

DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA

JUJUY



I N F O R M E

SOBRE LA REVISION GEOLOGICA DE LA MINERALIZACION
UTIL EN EL AREA DE LA MINA DE COBRE "OLGA"

Leandro de los Hoyos
Geólogo

Dr. Saturnino J. Iglesias
Geólogo

Fernando Tuttolomondo
Geólogo

Antenor A. Iza
Tco. de Minas

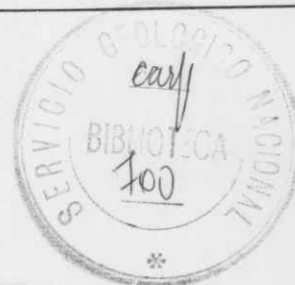
San Salvador de Jujuy

1969

292

DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA

JUJUY



I N F O R M E

**SOBRE LA REVISION GEOLOGICA DE LA MINERALIZACION
UTIL EN EL AREA DE LA MINA DE COBRE "OLGA"**

**Leandro de los Hoyos
Geólogo**

**Dr. Saturnino J. Iglesias
Geólogo**

**Fernando Tuttolomondo
Geólogo**

**Antenor A. Iza
Tco. de Minas**

San Salvador de Jujuy

1969

INDICE



Contenido	Página
INTRODUCCION	1
1. RESUMEN	1
2. INFORMACION GENERAL	5
3. GEOLOGIA DEL YACIMIENTO	7
4. CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS	30
5. METODOLOGIA DEL TRABAJO DE CAMPO	33
6. CARACTERISTICAS CUALITATIVAS Y TECNOLOGICAS DE LA MINERALIZACION UTIL	37
7. CONSIDERACIONES SOBRE LOS TRABAJOS DE EXPLORACION-EXPLORACION	46
8. PERSPECTIVAS	57
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFIA	65

ANEXOS ESCRITOS:

1. "Estudio Geofísico de Mina "Olga", Ing° Helmut Leidhold
2. "Estudio Microscópico de Mineral procedente de Mina "Olga", en el Departamento Yavi, Prov.de Jujuy; Dr.R.Chomnales
3. "Estudio de Concentración por Gravedad y por Flotación por Espuma sobre muestra de Mina "Olga", Ing° A.Gioriana

ANEXOS GRAFICOS:

- Lámina I - Levantamiento topográfico-geológico esquemático, escala 1:2000
- Lámina II- Corte Longitudinal con laboreo exploratorio programado, escala 1:250
- Lámina III- Levantamiento topográfico-geológico del Nivel 1, escala 1:250
- Lámina IV - Levantamiento topográfico-geológico del Nivel 2, escala 1:250
- Lámina V - Levantamiento topográfico-geológico del Nivel 3; escala 1:250
- Lámina VI - Plano de muestreo del Nivel 1
- Lámina VII- Plano de muestreo del Nivel 2
- Lámina VIII- Plano de muestreo del Nivel 3
- Lámina IX - Diagrama actual del trabajo de concentración y ubicación de las muestras tecnológicas.



INTRODUCCION.

El trabajo de revisión geológica de la mineralización / útil en el área de la mina de cobre "Olga" se llevó a la práctica co mo parte del Plan de Obras de la Dirección Provincial de Minería pa ra el año 1968.

La tarea fué solicitada por el propietario de la mina, / señor Carlos Hugo González, cuyo domicilio es Catamarca 70 - La Quia ca, por nota de fecha 23 de mayo de 1967 que encabeza el expediente/ n° 39-67 de la Dirección Provincial de Minería, resolviéndose su in- clusión en el Plan de Obras por la importancia que tiene la produc- ción de cobre para la economía nacional.

1. RESUMEN.

1.1. Objetivos del Trabajo. La revisión geológica se propuso esen- cialmente delimitar las áreas de desarrollo de la mineralización ú- til y, de un modo general, establecer la calidad de la mena; evaluar las perspectivas de dicha mineralización, valorando orientativamente su probable magnitud y, si los resultados fueran positivos, elaborar un programa de trabajos de exploración geológica más detallados, con el fin de producir la evaluación de las reservas minerales.

1.2. Resultados Principales. El yacimiento de cobre de "Olga" es un/ depósito postmagmático hidrotermal formado a temperaturas medias a / bajas y profundidades medias a escasas, por el rellenamiento de las/ cavidades de una brecha que ocupa los segmentos abiertos de un siste ma de fracturas de rumbo NW-SE a latitudinal, el que afecta a un com plejo sedimentario ordovícico constituido por areniscas lutíticas, // lutitas y limolitas entre las que se intercalan en algunas partes / bancos de areniscas silicificadas.

La mena está compuesta por: calcopirita, bornita, cal cosina, covellina, galena, blenda, pirita, malaquita, crisocola, hema tita, limonita, psilomelano, baritina, cuarzo y los materiales roco- /

...///



sos de la brecha.

Los cuerpos minerales son lenticulares alargados en el plano de la fractura, de dimensiones reducidas pero económicamente explotables por su morfología, espesor y características físicas y químicas.

Como es habitual en este tipo de yacimiento, la variabilidad del espesor es mayor que la del contenido del componente útil, pues el espesor varía de un modo regular a relativamente irregular mientras que la distribución de la mineralización útil es irregular y muy irregular.

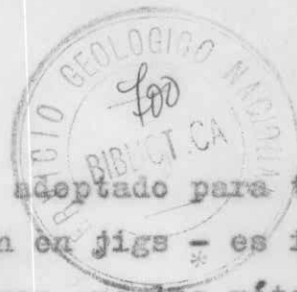
Industrialmente es una mena de cobre con contenidos de muy pobres a muy ricos del metal y contenidos insignificantes a / bajos de plata y muy pobres de plomo y de zinc. El contenido medio / de cobre no se pudo calcular con exactitud por la insuficiencia de / los datos pero se estima como elevado en base a la elaboración e in- / terpretación de la información disponible.

Desde el punto de vista tecnológico, en el espacio / en que está desarrollada, la mina, se trata de un mineral mezclado en el que predomina la mineralización oxidada en los horizontes superio- / res, invirtiéndose la relación hacia la profundidad, donde es neto / el predominio de la mineralización sulfurada.

En "Olga" no hay reservas calculadas y, obviamente, tampoco reservas abiertas, preparadas o listas para la extracción.

