está el yacimiento pero por similitud de otros sitios que se encuentran aproximadamente a la misma altura y no lejos de éste, se establece que llueve de 1200 a --- 1300 mm al año, siendo sus temperaturas promedios --

79° 01'

37° 15'

MAPA BCADLIN DE JINAJILLASRIO DE MUESTREO

- CADLINIZACION BUENA
- CADLINIZACION MALA

CARRERACURVAS DE NIVEL EQUIVALENTES A 4MRIO, QUIBRADAESCALA 1:1000EUGENIO NUÑEZ DEL ARCO A.

79° 01'

máximos y mínimos al día, 12 a 13° C. y 4 a 6° C. respectivamente.



FOTO # 4

TINAJILLAS :

FORMA ONDULANTE DEL TERRENO Y SISTEMA -
DE EXPLOTACION DEL CAOLIN (RUDIMENTARIO)

6.211 Geología del Depósito.- Detalles de la geología de este yacimiento son oscuros por falta de afloramientos de roca inalterada, pero sin embargo se puede describir a la roca que allí ocurre, como un complejo de elementos volcánicos porfiríticos que se presentan por bastas extensiones en la región. La textura de estas rocas ácidas caolinizadas, hacen suponer -

la existencia de ocurrencias intrusivas cercanas de dimensiones desconocidas que pudieran ser responsables de un posible origen hidrotermal del depósito.

Esta especulación no ha sido comprobada en razón de no haber identificado minerales que diagnostiquen el antedicho origen.

El yacimiento de caolín se presenta como una lente de material transformado, el cual, mediante cateos que se realizaron con taladros, demostró tener diferentes espesores en algunos sectores de la mina. Tal sucede en la forma de la cantera más grande de explotación rudimentaria en que el material sobrepasa la decena de metros de espesor. En otros sectores el caolín no excede el metro. Debe anotarse la forma como el material caolinizado se encuentra directamente en contacto con el espeso suelo negro húmico que lo cubre, hecho que indica la existencia de fuerte acción de intemperismo sobre las arcillas. - (Ver foto # 5).

6.212 Trabajos realizados. - Se ha logrado realizar -
mediante perforaciones a taladro manual y con pico y pala, la delimitación -- del yacimiento. Para efectuar este trabajo se delimitó sobre el terreno una red de cuadrícula de 25 m.-

de lado, habiendo perforado en cada punto de corte de los cuadros. La cuadrícula fue orientada 25° al NW y se extendió sobre 5.68 hectáreas. La cantidad de hoyos perforados alcanzan a 112 con propundidades que van desde los 3 hasta los 7 m. (Ver foto # 6).



FOTO # 5

TINAJILLAS ;

SE OBSERVA EL FUERTE GROSOR DEL MA
TERIAL TRANSFORMADO Y LA MANERA RU
DIMENTARIA DE SU EXTRACCION. VEASE-
COMO EL SUELO HUMICO YACE EN DIREC
TO CONTACTO CON EL CAOLIN.



FOTO # 6

TINAJILLAS :
UNA DE LAS TANTAS
PERFORACIONES DE
CATEO A CUADRICULA
EN EL YACIMIENTO

De acuerdo al antedicho cateo se prospectó 3.65 htrs. de buen material con mínimo espesor promedio de 2 m., lo que indica que existe caolín de fácil extracción en cantidad que sobrepasa los 70.000. m³., y que dá en forma conservativa la cifra de --- 140.000 toneladas calculando en base de un peso específico = 2.

6.213 Accesibilidad.- La ubicación del depósito demuestra que se encuentra cerca de un centro poblado importante como es la ciudad de Cuenca;

por consiguiente no existe dificultad en el transporte, siendo además económico (100 sucres/ Ton.). Por la facilidad de encontrarse el yacimiento en el flanco de una colina, la explotación del material a cielo abierto es aconsejable y de bajo costo (Ver fotos 7 - 8).



FOTOS 7-8

TINAJILLAS:
OBSERVESE COMO
POR FALTA DE
DIRECCION TECNICA
EN LA EXPLOTACION,
LA CONTAMINACION
DEL CAOLIN
PRODUCE UN
MINIMO DE
RECUPERACION



La falta de agua corriente para los trabajos no es un problema en razón que puede ser reemplazada -- por almacenamiento de aguas lluvias debido al clima que presenta la región.

6.214 Pruebas Efectuadas.-- En base de 6 muestras preliminares que se colectaron -- al comenzar el estudio del depósito, y habiéndolas sometido a pruebas de laboratorio de refracción a Rayos X, -- tendientes a obtener resultados de la composición mineralógica del caolín, y de acuerdo a las intensidades observadas en el diagrama, por orden de importancia en la especie mineralógica tenemos:

<u>1/</u>	<u># de Muestra</u>	<u>Especie Mineralógica</u>
	1589 / M1	Cristobalita, Cuarzo, Caolinita, Plagioclasa (trazas).
	1590 / M2	Cristobalita, Cuarzo, Caolinita (Halloysita,) Illita (trazas).
	1591 / M3	Cristobalita, Caolinita (Halloysita), Cuarzo.
	1592 / M4	Cristobalita, Caolinita, -- Cuarzo, Illita (trazas).
	1593 / M5	Cristobalita, Caolinita (Halloysita), Cuarzo, Illita -- (trazas).
	1594 / M6	Cuarzo, Caolinita (Halloysita) Illita (trazas), Cristobalita (trazas).

1/ Laboratorio De Rayos X. Servicio Nacional de Geología. Dra. Leonor Orozco, Quito, 1966.

Todas las muestras son de color blanco o blanco-amarillento, granulares y de baja plasticidad.

La caolinita se presenta de escasa cristalinidad y muestra una distintiva tendencia a hidratación y transformación a halloysita. La hidratación de la caolinita es posiblemente un efecto de intemperismo que decrece con la profundidad.

6.215 Conclusiones.- El material de Tinajillas, se puede utilizar en diferentes industrias donde el uso de la caolinita de baja cristalinidad se requiera.

Dada la apreciable extensión del depósito, la accesibilidad, tipo de caolinita que fuertemente prevalece en su composición y homogeneidad, hacen considerar que el yacimiento sea de importancia.

6.216 Recomendaciones.- Debe realizarse, como continuación de los estudios realizados, perforaciones profundas hasta donde el material comience a transformarse, con la finalidad de estimar con mayor exactitud las reservas del yacimiento y la selección del material existente en la profundidad.

6.22 Caolín Shiña-Abuga (Mina Mercedes) Mapa 9.-

Se encuen

tra localizado a 7.5 Km. de la ciudad de Azogues, en la vía oriental Azogues-Taday, aproximadamente a una hora en vehículo desde la ciudad de Cuenca.

Se ha considerado a este yacimiento de caolín, , como el de mayor capacidad y magnitud en las provincias de Azuay y Cañar hasta aquí conocidos, fuerte razón a que se hayan asignado a dichas provincias como -- las localizaciones más favorables para el desarrollo de la manufactura cerámica en el país. 1/

A pesar del poco conocimiento que se tenía - sobre la mineralogía y variación de esta arcilla, ambas plantas cerámicas ecuatorianas las utilizaban desde hace algún tiempo como el mejor ingrediente de pastas.

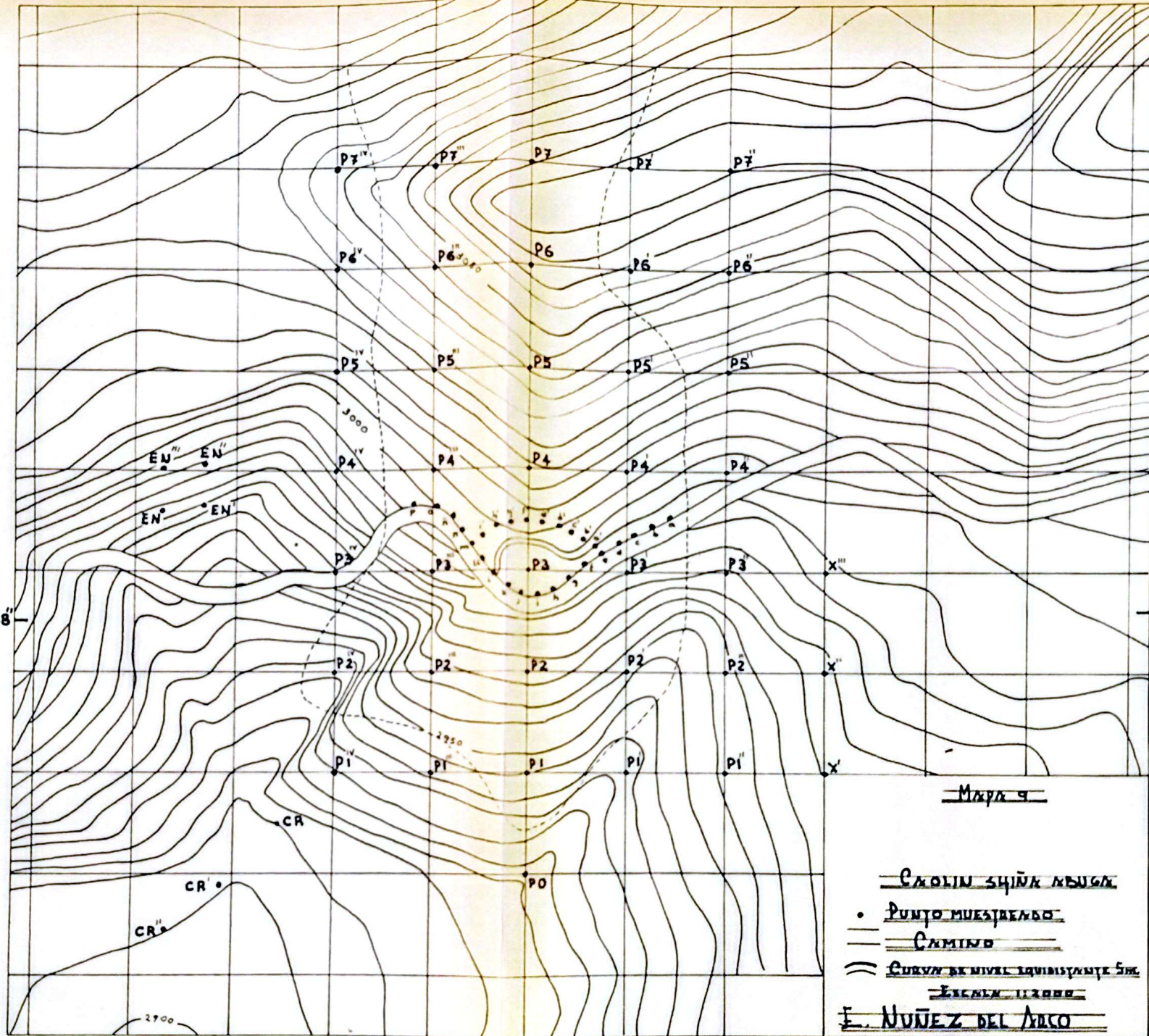
6.221 Generalidades del Depósito.- Se trata de una- alta zona montañosa a 3.000 metros sobre el nivel del mar, provista de colinas y quebradas que dan el aspecto de terreno accidentado, por donde el carretero se ha abierto paso, descubriendo transversalmente al yacimiento. El panorama general del sector es típico de

1/ Mangez G. y Mosquera C., Noviembre, 1959. Reseña sobre el yacimiento de Caolín de Azogues y los lavaderos auríferos de Sigsig-Aillón. Misión Geológico Minera franco-ecuatoriana. Dirección General de Minas e Hidrocarburos, Ministerio de Industrias y Comercio. Informe Particular # 17. Quito-Ecuador.

2°43'38"

2°43'38"

78°46'22"



Mapa 9

CAROLIN SHIWA MBUGA

• PUNTO MUESTREADO

— CAMINO

— CURVA DE NIVEL EQUIVALENTE 5M

ESCALA 1:2000

E. NUÑEZ DEL ARCO

transición entre la hoyada y el páramo. El clima es templado, aunque en ciertas épocas se vuelve más -- frío. Se distingue que el intemperismo no es tan -- fuerte como en la región de Tinajillas, aunque ciertas condiciones climatéricas son similares, tales -- como las lluvias que se registran de 1000 a 1200 mm anuales, y las temperaturas promedios diarias máximas y mínimas que oscilan de 11° C. a 5° C. respectivamente.

Otra característica del sector es la presencia del espeso suelo orgánico que cubre la roca y que se vuelve inservible para agricultura por su extremada acidés.

6.222 Geología del Yacimiento.-- Por la similitud que existe con el anteriormente estudiado Caolín Tinajillas en lo que respecta a la forma lenticular del depósito y los minerales arcillosos que entran en su composición, parece que estamos frente a un yacimiento que tiene el mismo origen que el anterior.

La existencia del extinto volcán Abuga situado al noreste de Azogues posiblemente produjo intrusivas en todas las áreas circundantes, inclusive en el yacimiento, puesto que se notan sistemas de -- fallas longitudinales y transversales en el depósito. Estas no fueron minuciosamente analizadas por la --

complejidad con la que ocurren, pero deben ser ellas -
causantes posiblemente, de la distribución caolinítica
y percolación hidrotermal en rocas ígneas y sedimenta-
rias post-volcánicas de la región.

Las rocas extrusivas leucocráticas que allí-
ocurren, muestran una composición que varía desde da-
cíticas a latíticas con gran abundancia de cuarzo en -
algunas áreas, oligoclasas, algunas ortoclasas y un ba-
jo contenido de biotita y hornblenda. Presenta textura
holocristalina, que son de color gris claro, y su dure-
za cambia ampliamente con el grado de caolinización, se-
gún Mangez G. y Mosquera C. en la visita que realiza-
ron al yacimiento en el año 1959, afirman que se trata
de una diorita caolinizada que se presenta por una am-
plia extensión de la región. 1/

6.223 Trabajos Efectuados.- Se ha realizado el levanta-
miento topográfico del de-
pósito Shiña-Abuga a escala 1: 2000, con curvas de ni-
vel cada 5 m., y en él se ubicó una red de cuadricula-
do de muestreo, habiendo perforado a taladro manual en
los puntos de corte de los cuadros los cuales tenían -

1/ Mangez G. y Mosquera C. Noviembre 2 de 1959. Rese-
ña sobre el yacimiento de caolín de Azogues y los
lavaderos auríferos de Sigsig-Aillón. Misión Geolo-
gico Minera.Franco-Ecuatoriana. Direccion General-
de Minas e Hidrocarburos. Ministerio de Fomento. -
Quito-Ecuador. 11 pgs.

