



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

PROYECTO DE
EVALUACION
CALCAREA

CERRO CURUZU, CERRO CUMBRE "A"
Y CERRO CUMBRE "B"

DEPARTAMENTO DE CONCEPCION
* PARAGUAY *

INFORME N° 2

ANGEL M. SPINZI (h)
Geólogo

* 1. 9 8 7 *

2



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

I N D I C E

S U M A R I O

	<u>PAG.</u>
I. INTRODUCCION	1
I.1. Metodología	
I.2. Marco Geográfico	3
II. MARCO GEOLOGICO REGIONAL	5
III. UNIDADES DE ROCAS	7
IV. ESTRUCTURAS	11
V. GEOMORFOLOGIA	19
VI. HISTORIA GEOLOGICA	22
VII. GEOLOGIA ECONOMICA	24
VIII. CONCLUSIONES	46
LX. RECOMENDACIONES	48
X. ANEXOS	50
X.1. Mapa de Ubicación	
X.2. Mapa de Base	
X.3. Plano de Ubicación de Muestras	
X.4. Bosquejo Geológico Planimétrico del Cerro Curuzú, Cum - bre "A" y Cumbre "B"	
X.5. Cortes Geológicos	
X.6. Existencia Volumétrica de Material Calcáreo Inicial su - puesta (Antes de su Explotación)	
X.7. Figuras Geométricas Aplicadas para la Obtención de Volú - menes Extraídos	
X.8. Tabla de Reservas Calcáreas	



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

S U M A R I O

El presente estudio trata de la evaluación de materiales calcáreos contenidos en tres cerros alineados en rumbo este-oeste, denominados Cerro Curuzú, Cerro Cumbre "A" y Cerro Cumbre "B"; los mismos están localizados en Vallemí, Departamento de Concepción - Paraguay.

El trabajo consistió en sucesivos reconocimientos de campo; luego un muestreo sistemático con estudios fotogeológicos que finalizaron con análisis de Rayos X y procesamiento de los datos obtenidos. El área estudiada abarca una superficie de 2.540.000 m². y se encuentra a 12 kilómetros, al sur de la confluencia del Río Apa con el Río Paraguay. Los cerros estudiados contienen materiales calcáreos como calizas, margas y lutitas.

El Cerro Curuzú está constituido por la formación Vallemí, mientras que los cerros Cumbre "A" y Cumbre "B", por la formación Cambajhopo.

Las litologías que componen los tres cerros estudiados, fueron dobladas, plegadas, falladas y recristalizadas, por sucesivos fenómenos geotectónicos, razón por la que su geología es muy complicada.

Los calcáreos aquí estudiados forman parte de un cinturón de plegamientos, de más de 1.000 Km. de longitud, que se extiende hacia el Brasil, donde fue denominado Geosinclinal Paraguai- Araguaia, mientras que la porción más austral -



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 2.-

del mismo, se denomina en el Paraguay con el nombre de Arco de Asunción, bisectado por estructuras tectónicas al sur de Concepción.

Las reservas calcáreas de los Cerros Curuzú, Cerro Cumbre "A" y Cerro Cumbre "B", globalmente estimadas, en base a cálculos de aproximación, están por el orden de 8.827.112,3 m³., equivalentes a 22.067.780 toneladas de calizas correspondientes a la formación Cambajhopo y unos 15.981.623,4 m³., equivalentes a 36.757.733,9 toneladas, de un conjunto de margas, calizas y lutitas, correspondientes a la formación Vallemí. Estos datos deben ser confirmados en el futuro con perforaciones rotativas saca-testigos.



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

I. INTRODUCCION

El objetivo de este Informe es dar a conocer la naturaleza de los materiales componentes de los 3 Cerros que se hallan unidos en una hilera de tres cumbres, inmediatamente al Sur de todo el Complejo Fabril de la INDUSTRIA NACIONAL DEL CEMENTO, para así poder estimar las reservas de materiales calcáreos para su posterior valorización; por tanto, aquí se resume los resultados obtenidos del estudio geológico de estos 3 Cerros alineados en dirección Este-Oeste, coincidentes con el Paralelo 22° 11' 00" Latitud Sur, propiedad de la I.N.C., en Vallemí - Paraguay (Ver Anexos N°s. 1 y 2). El área así estudiada abarca una superficie de 2.540.000 m². y se encuentra ubicada en la Región Oriental del Paraguay, en el Departamento de Concepción, más específicamente a 12 Kilómetros al Sur de la Confluencia del Río Apa con el Río Paraguay. Los tres Cerros estudiados están en la margen izquierda del Río Paraguay, a tan sólo 7 Kilómetros de la frontera con el Brasil. Su acceso desde Asunción es por el Río Paraguay o por vía aérea, ya que las vías terrestres existentes son intransitables en toda época del año, a no ser con vehículos de doble tracción. La población más cercana a estos tres Cerros aquí estudiados, es la Ciudad de Vallemí, a escasos mil metros al norte, distancia ocupada por todo el Complejo Fabril de la Procesadora de Cemento Portland,

I. 1. Metodología

La metodología adoptada para este trabajo, consistió en primer lugar en



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 2.-

la delimitación del área a estudiar, apoyada con visitas de reconocimiento y un previo análisis fotogeológico. De acuerdo a esto se elaboró una red de muestreo sistemático (Ver Anexo N° 3), siempre acorde con el tiempo de que se disponía para los trabajos; así se abrió picadas de acceso, las que además sirvieron para el levantamiento geológico y para la extracción de muestras, las que fueron recolectadas siguiendo paso a paso los reglamentos de muestreos para afloramientos o calicatas de diferentes profundidades, según el caso y el material de interés. El intervalo de muestreo fue de veinticinco metros sobre topografía. Con el estudio fotogeológico se decidió el rumbo a seguir para cada picada; así fueron realizadas con 35° y 125° de acuerdo al norte magnético, de esta manera se intersectaron las estructuras geológicas más importantes (Ver Anexo N° 3).

Las muestras recolectadas fueron fraccionadas y remitidas al Laboratorio de la INDUSTRIA NACIONAL DEL CEMENTO, analizándose un total de ciento diez y ocho muestras por medio de un equipo computarizado de Rayos X, siendo luego archivadas para testigos. Además fue necesaria la apertura de picadas de reconocimiento sin toma de muestras a fin de identificar contactos geológicos y para una mejor apreciación de las estructuras geológicas existentes en el área (Ver Anexo N° 3).

Mediante las notas de campo, los análisis de muestras, el estudio de cam

... 3.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 3.-

po y fotogeológico, fue posible elaborar el bosquejo geológico del Anexo N^o 4. En la codificación del muestreo se siguió el siguiente criterio: Por ejemplo en la muestra CZ- I- 1, las primeras dos letras, "CZ" corresponden a las iniciales de la hilera Este- Oeste de tres cumbres aquí estudiada, el sistema serrano llamado Cerro Curuzú; la siguiente letra se refiere a la picada muestreada (Ver Anexo N^o 3); y por último, el número es el orden de toma de muestras. Las estaciones que corresponden a la formación de margas y lutitas, en su mayoría coinciden con calicatas.

Posteriormente se procedió al procesamiento de todos los datos obtenidos para el cálculo de materiales calcáreos globales, los que sustraídos del volúmen explotado hasta la fecha, sirvieron para obtener la reserva real aún sin explotar.

I. 2. M a r c o G e o g r á f i c o

Hacia el oeste del área estudiada se localiza la gran planicie cuaternaria del Chaco o Región Occidental, con los últimos asomos calcáreos del Grupo Itapucumí, formando un rosario de cerros de dirección Norte- Sur, a pocos Kilómetros de la costa del Río Paraguay, como los denominados Cerros Nandú, Galván, De Martí, Mosquito, etc. Hacia el este se localiza una zona baja anegadiza, que constituye un graben o fosa tectónica de dirección general Norte- Sur, por tanto los cerros estudiados, se encuentran regionalmente hablan-

... 4.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 4.-

do en un sistema de dirección general Norte- Sur, con elevaciones de hasta - 250 metros sobre el nivel del mar, entre las que el Río Paraguay se encauzó aprovechando fallas existentes. Estos afloramientos terminan en el Río en - forma de escapes verticales. El sistema serrano del que forma parte la Se - rranía Curuzú, está limitado al Norte y al Sur por sendas fallas de dirección Nor- Oeste, que dividen las formaciones calcáreas de San Lázaro al Norte y las de Tres Cerros al Sur.

La hidrografía de la zona se puede resumir de la siguiente manera: al - oeste el Río Paraguay, al este zonas de esteros, al norte el Río Apa y al - sur el Río La Paz (Río Napa). El clima es cálido y seco, con una precipita - ción anual de 1.238 milímetros; la vegetación de las partes altas es arbó - rea, mientras que en las zonas bajas es achaparrada, con algunos árboles al - tos remanentes; en las zonas adnegradas es propia de ambientes acuáticos y vemos entonces totoras, camalotes, etc. Algunas especies de vegetales son buenos indicadores del calcáreo; además se ha comprobado que en las cali - zas puras la vegetación es pobre, debido a la composición química de la roca, por la falta de humedad superficial a causa del filtrado de las aguas, no - así la vegetación desarrollada sobre los materiales residuales asociados a ellas o a la parte de lutitas y margas. Allí es abundante por el enriqueci - miento de minerales arcillosos con buena retención de agua. Las zonas más - karstificadas traen aparejadas poco desarrollo vegetal.