Las labores avanzadas han seguido la mena para ex- / plorarla y explotarla a la vez; la conducción de las mismas ha sido / irregular.

Se ha hecho una extracción selectiva del mineral // sulfurado, a la vez que el oxidado ha quedado en los pilares de la mina o ha sido depositado en la cancha-mina luego de la preselección manual.



Aún así, el esquema tecnológico aceptado para tratar el mineral seleccionado - lavado y concentración en jigs - es inadecuado, ya que las pruebas tecnológicas demostraron que los métodos gravimétricos no son satisfactorios por la presencia de baritina, en cambio, el mineral se puede tratar bien mediante la flotación por espuma.

1.3. Perspectivas. De acuerdo a sus condiciones geológico-estructurales, a los caracteres de la mineralización útil y al tipo de yacimiento estimamos que es un depósito mineral de pequeña magnitud por la escala de sus reservas, con un alto contenido del metal.

Mediante una evaluación orientativa de las reservas minerales que se podría hallar en el espacio extrapolable razonablemente a la mina actual hemos calculado 3300 toneladas de mineral posible: aproximadamente 700 toneladas de mineral posible (anunciado) y 800 / toneladas de mineral posible (presumido o pronosticado), predominante o completamente sulfurado, en el cuerpo I; alrededor de 1.800 toneladas de mineral posible (presumido o pronosticado), de las cuales 600 toneladas serían de mineral mezclado con un porcentaje mayor de mineral oxidado y el resto - 1200 toneladas - de mineral mezclado en el que predomina la mineralización sulfurada y mineral sulfurado, en el cuerpo III.

En cuanto a las manifestaciones minerales de cobre, de plomo y polimetálicas observadas en el área abarcada por el levantamiento geológico y fuera de ella en recorridos informativos del área circundante, su modo de formación corresponde al mismo tipo - relleno de fisuras - y dan un panorama alentador sobre las perspectivas / de la zona, las que hay que contemplar dentro del orden de magnitud que cabe esperar en este tipo filoniano de mena.

1.4. Conclusiones y Recomendaciones. Se considera que es necesario resolver la cuestión cardinal de la delimitación total y parcial-

...///

por clases tecnológicas de mineral - del yacimiento y el cálculo de /
las reservas minerales. Sin el cumplimiento de esa tarea, que debe /
ser el objetivo esencial de los futuros trabajos de exploración geo-
lógica, no se podrá dimensionar la empresa minera, planificar la ex-
tracción y el abastecimiento técnico-material y adoptar un esquema /
tecnológico adecuado de tratamiento del mineral.

Se recomienda al propietario la realización de un pro-//
grama de trabajos técnicos en la mina, consistentes en la ejecución/
de 20 metros cúbicos de laboreo superficial, 25 metros de pique, 65
metros de chimeneas y 210 metros de galerías.

Se ha elaborado un programa inicial, mínimo, de trabajos
de exploración geológica en el área, destinado a avanzar hacia la e-
valuación de las manifestaciones minerales, que está integrado por /
la búsqueda geológica de mineralización útil en una superficie de 6
kilómetros cuadrados, en escala 1:5000; el levantamiento topográfico-
geológico de 0,7 km², en escala 1:2000; el levantamiento topográfico-
geológico de 0,6 km², en escala 1:500 o 1:1000; el levantamiento to-/
pográfico-geológico de 500 metros de labores subterráneas, en escala
1:250; levantamiento geofísico - electrometría - en una longitud de/
10 km; levantamiento metalométrico, 500 muestras; levantamiento de /
concentrados de minerales pesados, 200 muestras; la ejecución de un/
socavón de 100 metros de largo, de 1000 metros cúbicos de labores de
superficiales y limpiezas de labores antiguas y de 300 metros de per-
foración rotaria desde la superficie.

---oOo---





2. INFORMACION GENERAL.

2.1. Objetivos de los Trabajos. Los fines esenciales del complejo de tareas llevado a la práctica en el área de la mina "Olga" han sido:

- Determinar la distribución de los sectores con mineralización // útil en el cuadro geológico-estructural;

- Delimitar las áreas de desarrollo de la mineralización útil, estableciendo la morfología y las dimensiones de los cuerpos y manifestaciones minerales, así como, de un modo general, la calidad de la mena;

- Evaluar las perspectivas del yacimiento, valorando orientativamente su probable magnitud;

- De acuerdo a los resultados de esa valoración, elaborar un proyecto de trabajos de exploración geológica más detallados, destinados a producir la evaluación de las reservas minerales del área.-

2.2. Ubicación de la mina. La mina "Olga" está en el distrito de Barrrios, Departamento Yavi, de la Provincia de Jujuy, a unos 18 km al SE de La Quiaca, y a 3 500 m.s.n.m. Sus coordenadas geográficas son: latitud - 22°13'54" Sur; longitud - 65°48'46" Oeste.-

2.3. Condiciones del acceso y del abastecimiento de agua y de materiales.

El acceso principal es por La Quiaca, recorriendo 14 km por la ruta provincial n° 12 - que conduce a Cangrejillos - y luego 4 km por desvío hacia el este; el camino es de tierra y se lo puede transitar prácticamente todo el año, aunque en la época de lluvias se producen algunos cortes. Otro acceso es desde Pumahuasi, 10 km por la ruta provincial n° 69 más 25 km por la n° 12; el camino es // también de tierra y se torna intransitable en la época lluviosa.

La provisión de agua potable y técnica está asegurada por el río Sansana, que fluye permanentemente, con un caudal que satisface con holgura las necesidades actuales de la mina.



El aprovisionamiento en general se efectúa en La Quiaca, pero la madera de mina debe ser llevada de San Salvador de Jujuy (315 km).-

2.4. Rasgos fisiográficos.

2.4.1. Relieve. Se trata de un relieve maduro, ondulado a suavemente quebrado.

Buena parte del terreno está cubierta por una capa de escombros, las rocas sólo afloran en las pendientes más empinadas, los filos y los cortes fluviales. No obstante, por el grado de afloramiento, es un área abierta, de bien (hasta 1,0 m de cobertura) a medianamente aflorada (1,0 a 3,0 m).-

2.4.2. Hidrografía. El principal curso de agua en el área es el río Sansana, que la atraviesa, los demás son temporarios, pequeños. "La quebrada de Sansana tiene sus cabeceras en la alta Sierra de Santa Victoria. Dentro de la región se dirige hacia el norte, pasando por la población de Barrios y el vecindario de Sansana. En el límite internacional, mediante una larga y profunda garganta, desemboca en la quebrada de La Quiaca" (1).-

2.4.3. Clima. El clima es continental, frío, muy seco. La temperatura generalmente es baja, pero con fuertes variaciones, que alcanzan una amplitud de hasta 30-35°C en el día. La temperatura media anual oscila en los 10°C; en el mes más caluroso - diciembre - la media es de unos 13°C y en el más frío - junio - de alrededor de 4°C. La temperatura máxima absoluta supera los 30°C y la mínima, los -20°C.