50 m. de lado. Se perforaron 35 hoyos con profundidades promedios de 2.5 a 8 m. en forma sistemática, y fuera de la cuadrícula 10 perforaciones más. Además se realizó un muestreo sistemático superficial al rededor de la única cantera de explotación existente, cada 10 m. de distancia horizontal y siguiendo la vía en el respaldo norte de ésta. Todas las perforaciones y muestreos, fueron debidamente ubicados en el plano. En razón de que la herramienta no lo permitió no se alcanzaron mayores profundidades que hubieran sido necesarias porque el material, especialmente en ciertas zonas es muy potente.

Del producto de las perforaciones, se pudo delinear un contorno de caolinización del yacimiento que tiene una superficie de 4.63 hts.² de buen material, estimando que la cantidad existente sobrepasa algunos millones de toneladas. Debido a las razones antedichas de la forma como se presentó el material, no se pudo realizar un cálculo bien aproximado del volumen.

Benjamín Franklin Wallis, años atrás, había realizado perforaciones profundas en el yacimiento -- con la finalidad de estimar el depósito. El llegó a la conclusión de que existe material de muy buena calidad que sobrepasa los 200 pies de profundidad y es

timó de manera conservativa la existencia de 4' 200.000 Ton.

Todos estos datos fueron recopilados en un reporte que este señor pasó al Banco de Fomento y desdichadamente no se pudo conseguir hasta la fecha el an tedicho informe.

6.224 Accesibilidad.- El depósito se encuentra al pie de una vía carrosable en buen es tado, que presenta fácil y económica transportación -- del material a centros poblados cercanos como Azogues y Cuenca (\$/ 3,00 a \$/ 5,00/qq).

Existen pequeños riachuelos y quebradas a -- cortas distancias del yacimiento, los cuales pueden -- ser utilizados en los procedimientos de explotación, -- sin riesgos de escasear el agua en razón de que ésta -- fluye de manera permanente durante todo el año.

6.225 Dueños.- Tanto el depósito como el terreno es -- de propiedad de la familia Abad de la ciudad de Azogues, quienes lo explotan desde hace muchos años. Su representante es el Ing. Civil César A -- bad, el cual tiene legalizadas sus pertenencias.

6.226 Análisis de las muestras.- Sólo aproximadamente el 20% de las muestras obtenidas fueron tratadas en Rayos X-difractometría .

Algunas presentan la cristobalita más abundante que el cuarzo, indicando la posible hipótesis del origen hidrotermal del depósito. Caolinita y halloysita se encuentran en algunos sectores, siendo el mejor componente de las muestras. El aumento de hidratación y baja cristalinidad de la caolinita ocurre donde el contenido de plagioclasa y ortoclasa decrece. Este particular se observa en sentido sur a norte en el terreno. Esmeectitas, illitas y micas se presentan en menor grado y solamente en la parte oriental del yacimiento.

Del muestreo principal efectuado, o sea del de cuadrícula, y en base de las pruebas de Rayos X se pudo representar los resultados con curvas de concentración que dan una evaluación cuantitativa relativa al contenido de cuarzo, feldespato y caolinita. Las curvas varían como es normal en sentido opuesto, dando zonas donde la explotación para la industria cerámicas es más favorable (Ver lámina # 1 adjunta).

Del muestreo superficial efectuado a lo largo del carretero y en dirección este-oeste, se realizaron también pruebas difractométricas, habiéndose representado igualmente los resultados en curvas de concentración (Ver lámina # 2). 1/. De estas pruebas an-

1/ Laboratorio de Rayos X del Servicio Nacional de Geología y Minería. Dra. Leonor Orozco. 1966. Quito.

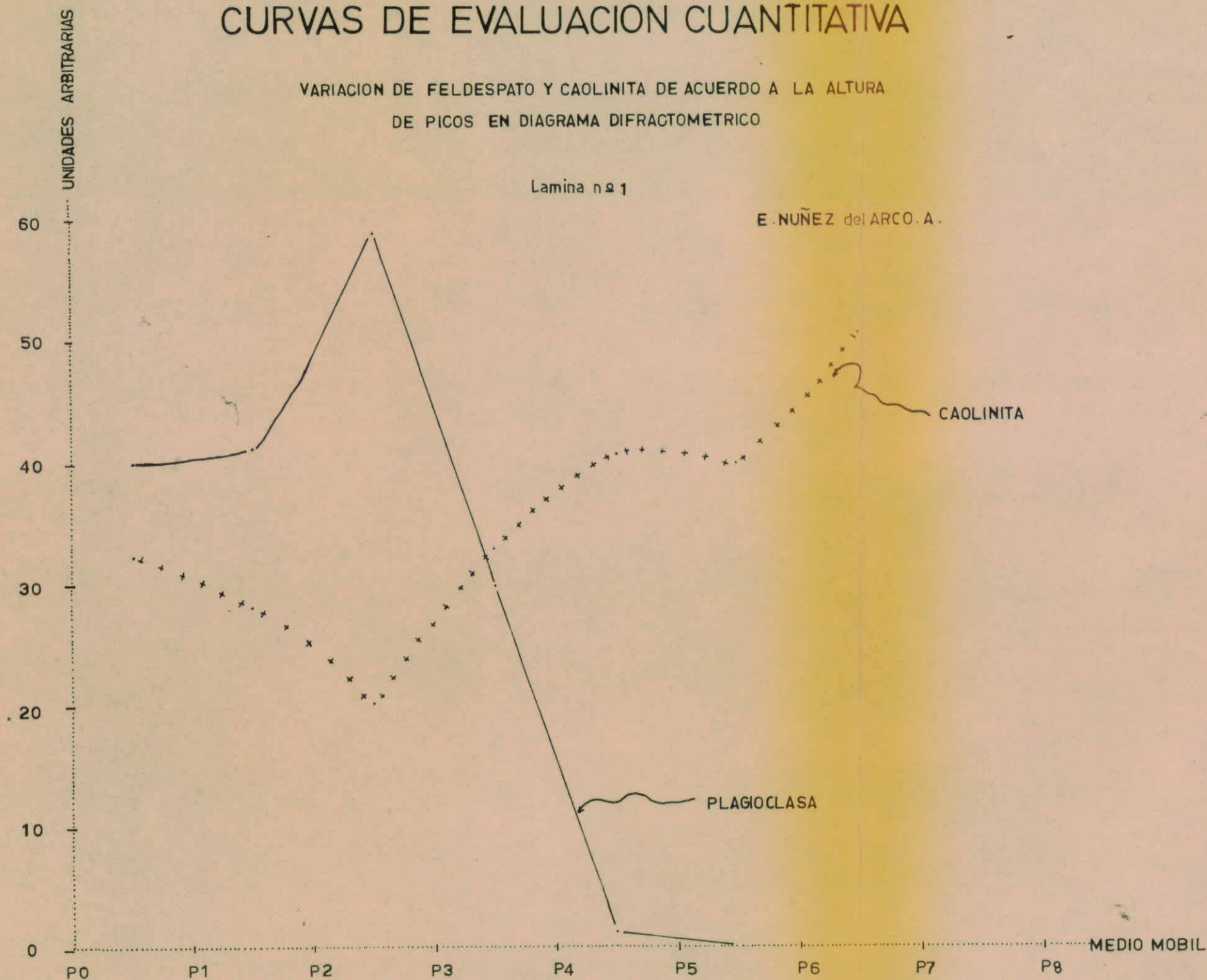
SHINA ABUGA

CURVAS DE EVALUACION CUANTITATIVA

VARIACION DE FELDESPATO Y CAOLINITA DE ACUERDO A LA ALTURA
DE PICOS EN DIAGRAMA DIFRACTOMETRICO

Lamina n° 1

E. NUÑEZ del ARCO. A.



Agosto 17 de 1967

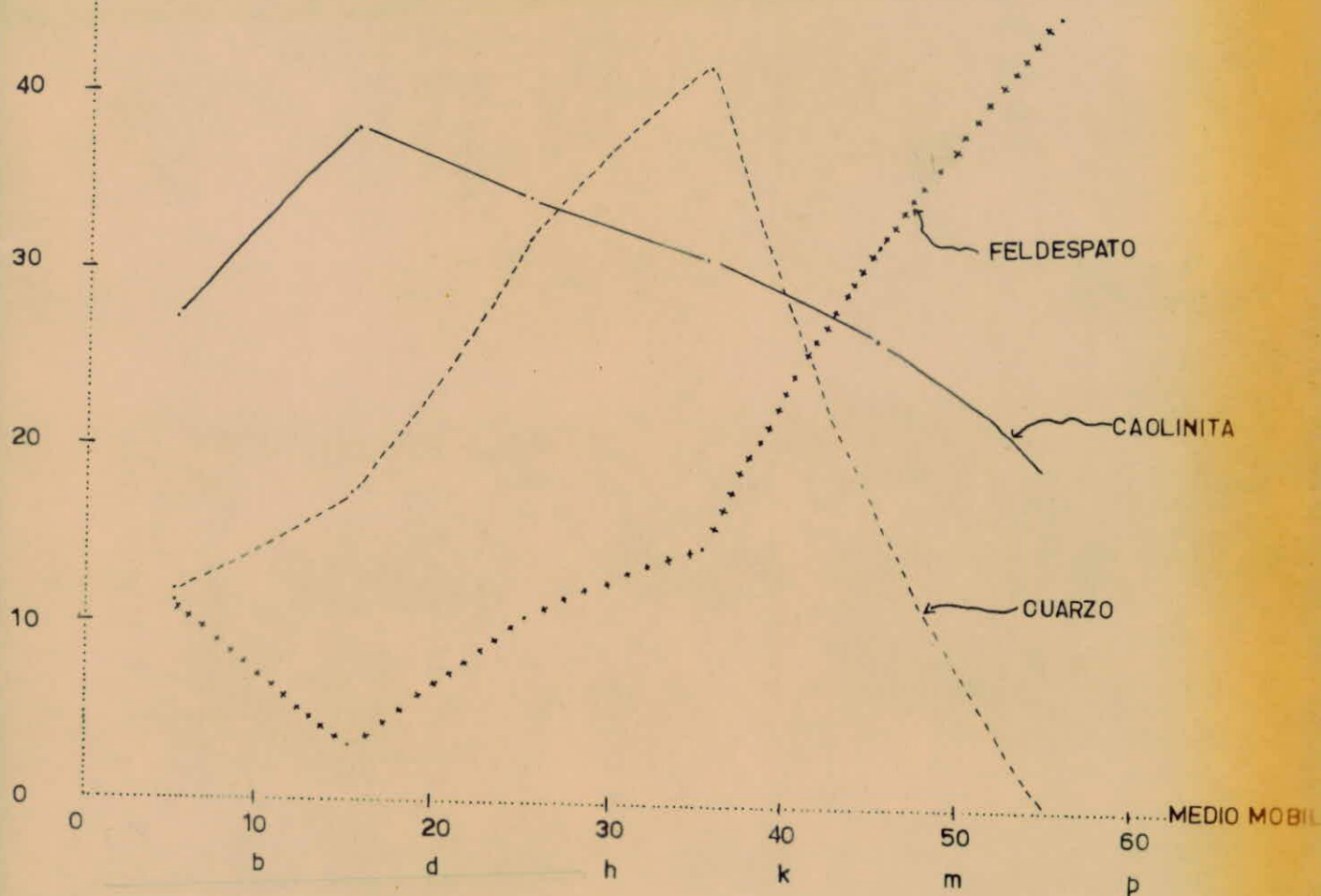
SHINA ABUGA

EVOLUCION DE TENORES

EN CUARZO FELDESPATO Y CAOLINITA

Lamina nº2

E. NUÑEZ del ARCO .A.



ALTURA DE PICOS EN DIAGRAMA DIFRACTOMETRICO

DE MUESTRAS a, b, c, etc., p

Agosto 15 de 1967

tedichas se llegaron a conclusiones en cuanto a la abundancia en cuarzo y cristobalita, concordando estos resultados con los análisis químicos de las muestras proporcionadas por la Cemento Guapán y Cerámica Moderna (Ministerio de Fomento).

6.2261 Ensayos químicos.- Los análisis químicos -
efectuados sobre el porcentaje de CaO , indicaron que es relativamente bajo y en base de cinco muestras analizadas de caolín, se obtuvieron los siguientes porcentajes:

<u>1/</u>	<u># de Muestras</u>	<u>Porcentaje de CaO</u>
	1620	0.15
	1621	0.42
	1622	0.44
	1623	0.05
	1624	0.15
	Promedio	0.24

Otros ensayos químicos del caolín Shifa-
Abuga dan los siguientes resultados:

1/ Laboratorio de Química. Servicio Nacional de Geología y Minería. 8 de Septiembre de 1966. Quito.

<u>1/</u>	SiO ₂	67.02 %
	Al ₂ O ₃	24.04 %
	Fe ₂ O ₃	0.02 %
	CaO	indicios
	MgO	0.32 %
	Pérdida de fuego	7.50 %
	SiO ₂ /R ₂ O ₃	2.79 %

<u>2/</u>	Tiempo de sedimentación 1' 20"	
	SiO ₂	56.268 %
	Fe ₂ O ₃	4.631 %
	Al ₂ O ₃	26.814 %
	CaO	0.419 %
	MgO	2.025 %
	H ₂ O ⁺	9.021 % (Materia orgánica)
	?	0.822 %
		100.000 %

6.227 Conclusiones.- De los estudios tanto de cateo como de análisis del material, se ha llegado a las siguientes determinaciones:

- 1.- El potencial de caolín de buena calidad existen te en el depósito, es suficiente para abastecer a una fábrica de cerámica de consideración.

-
- 1/ Ensayos realizados por Fábrica de Cemento Guapán C.A de Azogues.
2/ Ensayos efectuados por "Cermod" (muestra de caolín cl) Ministerio de Fomento. Quito- 1964.

2.- Dadas las condiciones favorables en explotación que representa barata mano de obra y accesibilidad, sitúan a este depósito como el mejor yacimiento de caolín hasta aquí investigado.