... 5.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 5.-

II . MARCO GEOLOGICO REGIONAL

La constitución geológica a nivel regional se puede sintetizar de la siguiente manera, a pesar de su complejidad. Las rocas más antiguas están hacia el este de la franja calcárea Norte- Sur y forman un alto de edad geológica precámbrica Media- Superior, denominado Complejo Basal del Apa, el cual se compone de rocas cristalinas como Gneises, Esquistes Cristalinos, Granitos Laminados, Pegmatitas, Anfibolitas, etc. Sobreyace discordante a este conjunto la Serie San Luis, formada por Cuarcitas, Filitas y otros metasedimentos del precámbrico superior. Sobre estas dos agrupaciones y en discordancia angular se encuentra el paquete de calcáreos o Grupo Itapucumí, compuesto por un conjunto Lutítico- Margoso asociado y calizas potentes en parte recristalizadas; la edad de estos sedimentos es cámbrica.

El grupo Itapucumí fue afectado por plegamientos y fallamientos, acompañados por fenómenos metamórficos e intrusiones de cuerpos magmáticos. A finales del período ordovícico esta serie carbonatada se peneplanizó, existiendo actualmente un "hiatus" o laguna estratigráfica. En la zona de estudio el Grupo Itapucumí está cubierto por las capas Chaqueñas, mientras que la porción oriental que sobreyace al macizo cristalino, aparentemente está siendo cubierta por la Serie Cerro Corá del Carbonífero Superior, compuesto por depósitos glaciales; luego está el Grupo Independencia del período Pérmico, formado por areniscas, siltitas, lutitas y algunos conglomerados. Sigue a

... 6.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 6.-

esto la formación Misiones compuesta por areniscas eólicas y fluviales. Por último están las coladas basálticas o formación Alto Paraná de Edad Jurásica-Cretásica.

El Grupo Itapucumí de la zona de estudio es la prolongación más austral de la Sierra de Bodoquema, del Sur del Estado de Mato Grosso-Brasil; se extiende con algunas interrupciones desde la desembocadura del Río Apa, límite con el Brasil en el Norte, hasta el Puerto Itapucumí en el Sur; probablemente la "Serie Escobar" (Karpoff, 1.965) es la parte más baja del Grupo Itapucumí.



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 7.-

III. UNIDADES DE ROCAS

Litológicamente el Grupo Itapucumí es una asociación rítmica de depósitos detríticos y carbonatados. La secuencia de abajo hacia la parte superior es como sigue: Areniscas, Conglomerados Calcáreos, Lutitas, Margas, Calizas Magnesianas con lentes dolomíticos y Calizas homogéneas puras de colores grises. La secuencia no es muy clara por el tectonismo que presenta; tal es así que en la localidad de San Lázaro y Cerro Pucú de Santa Elena, el calcáreo está metamorfozado a mármol por metamorfismo dinámico. Las calizas de colores grises están bien estratificadas en capas delgadas o gruesas y macizas. Las calizas son generalmente de grano fino, pero también suele haber variedades cristalizadas cruzadas por vetas de calcita o de cuarzo, al parecer de origen hidrotermal. Son muy comunes las calizas oolíticas y pisolíticas con abundantes estructuras estilolíticas.

Las lutitas son de estratificación fina, también existen limolitas y arcilitas, presentando gran gama de colores como el marrón oscuro, amarillo, verde, rojo, etc. Algunas lutitas tienen abundante carbonato de calcio, mientras otras están exentas del mismo.

El Grupo Itapucumí supera los 700 metros de espesor y se correlaciona en el Brasil con el Grupo Corumbá y en Bolivia con el Grupo Murciélagos. Estudios recientes en el Brasil han determinado que el Grupo Corumbá está constituido de tres formaciones. Una basal denominada Formación Puga, compuesta

... 8.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 8.-

principalmente por paraconglomerados de matriz arenosiltosa, posiblemente correlacionable con la Serie Escobar (Karpoff, 1.965), no observado en el lugar de estudio. Otra denominada Formación Cerradinho, compuesta principalmente por Arcosas y Areniscas, Esquistos Fisibles, Camadas de Calizas, Siltitas, Margas Lutitas, Limolitas Arenosas y que en el informe anterior N° 1, se le bautizó "Formación Vallemí", por su buena exposición al sur de la Ciudad de Vallemí, donde actualmente se la explota para elaboración del cemento, y por último la Formación Bocaina (Araras), compuesta por calizas puras, calizas dolomíticas y mármoles; el informe anterior N° 1, le bautizó "Formación Camba Jhopo", por estar muy bien expuesta en la localidad Camba Jhopo, compañía de Vallemí.

También aparece una formación fosilífera moderna de Edad Pleistocénica, que en el Brasil se denomina Formación Xaraies; está compuesta por calizas secundarias muy puras de color crema, macizas o porosas (tobas calcáreas), así como brechas y conglomerados calcáreos, en los cuales tanto la matriz como el cemento y los fragmentos están constituidos por carbonatos. También se observó depósitos de Travertino o Sinter calcáreo en sitios de antiguos recubrimientos de aguas saturadas de carbonato de calcio. $CaCO_3$; en el informe anterior N° 1, se propuso a esta Formación con el nombre de "Formación San Lázaro", por presentar aquí una buena exposición y desarro-

... 9.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 9.-

llo. La Formación San Lázaro forma conos de deyección en los flancos de es carpes y se propuso como unidad formacional, por el hecho de ser mapeable a escala 1:50.000, al igual que las demás, presentando también fósiles simila res a los del Brasil.

La Formación Camba Jhopo presenta por lo menos dos ciclos de removiliza ción, representados por sucesivas recristalizaciones (ver informe N° 1- Cor- tes petrográficos) y las brechas autoclásticas muy comunes, en gran canti - dad y varias veces recristalizadas. Las calizas se presentan en bancos po - tentes, con estructuras generalmente no muy bien definidas, con estratifica - ción planoparalela, aunque en ocasiones se presentan en forma masiva. El co lor predominante es el gris ceniza, claro a oscuro, con niveles blanquecinos o rosáceos; existen también niveles con pequeñas lentes dolomíticas de colo res rosados; el fracturamiento es muy intenso y los micro y macropliegues - abundantes tanto para la formación Camba Jhopo como para la Formación Valle - mí. También se advierte en ambas formaciones estructuras estilótíticas de variadas envergaduras.

En el área de estudio las formaciones Vallemí y Camba Jhopo presentan - gran variedad de buzamientos, producto de un intenso fallamiento (son numero - sos los de gravedad) en diversos períodos geológicos. Así es posible obser - var en el frente de la cantera del Cerro Curuzú, como la formación Camba Jho

... 10.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 10.-

po está soterrada por la formación Vallemí de disposición subvertical, presentándose en discordancia de origen tectónico (falla). Además la zona fue afectada por fenómenos tectonomagmáticos con intrusión de diques ígneos de dirección Nor-Oeste - Sur- Este de posible edad Triásica o Jurásica. Es muy importante mencionar que las dolomitas están casi siempre relacionadas con zonas de debilidad tectonoestructural.



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 11.-

IV. E S T R U C T U R A S

Los cerros Curuzú, Cumbre "A" y Cumbre "B", se tratan de una típica es tructura de pliegues, desarrollados en los bordes de los geosíncinales ; estas estructuras están intensamente desarticuladas, fracturadas y falladas, por la compleja historia geológica a la que fue sometida. Al parecer prime ro fue objeto de una fracturación no tectónica, donde abundaron las fallas de tipo inversa, para culminar con una tectónica de removilización de blo - ques, cosa que fue activa en por lo menos dos períodos; también el área - fue sujeta a peneplanización en más de una oportunidad. En el triásico po - siblemente se inyectaron una serie de intrusiones ígneas de tipo máfico, - con biotitas que parecieran ser lamprófidos; estas inyecciones fueron res - ponsables del rejuvenecimiento de estructuras que pueden ser de interés eco nómico. Las calizas en cuestión fueron sometidas a presiones altas que fá - vorecieron los procesos de recristalización, también es posible reconocer - fenómenos típicos de fluencia, en donde la deformación venía acompañada de disoluciones y recristalizaciones sucesivas. Dentro de las camadas se desa rrollaron esfuerzos cortantes, paralelos que produjeron planos de cizalla a lo largo de la superficie de estratificación, cosa que complica en gran ma - nera la génesis de los yacimientos. Los planos de cizalla son paralelos a los planos axiales y perpendiculares a la dirección del esfuerzo principal que en este caso es lateral. Las zonas donde se desarrollaron estructuras



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 12.-

pizarrosas, indican gran aceleración en la velocidad del esfuerzo responsable de estas deformaciones, aunque también la cercanía de rocas plutónicas, las cuales no son raras en la región, pudieron influir en el proceso, ya que el emplazamiento de rocas intrusivas altera la forma de reaccionar de la roca ante el esfuerzo. En varios casos se ha comprobado estructuras de fluencia como ya se mencionó anteriormente; este fenómeno al parecer fue acompañado por sucesivas recristalizaciones, inducido por la presencia de agua o por la reacción térmica o intrusiva. A esto hay que agregar que se encontró estructuras esquistosas, las que en su mayoría, requieren para su formación y ya demostrado con experimentos, de un factor muy importante, cual es la temperatura. También en ciertas circunstancias la recristalización puede producirse en planos de deslizamiento que coinciden con los planos de los estratos, desarrollando texturas (Esquistosidad) parecidas a rocas metamórficas. Las estructuras citadas aquí son determinadas por la combinación de factores como variaciones de presión exterior (soterramiento antiguo), esfuerzo de deformación (posterior) y temperaturas. Los tipos de fallas más frecuentes hallados en el área de estudio son las de empuje o inversa y las de desgarre (Rifts), las que tienen relación con el plegamiento. Los diques clásticos que son abundantes están relacionados con fallas normales más nuevas y a fosas tectónicas con formación de cubetas que van acompañadas de actividad ígnea a lo largo de los bordes. Esta distensión

... 13.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 13.-

empezó con el levantamiento de los Andes y por tanto el relleno de la fosa Chaqueña o Cuenca de Curupayty empezó a comienzos del Mesozoico, Contemporáneo con el fuerte diastrofismo andino. En el borde oriental es típico el tectonismo de bloques escalonados, hundiéndose hacia el Chaco; estos sistemas de fallas se deben a una tensión lateral, ligada al hundimiento de las cuencas chaqueñas, mientras se producía la continua elevación de los bordes con basculamientos diferenciales; este tectonismo de bloques fue muy posterior al plegamiento; así el sistema más nuevo es de fallamiento de gravedad que limitan los bloques. Estas fallas fueron movilizadas periódicamente desde que se produjeron hasta nuestros días, por fuerzas tensionales. Ahora el ancho de los bloques entre los escalones debe ser determinado con métodos geofísicos.