Las precipitaciones pluviales son inferiores a los 350 mm anuales, que caen prácticamente en su totalidad durante el verano.

Predominan los vientos del norte y nordeste y luego los del sur y oeste; su mayor intensidad se registra de octubre a /



diciembre.-

3. GEOLOGIA DEL YACIMIENTO.

3.1. Descripción geológica de la región. Para ubicar el área en el // cuadro geológico-estructural de la región nos basamos en los trabajos / geológicos del Dr. Juan C.M. Turner (1).

3.1.1. Estratigrafía. El cuadro estratigráfico regional está integrado por un número relativamente reducido de Formaciones, aunque varios de sus elementos tienen un espesor considerable.

La más antigua es la Formación Acoite, que es la que aloja el yacimiento investigado, de edad ordovícica (arenigiano-llanvirnia-// no?), constituida por areniscas lutíticas, lutitas y limolitas y a la / que se asigna un espesor de más de 3 000 metros. La Formación está a-// travesada por numerosos diques de pórfido cuarcífero y filones capas / de diabasa, así como por vetas de cuarzo lechoso, que se atribuyen al / Silúrico.

Sobre ésta se apoyan discordantemente los sedimentos continentales cretácicos de las Formaciones del Grupo Salta (= Formación Petrolífera): Pirgua (areniscas y conglomerados), Lecho (areniscas cal cáreas) y Yacoraité (caliza dolomítica), en el cual se intercalan los restos de una fase ígnea representados por intercalaciones de elemen-// tes piroclásticos - brecha volcánica y toba - y diques de andesitas y basaltos que cruzan la Formación Pirgua (= Areniscas Inferiores). El Grupo tiene un espesor conjunto de 2 700 metros.

Los elementos del Cenozoico están representados por los / acarreos cuartarios, que rellenan las depresiones, diferenciados en // tres entidades: los conglomerados, areniscas y arcillas del Cuartario Inferior, que yacen en discordancia tanto en la base como en el techo, cuyo espesor es de 800 metros; las arenas y arcillas del Cuartario Superior, que tienen un espesor de 60 metros, y las arenas (médanos), capas de fódados, etc. del Cuartario Reciente y Actual.



3.1.2. Estructura. "La estructura está caracterizada por el alineamiento meridiano". "El relieve es dado por la estructura de bloque, debida a los intensos movimientos que tuvieron lugar durante el Cenozoico. Las sierras, que forman el relieve principal de la región, representan otros tantos bloques integrados por sedimentos marinos del Paleozoico y continentales del Mesozoico. Tales bloques están volcados tanto hacia el este como hacia el oeste mediante fallas inversas de rumbo predominantemente meridiano y de considerable rechazo".

"La estructura interna está representada por plegamientos, manifestada por anticlinales y sinclinales, apretados, de poca importancia por su amplitud. Esta estructura interna se observa tanto en los sedimentos de la Formación Acoite como en los del Grupo Salta, siendo más intenso el plegamiento en el primero que en el segundo. La dirección general de los pliegues es norte-sur, con ligeras desviaciones hacia el este o hacia el oeste. Los plegamientos son de poca amplitud y de aberturas variables pero en general pequeños. Se notan ondulaciones axiales que hacen variar la inclinación de la charnela de los pliegues. A su vez, se observa que sobre esta estructura se superpone un plegamiento secundario, como por ejemplo, flexiones, pliegues agudos y apretados. Estos últimos corresponden a pliegues muy pequeños y con su charnela paralela a la dirección axial del pliegue mayor al cual pertenecen. En general, los planos axiales están inclinados hacia el este. El plegamiento, conjuntamente con la elevación, se hunde hacia el norte".

"El afloramiento de los sedimentos del Grupo Salta se interrumpe en el sudoeste al sur del cerro Overo por una falla meridiana. En la margen derecha de la quebrada de Sansana se observa las lutitas de la Formación Acoite apoyadas sobre los bancos de areniscas rojas y de caliza del Grupo Salta. Tanto las lutitas como las are-

...//



niscas y la caliza están despedazadas y fragmentadas, observándose próximo a la superficie de falla material milonitizado. En los bancos calcáreos se han conservado pliegues de arrastre, indicando que ese lado / corresponde al labio bajo.

La posición de la fractura", "en general está definida perfectamente por la presencia de sedimentos del Grupo Salta. Las pocas veces en que faltan estos materiales se debe a que han sido / erosionados.

La falla que limita por el poniente los sedimentos del Grupo Salta se observa en el camino que une La Quiaca con // Yavi como un escalón, con un desnivel de unos 10 m en la superficie // llana. Este escalón continúa hacia el norte hasta el límite septentrional de la región. Hacia el sur coincide en un tramo con la quebrada de Sansana y a continuación limita el cerro Barrios por el naciente, desapareciendo luego en el acarreo del Cuartario".

"Los movimientos más antiguos de que se tenga evidencia que hayan influido en la estructura de la región corresponden a los del ciclo Caledónico (Fase Taconica). Ya se ha mencionado // que las lutitas, lutitas areniscosas y limolitas de la Formación Acuite muestran una estructura interna que se manifiesta por pliegues de / aberturas variables pero en general muy pequeña y orientados norte-sur, a veces con leves desviaciones. Asimismo, presentan varios sistemas de diaclasas, a menudo rellenas por cuarzo o calcita secundaria, como // se ha observado en la parte oriental de la región", donde se halla el área de "Olga".