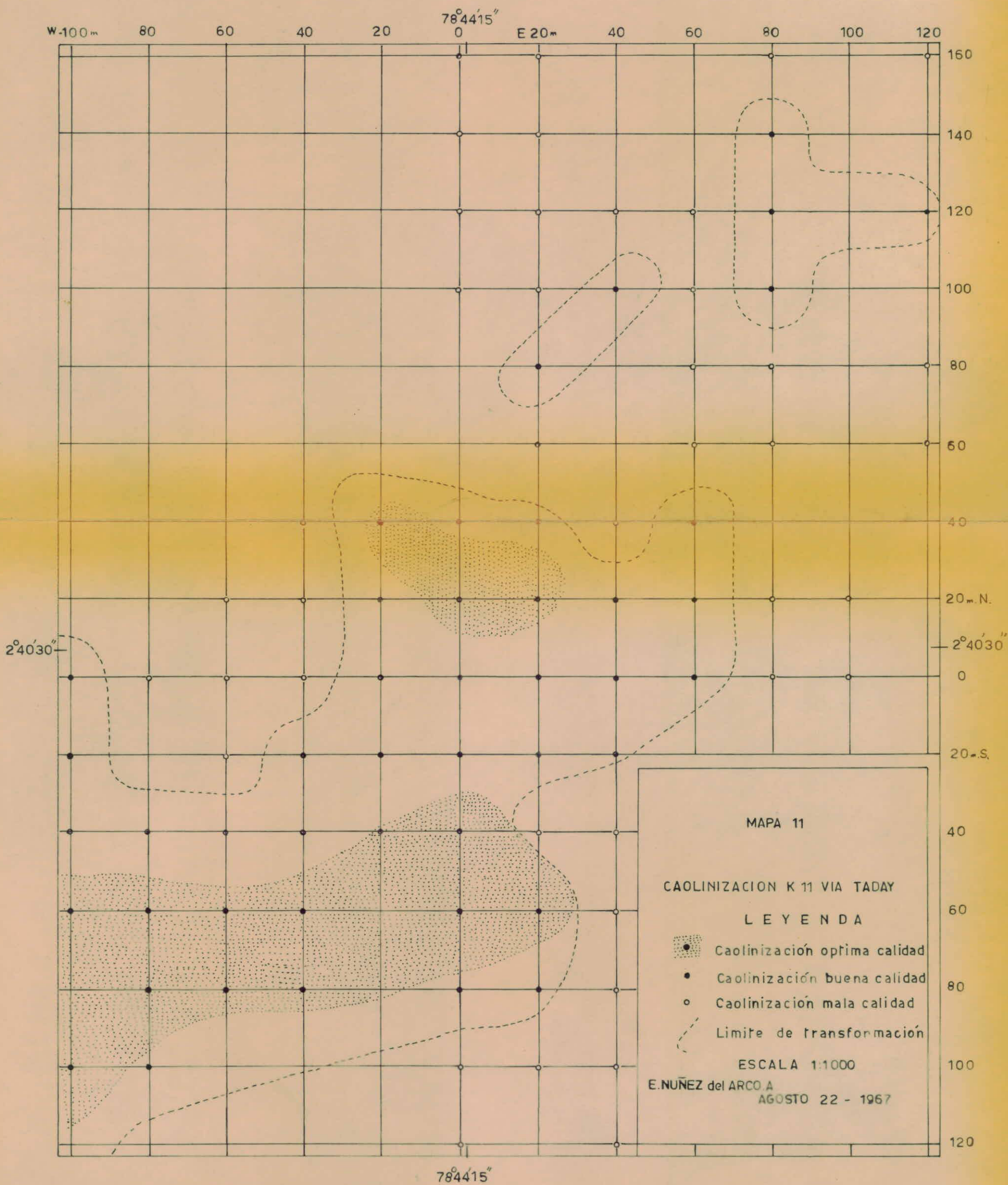
6.228 Recomendaciones.- Cabe hacer notar que con el objeto de tener una visión más clara del yacimiento, convendría continuar investigando en base de red de cuadrículado de muestreo -- más profundo y más estrecha las zonas mayormente transformadas.

6.23 Caolín Kilómetro 11 Vía Taday - Mapa 11 .-

En el kilómetro 11 de la vía Azogues-Taday, a los $78^{\circ} 44' 15''$ de longitud oeste y $2^{\circ} 40' 30''$ de latitud sur y a una altura de 3150 m. sobre el nivel del mar, se presenta este importante yacimiento de caolín. Se trata de una alta zona de páramo algo accidentada, de terreno ondulante de suaves depresiones. La mina es cortada hacia el flanco occidental por una profunda quebrada, la cual hace que el material no se continúe en esa dirección.

El clima en la región es similar a los anteriormente descritos Shiña-Abuga y Tinajillas, aunque existe mayor humedad en este sector siendo del orden de 90 % en promedio anual.

Presenta la región vegetación compuesta principalmente de arbustos y yerbas que son de fácil eliminación.



ción. No existe zonas de cultivos a pesar del espeso suelo húmico que oscila entre los 6 a 8 mts. de espesor.

En el centro del yacimiento el antedicho - suelo ha sido eliminado y destapado al material con miras a explotación. (Ver foto # 9).

6.231 Geología del Yacimiento.- Se trata de elementos volcánicos-piroclásticos de edad cuaternaria, transformados por acción de intenso intemperismo y cuyo agente principal es la lluvia.

Yaciendo bajo un espeso suelo húmico -- presenta un horizonte de material caolinizado que sigue paralelo a su topografía y cuyo espesor promedio es de 1 m. Se nota que la caolinización decrece hacia abajo en virtud de que los efectos -- mecánicos de disgregación, hidrólisis y percolación de soluciones meteóricas son menormente intensivos. Por falta de afloramientos, extrema vegetación y alteración de la roca al estado de arcilla, no se obtuvo datos más concretos de la geología del depósito.

1/ Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - 1965. Boletín anual de Meteorología e Hidrología Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito - Ecuador.



FOTO # 9

KILOMETRO 11 VIA TADAY:

UNO DE LOS HOYOS DE CATEO HECHOS A TALADRO MANUAL. OBSERVESE EL ESPESO SUELO QUE CUBRE AL CAOLIN Y EL SISTEMA DE SONDEO MANUAL QUE SE EMPLEO.

6.232 Trabajos Realizados.- De la prospección efectuada a taladro manual - sobre la mina en una superficie de 2,5 hectáreas y - mediante cuadriculado, se realizaron perforaciones - a taladro manual en los puntos de corte de los cuadros los cuales se encontraban a 20 m. de distancia

horizontal uno a otro. De este trabajo se estableció que el material ocurre en 1,85 hts. Las muestras extraídas fueron enviadas a la Cerámica de Cuenca "Cermod" en donde se realizaron pruebas de fuego (1.145°C), y cuyos resultados dieron dos tipos de caolín servible:

- a) El que produce al quemarlo una muestra sumamente blanca que se ha señalado como de muy buena calidad y el cual se prospectó 6.342 m^2 , con un espesor promedio de 2 m., que dan la estimación de 12.684 m^3 de existencia, lo que representaría -- calculado con peso específico aproximado = 2, la cantidad de 25.000 Ton. métricas.
- b) El que produce al quemarlo un color crema claro-- señalado de buena calidad y que se calcula la -- cantidad de 1,2176 hectáreas de ocurrencia, con una potencia promedio de 2 m., dan 24.352 m^3 , calculados con peso específico aproximado de 2 darían 48.000 Ton. métricas.

Conviene hacer notar que el caolín de mejor calidad se encuentra a profundidades de 4 a 10 m. y ocurre en el flanco sur occidental del yacimiento.

6.233 Dueños del Terreno. -- El terreno en donde está alojada la mina es de pro

piedad de la cerámica de Cuenca "Cermod".

6.234 Conclusiones.- Por el espacio de tres meses se trabajó en este yacimiento, llegando a las siguientes conclusiones:

- 1.- Se encuentra caolín de muy buena calidad pero lamentablemente sólo pudo prospectarse una cantidad relativamente pequeña por falta de tiempo.
- 2.- El caolín de inferior calidad se presenta en mayor cantidad y podría ser utilizado como el anterior para cerámica.
- 3.- La accesibilidad del depósito, barata mano de obra y fácil extracción, colocan al yacimiento en el nivel de económicamente explotable.

6.235 Recomendaciones.- Debe continuarse las perforaciones de cateo, en especial en la zona sur occidental del depósito que es en donde ocurre el material de muy buena calidad, con el objeto de estimar detalladamente sus reservas.

6.24 Caolín Socorro - Sizho - Plano 10.- Aproximadamente a 25 Km. - de la ciudad de Cuenca al sur vía a Loja, existe un desvío hacia el lado occidental del carretero Panamericano que comunica con el caserío de Socorro - Sizho, el cual

78° 59' 30"

3° 05' 15"

3° 05' 15"

E. NUÑEZ del ARCO. A.

MAPA 10

CAOLIN DEL SOCORRO



RED DE MUESTREO

Caolinización buena

Caolinización mala



Caminos



Curvas de nivel equidistantes 5m.



Casas

ESCALA 1:1.000

78° 59' 30"

se encuentra a poca distancia del depósito que vamos a describir.

Se trata de un sector de la cordillera occidental que se encuentra a 2.900 m. sobre el nivel del mar compuesto principalmente por grandes masas de tobas cuaternarias caolinizadas y redondeadas por la erosión. Se distinguen colinas de alturas variables y hacia la región norte del yacimiento se presenta un amplio valle formado por el río Tarqui que se extiende hasta cerca de la ciudad de Cuenca. Las masas rocosas cuaternarias han sido interrumpidas por quebradas profundas debido a la erosión de las lluvias que hacen al terreno escabroso y accidentado. El depósito se encuentra sobre el flanco de una colina y la pendiente topográfica está orientada hacia el noroeste. (Ver foto # 10).

La zona goza de clima templado parecido al de la ciudad de Cuenca y sus temperaturas promedio máximas y mínimas al día van desde los 19.4°C. a 8.6°C. 1/

Las lluvias son frecuentes. En la estación pluviométrica de Cumbe, aproximadamente a 5 Km. al sur en recta desde Socorro, se registró 620.9 mm. en el año 1965, y en los meses de Abril, Mayo y Junio de 1967, 54.80 mm.,

1/ Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia, 1965 Boletín anual de Meteorologia e Hidrologia. Ministerio de Agricultura y Ganaderia. Quito. Ecuador.

38.00 mm. y 47.90 mm respectivamente.

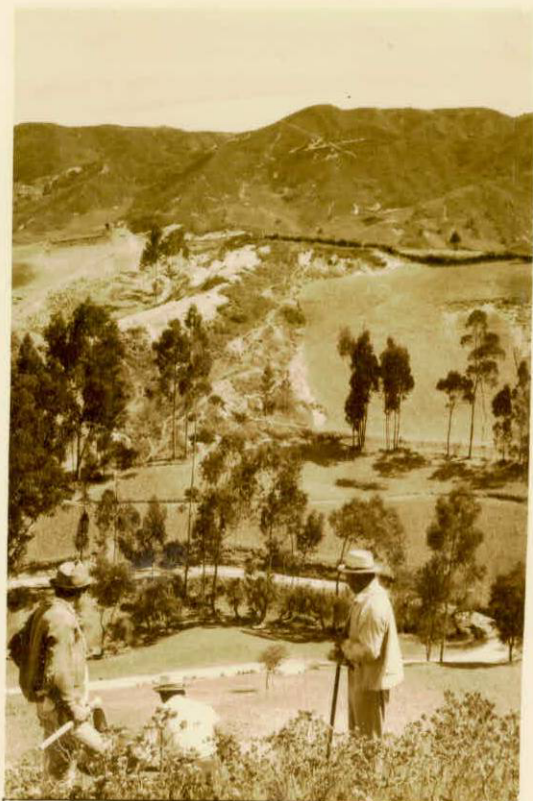


FOTO # 10

SOCORRO - SIZHO
VISTA DE LA FORMA
ACCIDENTADA DEL TE
RRENO. OBSERVESE -
COMO EL
CARRETERO PASA AL
PIE DEL YACIMIENTO

6.241 Geología del Yacimiento.- El yacimiento se ha originado en base de la transformación de tobas volcánicas cuaternarias- que son componentes estratigráficos de la forma -- ción Tarqui, la cual consiste de bancos alternantes de conglomerados fluvio-lacustres con lentes de cenizas y tobas volcánicas de composición intermedia- a ácida, caolinizadas, que se presentan en mancho -

nes coloreados blancos y rojo-amarillentos en toda la región. (Ver foto # 11). La transformación del material en el depósito es posiblemente in-situ y se anota las siguientes características de la roca: baja-plasticidad, porosidad alta, color generalmente blanco, textura finamente granular, abundante cantidad de cuarzo en gránulos pequeños y minerales ferromagnesianos que se encuentran diseminados en el material arcilloso.



FOTO # 11

SOCORRO - SIZHO:
OBSERVESE AL FONDO
DE LA FOTOGRAFIA
MANCHONES DE CAOLIN
DE TOBAS CUATERNARIAS
TRANSFORMADAS

6.242 Trabajos Realizados.- A pesar que este depósi
to no formaba parte del
plan de trabajo, sin embargo posteriormente se le dió
importancia e interés. Para estudiarlo se llevó a ca-
bo un cuadriculado sobre el terreno de 20 m. de lado-
y a cuya distancia se realizaron perforaciones de --
muestreo con taladro manual. Estas perforaciones osci-
lan entre los dos a cuatro metros de profundidad, ha -
biendo prospectado 1.3 hectáreas de buen material. La
cuadrícula se extendió sobre 4.00 hts en la zona. El-
caolín ocurre en forma de lente con espesores de 0.5-
a 1.5 m. Se estimó un cubicaje de 13.000 m^3 calculado
en base de un espesor promedio de 1.00 m., lo que co-
rresponde con un peso específico aproximado de 2 la -
cantidad de 26.000 Ton. métricas.

Los trabajos de muestreo fueron debidamente-
situados en un plano topográfico a escala 1:1000.

Las muestras que se colectaron fueron envia-
das a la cerámica de Cuenca "Cermod", donde se las --
probaron directamente al fuego y en base de estos ex-
perimentos se delineó un contorno de caolinización --
como límite del depósito.