Las fallas más antiguas debidas a fuerzas compresivas son las relacionadas con el plegamiento, combinándose las de empuje y las de rumbo deslizante o Rifts. Al parecer al Norte de estos tres cerros estudiados se encuentra una de este tipo y con posible movimiento Levógiro. Lo que debe confirmarse con futuros trabajos. La dislocación está íntimamente relacionada con el basamento cristalino; esto es fácilmente confirmado con mapas tectónicos del lto del Apa. Ahora, lo que no se presenta en claro es si las fallas de empujes ya comprobadas por otros trabajos, son contemporáneas o no a las de rumbo deslizante. La idea en este informe es que las fallas más antiguas -

... 14.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 14.-

fueron las inversas, íntimamente relacionadas con las primeras flexuras; luego un segundo ciclo de plegamiento menos intenso afectó a la zona, con reactivación de las anteriores y la aparición de una nueva forma de fallamiento, el cual es la de rumbo deslizante o de desgarre, para finalizar con las de tipo normales; las dos formas anteriores debidas a fuerzas compresionales laterales, mientras que la tercera tipo distensional. La hipótesis de que en el lado Norte de los Cerros Curuzú, Cerro Cumbre "A" y Cerro Cumbre "B", pasa una falla de desgarre, queda aún más fortalecida por el hecho de localizarse mármol en la zona afectada, el trazo rectilíneo, asociado a fallas inversas y otra paralela más al Sur. La dirección general del esfuerzo que produjo el plegamiento de estos cerros fue al parecer Este-Oeste, con desarrollo de pliegues asimétricos y cabalgamientos, formando anticlinales cobijantes y estructuras imbricadas con fallas en las charnelas, relacionado con el antiguo núcleo de un cordón montañoso de dirección meridiana que se interna hacia el Mato Grosso del Brasil, con la combinación de dos tipos de cabalgamientos, uno más antiguo de ángulo bajo y el otro posterior de gran ángulo, que complica el modelo estructural. Estas estructuras plegadas en área marginal de un macizo central de rocas cristalinas levantadas, que en el Paraguay se denomina Alto del Apa forman bordes de cuencas. Este levantamiento trajo consigo fuerzas radiales, las que produjeron fallas paralelas a la esquistosidad y a los planos axiales. Por otro lado -

... 15.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 15.-

las fallas tipo Rifts que se observa atraviezan diagonalmente el anticlinal del Cerro Curuzú, mientras que la teoría de que las fallas inversas planas se convierten gradualmente en anticlinales, en este trabajo se desecha, ya que existe documentación geológica suficiente sobre este cinturón que prueban primero el plegamiento y luego la falla inversa.

Todo esto hace pensar como ya se dijo más atrás, que los cabalgamientos se deben a una compresión y las fallas normales a una dilatación del tipo elástico libre por la subsidencia de una cuenca marginal, en este caso la de Curupayty en el Chaco; pero no se debe abandonar también la hipótesis de que estas estructuras plegadas se deban a una tectónica de deslizamiento por gravedad ya que todos los factores fueron dados, como por ejemplo capas competentes dentro de una matriz incompetente, una antigua cadena montañosa y otros; pero aún así, en cualquiera de los casos las estructuras originales que fueron cabalgamientos y levantamientos que produjeron los taludes del deslizamiento, fueron desarrollados por compresión primigénica, siendo esto último o sea la tectónica de deslizamiento por gravedad, un resultado ya secundario. La íntima relación entre el deslizamiento por gravedad y la compresión tangencial hace que no haya un límite neto entre estos dos fenómenos. Hablando ahora en forma regional podemos decir que el Alto Central del Apa divide dos tipos estructurales de cuencas: hacia el Este de tipo Intracratónica y hacia el Oeste de tipo Geosinclinal representado por los calcáreos en cuestión y de carácter asimétrico (Borde Continental), con mayor desarrollo hacia el Oeste con el consecuente cambio de Facie. Las estructuras estilolíticas parecen apoyar la idea de la tectónica de deslizamiento por gravedad, produciéndose preferentemente en el extremo posterior de la superficie de arrastre de los anticlinales corridos, en -

... 16.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 16.-

grandes distancias sobre horizontes incompetentes. La alineación de estos anticlinales en cordones arrosariados, indican el borde de la Cuenca Curupayty, al Este limitado por las calizas de Itapucumí y estas a su vez sobre el basamento precámbrico, consolidado por una fase orogénica más antigua que ha impuesto al basamento ciertas alineaciones que influyeron sensiblemente en los materiales de cobertura. Los tiempos geológicos que produjeron las estructuras descriptas en este tópico podemos englobar de la siguiente manera o sea cuatro períodos orogénicos principales, al final del precámbrico, en el paleozoico inferior, al final del paleozoico y al final del cretácico. En los más antiguos predominó más la forma epirogénica, aparte de otras de menor importancia, representadas en las formaciones geológicas de América del Sur por innumerables discordancias en las series estratigráficas; pudiendo muy bien trasladarse de tectonismo de gravedad sin que necesariamente coincida en tiempo y espacio con los períodos orogénicos. Lo que es claro de todo esto es que existe una faja orogénica precámbrica paralela al geosinclinal, representada por los pliegues del Grupo Itapucumí, arqueada por una serie de diastrofismos y movimientos tectónicos; el área estudiada corresponde al flanco occidental de dicho cinturón, los ejes de los pliegues son paralelos al borde de la cuenca. Las direcciones Norte-Sur son seguramente fallas del basamento; hacia el Este se localiza como ya habíamos dicho el Alto del Apa, y como los bordes de bloques se caracterizan por movilidad tec-

... 17.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 17.-

tónica, más amplificada que en el centro del mismo, fueron desarrolladas allí con más frecuencia fallas normales y de desgarre.

Un cinturón geosinclinal más antiguo al de Itapucumí corresponde a los metasedimentos de la Serie San Luis; se puede notar en las fotografías aéreas un claro transporte tectónico hacia el Noroeste, la faja de plagamientos se curva hacia el Norte del Brasil en dirección Noreste, y en el Brasil le denominan geosinclinal Paraguai- Araguaí; tiene un ancho promedio de 35 Kilómetros y supera los mil Kilómetros de largo; se formó en el Ciclo Brasileño; normalmente cada anticlinal, en forma individual posee un ancho promedio de cinco Kilómetros y una longitud de más de 40 Kilómetros. Hacia el Este del Alto del Apa está el Grupo Bambuí, correlacionable con el Grupo Itapucumí (660 m. a.). En el lado brasileño existen fallas tipo Rifts con rechazos de hasta 10 Kilómetros con abundantes fallas inversas con despegue. A las fallas de tipo Rifts vienen asociados fenómenos metamórficos dinámicos y las fallas inversas son de carácter regional.

Los calcáreos aquí estudiados fueron depositados en condiciones de cuencas miogeosinclinal o sea de tipo de mares Epicontinentales. En cuanto a los diques mapeados en este trabajo, parece tratarse de rocas alcalinas del tipo Lamprofídico, probablemente estas son las alcalinas más antiguas conocidas en el borde de la cuenca de Paraná, presumiblemente relacionándose con

... 18.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 18.-

los Cerros del Pan de Azúcar, en la margen del Río Paraguay, frontera con el Brasil, así trabajos brasileños de Geocronología como el de Amaral (1.967) , Cordani y Tassinari (1.979), dan valores medios de 220 M.a. o sea de Edad - Triásica.



... 19.-

V. G E O M O R F O L O G I A

La zona de estudio se halla constituída por materiales calcáreos de variada compacidad, lo que produce una Morfología ligada directamente al tipo de roca y también al carácter estructural . Los cerros aquí estudiados tienen alturas variables, como por ejemplo: 240 metros sobre el nivel del mar - para el Cerro Curuzú, 200 metros sobre el nivel del mar para el Cerro Cumbre "A" y 150 metros sobre el nivel del mar para el Cerro Cumbre "B" . Así el Cerro Curuzú compuesto por la Formación Vallemí: Es el más elevado, mientras que el promontorio más bajo es el Cerro Cumbre "B", compuesto por la Formación Camba Jhopo, al igual que el Cerro Cumbre "A". Estos tres Cerros forman una hilera de promontorios de rumbo general Este- Oeste, limitado en todos sus lados por fracturas y fallas, las cuales al Oeste se presentan muy abruptas y en ellas se encauza el Río Paraguay. Ahora, enfocando desde el punto de vista regional, el Grupo Itapucumí se depositó sobre una superficie ya erosionada en el Complejo Precámbrico; luego de la deposición y plegamiento, otra vez estos materiales fueron peneplanizados en el período Geológico Ordovícico, para luego depositarse los otros sedimentos paleozoicos, los que de nuevo fueron erosionados.