A los movimientos del ciclo Variscico Americano "se deben atribuir los procesos magnéticos con los cuales estarían ligados los diques de pórfido cuarcífero y vetas de cuarzo. Las / rocas hipabisales posiblemente estarían relacionadas con las intrusiones graníticas, conocidas de más al sur, que tuvieron lugar durante el



Carbónico Pérmico" según Groeber, aunque "bien podrían ser del Silúrico". "Asimismo se deben considerar como de este ciclo los movimientos / que dislocaron los materiales de la Formación Acoite, con su consiguiente ascenso y consecuente erosión, dando origen a la discordancia en la base del Grupo Salta".

Los movimientos del ciclo Andino "son los que han impreso su fisonomía a la región. A este ciclo se deben los pliegues en anticlinal y sinclinal con dirección norte-sur que afectan a los sedimentos de la Formación Acoite y Grupo Salta, que ya han sido reseñados". "Corresponden a este ciclo el ascenso diferencial de los bloques mediante fallas, por lo general inversas, con rechazo de varios centenares y aun miles de metros. Las fallas longitudinales han cortado el basamento ordovícico y su cubierta de estratos del Grupo Salta, en largas fajas de dirección norte-sur. Posteriormente, los movimientos verticales crearon el actual relieve, de pilares y fosas.

Estructuralmente la región se puede considerar como dos provincias geológicas distintas: Cordillera Oriental al naciente y la Puna al poniente. El límite entre ambas unidades pasaría por el pie occidental del Cordón de Escaya y de la Sierra de Cochincaca".

"En esta región, la Cordillera Oriental representa una antigua comarca de base estratigráfica integrada por lutitas, lutitas areniscosas y limolitas del Ordovícico y cubiertas en discordancia por los sedimentos continentales del Grupo Salta. Ambos conjuntos, perturbados y dislocados - desde luego, más intensamente los del Paleozoico inferior - por los movimientos que se han resumido precedentemente. En el Plioceno y a principios del Cuaternario esta unidad adquirió su altitud actual".

3.1.3. Historia Geológica. "La historia geológica de la región //

....//



comienza con la deposición de arcillas y limos en una cuenca geosinclinal formada en tiempos del Paleozoico inferior. Se depositaron materia-
les marinos correspondientes a mares poco profundos, de sedimentos are-
nosos y areno-arcillosos, y a mares más profundos, de sedimentos pelí-
ticos". "Posteriormente hicieron sentir sus efectos los movimientos de
la fase Tectónica (Ciclo Caledónico), ocasionando plegamientos. Al tec-
tonismo siguió su corolario, la intrusión, a la que corresponden los /
diques de pórfido cuarífero, filones capas de diabasas y vetas de ///
cuarzo". A estos procesos magnéticos estaría vinculada la mineraliza-/
ción útil en el área de "Olga". "A continuación sobrevino un levanta-/
miento (Ciclo Variscico Armoricano) y la consiguiente erosión de los /
estratos ordovícicos". "Se supone que la erosión fué muy dilatada, o /
que se dividió en varias fases largas".

"Sobre la superficie de erosión esculpida en
rocas del Paleozoico inferior se acumulan los sedimentos continentales
y marinos del Grupo Salta". "Contemporáneamente con la acumulación de
los sedimentos de la Formación Pirgua, en los lugares más cercanos don-
de había elementos positivos se produjeron erupciones, cuyo testimonio
se ha conservado en la columna estratigráfica en forma de capas de /
brechas y bancos de tobas intercaladas en las areniscas rojas.

A las erupciones siguieron intrusiones íg-//
neas, denunciadas por diques de andesita y basalto que atraviesan los
elementos de esta Formación al sur y al oeste de Cerrillos, como asi-//
nismo al norte de Cangrejillos".

"A partir del fin de la acumulación del Grupo
Salta, la región permanece en un ambiente continental. Después del ///
tiempo tranquilo del Mesozoico, a principios del Terciario comenzaron
los primeros movimientos del Ciclo Andino, cuyos efectos produjeron /
importantes dislocaciones tectónicas, dando origen a una intensa ero-/
...

sión que labró una superficie de denudación. Esta corta indistintamente todas las estructuras anteriores. Los estratos más afectados por esta poderosa erosión son los correspondientes al Grupo Salta. La cubierta constituida por estos materiales fué rota; parte de ella, enclavada en valles tectónicos, de dirección meridiana, corresponde a la que se conservó; en cambio, las partes que estaban en los sectores elevados / fueron arrasadas completamente".

"En el Terciario superior tuvieron lugar los // movimientos de la segunda fase del ciclo Andino, con los grandes levantamientos de las serranías. Al mismo tiempo empezaron los fenómenos // volcánicos en la Puna, cuya acentuada actividad determinó la acumulación de una potente capa de tobas cineríticas en las depresiones del / relieve preformado. La extensión cubierta por material piroclástico // hoy día es reducida" debido a la erosión.

"Después sobrevino una nueva fase tectónica // con el ascenso diferencial de bloques que produjo dislocaciones suaves. La erosión hizo presa fácil en los sedimentos más blandos (tobas cineríticas ?), denudando el núcleo paleozoico de los bloques a medida que iban ascendiendo, para modelar luego más dificultosamente el relieve // del centro mismo".

Luego se iniciaron los procesos de acumulación del Cuaternario, que fueron interrumpidos sólo en la parte oriental de / la región por los "últimos ascensos del cuarto movimiento del ciclo Andino".

3.1.4. Minerales útiles. En la región "se conocen minas, yacimientos y manifestaciones de minerales de hierro, cobre, oro, plomo (con // plata y cinc), antimonio y manganeso. En contadas manifestaciones se / ha observado una relación directa de la mena con un cuerpo ígneo (caso de los minerales de cobre)".



Por su mayor proximidad con "Olga" es interesante mencionar las mineralizaciones de cobre y de plomo.

Se halla mineralización cuprífera en el Cordón de Escaya. En su ladera oriental, "a unos nueve kilómetros en línea recta al oeste de la estación Pumahuasi", "se observan numerosas vetas con calcopirita. Las rocas predominantes que afloran en la comarca son las lutitas de la Formación Accite y los diques de pórfido cuar-cífero. Con esta última roca están relacionados los minerales de cobre.