6.243 Conclusiones.- Durante aproximadamente 15 días
se trabajó en los cateos de es-
te depósito, habiendo sacado la siguiente conclusión:

a pesar que el material no es de muy buena calidad, la cantidad con la que se presenta es suficiente - para sostener algún tiempo su explotación, pudiendo ser utilizado en industrias donde se requieran caolines de baja cristalinidad. Además la accesibilidad, barata mano de obra y fácil extracción, - convierten al yacimiento en económico.

6.244 Recomendaciones.- Los trabajos realizados y - anteriormente indicados en el párrafo 6.242 han sido suficientes para estimar las condiciones del yacimiento, recomendándose y - en base de la baja calidad de caolín obtenido, no efectuar ninguna otra clase de prospección ni ca - teos en el depósito.

6.25 Arcillas San Marcos (Guintul).- Mapa 12. Es un - yaci - miento posiblemente de origen Epigenético de trans - formación in-situ por efectos de percolación de aguas meteóricas. Se encuentra ubicado aproximadamente 30° - al sur oeste y a 1 Km. en línea recta partiendo de la escuela de Guintul (noreste de San Marcos estando situado este caserío a 4,5 Km. de Azogues al oriente).

El depósito está limitado tanto al norte co - mo al sur por la quebrada Infiernillo y Yanacocha res

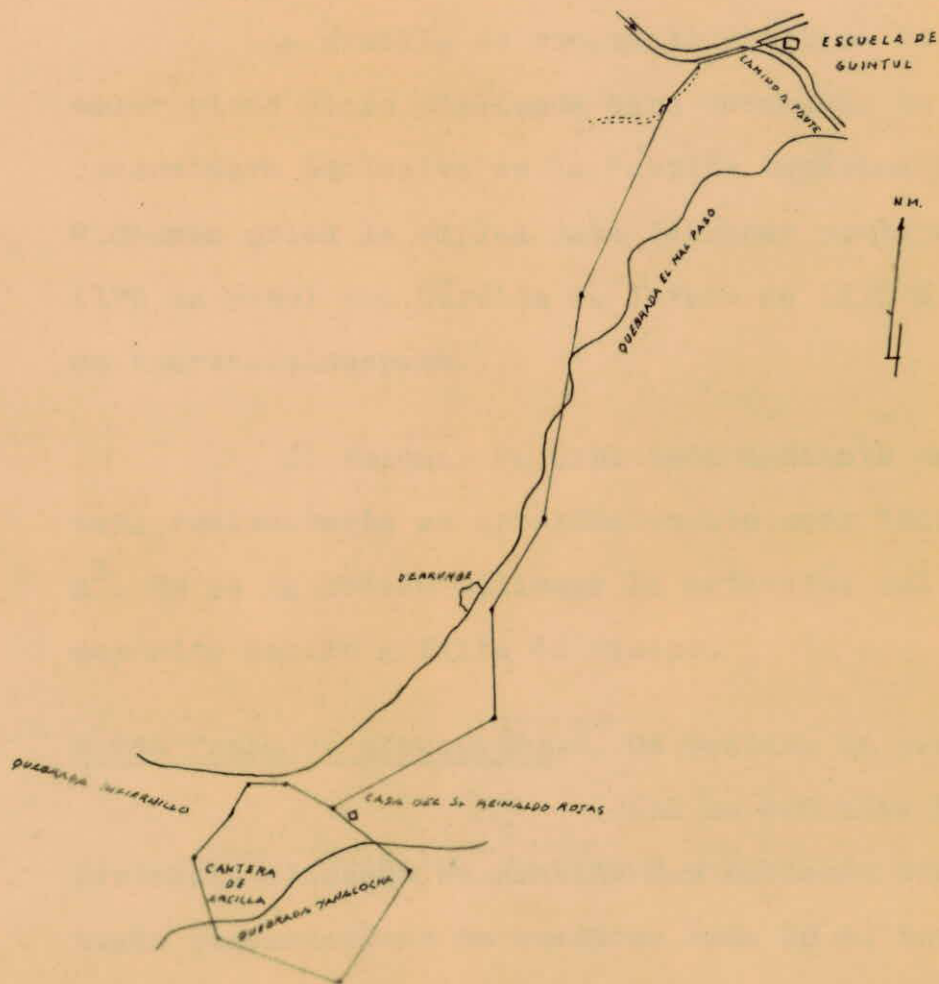
MAPA 12

CROQUIS DE UBICACION DEL DEPOSITO
DE ARCILLA "SAN MARCOS"

Escala 1:8.000

E. NUÑEZ del ARCO. A.

Agosto 25 de 1967



pectivamente, encontrándose a una altura de 3.000 mts. sobre el nivel del mar.

6.251 Geología del Depósito.- La roca característica y predominante en la zona es la toba volcánica posiblemente cuaternaria que sepulta al yacimiento arcillosos de andesita transformada.

El material forma un estrato que se inclina 22° al N.W. No se pudo establecer con precisión el espesor de esta cama.

La arcilla es sumamente plástica de color plomo claro utilizada para cerámica. Su consumidora exclusiva es la Fábrica Cerámica de Riobamba quien la emplea para fabricar azulejos (17% en peso) con pérdida de lavado de 12.45 % en cuarzo-feldespatos.

El volumen ya explotado mediante cantera rudimentaria es aproximadamente unos 3000 m³. No se ha podido delinear la extensión del depósito debido a falta de tiempo.

6.252 Trabajos efectuados.- Se realizó un perfil de 200 mts. de distancia alineado en sentido N.S habiendo efectuado perforaciones de muestreo cada 50 m. horizontalmente.

zontales para averiguar su ocurrencia. De estas perforaciones se obtuvieron muestras significativas -- que fueron sometidas a análisis.

6.253 Explotación..- Esta arcilla se la extrae a pico y pala y luego es transportada a lomo de mula hasta el caserío de San Marcos en donde existe un camino carroable que se comunica con Azogues.

El precio a lo que consigue la Cerámica de Riobamba es de \$/ 3,00/qq. puesto en San Marcos y se consume a razón de 350 qq. aproximadamente por semana.

El denunciante de la mina es un Sr. Salinas de Azogues y los dueños del terreno en donde se encuentra son José R. Rojas y Manuel J. Remache.

6.254 Análisis de las Muestras..- Las muestras fueron sometidas a pruebas de Rayos X y químicas.

1.- Análisis de Rayos X - Difractometría

Por orden de importancia mineralógica tenemos:

<u># de Muestra</u>	<u>Especies Mineralógicas</u>
1583	Caolinita, Cuarzo, Cristobalita, Plagioclase (poço) Illita (vestigios). Orientación regular.
1584	Caolinita, Cuarzo, Cristobalita, Plagioclase, Illita (vestigios) Orientación regular).
1585	Caolinita, Cuarzo, Cristobalita, Plagioclase. Orientación muy buena.
1586	Caolinita, Cuarzo, Cristobalita, Illita. Orientación muy buena.
1587	Caolinita, Cuarzo, Cristobalita, Illita (vestigios) Orientación muy buena.
1588	Caolinita, Cuarzo, Cristobalita, Plagioclase (vestigios). Orientación muy buena. <u>1/</u>

II.- Análisis Químicos.

Los siguientes resultados dieron las pruebas químicas realizadas de este material:

<u># de Muestra</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>Total</u>
1583	72.10	18.73	4.46	95.31
1584	64.93	17.74	10.23	92.90
1585	50.30	30.06	5.57	93.60
1586	66.10	23.03	4.47	93.60
1587	52.07	33.18	3.84	89.09
1588	47.16	32.83	7.45	87.44 <u>2/</u>

1/ Laboratorio de Rayos X. Servicio Nacional de Geología y Minería. Dra. Blanca Leonor Orozco. Quito.

2/ Datos obtenidos del análisis de esta arcilla en la Cerámica de Riobamba.

6.255 Conclusiones y Recomendaciones.- En virtud de que no se --
llegó a completar los estudios en este depósito, la única conclusión que se puede establecer es que gran cantidad de material se presenta a la vista y siendo este un buen ingrediente de pastas pudiera ser utilizado con los mismos fines que realiza la Cerámica de Riobamba.

Convendría por intermedio de perforaciones de muestreo como se ha hecho con los otros depósitos, determinar el delineamiento, estimación de tonelaje y planificación técnica en la explotación.

6.26 Arcilla Irquis (Sinincay).-

En una gran extensión al W y SW de la ciudad de Cuenca y a una altura aproximada de 2.870 m. sobre el nivel del mar, ocurre un horizonte de arcilla de regular calidad, producto posible --mente de transformación de elementos de pie de monte --por agentes meteóricos, siendo posiblemente un depósito epigenético de alteración in-situ.

6.261 Geología del Depósito.- Por falta de aflora --

mientos en este sector y por la amplia zona de cultivos que allí ocurre, no-se ha podido estudiar con claridad la geología pero se puede afirmar que se trata de sedimentos recién -

tes que fueron transportados desde las altas montañas de la cordillera y depositados en la hoyada. - Posterior a la sedimentación se produjo un proceso de transformación del material al estado de arcilla la cual oscila entre 1 a 2 m. de potencia siguiendo superficialmente la topografía del terreno. Su cobertura lo forma un suelo orgánico no mayor de 0.5 m. de espesor.

El material arcilloso es de color blanco a blanco gris y crema. No es muy plástico, y presenta en algunas muestras granulosidad y adhesividad.

6.262 Explotación.- Los moradores de la zona extraen este material para emplearlo en la fabricación de ladrillos y tejas, realizando sistema de excavaciones rudimentarias en la superficie. Se explota también esta arcilla para fines cerámicos como componente de pastas.

6.263 Análisis efectuado del material.- De las muestras sometidas a prueba de Rayos X - difracción, y en orden de importancia de especie mineralógica, se obtuvieron los siguientes resultados: 1/

1/ Laboratorio de Rayos X. Servicio Nacional de Geología y Minería. Quito.

<u># de Muestra</u>	<u>Especie Mineralógica</u>
1580	Caolinita, Cuarzo, Illita. (Orientación muy buena).
1581	Caolinita, Illita, Cuarzo, Montmorillonita (vestigios). (Orientación muy buena).
1582	Caolinita, Illita, Cuarzo y Plagioclasa (vestigios).

Los resultados de análisis químicos efectuados de este material, son los siguientes:

$$\text{SiO}_2 = 62 \% ; \text{Al}_2\text{O}_3 = 22 \% \quad \underline{1/}$$

<u>Muestra</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>K₂O</u>	<u>MgO</u>	<u>Substancia Organica</u>
1616	2.33	2.61	1.05	13.47
1617	1.81	0.72	0.10	8.79
1618	1.55	1.56	0.27	5.32 <u>2/</u>

Presenta fuerte reacción al HCl por encontrarse en zona cercana a mantos de travertino.

1/ Datos proporcionados por Cerámica de Riobamba.

2/ Datos del Laboratorio de Química del Servicio Nacional de Geología y Minería. Dra. Leonor Orozco. Quito.

6.264 Conclusiones y Recomendaciones.- Esta arcilla se la puede utilizar para cerámica, pero debido a que es un material de baja calidad, no se le ha dado mayor importancia.

Existe cantidades considerablemente grandes para abastecer cualquier necesidad.

En virtud de que da buen resultado para la fabricación de ladrillos y tejas, podría incrementarse esta industria en forma bien orientada y tecnificada.

Debe continuarse el estudio del depósito -- que quedó inconcluso por falta de tiempo.

B) DEPOSITOS SINGENETICOS

Tienen este nombre aquellos yacimientos que han sido formados por procesos de sedimentación. El material que es transportado en suspensión por agentes de erosión se disgrega mecánicamente para luego ser depositado en zonas diferentes a las de su origen.

6.27 Depósito Bentonítico de Charasol.-

En la vía panamericana norte, Cuenca-Azogues, a 2.400 m. sobre el nivel -- del mar y en el Km. 25 aproximadamente, se encuentra --

ubicado un depósito de material bentonítico exactamente en las inmediaciones del caserío de Charasol (Borrero)- a 3 Km. al sur de la ciudad de Azogues y a la margen izquierda del río de su mismo nombre.

Dado a la constitución arcillosa de las rocas de esta región, se ha originado la fácil erosión y peneplanización de la zona, presentando un aspecto de bajas colinas en un amplio valle, por donde se abre paso el - río Azogues. (Ver foto # 12). El valle se extiende desde el norte de Biblián, luego estrechándose en el sec-tor denominado Molino Huaico antes de llegar a la ciu-dad de Azogues, y viajando al sur atraviesa Azogues y el caserío de Charasol (Borrero) con una amplitud promedia de 1 km., luego se estrecha nuevamente en el sector Rumihurco en donde el río ha tenido que cortar los peñascos de las areniscas de Azogues (ver párrafo 5.21213 b) -- que ahí ocurre; finalmente más al sur y en la zona de - Chuquipata (Loyola) el valle nuevamente se ensancha considerablemente hasta cerca del caserío de El Descanso.

La topografía del yacimiento presenta pendiente homogénea paralela al buzamiento de los estratos de lutitas silíceas en dirección hacia el oeste. El terreno es ligeramente sinuoso por causa de gran cantidad - de quebradas de drenaje de lluvias que lo entrecruzan, pero accidentes de consideración no existen. (Ver foto # 13).



FOTO # 12

CHARASOL:

DEL CENTRO A LA IZQUIERDA (OESTE)
SE VE UNA PARTE DE LA CIUDAD DE
AZOGUES EN EL VALLE DEL RIO AZO _
GUES. A LA DERECHA (ESTE) SE LE
VANTA EL EXTINTO VOLCAN ABUGA

Charasol (Borrero) goza de un clima muy similar al subtropical aunque debido a la inestabilidad - de los fenómenos climáticos en ciertas épocas del año - presenta una gama indefinida de climas. Las temperaturas promedio máximas y mínimas diarias van desde los - 24°C a los 10°C . respectivamente. Las lluvias se verifican sin respetar época del año, aunque existe mayor-



FOTO # 13

EN LA PARTE GRIS OSCURA A LA DERE
CHA DE LA FOTOGRAFIA SE OBSERVA A
LA CAMA DE BENTONITA. A LA IZQUIER
DA HA SIDO EL MATERIAL ELIMINADO
(PISO DE LA CAMA)

intensidad en el período diciembre a mayo. Lluve a-
proximadamente 700 mm. durante el año 1/. Los días-
secos son calurosos y en forma general persiste un -

1/ Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
1965. Boletín anual de Meteorología e Hidrolo-
gía, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Es-
tacion Paute. Quito-Ecuador.

ambiente muy halagador y apto para el desarrollo socio-económico de la región.