Las calizas desarrollan barrancas verticales de hasta 35 metros de altura, esto es observable en la margen izquierda del Río Paraguay, entre la desembocadura del Río Apa hasta Puerto Arrecife. La Geomorfología se puede re

... 20.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 20.-

sumir como un relieve carstico, con la aparición de formas como dolinas, aleros y cavernas. Estas cavidades están originadas por disolución, pero muchas se encuentran ya colmatadas por su antigüedad. En el área comprendida entre Puerto Sastre y Puerto Fonciere, margen derecha del Río Paraguay el relieve calizo más importante es el Cerro Galván, que se eleva a 150 metros sobre el plano del Chaco, al Sudoeste de Puerto Casado. Los alrededores de la zona estudiada son tierras bajas con Grupos de Cerros aislados, como la serranía al sur de la Ciudad de Vallemí, en donde están los cerros aquí estudiados. Los relieves que forman estas calizas varían desde moderados y suaves, dependiendo los mismos de la composición y el tipo de plegamiento al que han sido sometidos. Cuando el relieve es más pronunciado encontramos crestas agudas y apuntadas; esto se relaciona directamente con las calizas compactas y/o cristalinas. Los yacimientos son de extensiones considerables, con calizas estratificadas o masivas. Cuando predomina la caliza masiva, forma grandes cubiertas que protegen el material subyacente del intemperismo.

En la erosión intervienen fenómenos de disolución que dan formas redondeadas locales. Los depósitos más orientales al parecer están menos plegados que los aquí estudiados y se correlacionan sus capas de una colina a la otra; mientras que no así los cerros en cuestión. Las arcillas de calcificación rellenan agujeros, depresiones, cavernas, pie de estratos, -

... 21.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 21.-

etc. En la Serranía de Cerro Curuzú, los anticlinales y sinclinales están muy rotos y desarticulados, en donde son frecuentes los mantos de corrimento, cabalgamientos y hasta pliegues tumbados. La carstificación existente fue producida por aguas a través de fisuras y diaclasas y como estas calizas son muy fracturadas, generalmente de composición pura (Grado alto de solubilidad) y de gran potencia, casi no se alternan con otros materiales; - aunque el proceso fue en parte frenado por las arcillas de relleno que alguna vez las sellaron. Estas calizas muestran en abundancia simas o agujeros que suelen comunicarse con otras cavidades; también suelen estar en zonas de debilidad estructural, fracturas y diaclasas en todas sus especies; así el Río Paraguay que en su trecho Norte también se encaja en una zona de debilidad entre los calcáreos, desgasta rápidamente las orillas que evolucionan con desprendimientos colosales de bloques calcáreos, mientras que la parte lutítica no silicificada desapareció en ambas orillas.



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 22.-

VI. HISTORIA GEOLOGICA

El Grupo Itapucumí fue depositado sobre una Superficie de erosión, labrada en el Complejo Precámbrico, donde trabajó un mar de aguas poco profundas. Esta deposición empieza a comienzos del Período Geológico Cámbrico, cuando el proceso de sedimentación se producía acompañado de fenómenos subsidentes; de esta manera evolucionaba el Geosinclinal, al mismo tiempo que se producía compensaciones. Los materiales se procesaron en condiciones de aguas rasas de planicies de mareas y agitadas, cosa evidente por el tipo de calcáreo oolítico y pisolítico; mientras que la Formación Vallemí corresponde a zonas más profundas, en donde las alternancias de oolitas demuestran fenómenos de variación de nivel, ya que en ese tiempo todavía se producía la orogénesis Assíntica. Por último sobrevinieron movimientos diastróficos, luego ya comenzado el período Ordovícico, los pliegues formados se peneplanizaron, lo que nos indica un levantamiento del área, mientras que se depositaba sedimentos ordovícicos en la Cuenca de Paraná y Chaco; prueba de esto son los sedimentos de ese tiempo encontrados en el pozo de exploración petrolera "Asunción N° 1", en la localidad de Susana, a orillas del Río Jejuí Guazú del Paraguay Oriental.

Esta sedimentación litoral continuó hasta el silúrico inferior que al final se torna marino; luego ciertas zonas del Paraguay Oriental se volvieron a alzar, de nuevo erosionándose materiales existentes, mientras que en -

... 23.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 23.-

las zonas sumergidas se depositaron los sedimentos devónicos de origen ma rino, que al parecer tienen máximo desarrollo en el Chaco; luego se produjo otra emersión de las tierras en el período Carbonífero, con grandes cam bios climáticos (sobre todo en el Brasil), que hicieron descender las temper aturas, produciéndose una glaciación de tipo continental, que fue hacién dose menos acentuada hacia el período Pérmico, (aunque estudios palinológicos serios no encontraron el carbonífero en la Región Oriental, esto debe ser motivo de más estudios) y concluyó con una serie de depósitos continentales de gran potencia, como areniscas, limolitas, etc.

En el Triásico predominó un clima desértico, que termina con los derra mes de basalto más grande del mundo y las erupciones alcalinas. Luego el peso descomunal de los derrames en sucesivas coladas, hace que se sumerjan ciertas porciones del continente, caso del área de estudio, que a comienzos de la Era Cuaternaria, emerge nuevamente, estando así hasta nuestros días.



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 24.-

VII. G E O L O G I A E C O N O M I C A

Los cerros evaluados en este trabajo son el Cerro Curuzú, Cerro Cumbre "A" y Cerro Cumbre "B". El Cerro Curuzú fue considerado como de la Formación Vallemí, debido a que esta Formación también puede contener calizas intercaladas de hasta 20 metros de espesor, por tal razón, hasta que no se compruebe con perforaciones lo contrario, las calizas de su cumbre son consideradas parte de la Formación Vallemí (Ver Anexo N° 5), mientras que los Cerros Cumbre "A" y Cumbre "B" corresponden a la Formación Camba Jhopo, por lo menos hasta la cota número cien sobre el nivel del mar, aunque todos estos datos deben ser confirmados por perforaciones en el futuro. Por razones de conveniencia, se resolvió evaluar a la Formación Vallemí y a la Formación Camba Jhopo por separado, siendo que ambas son materia prima para la elaboración del Cemento Portland; la primera para fuente de Silicato de Aluminio y la segunda como fuente de Carbonato de Calcio.

Vale la pena recalcar que la Formación Vallemí también posee calcáreos de diferentes purezas, además de lutitas y margas, las que se trataron en forma global, debido a que deben ser objeto de trabajos mucho más detallado, apoyados de un Programa de Cubicación por Perforaciones Sacatestigos. En lo referente a la Formación San Lázaro (calizas secundarias), se la evaluó junto con las demás Formaciones, debido a que es material óptimo para la

... 25.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 25.-

elaboración del Cemento y no supera los ocho metros de espesor.

La cubicación de los Cerros Curuzú, Cerro Cumbre "A" y Cerro Cumbre "B", se efectuó desde la cota número 100 (cien) sobre el nivel del mar, y a fin de obtener resultados prudentes y tener así un margen de seguridad, alrededor del cual se prevé pérdida de material por explotación, procesamiento, grietas, cuerpos extraños de otras composiciones, cavidades de disolución, etc. También se tropezó con la dificultad de que de la Serranía aquí estudiada (de dirección Este-Oeste) ya se extrajo material calcáreo, para lo que se tuvo que ubicar cada socavón a fin de obtener un cálculo aproximado de lo extraído hasta la fecha (aquí es hasta XII/87), por lo tanto a continuación detallamos el proceso, discriminando la cantidad extraída de Formación Vallemí y la cantidad extraída de la Formación Camba Jhopo:

A. FORMACION VALLEMI (Extraída hasta XII/1987):

Los volúmenes obtenidos aquí, son multiplicados por el valor 2,3, que es el peso específico hallado en el informe N^o 1, para la Formación Vallemí. Creemos que es un valor prudente para el conjunto.

1. Cantera Ubicada en la Cota N^o 180 m.s.n.m.: Este socavón se relacionó con una pirámide, cuya base (rayada en el Gráfico) es un triángulo rectángulo (Ver Gráfico N^o 1 del Anexo N^o 7) y de 200 metros de altura. A continuación se transcribe el proceso: $V = \frac{1}{3} \times B \times h$; $V = \frac{1}{3} \times 325 \text{ m}^2 \times 200 \text{ m}$.

... 26.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 26.-

$$V = \underline{21.666,6 \text{ m}^3.} \quad ; \quad 21.666,6 \text{ m}^3. \times 2,3 = \underline{\underline{49.833,18 \text{ Tn.}}}$$

B = Superficie de la Base (Rayada en el Gráfico)

h = Altura de la Pirámide.

2. Cantera Ubicada en la Cota N° 100 m.s.n.m.: Este socavón es representado por un prisma rectangular de 9 m. x 125 m. x 220 m., a fin de simplificar la Figura (Ver Gráfico N° 2 del Anexo N° 7) :

$$V = 125 \text{ m.} \times 220 \text{ m.} \times 9 \text{ m.}$$

$$V = \underline{247.500 \text{ m}^3.} \quad ; \quad 247.500 \text{ m}^3. \times 2,3 = \underline{\underline{569.250 \text{ Tn.}}}$$

3. Canteras Ubicadas en la Cota N° 110 m.s.n.m. : Aquí existen tres socavones, los que representamos como prismas rectos, con bases de triángulos - rectángulos, los cuales fueron designados con números romanos; I), II) y III) respectivamente (Ver Gráficos 3.I , 3.II y 3.III, del Anexo N° 7).