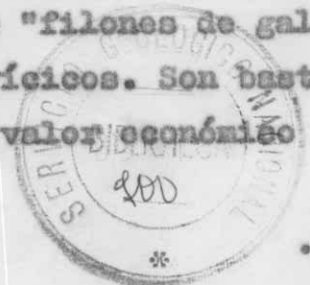
Las vetas difieren mucho en su rumbo, variando entre N 40°W y N 25°E, y son prácticamente verticales. Su ancho mayor es de 35 cm, pero por lo general su potencia oscila entre 10 y 25 centímetros. Se han reconocido en un largo de 60 metros.

Los minerales reconocidos son calcopirita, // crisocola y malaquita. Por oxidación de la calcopirita se ha formado / limonita. A menudo la calcopirita se presenta asociada con cuarzo abundante.

En la veta más cercana al campamento", "se / observa que la veta de calcopirita pasa de la lutita al dique de pórfido cuar-cífero".

En la ladera occidental del mismo cordón, "a unos siete kilómetros, por camino de automotores, de Cieneguillas", // "en un área muy reducida se observan vetillas con calcopirita, malaquita y azurita, de dos a tres centímetros de potencia y unos 10 m de longitud". "Las rocas aflorantes corresponden a lutitas y areniscas silicificadas del Ordovícico, verticales y con rumbo N 50°W".

La mineralización plumbífera se encuentra // "en el distrito minero de Pumahuasi y en el Cordón de Escaya-Sierra de Cochinoca, predominando en el primero". Se trata de "filones de galena, que atraviesan las lutitas y demás sedimentos ordovícicos. Son bastante frecuentes, pero en la mayoría de los casos, de valor económico es-//



...//

caso. No se ha observado una relación visible con rocas ígneas". "Los filones principales se concentran en una estrecha faja meridiana de 15 km de largo por 3 km de ancho, a partir de poco al norte de la mina // "Pumahuasi" en el norte hasta la mina "Rosa de Oro" en el sur. Esta // franja está a unos ocho kilómetros al naciente de la vía férrea de La / Quiaca a Jujuy". "Las vetas de galena, en su mayoría están orientadas / de este a oeste, mientras que la faja de mineralización corre de norte a sur".

"Como guía para futuras exploraciones con fines económicos se puede adelantar que los minerales plumbíferos y cupríferos se encuentran únicamente en lutitas de la Formación Acoite, como // asimismo la baritina y las vetas de cuarzo auríferas. El oro aluvial es lavado en acarrees del Cuartario superior y Reciente y Actual".

Los hechos producidos hasta la fecha - el des- / cubrimiento del yacimiento de cobre de "Olga" y otras manifestaciones / minerales - muestran que los criterios de búsqueda fijados por el Dr. / Turner son correctos.-

3.2. Descripción geológica del área de la mina.

3.2.1. Litoestratigrafía. En el área de la mina dominan en forma absoluta los sedimentos areno-arcillosos de la Formación Acoite: arenis- / cas lutíticas, lutitas y limolitas, entre las cuales se intercalan en / algunas partes bancos de areniscas grises bastante silicificadas cuyo / espesor es de 10 - 150 centímetros. El color de la Formación es gris o / gris con un matiz verdoso, habiéndose superimpuesto coloraciones pardas, / pardo rojizas, amarillentas y blanquecinas por la meteorización y la // alteración hidrotermal. Hacia el norte, en las proximidades del contac- / to con la Formación Pirgua (= Areniscas Inferiores), las rocas adquie- / ren un color gris morado.

Las rocas exhiben en su aspecto los efectos de /



...//

un proceso metamórfico evidentemente del tipo dinámico.

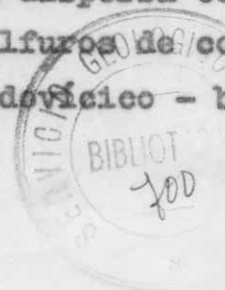
La meteorización es del tipo limonítico, lo // que está relacionado con la piritización diseminada con regular intensidad en las sedimentitas por las soluciones que penetraron al complejo sedimentario. Así, se suele observar cristales pseudomórficos de limonitas por alteración de la piritita.

Los fenómenos hidrotermales que han actuado sobre las lutitas y limolitas produjeron la caolinización localizada que se ve en varias partes del área, en vinculación con la mineralización / útil.

La Formación aloja acreciones representadas // por rodados arcillosos, de formas achatadas, dispuestas paralelamente / a la estratificación, cuyo diámetro llega a algunas decenas de centímetros. En una de ellas se halló un cefalópodo mal conservado.

El complejo sedimentario está afectado por /// fracturas y según ellas puede observarse dos formaciones litológicas // especiales: una es la brecha que rellena los segmentos abiertos de las fracturas, constituida por fragmentos de las rocas de campo y los materiales provenientes de la trituración, pulverización y alteración de // las mismas, materiales arcillosos de color gris y pardo amarillento, y óxidos e hidróxidos de hierro, de color pardo rojizo y pardo amarillento, lo que hace que en su conjunto la brecha tenga una coloración abi-/garrada. La otra es el jaboncillo que suele materializar los contactos entre la brecha y las cajas.

En las vecindades de los cuerpos y manifesta-// ciones minerales puede verse que la mineralización se ha difundido por las rocas encajantes, siguiendo todos los planos de disyunción y depositandose según esos planos o en forma de diseminación dispersa cerca de ellos. Se ha individualizado malaquita, raramente sulfuros de cobre, piritita - fuera de la que es habitual en el complejo ordovícico - bariti-//





na, cuarzo y óxidos de hierro.

La Formación está atravesada por vetas de cuarzo lechoso, compacto, en ocasiones ligeramente coloreado por limonitas.

No se observó rocas ígneas en el área.

El Cuartario está representado por sedimentos no consolidados que no se ha diferenciado; se acumulan en las depresiones y forman el derrubio que cubre las rocas firmes.--

3.2.2. Estructura. Hay un complejo estructural integrado por deformaciones de diferentes tipos, que se combinan mecánicamente en las / formas estructurales. También, como se ha escrito (3.1.2.) se observa / una combinación histórica de dislocaciones que se han producido en distintas etapas estructurales.

a. Las formas estructurales primarias: las sedimentitas ordovícicas están interestratificadas, con espesores que llegan hasta el // mediano (40-45 cm).

Los cambios faciales de estrato a estrato que / se ven se deben a movimientos oscilatorios de la superficie de sedimentación. La rápida alternancia de estratos de diferente composición / indica un cambio rápido de las condiciones tectónicas, es decir, la relación entre levantamientos y hundimientos ha variado velozmente, así como la ubicación de los contornos de la línea costera.