6.271 Geología - Mapa 3 y 4.- En el flanco oriental-del Sinclinal de Azogues existe un depósito de arcilla bentonítica el cual ocurre en forma de una lente intercalada entre las lutitas laminares silíceas que integran la unidad estratigráfica Guapán, miembro superior de la Formación Azogues que anteriormente describimos (Ver párrafo 5.21213-c).

Los estratos de lutitas silíceas inclinan en forma general 12 a 15° al noroeste, entrecruzándose además una red de fallas locales, debido a la constitución arcillosa de la formación (Ver foto # 14). La erosión ha destapado en ciertos sectores al material, habiendo podido estimar unos 10.000 m³ aflorables a 300 m. al este de la vía panamericana a partir del punto de unión de la antedicha carretera con la quebrada Guabaná (Ver plano # 4).

El depósito posee otras particularidades, tales como las fracturas rellenas de yeso, acentuándose la existencia mayor de este material a medida que nos aproximamos al contacto de la subyacente formación Arenisca de Azogues en el lado oriental del depósito; dibujándose finalmente como un hori -

zonte bien marcado de yeso, unos 60 m. antes del ante-
dicho contacto. Este particular ha servido de guía pa-
ra la prospección de mayor cantidad de bentonita.



FOTO # 14

CHARASOL:
UNA FALLA LOCAL QUE
PASA POR LA IZQUIER-
DA DE LA PERSONA -
QUE ESTA EN EL TE-
RRENO DESCONTINUA
PARCIALMENTE LA CA-
MA DE BENTONITA (MA-
TERIAL BLANCO
PLOMIZO
EN LA FOTOGRAFIA).

6.272 Trabajos efectuados.- Se han realizado los si -
guientes trabajos en Chara-
sol:

- a) Mapeo geológico regional a escala 1: 20.000 (Ver pla-
no # 3) limitado a delinear la ocurrencia de la For-

mación Guapán (Arcillas Superiores), horizonte en que ocurre la bentonita. Se ha prospectado aproximadamente 24 Km.² de esta formación en el sector-Borrero-Azogues.

- b) Perforaciones de muestreo a taladro manual efectuadas en los puntos de corte de cuadrículas trazadas sobre el terreno. Las cuadrículas estaban orientadas en sentido NS y tenían 50 m. de lado. Las 120-perforaciones hechas fueron a diferentes profundidades (desde los 0.50 hasta los 20.50 m.). En esta forma el manto bentonítico fue prospectado en más-de 16 htrs., encontrando que el grosor de la lente vá desde 0.50 hasta los 7.00 m., siendo su cobertura, masas de lutitas laminares con un espesor de - los 0 m. (afloramientos) hasta los 18.00 m. en la zona estudiada (Ver mapas 5 y 6). Debe anotarse -- que el manto bentonítico se profundiza hacia el -- flanco occidental del depósito, límite donde llegó el sondeo.
- c) En base de los datos obtenidos (profundidad total-de cada pozo, sobrecarga (overburden), grosor del - estrato, y ubicación topográfica de la perforación), se estructuró planos de isopacas tanto del manto co-mo de la cobertura y además, valiéndose de Relación bentonita Vs.cubertura, la estimación del cubicaje

MAPA 3

PLANO GEOLOGICO

AREA DE OCURRENCIA DE LAS ARCILLAS

FORMACION CUENCA

LEYENDA



ARCILLAS INFERIORES



ARENISCA DE AZOGUES



ARCILLAS SUPERIORES (GUAPAN)



ARCILLAS INFERIORES (LOYOLA)



CALIZAS GUAPAN-CACHIPAMBA, ETC.



TOBA VOLCANICA CUATERNARIA



SEDIMENTOS FLUVIO-LACUSTRES



ROCA IGNEA



SEDIMENTOS PIE DE MONTE



BENTONITA



FALLAS



SINCLINAL



ANGULO DE BUZAMIENTO



CARRERA PANAMERICANA Y CAMINOS



RIO-QUEBRADA



LINEA FERREA

ESCALA 1:20000

EUGENIO NUÑEZ DEL ARCO A.

existente (Ver mapas 5 y 6, y relación con mapa 7).

A continuación se expone el cálculo de cubricaje del material bentonítico y su cobertura de acuerdo al plano # 7:

<u>RELACION TRANSVERSAL</u>	<u>CAMA BENTONITICA</u>		<u>MEDIA ARITMETICA</u> <u>$\frac{A_n + A_{n+1}}{2}$</u>
	<u>AREAS (M²)</u>		<u>DE AREAS</u>
A.....A'	A ₁ 299,00		432,00
B.....B'	A ₂ 565,00		759,00
C.....C'	A ₃ 953,00		954,00
D.....D'	A ₄ 955,00		745,00
E.....E'	A ₅ 535,50		671,50
F.....F'	A ₆ 807,50		651,25
G.....G'	A ₇ 495,00		441,00
H.....H'	A ₈ 387,00		286,00
I.....I'	A ₉ 185,00		164,75
J.....J'	A ₁₀ 144,50		

SUMA DE PROMEDIOS 5.104,50 m².

V = 50 $\left\langle \frac{A_n + A_{n+1}}{2} = \dots\dots\dots 255.225,00 \text{ m}^3 \right\rangle$. aproximadamente. 500.000 Ton. en forma conservativa.

784630

784620

784610

MAPA 4

BENJONITA DE CHARRASOL

RIO DE MUESTRO



APLOMAMIENTO DE BENJONITA



PUNTO MUESTREO



LIMITE DE TRANSFORMACION



CALLEJAS



ANFITEATRO



SINUSOIDAL



ANGULO DE BUZAMIENTO



CAMBIO DE SEÑERO



LIMITE FERRO



CURVAS DE NIVEL EQUIPOTENCIALES



RIO - QUEBRADA



CASO



ESC. 1:2000

EUGENIO MUNER DEL ARCO

246

246

CUBERTURA

<u>RELACION TRANSVERSAL</u>	<u>AREAS (M²)</u>	<u>MEDIA ARITMETICA</u> <u>$\frac{An + An + 1}{2}$</u>	
		<u>DE AREAS</u>	
A.....A'	A ₁ 677,00	1.902,50	
B.....B'	A ₂ 3.128,00	2.997,50	
C.....C'	A ₃ 2.867,00	2.195,75	
D.....D'	A ₄ 1.524,50	1361, 75	
E.....E'	A ₅ 1.199,00	2.013,50	
F.....F'	A ₆ 2.828,00	2.990,50	
G.....G'	A ₇ 3.153,00	3.894,00	
H.....H'	A ₈ 4.635,00	3.696,25	
I.....I'	A ₉ 2.757,50	1.648,50	
J.....J'	A ₁₀ 539,50		

SUMA DE PROMEDIOS..... 22.700,25 m²

V = 50 $\left\{ \frac{An + An + 1}{2} = \dots\dots\dots \underline{\underline{1135.012,50}} \text{ m}^3 \right.$ aproxima-
damente. 2000.000 Ton conservati-
vamente.

Teóricamente si tratáramos de financiar la explotación, con los datos de tonelaje de cobertura y bentonita, demostrados anteriormente, resultaría e conómico como veremos a continuación:

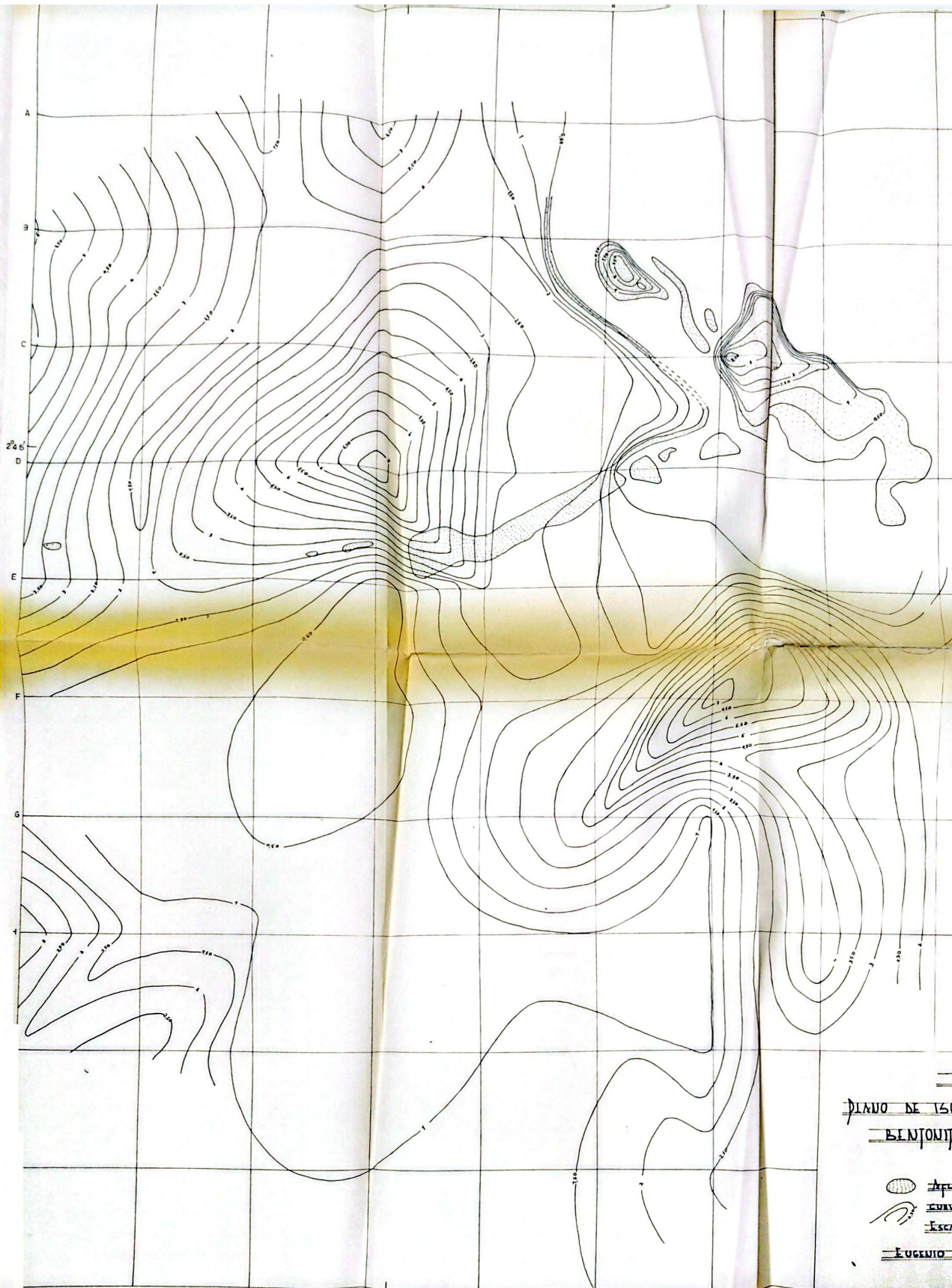
Suponiendo un pago de ~~\$~~ 5,00 por tonelada de material que se va a remover: 5 (cobertura + bentonita) = \$ 12' 500.000.

Debe anotarse que la bentonita de Wyoming para lodos de perforación se cotiza en el mercado de 3,6 a 4.05 cts/lb 1/ lo que significa aproximadamente \$ 1.500/ Ton.

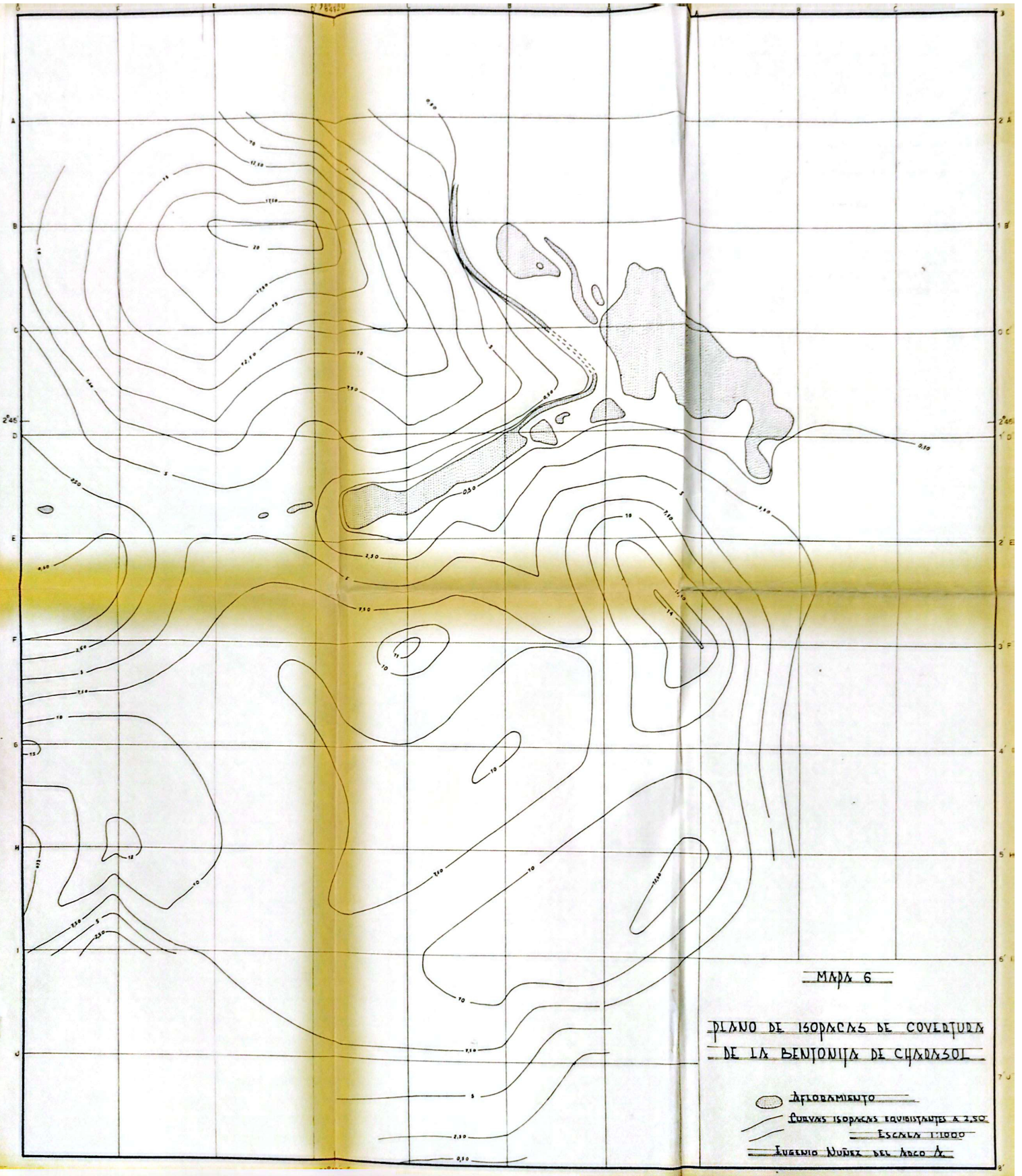
Como este material de Charasol no sirve para lodos de perforación,, pero al ser bentonita sódica, presenta propiedades físico-químicas (activación) que le dan valor, suponiendo que se cote a \$200,00 la tonelada . 200 x 500.000 Ton. de Bentonita = - \$ 100'000.000. El valor en dinero a sacar sin tomar en cuenta aún, gastos de indemnizaciones, impuestos, jornales imprevistos, tratamientos de material, transporte, etc, tendríamos

$$\begin{aligned} & \$ 100'000.000 \text{ Bentonita} - 12'500.000 \text{ Cubertura} \\ & = \$ 87'500.000 \end{aligned}$$

1/ Fuente: Oficina de Importación S.G Minero S.A. Quito-Ecuador.