A continuación se transcribe el proceso:

$$3.I) V = S \frac{a + a' + a''}{3} \quad ; \quad V = 975 \text{ m}^2. \times 200 \text{ m.} = \underline{\underline{195.000 \text{ m}^3.}}$$

Fórmula de Superficie de Triángulo Rectángulo

$$S = \frac{b \times h}{2} \quad b = \frac{130 \times 15}{2} = \underline{975 \text{ m}^2.}$$

$$\text{Tn.} = 195.000 \text{ m}^3. \times 2,3 = \underline{\underline{448.500 \text{ tn.}}}$$

S= Superficie de la Base Triangular.
a, a', a'': Aristas.

... 27.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 27.-

$$3.II) V = 1.125 \text{ m}^2. \times 130 \text{ m.} = \underline{\underline{146.250 \text{ m}^3.}}$$

$$Tn. = 146.250 \text{ m}^3. \times 2,3 = \underline{\underline{336.375}}$$

$$3.III) V = 375 \text{ m}^2. \times 70 \text{ m.} = \underline{\underline{26.250 \text{ m}^3.}}$$

$$Tn. = 26.250 \text{ m}^3. \times 2,3 = \underline{\underline{60.375}}$$

Sumatoria de Resultados - 3.I + 3.II + 3.III

195.000 m ³	448.500 tn.
146.250 m ³	336.375 tn.
26.250 m ³	60.375 tn.
<u>367.500 m³.</u>	<u>845.250 tn.</u>

* Así el total de Formación Vallemí extraída de la Cota N^o 110 m.s.n.m. es de 367.500 m³., los que convertidos a toneladas hacen 845.250 tn.

4. Cantera abandonada ubicada al Sur de la Fábrica: Este s^ocavón se relacionó con un prisma recto, cuyas bases son Triángulos Rectángulos (Ver Gráfico N^o 4, del Anexo N^o 7). A continuación se transcribe el Proceso:

$$V = 750 \text{ m}^2. \times 200 \text{ m.} = \underline{\underline{150.000 \text{ m}^3.}}$$

$$Tn. = 150.000 \text{ m}^3. \times 2,3 = \underline{\underline{345.000}}$$

OBSERVACION : La sumatoria de estas cantidades obtenidas más atrás, nos da el total de materiales de Formación Vallemí, extraído hasta el mes de diciembre del año 1.987 y lo detallamos a continuación:

... 28.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 28.-

TOTAL EXTRAIDO DE FORMACION VALLEMI HASTA XII/1.987

21.666,6	m3.	.....	49.833,1	Tn.
247.500,0	m3.	.....	569.250,0	Tn.
195.000,0	m3.	.....	448.500,0	Tn.
146.250,0	m3.	.....	336.375,0	Tn.
26.250,0	m3.	.....	60.375,0	Tn.
150.000,0	m3.	.....	345.000,0	Tn.
<hr/>				
Total =	786.666,6	m3.	.....	1.809.333,1 Tn.

* Así la cantidad total de Formación Vallemí explotada hasta el mes de diciembre de 1.987, podemos estimar aproximadamente en 786.666,6 m3., los que convertidos a toneladas hacen un total de 1.809.333,1 Tn. extraídos.

B. FORMACION CAMBA JHOPO (Extraída hasta XII/1.987)

Los volúmenes obtenidos aquí, son multiplicados por 2,5, que es el peso específico hallado por ASLAND.

1. Pequeña Cantera ubicada detrás de V- 36 (Torre de ANDE)

Este socavón se relacionó con un prisma recto, cuyas bases son triángulos rectángulos (Ver Gráfico N° 1, Formación Camba Jhopo, del Anexo N° 7). A continuación se transcribe el proceso:

$$V = 325 \text{ m}^2 \cdot x \cdot 100 = \underline{\underline{32.500 \text{ m}^3}}; \quad Tn = 32.500 \cdot x \cdot 2,5 = \underline{\underline{81.250}}$$

... 29.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 29.-

2. Cantera ubicada en la Cota N° 110 m.s.n.m.: Este socavón se relacionó con un prisma recto, cuyas bases son Triángulos Rectángulos (Ver Gráfico N° 2, Formación Camba Jhopo, del Anexo N° 7). A continuación se transcribe el proceso:

$$V = 525 \text{ m}^2. \times 90 = \underline{47.250 \text{ m}^3.}; \quad 47.250 \text{ m}^3. \times 2,5 = \underline{118.125 \text{ Tn.}}$$

OBSERVACION: La sumatoria de estas cantidades obtenidas por el cálculo, nos da un total de materiales extraídos de la Formación Camba Jhopo, hasta diciembre del año 1.987, y detallamos a continuación:

32.500 m3. -----	81.250 Tn.
<u>47.250 m3. -----</u>	<u>118.125 Tn.</u>
Total = 79.750 m3. -----	199.375 Tn.

* Así la cantidad total de Formación Camba Jhopo explotada hasta el mes de diciembre de 1.987, podemos aproximadamente estimar en 79.750 m³., los que convertidos a toneladas, hacen un total de 199.375 tn. extraídas.

Total extraído de Formación Vallemí y Formación Camba Jhopo hasta XII/87

FORMACION	METROS CUBICO	TONELAJE
Vallemí	786.666,6	1.809.333,1
Camba Jhopo	79.750,0	199.375,0
Total explotado	866.416,6	2.008.708,1

... 30.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 30.-

OBSERVACION : Así ya se tiene lo explotado hasta la fecha, entonces lo que ahora cabe calcular es, la totalidad de materiales de cada cerro antes de su explotación y la diferencia con lo extraído hasta diciembre de 1.987, nos dará la reserva real actual de materiales calcáreos. Para esto, cada cerro es representado por una figura geométrica; así el Cerro Curuzú y el Cerro Cumbre "A", son representados como un cono truncado, de bases paralelas, de primera especie, mientras que el Cerro Cumbre "B", es representado por una pirámide, cuya base es un Triángulo Rectángulo. A continuación se detalla los cálculos matemáticos para la obtención de volúmenes, mientras que las dimensiones de cada figura están en el Anexo N° 8.

1. CERRO CURUZU : Se considera que en su totalidad está constituido por la Formación Vallemí, debido a que esta Formación también suele contener calizas de hasta 20 metros de espesor intercaladas (Ver información N° 1), entonces hasta que no se perfora la cumbre de dicho cerro, la caliza que aparece en el Corte Geológico del Anexo N° 5 queda cubi cada por razones de conveniencia, como de la Formación Vallemí. A continuación se transcribe el proceso:

$$V = \frac{\pi \cdot h \cdot (R^2 + r^2 + R \cdot r)}{3}$$

h= Altura
r= Radio Menor
R= Radio Mayor

$$V = \frac{3,1416 \times 140 \text{ m} \cdot ((325 \text{ m})^2 + (25 \text{ m})^2 + (325 \text{ m} \times 25 \text{ m}))}{3}$$

... 31.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 31.-

$$V = \frac{439,824 \text{ m} (105.625 \text{ m}^2. + 625 \text{ m}^2. + 8.125 \text{ m}^2.)}{3}$$

$$V = \frac{439,824 \text{ m} (114.375 \text{ m}^2.)}{3}$$

$$V = \frac{50.304.870 \text{ m}^3.}{3} = \underline{\underline{16.768.290 \text{ m}^3}}$$

$$Tn = 16.768.290 \text{ m}^3. \times 2,3 = \underline{\underline{38.567.067}}$$

2. CERRO CUMBRE "A" : Aquí se considera, que en su totalidad está constituído por la Formación Camba Jhopo (Ver Anexo N° 5), aunque esto debe confirmarse con perforaciones en el futuro. A continuación se transcribe el proceso:

$$V = \frac{3,1416 \times 100 \text{ m} (200 \text{ m})^2 + (62,5 \text{ m})^2 + (200 \text{ m} \times 62,5 \text{ m})}{3}$$

$$V = \frac{314,16 \text{ m} (40.000 \text{ m}^2. + 3.906,25 \text{ m}^2. + 12.500 \text{ m}^2.)}{3}$$

$$V = \frac{314,16 \text{ m} (56.406,25 \text{ m}^2.)}{3}$$

$$V = \frac{17.720.587 \text{ m}^3.}{3} = \underline{\underline{5.906.862,3 \text{ m}^3.}}$$

$$5.906.862,3 \text{ m}^3. \times 2,5 = \underline{\underline{14.767.155 \text{ Tn.}}}$$

3. CERRO CUMBRE "B": Aquí se considera que, en su totalidad está constituído por la Formación Camba Jhopo (Ver Anexo N° 5), aunque esto debe

... 32.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 32.-

confirmarse con perforaciones en el futuro. A continuación se transcribe el proceso:

$$V = \frac{1}{3} \cdot B \cdot h$$

$$V = \frac{1}{3} \times 7.500 \text{ m}^2 \cdot \times 1.200 \text{ m}$$

$$V = \frac{9.000.000 \text{ m}^3}{3} = \underline{\underline{3.000.000 \text{ m}^3}}$$

$$3.000.000 \text{ m}^3 \cdot \times 2,5 = \underline{\underline{7.500.000 \text{ Tn.}}}$$

La sumatoria de los Cerros Cumbre "A" y Cumbre "B", nos da la cantidad de la Formación Camba Jhopo antes de su explotación; Ejemplo:

CERROS	METROS CUBICOS	TONELAJE
Cumbre "A"	5.906.862,3	14.767.155
Cumbre "B"	3.000.000,0	7.500.000
TOTAL	8.906.862,3	22.267.155

Formación Camba Jhopo antes de su explotación: 8.906.862,3 m³., los que convertidos a toneladas hacen, 22.267.155 tn.; ahora, haciendo la diferencia con los materiales extraídos de la Formación Camba - Jhopo, obtendremos la reserva real de la Formación Camba Jhopo y es -

como sigue:

8.906.862,3	m ³ .	-----	22.267.155	Tn.
-				
<u>79.750,0</u>	m ³ .	-----	<u>199.375</u>	Tn.
<u>8.827.112,3</u>	m ³ .	-----	<u>22.067.780</u>	Tn.