Las rocas yacen con un rumbo general submeri-// dional y meridional, buzando con ángulos medianos a muy abruptos al E (40-85°) hasta medianos a muy abruptos al W (50-80°).

Debido al plegamiento, también se registra en varias partes un rumbo sublatitudinal, con buzamientos al N (30-45°), e incluso rumbos NE-SW, con buzamientos medianos y relativamente abruptos al NW (40-60°) y rumbos NW-SE, con buzamientos medianos al NE (40°).

b. Las formas estructurales secundarias son las "estructuras

dislocadas" debidas a causas tectónicas, entre las que individualizamos las dislocaciones plásticas (plegamiento) y las dislocaciones disruptivas (fracturación).

En toda el área se observa el plegamiento característico descrito en 3.1.2.: eje de rumbo submeridional, pliegues volcados hacia el W; sus planos axiales buzan al E con ángulos de medianos a muy abruptos (35-80°), mientras que el hundimiento es al N // con ángulos que habitualmente son suaves a medianos (15-35°).

Las amplitudes de los pliegues son pequeñas, variando de 5-60 centímetros - en el plegamiento secundario - hasta 150 metros - en el principal.

Morfológicamente se trata de pliegues asimétricos. Desde el mismo punto de vista, pero considerado en conjunto, es un plegamiento continuo u holomórfico por que hay una distribución continua de los pliegues en toda el área plegada; los pliegues siguen unos a otros en una sucesión, en general regular, de anticlinales y sinclinales; el desarrollo de los anticlinales y sinclinales es similar; sus dimensiones y complejidad son análogos; hay linealidad, todos los pliegues siguen una tendencia común, o sea, el rumbo de cada uno sigue el rumbo general de toda la estructura plegada; y se pone de manifiesto un movimiento horizontal orientado de las masas de rocas en la misma regular inclinación de los planos axiales.

La formación de este plegamiento se debe entonces a compresión horizontal. La mecánica de la formación ha sido un proceso complejo de deformación plástica en un medio anisótropo. Los elementos del proceso fueron la flexión del estrato, acompañada por la redistribución intraformacional del material rocoso (distorsión), que ha fluído hacia crestas y cubetas, y la compresión general de toda la serie de rocas plegadas en una dirección normal a los planos axiales //



de los pliegues.

La heterogeneidad del medio lítico ha condicionado varias de las características observadas. La estratificación ha / facilitado la formación de pliegues complejos y a menudo apretados. Los estratos arcillosos suelen plegarse en forma más aguda y empinada que / los areniscosos de espesor similar, produciéndose la desarmonía del // plegamiento. En los casos en que predominan en el pliegue las lutitas, los estratos areniscosos interestratificados aparecen frecuentemente / estirados y rotos en pedazos.

Entrando ya en la consideración de las dislocaciones disruptivas, pero como corolario de la descripción del plega-// miento, cabe agregar que como efectos adicionales de éste puede verse / en los pliegues el clivaje de cizalla provocado por el deslizamiento / de unos estratos sobre otros en el proceso de plegamiento, que toma la forma de fracturas perpendiculares al estrato, y el clivaje de fractu-// ra paralelo al eje de los mismos, causado por la compresión general de los grupos de estratos plegados.

La descripción de las dislocaciones disruptivas, y en mayor grado su interpretación, tropieza con las dificultades derivadas de una fracturación complicada y de forma irregulares y de un conocimiento geológico-estructural del área que se halla aún en un nivel primario. No obstante, hemos tratado de simplificar el modelo estructural mediante un análisis esencialmente "geométrico" de la disposición / de esas dislocaciones.

Las complicaciones de la fracturación en general se deben a que ella se ha producido en un medio anisótropo, de competencia variable, en que rocas más bien rígidas y quebradizas, como / las areniscas, están interestratificadas con otras que tienen tenden-// cia a deformarse plásticamente frente a las tensiones, como las luti-// tas. El comportamiento de este medio en su conjunto ha condicionado la

...//



formación de fracturas francas rellenas por una brecha resultante de la fracturación tectónica en algunos tramos del trazado de la fractura, mientras que en otros el quebrantamiento de las rocas produjo una red / de grietas interconectadas, que dan un aspecto brechoso, o una brecha / con algo de espacios vacíos y de poca extensión.

Los componentes del sistema de fracturas tensio-
nales que aloja la brecha mineralizada - la mena - tienen rumbos de NW-
SE a latitudinales, con buzamientos abruptos tanto hacia el Sur como ha-
cia el Norte. La mayor cantidad de observaciones se hizo en las labores
subterráneas de la mina, registrándose un rumbo general NW-SE (azimut
de 130-132°) con buzamientos abruptos al SW y al NE: en el Nivel 1, el
buzamiento predominante es al SW, con inclinaciones de 70° a subverti-
cales, y algunos ángulos de hasta 70°NE. En el Nivel 2, también dominan
los buzamientos al SW, entre 75° y subverticales, anotándose ángulos //
que van hasta 70°NE. En el Nivel 3, en cambio, los buzamientos habitua-
les son de 75-85°NE, mientras que los que están orientados hacia el su-
doste son de 75° a subverticales.

En las labores mineras ligeras del área, las //
manifestaciones minerales exhiben características similares.

Las curvaturas suaves según el rumbo de una //
fractura, las variaciones de poca monta en la dirección de las fractu-
ras dentro del sistema y los cambios de sentido del buzamiento que se /
ven en "Olga", las aceptamos como normales en este tipo de yacimientos.

Hay otro sistema de fracturas, el de las fa-//
llas post-minerales, que produjo perturbaciones en los cuerpos y mani-
festaciones minerales. La falla inversa del río Sansana está acompañada
por una serie de pequeñas fallas inversas, subparalelas, algunas de ba-
jo ángulo, de reducido rechazo. El rumbo del conjunto es NNW-SSE (150-
165°), con buzamientos medios a abruptos al E - 35-70° - y espesores //
individuales de apenas 3 a 10 centímetros.



Los desplazamientos aparentes medidos en la mina son de poca magnitud, varían de 50-60 centímetros a 5 metros, y están muy bien subrayados por las dislocaciones que ha experimentado la brecha mineralizada. Opinamos que los desplazamientos reales son com- / puestos, la pared colgante se ha movido oblicuamente, en una dirección más cercana al rumbo que al buzamiento. Esto significa que es un falla miento pequeño pero complejo.