MAPA 5
PLANO DE ISOPACAS DEL ISRAJO
BINTONJICO DE CHARASOL
ALFOMBRA
CURVA ISOPACA EQUIDISTANTES A 0.302
ESCALA 1:1000
EUGENIO NUÑEZ DEL ARCO A.



Mapa 7

BENTONITA DE CHARAZOL

RELACION DE LA COBERTURA CON EL MATERIAL BENTONITICO BASADA EN MAPAS S.E.



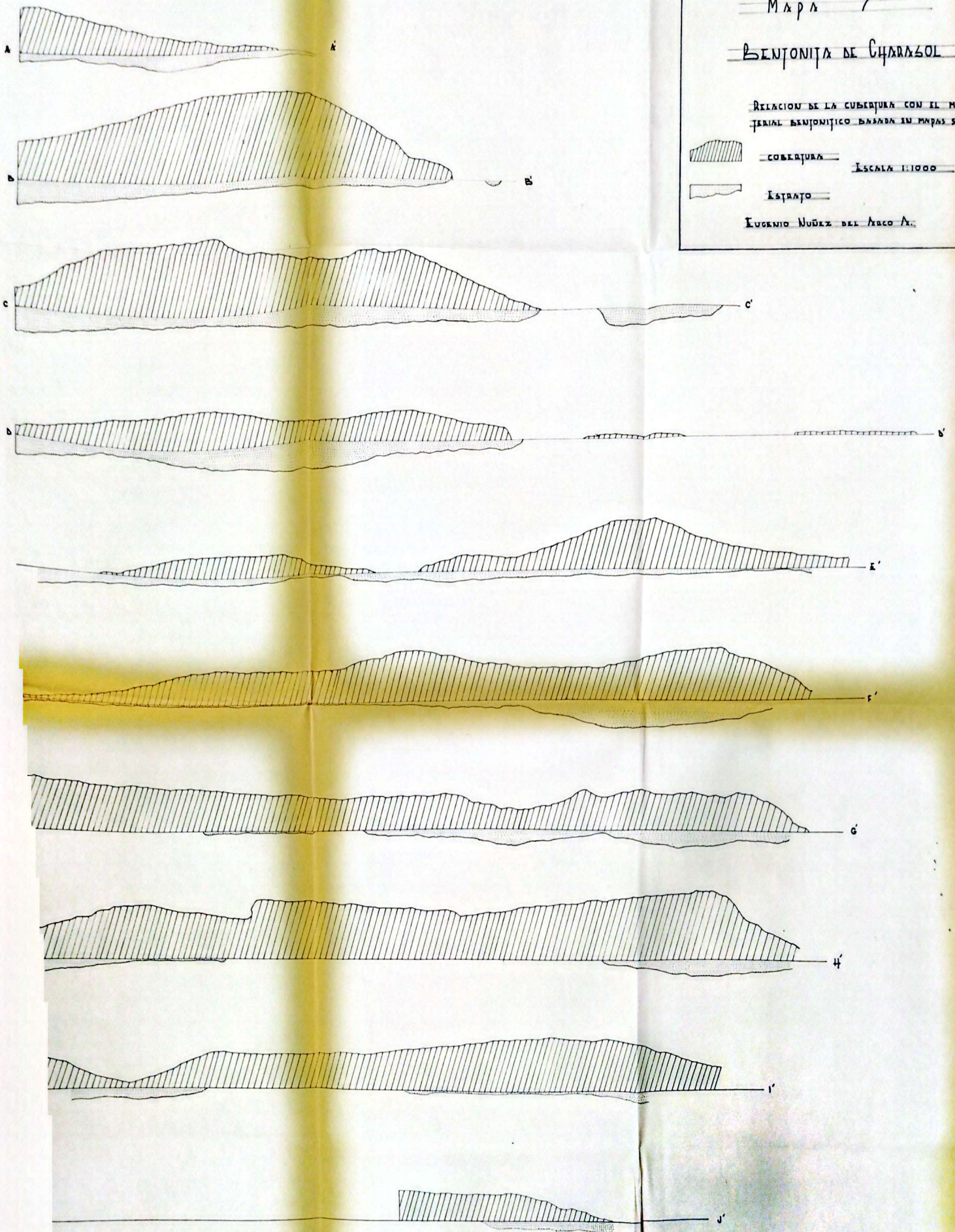
COBERTURA

ESCALA 1:1000



ESTRATO

EUGENIO NUÑEZ DEL RAYO A.



De este valor que la ganancia líquida, re -
presente sólo el 10 % nos daría \$/ 8' 750.000.

Naturalmente todos estos cálculos son empí-
ricos y la explotación no pudiera efectuarse con un -
100 % de recuperación, añadiéndose que para resultar-
mayormente económica debería hacerse énfasis de las -
zonas que aflora la bentonita, y zonas poco profundas.
De todas maneras, cualquier inversión que se efectuara
resultaría ventajosa por lo fácil y económico de la ex
plotación, mano de obra, accesibilidad, etc. y por el
alto costo del material.

6.273 Pruebas del Material.- Se ha realizado las si -
guientes pruebas sobre mues
tras del material bentonítico de Charasol:

a) Pruebas Químicas 1/

	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>
SiO ₂	71.60	69.74	63.28	55.30
Al ₂ O ₃	15.12	16.60	16.24	16.30
Fe ₂ O ₃	4.00	2.84	4.00	6.86
CaO		1.01	1.20	1.50
MgO	1.01	3.00	1.23	1.08
SiO ₂ /R ₂ O ₃	3.74	3.60	3.12	2.32
Pérdida de calcio	6.97	?	4.19	15.94

1/ Ensayos Efectuados por Industrias Cemento Guapán
(I,III,IV); por Cerámica Ecuatoriana de Riobamba (II).

- b) Concentración Catiónica.-- 1/ Con la finalidad de establecer la concentración catiónica de la bentonita se hizo el siguiente análisis:

<u># de Muestra</u>	<u>Na₂O</u>	<u>MgO</u>	<u>CaO</u>	<u>PH</u>
1.600	2.13	0.72	0.36	6.00
1.601	1.90	0.58	0.49	6.00
1.602	3.02	0.78	0.33	6.00
1.603	1.00	0.60	0.21	5.80
1.604	1.04	0.42	0.33	6.00

Este chequeo muestra el alto porcentaje de Na₂O que posee el material, el cual sobrepasa las sumas de porcentajes de MgO y CaO.

- c) Rayos X.- 2/ Otras muestras fueron analizadas por Rayos X (difracción) e indicaron que la bentonita de Charasol está compuesta casi exclusivamente de montmorillonita y sus cristales se presentan con gran orientación. Se encuentra también presente la cristobalita y el contenido de cuarzo es en todas las muestras tra-

1/ Datos del Laboratorio de Química del Servicio Nacional de Geología y Minería. Quito-Ecuador-1966

2/ Laboratorio de Rayos X del Servicio Nacional de Geología y Minería. Quito 1966.

tadas, inferior al 3 %.

Otras muestras fueron enviadas a diferentes sitios para ensayos físicos y sus resultados los exponemos a continuación:

RESULTADOS DE LA COMPAÑIA DE PETROLEO TEXACO 1/

BENTONITE ANALYSIS - CUENCA

1 - Wet Screen Analysis Residue on U.S Sieve	
N.200.....	3.00 %
2 - Moisture.....	11.00
Apparent Viscosity (Cp)	3.25
3 - Fann Reading.... Plastic Viscosity (Cp).	2.00
Yield Point(Lb/100 sq.ft)	2.50
Gel.....	1.10
4 - Filtrate (c.c) at 100 psi.30 min.....	126.00
5 - Filter Cake (in).....	4.32
6 - Specific Gravity.....	2.45
7 - PH.....	7.10
8 - Yield(bbl.of 15 Cp mud per ton of material).....	25.00
9 - Bencidine reaction.....	Positive
10 - The suspension properties are not good because a part of material precipitates, even when the mud is agitated.	
11 - The material may not hydrate in Water.	

1/ Texas Petroleum Company, Colombian Division, Velasquez, Abril 22, 1967.

RESULTADOS DE LA COMPAÑIA ANGLO 1/

1. Visual Inspection.- The sample appeared to consist of a mixture of dark brown, good looking bentonitic type clay and also some dark grey clay which appeared - sandier and less suitable for mud making. The whole of the sample was ground to the required grain size and - the remainder of the analysis proceeded on this ground sample.

2. Sand content (i) Sample = 3.5 %
(ii) A.P.I. maxm. = 2.0 %

3. Yield 15 c.p. mud (i) Sample = 20 bbl per ton.
(ii) A.P.I. minm = 90 bbl per ton.

4. Filtration 15 c.p. mud
(i) Sample in fresh water = 40 cc.
(ii) Sample in formation -
Water. = 70 cc.
(iii) A.P.I. maxm. = 15 cc.

1/ Anglo Ecuadorian Oilfields Ltd. Geol. Dept. Ancón,
Marzo 17, 1967.

PRUEBAS REALIZADAS POR EL SUSCRITO

Con un pequeño y rudimentario laboratorio instalado en las oficinas de Cuenca se efectuaron ciertas pruebas básicas sobre materiales arcillosos. Ensayos hechos sobre muestras de la bentonita dieron los siguientes resultados:

	<u>I</u>	<u>II</u>
1. Contenido de agua	47,00 %	27,50 %
2. Contenido de arena	2,50 %	1,25 %
3. Densidad de lodo (6% de concentración)	8.59 Lb/gal	8,58 Lb/gal.
4. Viscosidad Marsh	26,30 Seg.	26,40 Seg.
5. Viscosidad plástica	2,50 Cps.	2,50 Cps.
6. Yield Point	1,50 Lb/100 sq.Ft	1,50 Lb/100 sq.Ft.

Además se realizaron pruebas de activación de la bentonita habiendo encontrado que el material es apto para decoloración de aceites animales y vegetales, así como también hidrocarburos, alcoholes, etc. 1/

1/ Bateman, Alan M., 1961. Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico. Traducción al español de la Segunda Edición Americana. pgs. 832 - 833.

6.274 Utilizaciones.- De acuerdo a las características físico químicas de la bentonita de Charasol puede darse los siguientes usos en orden de importancia:

- 1.- Agente Blanqueador.- (Absorción) Decoloración de aceites vegetales y animales, decoloración de hidrocarburos y alcoholes, etc.
- 2.- Impermeabilización del concreto.- Se utiliza en construcciones y edificaciones, en fábricas de cemento - para sacar este tipo de material (mezcla de 2 lbs./bag)
- 3.- Fabricación de Pesticidas.- Utilizado frecuentemente en la industria del DDT (carrier-diluentes).
- 4.- Industrias de Jabones y Compuestos Limpiadores.- Se utiliza también para la fabricación de detergentes - y desodorizadores.
- 5.- Industrias de Pinturas.- Se emplea como agente emulsificante.
- 6.- En cerámica.- Se emplea en muy poca cantidad como -- componentes de pastas.
- 7.- Purificadores.- Para la purificación de líquidos contaminados, purificación de aguas servidas, etc.

6.275 Conclusiones.- De acuerdo a los análisis discutidos anteriormente de la bentonita, se concluye que no es apta para lodos de perforación de pozos -

de petróleos, pero posiblemente puede tener aplicación industrial como se indica en el párrafo 6.274. Además la cantidad de material existente en el depósito es su ficiente para abastecer por décadas a industrias que lo requieran, siendo la explotación económica y de fácil acceso.

6.276 Recomendaciones.- En razones de que el material está a poca profundidad y a veces aflora, debe considerarse su explotación a cielo abierto, eliminando la sobrecarga que posee, y con este material rellenar muchas quebradas pequeñas que cruzan el depósito, dando así validez al terreno accidentado que actualmente existe.

Muestras de la bentonita deben ser proporcionadas a diferentes industrias, con la finalidad de realizar pruebas más concretas y definitivas para canalizar mejor su aplicación.

6.3 Yacimientos no estudiados

Los depósitos de arcillas que a continuación describimos no fueron estudiados sistemáticamente como los anteriormente descritos, por razones de encontrarse en zonas poco accesibles y solamente fueron limitados a visitarlos.

6.31 Caolín Cushin (Bolo).--

Se trata de una área caolinizada de roca volcánica (Toba) situada aproximadamente a 40 Km. al sureste de Cuenca. Existe camino carrozable que comunica a esta región con la vía panamericana cerca del caserío de Cumbe. La hacienda en donde se encuentra el yacimiento es de propiedad del Sr. Teodoro Crespo de Cuenca.

6.32 Caolín Baños-(Cuenca).--

Es un material de magnífica calidad, sumamente blanco, que se extrae desde una región montañosa situada unos 5 Km. al occidente del caserío de Baños, y es transportado a lomo de mula hasta el antedicho caserío. El dueño del terreno en donde ocurre el yacimiento es un Sr. Durán de Baños, quién nos proporcionó muestras para análisis. Más detalles de este depósito se desconocen.