... 33.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 33.-

OBSERVACION : Así las reservas actuales de la Formación Camba Jhopo, en forma aproximada, se calcula en 8.827.112,3 m³., los que convertidos a toneladas, hacen un total de 22.067.780 Tn. (Ver Anexo N° 8).

Formación Vallemí antes de su explotación: 16.768.290 m³., los que convertidos a toneladas, hacen 38.567.067 Tn.; ahora, haciendo la diferencia, con los materiales extraídos de la Formación Vallemí, obtendremos la reserva real de la Formación Vallemí, y es como sigue:

16.768.290,0 m ³.	.....	38.567.067,0 Tn.
- 786.666,6 m ³.	.....	- 1.809.333,1 Tn.
<u>15.981.623,4 m³.</u>	.....	<u>36.757.733,9 Tn.</u>

OBSERVACION: Así las reservas actuales de la Formación Vallemí, en forma aproximada, se calcula en unos 15.981.623,4 m³., los que convertidos a toneladas, hacen un total de 36.757.733,9 tn. (Ver Anexo N° 8).

La reserva total calcárea de los 3 cerros estudiados es de 24.808.735,7 m³., los que convertidos a toneladas, hacen un total de 58.825.513,9 Tn. (Ver Anexo N° 8).

A continuación se transcribe los análisis químicos de los materiales extraídos, de los Cerros Curuzú, Cerro Cumbre "A" y Cerro Cumbre "B", en donde las primeras dos letras corresponden a las iniciales de la hilera Este-Oeste, de tres cumbres aquí estudiadas; la siguiente letra se refiere a la picada muestreada (Ver Anexo N° 3); y por último, el número es el orden de la toma de muestra.

... 34.-



Form No. 3

Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 34.-

Muestras Comp. Química	CZ - I-0	CZ - I-1	CZ - I-2	CZ - I-3	CZ - I-4
Si O ₂	38.779	14.339	28.995	9.380	15.912
Al ₂ O ₃	5.208	2.596	5.780	893	3.265
Fe ₂ O ₃	1.776	1.104	2.199	259	1.361
Ca O	26.965	37.919	30.701	48.517	38.509
Mg O	3.576	7.563	2.640	784	5.122
K ₂ O	1.190	330	1.092	118	556
Total =	78.495	64.851	72.407	60.952	65.725
MS	5.552	3.875	3.634	8.138	3.440
MA	2.932	2.351	2.629	3.442	2.399
SC	23.269	86.316	34.327	176.520	78.126

Muestras Comp. Química	CZ - I-5	CZ - I-6	CZ - I-7	CZ - I-8	CZ - I-9
Si O ₂	46.928	1.902	6.267	2.145	2.954
Al ₂ O ₃	10.775	558	053	474	593
Fe ₂ O ₃	2.979	088	-127	045	084
Ca O	17.791	53.582	51.503	53.699	53.715
Mg O	3.593	-290	-143	1.499	521
K ₂ O	3.210	085	-020	017	074
Total =	86.275	56.505	57.633	57.879	57.941
MS	3.412	2.945	-84.964	4.132	4.363
MA	3.618	6.343	-417	10.638	7.023
SC	12.182	886.930	293.850	814.220	595.180



Form No. 3

Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 35.-

Muestras Comp. Química	CZ - I-10	CZ - I-11	CZ - I-12	CZ - I-13	CZ-I-14
Si O ₂	7.518	19.822	2.816	3.306	-263
Al ₂ O ₃	1.510	4.623	662	611	034
Fe ₂ O ₃	441	1.298	021	055	-157
Ca O	49.528	38.315	54.073	53.713	56.717
Mg O	664	1.382	460	405	-028
K ₂ O	290	854	083	072	-025
Total =	59.952	66.294	58.116	58.161	56.278
MS	3.854	3.348	4.122	4.968	2.144
MA	3.424	3.563	31.560	11.183	-219
SC	214.220	61.998	622.880	536.460	-7.109.200

Muestras Comp. Química	CZ - I-15	CZ - I-16	CZ - I-17	CZ - I-18	CZ - I-19
Si O ₂	11.261	2.322	19.196	29.638	21.976
Al ₂ O ₃	2.227	283	3.698	4.501	3.700
Fe ₂ O ₃	747	133	1.624	1.877	1.505
Ca O	46.983	55.746	40.129	34.182	39.897
Mg O	2.575	625	1.939	1.888	1.018
K ₂ O	249	-009	480	834	982
Total =	65.042	60.099	68.065	73.920	70.078
MS	3.786	5.587	3.607	4.647	4.222
MA	2.979	2.129	2.277	2.399	2.458
SC	135.610	805.430	67.823	38.185	59.657



Form No. 3

Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 36.-

Muestras Comp. Química	CZ - I-20	CZ - I-21	CZ - I-22	CZ - J-0	CZ - J-1
Si O ₂	790	16.000	21.954	63.623	56.993
Al ₂ O ₃	258	3.376	4.681	12.407	11.872
Fe ₂ O ₃	019	1.278	1.793	4.159	4.196
Ca O	56.818	42.189	38.167	8.482	12.725
Mg O	259	1.931	1.263	3.053	3.075
K ₂ O	018	629	1.256	3.309	3.139
Total =	59.162	66.402	70.113	96.233	92.999
MS	2.857	3.438	3.392	3.853	3.547
MA	13.743	2.642	2.611	2.983	2.830
SC	2.246.600	85.035	55.996	4.327	7.217

Muestras Comp. Química	CZ - J-2	CZ - J-3	CZ - J-4	CZ - J-5	CZ - J-6
Si O ₂	9.645	15.907	48.598	9.415	5.827
Al ₂ O ₃	2.112	3.151	8.411	1.107	1.139
Fe ₂ O ₃	873	1.199	2.662	374	309
Ca O	38.666	39.916	19.923	49.094	49.633
Mg O	11.877	5.356	2.198	954	607
K ₂ O	361	1.005	2.001	183	180
Total =	63.534	67.534	84.794	62.128	57.695
MS	3.232	3.657	4.389	6.354	4.022
MA	2.419	2.629	3.159	2.958	3.684
SC	128.600	81.400	13.486	175.890	277.900



Form No. 3

Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 37.-

Muestras Comp. Química	CZ - J-7	CZ - J-8	CZ - J-9	CZ - J-10	CZ - J-11
Si O ₂	30.533	8.250	7.799	5.937	5.326
Al ₂ O ₃	3.621	1.697	1.360	1.122	1.106
Fe ₂ O ₃	1.345	652	512	404	272
Ca O	32.882	47.020	48.619	50.242	49.479
Mg O	1.530	2.133	776	502	320
K ₂ O	654	298	220	179	189
Total =	71.564	61.050	60.285	59.386	56.687
MS	6.149	3.512	4.168	3.890	3.864
MA	2.	2.602	2.658	2.773	4.063
SC	36.278	184.200	204.500	275.900	301.780

Muestras Comp. Química	CZ - J-12	CZ - J-13	CZ - J-14	CZ - J-15	CZ - J-16
Si O ₂	5.756	20.316	58.548	27.080	079
Al ₂ O ₃	1.800	3.624	9.714	5.647	166
Fe ₂ O ₃	527	1.428	3.027	2.030	-100
Ca O	47.239	37.044	12.410	33.104	54.434
Mg O	2.661	1.496	1.651	1.080	078
K ₂ O	270	872	2.379	1.469	-006
Total =	58.253	64.780	88.729	71.410	54.651
MS	2.473	4.022	4.595	3.527	1.189
MA	3.417	2.539	3.209	2.782	-1.664
SC	254.220	59.662	6.997	39.500	15.453.000



Form No. 3

Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 38.-

Muestras Comp. Química	CZ - J-17	CZ - J-18	CZ-J-19	CZ - J-20	CZ - J-21
Si O ₂	2.352	3.952	4.055	12.533	22.907
Al ₂ O ₃	677	832	740	1.758	3.573
Fe ₂ O ₃	093	186	214	429	1.480
Ca O	52.005	50.867	51.598	44.262	36.975
Mg O	469	537	368	1.163	1.454
K ₂ O	094	131	132	343	791
Total =	55.690	56.505	58.106	60.488	68.180
MS	3.054	3.882	4.254	5.731	4.533
MA	7.260	4.472	3.464	4.098	2.414
SC	698.440	418.060	417.240	118.200	53.341

Muestras Comp. Química	CZ - J-22	CZ - J-23	CZ - J- 24	CZ - J-25	CZ - J- 26
Si O ₂	14.948	3.045	479	46.155	1.074
Al ₂ O ₃	3.236	389	131	8.715	207
Fe ₂ O ₃	1.102	088	-028	2.561	-000
Ca O	42.141	53.439	54.810	20.789	53.851
Mg O	1.247	319	151	1.308	313
K ₂ O	725	030	-002	1.981	-001
Total =	64.398	58.311	56.541	82.510	56.444
MS	3.446	6.372	4.642	4.093	5.199
MA	2.937	4.410	-4.750	3.403	-672.640
SC	90.843	591.040	3.709.100	14.725	1.656.500