El juego principal de diaclasas tiene un rumbo latitudinal-sublatitudinal y buzamientos medios a muy abruptos al Sur (40-80°). El espaciamiento es estrecho, de algunas decenas de centímetros. La frecuencia de las diaclasas aumenta donde la deformación es / relativamente más intensa.

Resulta así que la fracturación ha sido pre- y postmineral, e incluso sinmineral, como lo demuestra el jaboncillo con espejos de fricción que aparece a veces dentro de la brecha. Los fenó- menos de ruptura que provocaron la aparición de las fracturas parecen / haberse repetido varias veces durante un largo período de tiempo. La / primera ruptura abrió las vías a las soluciones mineralizantes, que re- llenaron las cavidades y cementaron la brecha. Otros movimientos debie- ron crear fallas en la fracturación preexistente y posibilitaron la // reanudación de la circulación de las soluciones y su depositación suce- siva. Los movimientos sinminerales (o intraminerales) deben haber juga- do un papel importante, pues aunque no han provocado desplazamientos // de consideración, tienen que haber renovado y modificado las vías de // circulación de las soluciones. Estos movimientos se habrían producido / como "pulsaciones", en relación directa con el carácter pulsatorio del desprendimiento de las soluciones postmagmáticas.

Por fin, cabe anotar que según los planos de // diaclasas suele observarse los efectos de ligeros movimientos de ajus- /



te que, dicho sea de paso, también se ven siguiendo los planos de estratificación (desplazamientos insignificantes, material rocoso triturado y molido, películas de jaboncillo).-

3.2.3. Mineralización útil.

a. Composición mineralógica; paragénesis. La composición mineral de la mena es mas bien compleja. En el trabajo de campo se ha individualizado macroscópicamente: minerales de cobre - sulfurados: calcopirita, bornita, calcosina, covellina; oxidados: malaquita, antlerita, tenorita, crisocola, y mineral de plomo - galena. La ganga está constituida por pirita, baritina, cuarzo, óxidos de hierro, óxidos de manganeso y los materiales rocosos integrantes de la brecha.

El Dr. Raúl Chomnales (ver Anexo 2) precisó las observaciones investigando microscópicamente cortes pulidos de algunas muestras de la mena, determinando la presencia de: calcopirita, bornita, calcosina, covellina, galena, blenda, pirita, malaquita, crisocola, hematita, limonita y psilomelano.

En las conclusiones de su estudio, Chomnales manifiesta que la calcopirita se depositó primeramente, siendo alterada con variable intensidad a bornita. Más tarde, y aprovechando las fisuras, se depositó la galena. De modo que se puede diferenciar bien, por un lado, calcopirita-bornita y galena, y por el otro, calcopirita-bornita y sus productos de alteración, junto con galena, baritina y/o cuarzo y clastos de las cajas formando brechas y microbrechas.

También, en muestras del Nivel 3 (30 metros de profundidad), reconoció la presencia de blenda, que aparece sustituyendo a la galena según líneas de clivaje.

Además, Chomnales indica que es posible que hacia la profundidad haya un cambio en la composición de la mena y pasen a predominar minerales de plomo, disminuyendo en forma paulatina los //

...//



minerales de cobre.-

b. Forma y dimensiones de los cuerpos minerales. El rasgo ca racterístico de los cuerpos y manifestaciones minerales es su relación con las fracturas que atraviesan las sedimentitas ordovícicas; es un / ejemplo típico de control estructural.

La mineralización útil se presenta de compacta a pobremente diseminada, rellorando las cavidades de la brecha que ha / ocupado los segmentos abiertos de las fracturas. De tal modo, la mena tiene textura brechosa.

Los límites de la mena con las rocas encajan- / tes son claros, aunque en varias partes el intenso quebrantamiento, la meteorización y la caolinización de éstas hacen que ellos sean algo di fusos. En esos contactos suele haber capas muy delgadas y películas de jaboncillo.

Además, hay una diferencia abrupta entre la // composición sustancial de la mena y la de las cajas, lo que permite // trazar un límite preciso entre ellas, aunque haya alguna dispersión muy diseminada de la mineralización útil en las rocas por los planos de dis yunción que las afectan.

Los cuerpos minerales están alojados en fractu- ras de formas mas bien irregulares, con estrechamientos y ensanchamien- tos, no obstante, podemos decir que la forma general de aquellos es la tabular, y precisando más, que son lenticulares alargados en el plano / de la fractura.

Otra característica que se observa en "Olga" // es la tendencia a la formación de clavos minerales, de buzamiento abrup- to y prolongados en el sentido de la declinación, que tiene una incli- / nación de 50° hacia el sudeste.

Para delimitar los cuerpos minerales eventual- /

...//



mente industriales y establecer sus dimensiones, hemos adoptado el contenido límite de 0,7% de Cu, que es usual internacionalmente para los / yacimientos cupríferos del tipo calcopirítico-bornítico (2); si llevá- / ramos ese contenido a 1,0% el tamaño de los cuerpos no sufriría modifi- / caciones sustanciales. Se sabe que lo correcto es calcular ese paráme- / tre para cada caso concreto, y eso es lo que deberá hacerse cuando se / encare la evaluación final del yacimiento de "Olga", pero para eso es / necesario conocer suficientemente la cantidad y calidad de las reservas / minerales y las condiciones de su adaptación industrial, lo que ahora / no ocurre.

En las condiciones precarias en que se realiza actualmente la explotación de la mena, a lo que se une la carencia de / un conocimiento cabal del yacimiento y de dirección y control técnico- / geológicos adecuados, no nos cabe duda que el contenido límite de co-// bre debe ser alto y eso reduce las dimensiones de los cuerpos minera-// les que pueden extraerse con beneficio.

A esas limitaciones simplemente enunciadas se / debe el hecho que las partes extraídas selectivamente de la mena no co- / rresponden al tamaño de los cuerpos minerales que podrían extraerse, lo / que se puede visualizar bien en la Lámina II.