6.33 Pyrofilita de Taday.--

Aproximadamente a dos horas a lomo de mula desde el caserío de Taday hacia el sur, y en pleno páramo (4.000 m.) existe una área transformada de roca metamórfica que representa el depósito. De la visita realizada a la zona se pudo extraer suficiente cantidad de muestras para análisis, pero debido a la inaccesibilidad del yacimiento no se realizó ningún estudio.

El material se presenta esquistoso de color suma-

mente blanco nacarado, y es untuoso al tacto. No es muy plástico y en general se presenta pulvurulento. Las -- muestras son laminares, y se fracturan en planos.

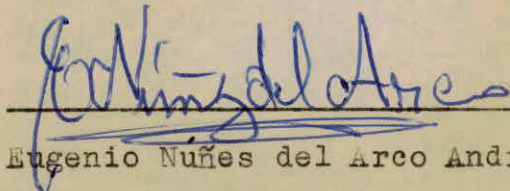
6.4 Caolín Km. 21 Vía Taday (Méndez)

Se encuentra ubicado al oriente de la ciudad de Azogues, en una altiplanicie de la cordillera. Es un material que no se le dió importancia por ser de mala ca lidad (poco transformado) y por encontrarse muy contami nado de óxidos de hierro.

- o -

Cuenca, Ecuador

Agosto, 1.967


Eugenio Nuñez del Arco Andrada

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

<u>Año</u>	<u>Autores</u>	<u>Publicaciones</u>
1.928	ANDERSON F.M	Notes on lower Tertiary deposits of Columbia and their molluscan and foraminiferal-Fauna (Proceed. Calif. Acad. of Science Vol. XVII p 27 1-pl. 9 figs.) 1.
1.952	BENNET E. FRASER T.	Proyecto de Explotaciones -- del Lignito de Bibbian Ecuador- Informe y Recomendaciones de un Experto de Naciones Unidas 33 pgs.grafcs.
1.961	BATEMAN A.M	Yacimientos Minerales de Rendimiento Economico. Traduc cion al español de la Segunda Edicion Americana.
1.957	ERAZO VALLEJO M.T.	Apuntes sobre la Geología y-estructura del valle de Cuenca. Anales de la Universidad de Cuenca, Ecuador. Tomo -- XIII N. 1.
1.966	GUBLER, Y y ORTYNSKI, I.	Informe Geológico Preliminar sobre las posibilidades petrolíferas de las Cuenas sedimentarias del Ecuador. Servicio Nacional de Geología y Minería. Asesoría Técnica de Petróleos del Ministerio de Industrias y Comercio. Quito Ecuador.
1.853	HUMBOLDT A. HARRINGTON J.	On the sandstones of Cuenca. 1.853. Sobre varios aspectos de sus investigaciones Mineras en las Provincias de Azuay-Cañar.- 17 pgs.

- 1.941 LIDDLE R.A y PALMER
K.V.W The Geology and Paleontology of the Cuenca-Azogues Biblian region, etc.- Bull Am Pal. Vol 26 N. 100. Ithaca, New York 53 ps.
- 1.932 MARSHALL W.B y
BOWLES EA. New Fossil Freshwater Mollusks from Ecuador, Proc. V.S Nat. Mus Vol LXXXII N.2946. art 5 Washington.
- 1.933 MARTINEZ A. Las tres provincias australes del Ecuador, desde el -- punto de vista geológico.- (Anales de la Univ. Cent., T. 51, pp 123-140) Quito - 1.933.
- MOSQUERA C.F. Los yacimientos carboníferos de la Prov. del Cañar, criterios actuales en beneficio de su explotación y purificación. 16 pags.
- 1.957 MOSQUERA C.F Materias Primas para la -- planta de Guapan Azogues, -- Prov. del Cañar.- 1957. 5-pags.
- 1.967 O ROURKE J.E Travertine Deposits of the Azuay-Cañar region. United Nation-Ecuador. Proyecto - Minero. Operation N. 3.
- 1.923 OLSSON A.A Notes on Marine Molluscs - from Perú and Ecuador- (The Nautilus Vol 37, pp 120). Philadelphia, Boston 1.923.
- 1.925 SHEPPARD G. The ocurrence of Boulders in the Tertiary Formation of - Ecuador-South America- (Geological) Magaz Vol LXII pp. 368-369.- 1.925.
- 1.927 SHEPPARD G. The ocurrence of Cypsun in the Tertiary Formations of Ecuador. (Geol, Magaz., Vol LXIV) 1.927.

- | | | |
|-------|---------------------------|--|
| 1.928 | SHEPPARD G. | The Tertiary Sandstones of Ecuador- (<u>Pan</u> -America Geologist) - May 1928. |
| 1.928 | SHEPPARD G. | Notes on the Miocene of Ecuador.- (Bull Amer. Ass. Petr. Geol. Vol 12 N.6).- Tulsa 1928. |
| 1.930 | SHEPPARD G. | Notes of the Climate and Phisiogra ^{ph} y of South Western Ecuador (Geo-
graphical Review, July).- Washing-
ton 1930. |
| 1.930 | SHEPPARD G. | The Geology of S.W Ecuador (Bull.
Inst. Amer. Petr. Geol. Vol. 14
March) Tulsa 1.930. |
| 1.937 | SHEPPARD G. | The Geology of South Western Ecu-
ador, Londres 1937, 80, XIV 275 pp. |
| 1.938 | SHEPPARD G. | Geología de la región Interandina
de la Republica del Ecuador.-
(Anales de la Universidad Central
T. LX N. 304, pp. 493 - 510 .-
Lams) Quito 1.938. |
| 1.965 | SCHNEIDER
SCHERBINA A. | Regional Geological Survey United
Nation - Ecuador. Proyecto Minero.
Operation N. 1. Austro. Memo. N.1
Quito - Ecuador. 7 pg. |
| 1.965 | SAWER W. | Geología del Ecuador. Quito 1965. |
| 1.929 | WOLFF F. von | Las rocas antiguas de la Cordillera
Oriental, así como las del Azuay y
una parte de la hoya de Cuenca. Tra-
ducción de Augusto N. Martínez (A-
nales T. XLII pp ^p 13-24 Quito 1929. |
| 1.892 | WOLF T. | Geografía y Geología del Ecuador.
Leipzig 1.892. |

1.879

WOLF T.

Viajes científicos por la República del Ecuador. II-Relacion de Viajes geog - nostico por la Provincia - del Azuay. Guayaquil 1979.

1.937

YANTIS L.

Informe sobre los depósi - tos de Carbon de Piedra de Biblian.- (Bol. del Minis - terio de OO.PP. T. II nos - 16 y 17 pp. 9-11) Quito -- 1.937.

- o -

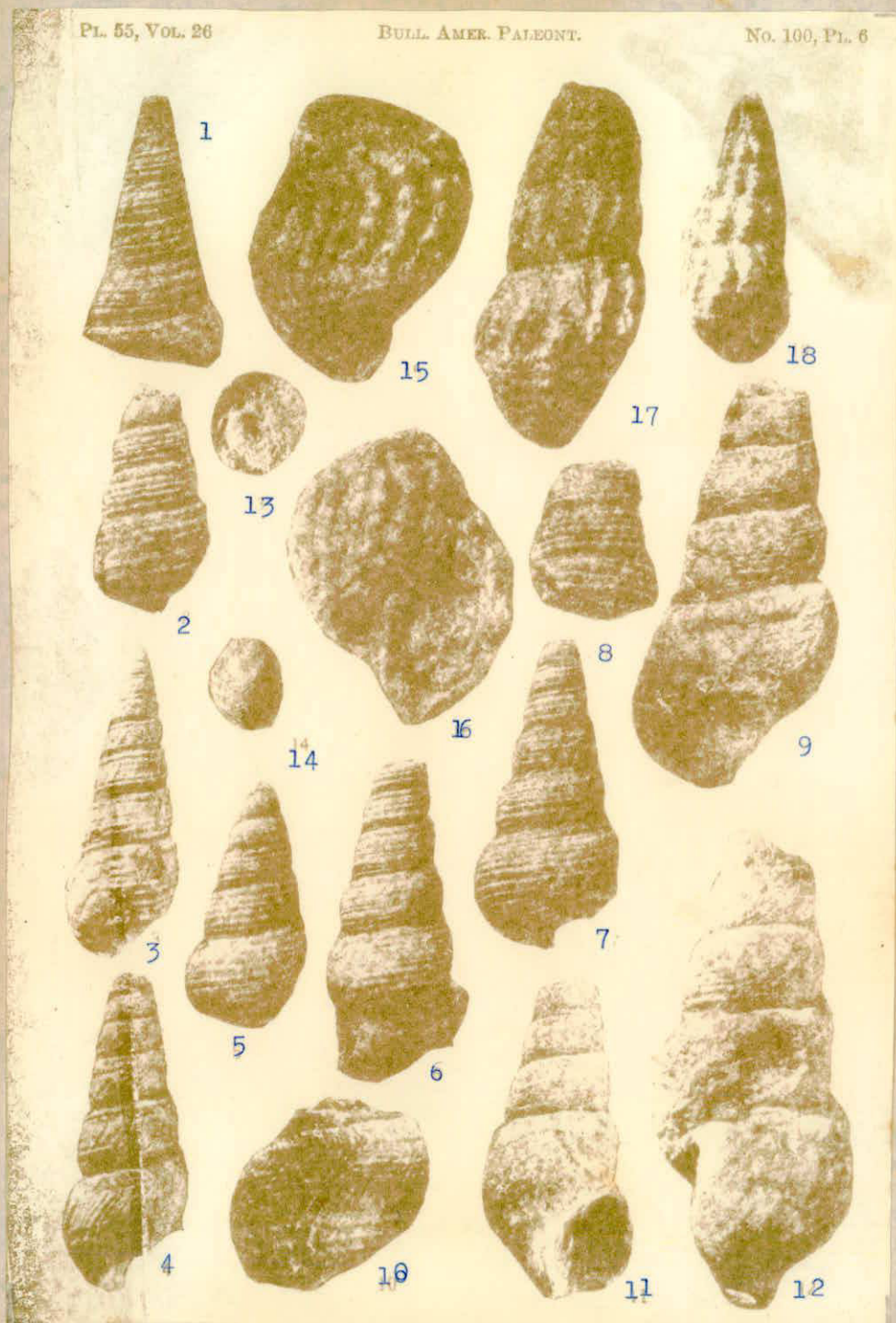
A P E N D I C E

A N E X O # 1

PL. 55, VOL. 26

BULL. AMER. PALEONT.

No. 100, Pl. 6



A N E X O # 1

- 1.- Hemisinus (Sheppardiconcha) biblianus. Marshall y Bowles Altura 20 mm. Diámetro máximo 10 mm. Localidad -- 1083 (Olsson).
- 2.- Hemisinus (Sheppardiconcha) biblianus. Marshall y Bowles. Altura 20 mm. Diámetro máximo 10 mm. Localidad -- 1083. Localidades 4,5 y 6 de Liddle.
- 3.- Hemisinus (Sheppardiconcha) biblianus. Marshall y Bowles. Altura 30 mm. Diámetro máximo 11 mm. Localidad -- 1083 (Olsson).
- 4.- Hemisinus (Sheppardiconcha) biblianus, Marshall y Bowles Altura 30 mm. Diámetro máximo 12 mm. Localidad 1083 - (Olsson).
- 5.- Hemisinus (Sheppardiconcha) biblianus. Marshall y Bowles Altura 23 mm. Diámetro máximo - 12 mm. Localidad 1083 - Localidad 4, 5 y 6 de Liddle.
- 6.- Hemisinus (Sheppardiconcha) biblianus Marshall y Bowles Altura 28 mm. Diámetro máximo 12 mm. Localidad 1083 -- (Olsson).
- 7.- Hemisinus (Sheppardiconcha) biblianus. Marshall y Bowles Altura 29 mm. Diámetro máximo 14 mm. Localidad 1082. Localidad - 5, Liddle.

- 8.- *Hemisinus* (Sheppardiconcha) *bibbianus* Marshall y Bowles, localidad 1083. Localidad 4, 5 y 6 de Liddle.
- 9.- *Hemisinus* (Sheppardiconcha) *bibbianus*. Marshall y Bowles. Altura 39.5. Diámetro máximo 19 mm. (Olsson).
- 10.- *Hemisinus* (Sheppardiconcha) *bibbianus*. Marshall y Bowles. Altura 18 mm.. Diámetro máximo 18 mm. Localidad - 1083. (Olsson).
- 11.- *Hemisinus* (Sheppardiconcha) *bibbianus*. Marshall y Bowles. Altura 39.5 mm. Diámetro máximo 19 mm. Localidad - 1083 (Olsson).
- 12.- *Hemisinus* (Sheppardiconcha) *bibbianus*. Marshall y Bowles. Altura 39.5 mm. Diámetro máximo 19 mm. Localidad - 1083. (Olsson).
- 13.- *Potamolithoides* *bibbianus*. Marshall y Bowles. Altura - 4 + mm. Diámetro máximo 4 mm. Localidad 1038. (Localidad 4,5 y 6 de Liddle).
- 14.- *Potamolithoides* *bibbianus*. Marshall y Bowles. Altura - 4 + mm. Diámetro máximo 4 mm. Localidad 1038. (Localidad 4,5 y 6 de Liddle).
- 15.- *Hemisinus* *Peyeri dickersoni*. Altura del cuerpo del espiral 6 mm. Diámetro máximo 5 mm. Localidad cerca de - Cojitambo. (Dickerson).

- 16.- *Hemisinus Peyeri dickersoni*. Altura del cuerpo del es
piral 9 mm. Diámetro máximo 6.5 mm. Localidad cerca -
de Cojitambo (Dickerson).
- 17.- *Hemisinus Peyeri dickersoni*. Altura 11 mm. Diámetro -
máximo 5 mm. Localidad cerca de Cojitambo (Dickerson)
- 18.- *Hemisinus Peyeri dickersoni*. Altura 11 mm. Diámetro -
máximo 5 mm. Localidad cerca de Cojitambo. (Dickerson).

PL. 56, VOL. 26

BULL. AMER. PALEONT.