Form No. 3

Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 39.-

Muestras Comp. Quimica	CZ - J-27	CZ - J-28	CZ - J-29	CZ - J-30	CZ - J-31
Si O ₂	43,531	31.423	26.731	31.682	32.507
Al ₂ O ₃	8.752	6.315	5.352	5.456	6.423
Fe ₂ O ₃	3.125	2.492	2.249	2.335	2.118
Ca O	21.198	29.427	30.279	30.160	29.269
Mg O	1.921	2.143	5.328	2.703	1.706
K ₂ O	2.267	1.721	1.215	1.277	1.237
Total =	81.794	74.521	72.155	74.013	74.260
MS	3.666	3.568	3.517	4.067	3.806
MA	2.801	2.535	2.380	2.337	3.032
SC	15.791	30.320	36.647	31.200	29.276

Muestras Comp. Quimica	CZ - J-32	CZ - J-33	CZ - J-34	CZ - M-0	CZ - M-1
Si O ₂	1.952	35.019	69.005	4.227	4.951
Al ₂ O ₃	507	7.161	12.033	848	1.031
Fe ₂ O ₃	115	2.465	1.071	307	422
Ca O	53.735	26.860	8.574	51.493	50.913
Mg O	309	1.640	3.261	441	278
K ₂ O	093	1.525	4.794	139	152
Total =	57.711	75.671	98.738	57.454	57.747
MS	3.137	3.638	5.266	3.662	3.409
MA	4.396	2.906	11.236	2.762	2.446
SC	875.380	24.846	4.120	395.040	331.590

Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 40.-

Muestras Comp. Química	CZ - M-2	CZ - M-3	CZ - M-4	CZ - M-5	CZ - M-6
Si O ₂	4.267	4.137	7.373	11.747	
Al ₂ O ₃	841	643	1.149	2.159	336
Fe ₂ O ₃	214	090	412	854	-017
Ca O	51.551	52.502	49.083	42.739	54.578
Mg O	105	-015	347	4.286	323
K ₂ O	130	087	194	362	055
Total =	57.108	57.444	58.559	62.147	56.175
MS	4.044	5.643	4.721	3.899	2.825
MA	3.938	7.165	2.787	2.528	-19.416
SC	394.130	423.350	220.410	118.740	1.877.600

Muestras Comp. Química	CZ - M-7	CZ - M-8	CZ - M-9	CZ - M-10	CZ - M-11
Si O ₂	4.352	6.445	6.000	854	10.437
Al ₂ O ₃	960	1.366	1.333	263	1.809
Fe ₂ O ₃	228	389	361	-071	585
Ca O	51.415	49.566	49.544	54.823	45.217
Mg O	482	671	880	069	2.255
K ₂ O	178	255	324	042	404
Total =	57.614	58.692	58.442	55.980	60.707
MS	3.665	3.672	3.542	4.447	4.360
MA	4.214	3.509	3.691	-3.710	3.090
SC	381.820	248.950	266.260	2.064.800	142.470



Form No. 3

Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 41.-

Muestras Comp. Química	CZ - M-12	CZ - M-13	CZ - M-14	CZ - M-15	CZ - M-16
Si O ₂	4.774	3.670	2.044	801	55.359
Al ₂ O ₃	898	775	1.002	119	10.597
Fe ₂ O ₃	222	121	222	100	3.588
Ca O	50.721	52.146	53.099	54.722	13.912
Mg O	958	516	302	172	2.195
K ₂ O	161	082	217	-008	3.010
Total =	57.734	57.310	56.887	55.706	88.661
MS	4.263	4.095	1.669	41.341	3.903
MA	4.041	6.410	4.507	-1.194	2.954
SC	348.080	462.740	753.050	2.361.500	8.191

Muestras Comp. Química	CZ - N-2	CZ - N-3	CZ - N-4	CZ - N-5	CZ - N-7
Si O ₂	6.832	7.110	1.039	254	4.759
Al ₂ O ₃	1.240	1.386	367	059	884
Fe ₂ O ₃	340	437	-011	-140	344
Ca O	48.785	46.548	53.803	54.881	44.746
Mg O	1.188	4.009	1.237	236	8.910
K ₂ O	222	267	062	-016	197
Total =	58.607	59.757	56.496	55.274	59.840
MS	4.325	3.901	2.920	-3.119	3.875
MA	3.652	3.170	-33.355	-420	2.572
SC	234.390	213.250	1.613.900	7.955.300	306.650



Form No. 3

Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 42.-

Muestras Comp. Química	CZ - N-9	CZ L -0	CZ - L-1	CZ - L-2	CZ - L-3
Si O ₂	6.254	42.266	35.030	21.675	108
Al ₂ O ₃	1.174	8.249	6.818	1.978	076
Fe ₂ O ₃	445	2.611	3.330	730	-137
Ca O	43.318	21.830	27.144	40.467	55.425
Mg O	9.581	2.184	2.585	185	042
K ₂ O	263	1.902	1.627	350	-016
Total =	61.034	80.042	77.534	66.385	55.497
MS	3.865	3.892	3.452	8.004	-1.753
MA	2.640	3.159	2.047.	2.708	-550
SC	225.810	16.821	25.065	63.729	18.317.000

Muestras Comp. Química	CZ - L-4	CZ - L-5	CZ - L-6	CZ - L-7	CZ - L-8
Si O ₂	1.644	3.013	2.965	23.796	6.759
Al ₂ O ₃	081	661	749	2.164	1.437
Fe ₂ O ₃	-128	081	132	690	404
Ca O	54.490	52.926	52.752	38.776	49.085
Mg O	116	429	544	137	726
K ₂ O	-020	074	139	326	317
Total =	56.183	57.184	57.281	65.889	58.728
MS	-34.971	4.061	3.367	8.338	3.672
MA	-634	8.122	5.676	3.135	3.556
SC	1.180.800	571.010	568.950	55.688	235.050



Form No. 3

Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 43.-

Muestras Comp. Química	CZ - L-9	CZ - L-10	CZ - L-11	CZ - L- 12	CZ - L-13
Si O ₂	7.479	069	-193	4.381	254
Al ₂ O ₃	1.668	065	097	603	066
Fe ₂ O ₃	475	-127	-106	079	-084
Ca O	48.376	55.619	55.715	52.340	55.180
Mg O	850	238	196	-026	798
K ₂ O	349	-014	003	064	-013
Total =	59.194	55.849	55.712	57.441	56.200
MS	3.489	-1.094	21.588	6.425	-13.968
MA	3.512	-508	-916	7.648	-783
SC	208.440	29.984.000	-11.277.000	401.720	7.530.200

Muestras Comp. Química	CZ - L- 14	CZ - L- 15	CZ - L- 16	CZ - L- 17	CZ - L- 18
Si O ₂	-109	562	1.514	-182	-272
Al ₂ O ₃	092	082	410	042	050
Fe ₂ O ₃	-133	-115	504	-141	141
Ca O	55.698	55.287	46.908	55.593	55.733
Mg O	348	268	1.130	225	276
K ₂ O	-001	-006	067	-015	-016
Total =	55.895	56.078	50.533	55.523	55.630
MS	2.636	-17.123	1.656	1.854	2.984
MA	-690	-715	014	-302	-356
SC	-19.723.000	3.464.500	920.680	-10.089.000	-7.023.600



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 44.-

Muestras Comp. Química	CZ - L- 19	CZ - L- 20	CZ - L- 21	CZ - L- 22	CZ - L- 23
Si O ₂	-359	-269	2.833	4.182	-269
Al ₂ O ₃	057	043	122	770	081
Fe ₂ O ₃	-148	-153	-108	151	-130
Ca O	55.524	55.582	54.008	52.153	55.671
Mg O	118	147	190	-025	489
K ₂ O	-014	-019	-005	081	-005
Total =	55.179	55.331	57.039	57.312	55.838
MS	3.945	2.451	216.420	4.539	5.519
MA	-385	-282	-1.121	5.091	-625
SC	-5.376.200	-6.924.800	674.680	410.150	-7.516.700

Muestras Comp. Química	CZ - L - 24	CZ - L- 25	CZ - L- 26	CZ - L- 27	CZ- L- 28
Si O ₂	-240	-408	-552	-321	4.374
Al ₂ O ₃	065	027	-006	-004	827
Fe ₂ O ₃	-123	-125	-167	-165	276
Ca O	55.446	54.778	56.517	56.041	45.821
Mg O	1.179	2.060	219	205	9.220
K ₂ O	-008	-026	-024	-030	191
Total =	56.319	56.306	55.987	55.726	60.709
MS	4.183	4.193	3.178	1.898	3.967
MA	-532	-219	036	024	2.993
SC	-8.209.900	-4.593.900	-3.404.200	-5.539.900	341.870



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 45.-

Muestras Comp. Química	CZ - L- 29	CZ - L- 30	CZ - L- 31	CZ - L- 32	CZ - L- 33
Si O ₂	63.291	8.975	7.091	4.314	5.118
Al ₂ O ₃	11.832	1.928	1.416	886	1.158
Fe ₂ O ₃	3.604	775	486	252	283
Ca O	8.913	30.602	44.156	47.989	50.548
Mg O	2.886	13.485	7.980	76.059	1.364
K ₂ O	3.218	444	283	193	233
Total =	94.743	65.288	61.412	56.693	58.704
MS	4.100	3.321	3.728	3.790	3.554
MA	3.283	2.488	2.912	3.517	4.095
SC	4.606	138.610	202.170	361.160	318.290

Muestras Comp. Química	CZ - L- 34	CZ- P.D.A.	CZ- P.D.B.		
Si O ₂	4.648	082	778		
Al ₂ O ₃	1.051	149	250		
Fe ₂ O ₃	308	017	-061		
Ca O	48.480	46.037	55.091		
Mg O	4.939	12.934	1.718		
K ₂ O	235	-000	031		
Total =	59.661	59.219	57.807		
MS	3.420	494	4.113		
MA	3.413	8.661	-4.097		
SC	335.380	11.069.000	2.264.000		



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 46.-

VIII. CONCLUSIONES

- VIII. 1.- Las reservas calcáreas de los Cerros Curuzú, Cerro Cumbre "A" y Cerro Cumbre "B", globalmente estimadas, en base a cálculos de -
aproximación, están por el orden de 8.827.112,3 m³., equivalen-
te a 22.067.780 Toneladas de calizas, correspondientes a la For-
mación Camba Jhopo; y unos 15.981.623,4 m³., equivalentes a -
36.757.733,9 Toneladas, de un conjunto de margas, calizas y luti-
tas, correspondientes a la Formación Vallemí.
- VIII. 2.- Las calizas de la Formación Camba Jhopo, como también partes de
la Formación Vallemí, estuvieron sometidas a sucesivas deforma-
ciones y recristalizaciones.
- VIII. 3.- Los depósitos calcáreos aquí estudiados, forman parte de un cin-
turón de plegamientos de más de 1.000 Kilómetros de longitud, que
se extiende hacia el Brasil, donde fue denominado Geosinclinal Pa-
raguai- Araguaia; mientras que la porción más austral del mismo,
se denomina en el Paraguay con el nombre de Arco de Asunción, bi-
sectado por estructuras tectónicas, al Sur de Concepción.
- VIII. 4.- La Formación Camba Jhopo, es correlacionable con la Formación Bo-
caina del Brasil y la Formación Vallemí, correlacionable con la -

... 47.-



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 47.-

Formación Cerradinho, también del Brasil.

- VIII. 5.- Los tres cerros en cuestión, forman parte de una compleja historia geológica, que complica en forma extremada, un sistema de anticlinales y sinclinales, totalmente fallados, rotos y desarticulados.
- VIII. 6.- La Formación San Lázaro, se correlaciona con la Formación Xaraies también brasileña, pero de Edad Moderna Pleistocénica.
- VIII. 7.- El Cerro Curuzú, constituye el resto de un anticlinal fallado y cabalgado, formado en su mayor parte de la Formación Vallemí, que soterró a la Formación Camba Jhopo.
- VIII. 8.- El área de estudio formó parte de un antiguo cordón montañoso de - dirección general Norte- Sur.
- VIII. 9.- El área de estudio es parte del borde Este de la Cuenca Chaqueña - Curupayty.



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 48.-

IX. RECOMENDACIONES

- IX. 1.- Es recomendable que este trabajo sea confirmado en el futuro, con una campaña de perforaciones rotativas, con extracción de muestras, a fin de conocer el interior de los promontorios.
- IX. 2.- Estas litologías deben ser objeto de más estudios, tanto a nivel local como regional a fin de arrojar más luz sobre el origen, composición, distribución y evaluación.
- IX. 3.- Se debe implementar un reconocimiento fotogeológico y de campo, sobre los cerros calcáreos de la margen derecha del Río Paraguay.
- IX. 4.- Es de importancia realizar cortes petrográficos de las litologías existentes, a fin de comprender mejor, su historia geotectónica.
- IX. 5.- En trabajos posteriores debe hacerse un examen más detenido de las estructuras, sobre todo la del Cerro Curuzú, a fin de comprender más acabadamente el origen del cabalgamiento de la Formación Vallemí sobre la Formación Camba Jhopo.
- IX. 6.- Se recomienda emprender, un estudio científico pormenorizado, desde el punto de vista paleontológico para aclarar más sobre la Edad de dichos sedimentos.



Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 49.-

IX. 7.- Un estudio fotogeológico de toda el área en forma regional, facilitará grandemente la comprensión de la mecánica tectónica del área.




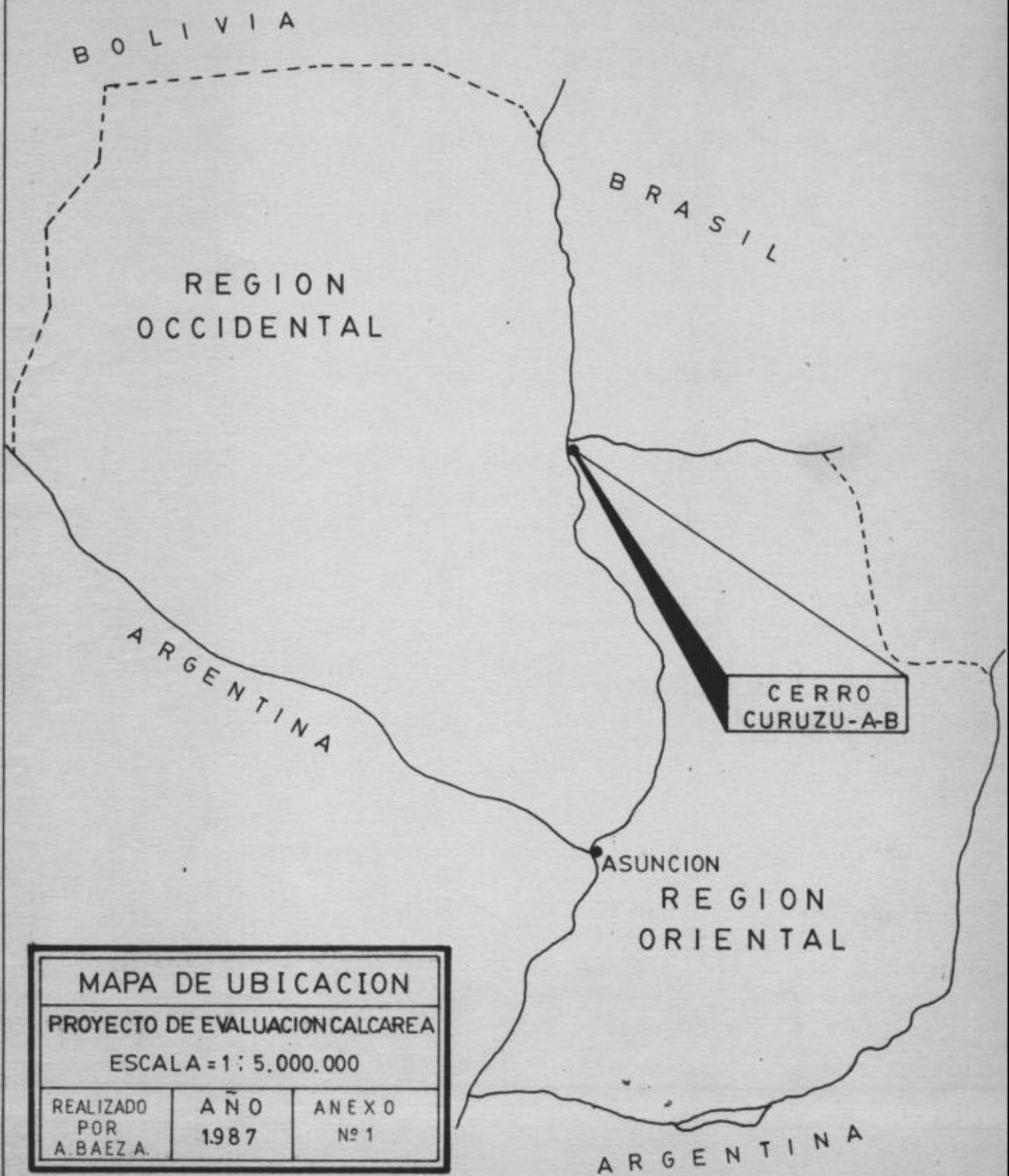
Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones

... 50.-

X. A N E X O S

- X. 1.- Mapa de ubicación.
- X. 2.- Mapa de base.
- X. 3.- Plano de ubicación de muestras.
- X. 4.- Bosquejo geológico planimétrico del Cerro Curuzú, y Cerros Cumbre "A" y Cumbre "B".
- X. 5.- Cortes geológicos.
- X. 6.- Existencia volumétrica de material calcáreo inicial supuesta (Antes de su explotación).
- X. 7.- Figuras geométricas aplicadas para la obtención de volúmenes extraídos.
- X. 8.- Tabla de reservas calcáreas.


Lic. Geólogo ANSEL M. SPINZI (h)
Jefe del Departamento de Geología
del Ministerio de Obras Públicas
y Comunicaciones
Comisionado en la I.N.C.



REGION
OCCIDENTAL

BRASIL

ARGENTINA

CERRO
CURUZU-A-B

ASUNCION

REGION
ORIENTAL

ARGENTINA

MAPA DE UBICACION		
PROYECTO DE EVALUACION CALCREA		
ESCALA = 1 : 5.000.000		
REALIZADO POR A. BAEZ A.	AÑO 1987	ANEXO Nº 1



REFERENCIAS

- CAMINO PRINCIPAL
- CAMINO SECUNDARIO
- [- -] ZONA DE ESTUDIO
- - - LIMITE DEPARTAMENTAL
- ≡100≡ COTAS DE NIVEL
- I-DPTO. DE CONCEPCION
- XVI-DPTO. DE ALTO PARAGUAY
- A - B. CUMBRES TOPOGRAFICAS

BASE TOPOGRAFICA
 CARTA NACIONAL-SAN LAZARO

ESCALA GRAFICA

PROYECTO DE EVALUACION CALCAREA

PLANO DE UBICACION

REALIZADO POR A. BAEZ A.	AÑO 1.987	ANEXO Nº2
-----------------------------	--------------	--------------