No. 100, PL. 7



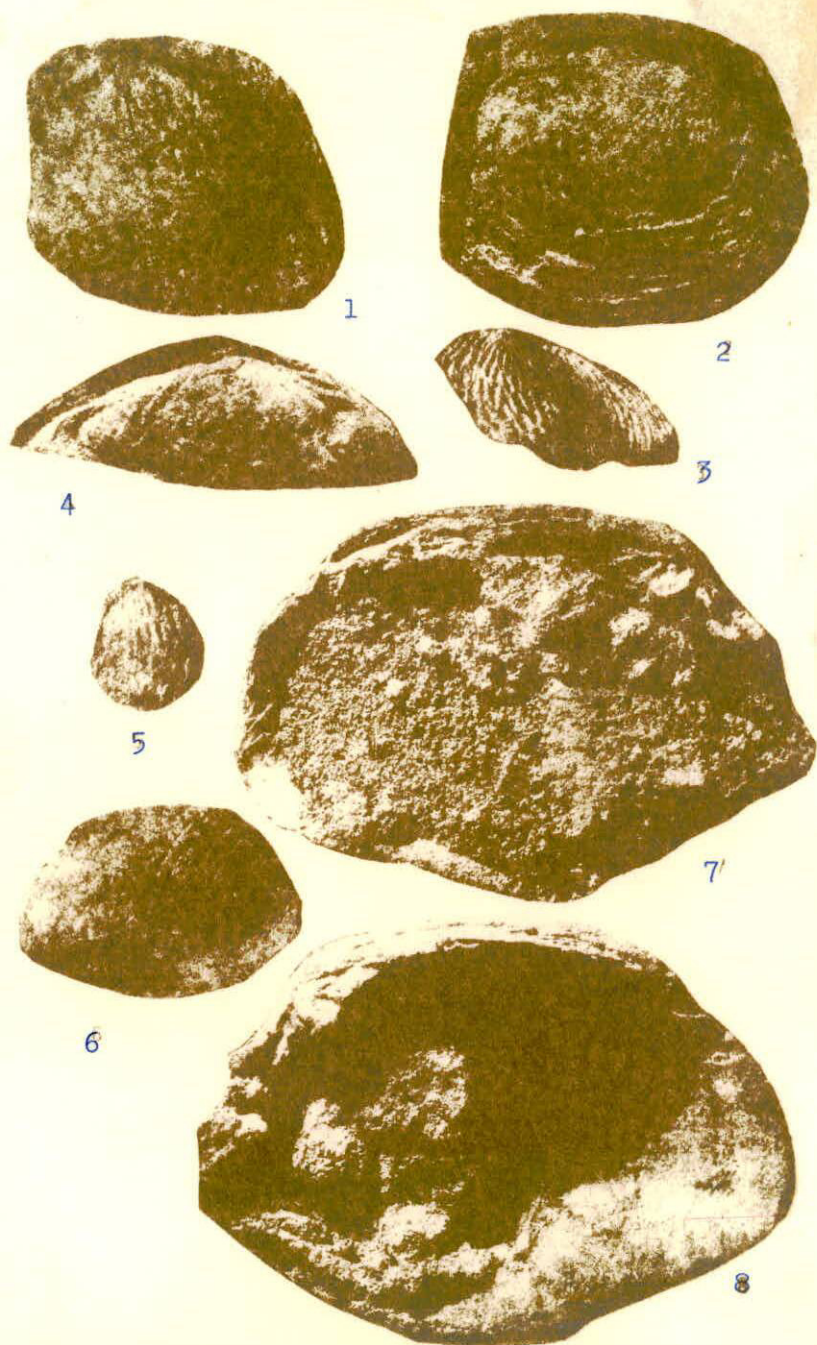
A N E X O # 2

- 1.- Ecuadorea biblicana. Marshall y Bowles. Longitud 4 mm.
Altura 22 mm. Localidad 1082. (Localidad 5, Liddle).
- 2.- Ecuadorea biblicana Marshall y Bowles. Longitud 29 mm.
Altura 19 mm. Radio 4.5 mm. Localidad 1038 (Localidad 4 de Liddle).
- 3.- Ecuadorea biblicana. Marshall y Bowles. Longitud 40 mm.
Altura 28 mm. Radio 9 mm. Localidad 1038 (Localidad 4 de Liddle).
- 4.- Ecuadorea biblicana. Marshall y Bowles. Longitud 33 mm.
Altura 24 mm. Radio 6 mm. Localidad 1082. Localidad 5 de Liddle.
- 5.- Ecuadorea biblicana. Marshall y Bowles. Longitud 43 mm.
Altura 35. Radio 9 mm. Localidad 1038. Localidad 4, 5 y 6 de Liddle.
- 6.- Ecuadorea biblicana. Marshall y Bowles. Longitud 43 mm.
Altura 35 mm. Radio 9 mm. Localidad 1038 (La misma especie de la figura # 5).
- 7.- Cycloid. escama de pez. Ancho 7 mm. Altura 6.5 mm. Localidad 1038 (Localidad 4 de Liddle).

PL. 57, VOL. 26

BULL. AMER. PALEONT.

NO. 100, PL. 8



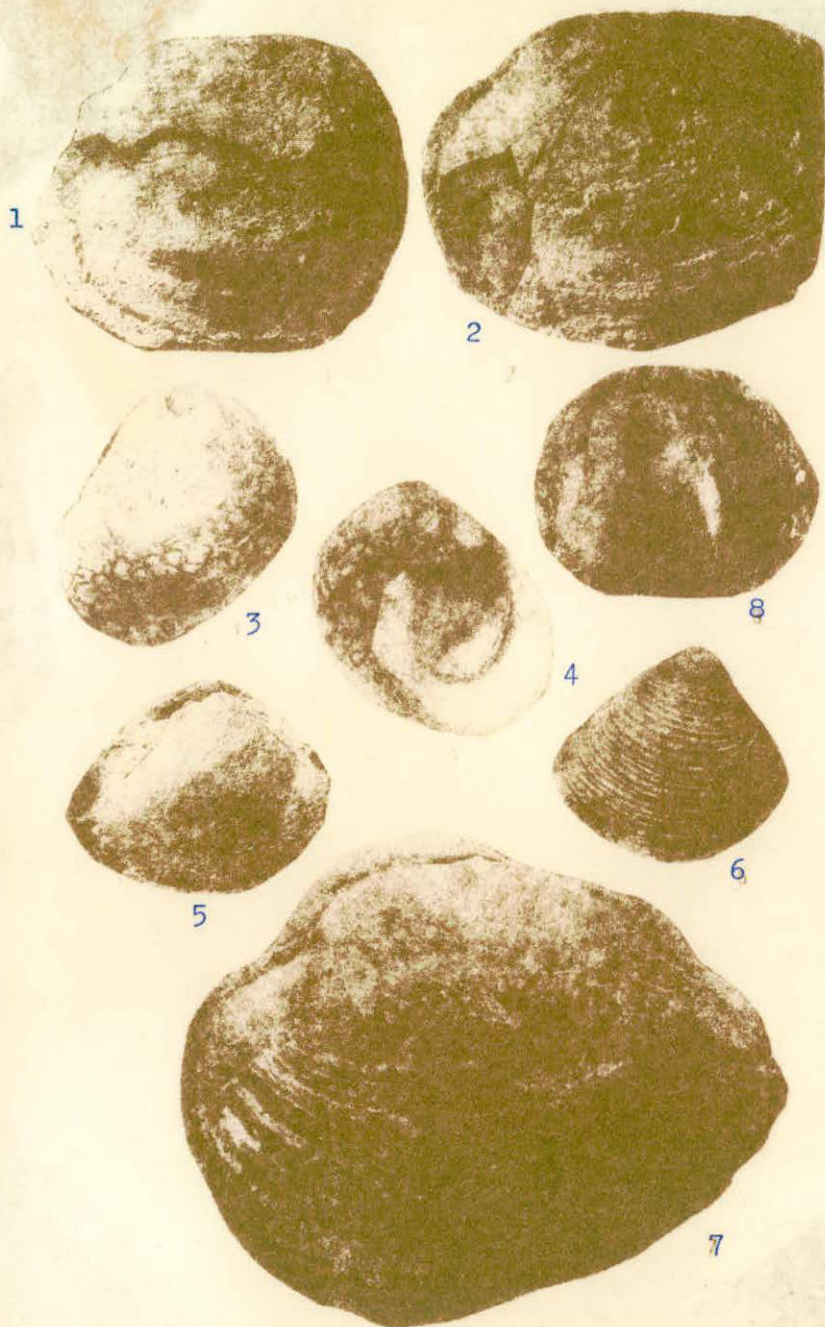
A N E X O # 3

- 1.- Diplodon liddlei. Longitud 35 + mm. Altura 30 mm. Ra
dio 5 mm. Localidad 1038 (Localidad 4 de Liddle).
- 2.- Diplodon liddlei. Longitud 35⁺ mm. Altura 28 mm. Ra-
dio 6 mm. Localidad 1038 (localidad 4 de Liddle).
- 3.- Diplodon liddlei. Fragmento que muestra escultura un
bonal. Localidad 1038 (Localidad 4 de Liddle).
- 4.- Diplodon liddlei. Longitud 36 mm. Altura 29 mm. Radio
5 mm. Localidad 1038 (Localidad 4 de Liddle).
- 5.- Diplodon liddlei, altura 10 mm. Localidad 1038 (Loca-
lidad 4 de Liddle).
- 6.- Castaloides laddi, Marshall y Bowles. Longitud 32 mm.
Altura 23 mm. Radio 9 mm. (Fósil de Managas - Venezue
la).
- 7.- Castaloides laddi. Marshall y Bowles. (Fósil de Managa
Venezuela).

PL. 58, VOL. 26

BULL. AMER. PALEONT.

No. 100, PL. 9



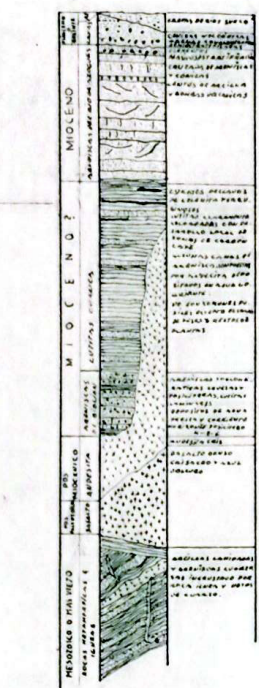
A N E X O # 4

- 1.- Monocondylaea Pacchensis. Longitud 40 mm. Altura $33^{\pm}$ mm
Radio 10 mm. Localidad 1083 (Olsson).
- 2.- Monondylaea Pacchensis. Longitud 39 - mm. Altura 31 mm.
Radio 11 mm. Localidad 1083 (Olsson).
- 3.- Neritina pacchiana. Altura 6 mm. Diámetro máximo 4.5 mm
Localidad 1084. Localidad 400 mm. S 25 W de Cojitambo -
Dickerson.
- 4.- Neritina pacchiana. Altura 6 mm. Diámetro máximo 4.5 mm
Localidad 1084. Localidad 400 mm. S 25 W de Cojitambo -
Dickerson.
- 5.- Corbícula (Cyanocyclas) pacchiana. Longitud 26 mm. Altu
ra 23 mm. Radio $4^{\pm}$ mm. Localidad 1084. (Olsson).
- 6.- Corbícula Cojitamboensis. Longitud 16 + mm. Altura 14 +
mm. Radio 4 mm. Localidad. Cerca de Cojitambo.
- 7.- Anodontites Olssoni. Longitud 65 mm. Altura 46 mm. Es-
pesor 35 mm. Localidad 1082 (Localidad 5, Liddle).
- 8.- Monocondylaea Azoguensis, Longitud 29 mm. Altura 25 mm.
Radio $5^{\pm}$ mm. Localidad 1038 (Localidad 4 de Liddle).

ANEXO # 5

Mapa Geológico (Localización de Fósiles) y Sección transver -
sal de la región Cuanca-Azoguez-Biblian trabajado por R.A. -
Liddle.

- o -



SECCION GEOLOGICA EXPUESTA
EN LA REGION
CUENCA - AZOGUES - BIBLIAN

ESC. 1:100,000

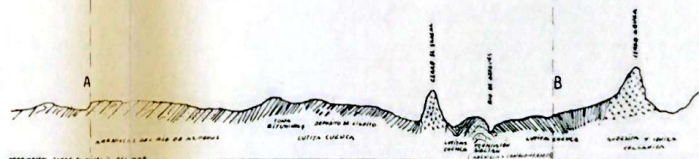


LEYENDA DEL MAPA
1. ESTEROS VULCANICOS
2. GRANITOS Y DIABAS
3. GRANITOS Y DIABAS EN EL
4. GRANITOS Y DIABAS EN EL
5. GRANITOS Y DIABAS EN EL
6. GRANITOS Y DIABAS EN EL
7. GRANITOS Y DIABAS EN EL
8. GRANITOS Y DIABAS EN EL
9. GRANITOS Y DIABAS EN EL
10. GRANITOS Y DIABAS EN EL

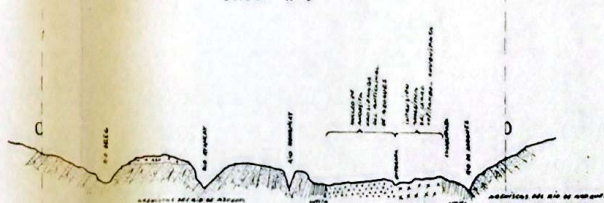
mapa geológico de la region
de Cuenca-Azogues-Bibian

ESC. 1:100,000

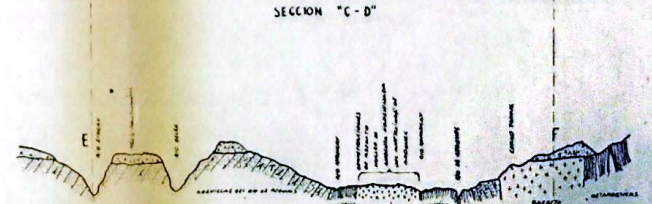
ESCALA EN KILOMETROS



SECCION "A-B"



SECCION "C-D"



SECCION "E-F"

SECCION ESTRUCTURAL ATRAVEZ DEL ANTICLINAL
DE AZOGUES

ESC. 1:100,000

MAPA GEOLOGICO Y SECCION TRASVERSA DE LA REGION CUENCA AZOGUES BIBLIAN

PROVINCIA DEL CANAR Y AZUAY, ECUADOR