Los cuerpos minerales eventualmente industria- / les del yacimiento de "Olga", considerados desde la bocamina, tienen // estas dimensiones aproximadas: el primer cuerpo, 30 metros según el rum- / bo en el Nivel 1, 35 metros en el Nivel 2 y 50 metros en el Nivel 3; el / segundo, 40 metros en el Nivel 1, 35 metros en el Nivel 2 y es discon- / tínuo en el Nivel 3, tiene en total 12 metros. En profundidad y según / los ejes mayores, el primer cuerpo tiene 30 metros en la parte observa- / da e inferimos otros 65-70 metros; el segundo, 30 metros en la parte // observada, pero su prolongación no está clara. Estimamos que hay un ter- / cer cuerpo que había sido penetrado unos 10 metros por el Nivel 3, que



por analogía puede tener 30-35 metros de extensión según el rumbo y un centenar de metros de largo.

Los cuerpos son delgados y hemos registrado estos espesores de la brecha mineralizada: en el horizonte correspondiente al Nivel 1 un promedio de 27 centímetros, con valores extremos de // 7-60 centímetros; en el del Nivel 2 el promedio es de 23 centímetros y los valores extremos 4-45 centímetros, y en el del Nivel 3 el promedio es de 24 centímetros, con valores individuales que varían de 8 a 60 centímetros. De acuerdo a lo observado en los realces de la explotación, // la circunstancia de que haya partes extraídas no invalida estas cifras.

El espesor de la mena varía de forma relativamente regular a irregular, según los cálculos que siguen:

Nivel 1

Tabla 1

Nº orden	Nº de la muestra	Long.de la muestra (espesor y_1 , cm)	$y_1 - y_0$	$(y_1 - x_0)$
1	2	3	4	5
1	Q-55	10	- 17	289
2	Q-56	7	- 20	400
3	Q-57	8	- 19	361
4	Q-58	20	- 7	49
5	Q-59	35	+ 8	64
6	Q-60	30	+ 3	9
7	Q-61	20	- 7	49
8	Q-62	20	- 7	49
9	Q-63	18	- 9	81
10	Q-64	52	+ 25	625
11	Q-65	33	+ 6	36



1	2	3	4	5
12	Q-66	17	- 10	100
13	Q-67	20	- 7	49
14	Q-68	30	+ 3	9
15	Q-69	45	+ 18	324
16	Q-70	20	- 7	49
17	Q-71	30	+ 3	9
18	Q-72	30	+ 3	9
19	Q-73	7	- 20	400
20	Q-75	18	- 9	81
21	QRe-11	35	+ 8	64
22	QRe-12	40	+ 13	169
23	QRe-13	20	- 7	49
24	QRe-14	60	+ 33	1089
25	QP-1	47	+ 20	400
		672	+ 143 - 146	4813

$$y_0 = \frac{\sum_{i=1}^{25} y_i}{25} = \frac{672}{25} \approx 27$$

La magnitud de la dispersión del valor del espesor

es:

$$\delta_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{25} (y_i - y_0)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{4813}{24}} = \sqrt{200} \approx 14$$

Expresando esa magnitud en porcentajes obtuvimos el coeficiente de variación del espesor:

$$K_{vy} = \frac{\delta_y \cdot 100}{y_0} = \frac{14 \cdot 100}{27} \approx 52 \%$$



Nivel 2

Tabla 2

1	2	3	4	5
1	Q-36	21	- 2	4
2	Q-37	37	+ 14	196
3	Q-38	45	+ 22	484
4	Q-39	21	- 2	4
5	Q-40	30	+ 7	49
6	Q-41	15	- 12	144
7	Q-42	18	- 5	25
8	Q-43	12	- 11	121
9	Q-44	30	+ 7	49
10	Q-45	28	+ 5	25
11	Q-46	35	+ 12	144
12	Q-47	12	- 11	121
13	Q-48	25	+ 2	4
14	Q-49	30	+ 7	49
15	Q-50	20	- 3	9
16	Q-51	4	- 19	361
17	Q-52	20	- 3	9
18	Q-53	15	- 8	64
19	Q-54	20	- 3	9
20	Q-76	10	- 13	169
21	Q-77	20	- 3	9
22	QRe-3	12	- 11	121
23	QRe-4	23	-	-
24	QRe-5	35	+ 12	144
25	QRe-15	20	- 3	9

...//



1	2	3	4	5
26	QP-2	30	+ 7	49
27	QP-3	45	+ 22	484
		633	+ 117 - 109	2856

$$y_0 = \frac{633}{27} \approx 23$$

$$s_y = \sqrt{\frac{2856}{26}} = \sqrt{110} \approx 10$$

$$Kv_y = \frac{10 \cdot 100}{23} \approx 43 \%$$

Nivel 3

Tabla 3

1	2	3	4	5
1	Q-1	25	+ 1	1
2	Q-2	15	- 9	81
3	Q-3	35	+ 11	121
4	Q-4	12	- 12	144
5	Q-5	10	- 14	196
6	Q-6	12	- 12	144
7	Q-7	20	- 4	16
8	Q-8	30	+ 6	36
9	Q-9	30	+ 6	36
10	Q-10	60	+ 36	1296
11	Q-11	10	- 14	196
12	Q-12	12	- 12	144



1	2	3	4	5
13	Q-13	10	- 14	196
14	Q-14	8	- 16	256
15	Q-15	10	- 14	196
16	Q-17	35	+ 11	121
17	Q-18	20	- 4	16
18	Q-19	15	- 9	81
19	Q-20	25	+ 1	1
20	Q-26	40	+ 16	256
21	Q-30	30	+ 6	36
22	Q-31	20	- 4	16
23	Q-32	20	- 4	16
24	Q-33	30	+ 6	36
25	Q-34	25	+ 1	1
26	Q-35	22	- 2	4
27	QRe-1	18	- 6	36
28	QRe-2	30	+ 6	36
29	QRe-6	35	+ 11	121
30	QRe-7	30	+ 6	36
31	QRe-8	30	+ 6	36
32	QRe-9	28	+ 4	16
33	QRe-10	35	+ 11	121
34	QP-4	25	+ 1	1
35	QP-5	15	- 9	81
		827	+ 146 - 159	4127

...//

$$y_c = \frac{827}{35} \approx 24$$

$$\delta_y = \sqrt{\frac{4127}{34}} = \sqrt{121} = 11$$

$$Kv_y = \frac{11 \cdot 100}{24} \approx 46 \%$$



El resto de la mineralización útil observada en el área que circunda la mina está representada por simples manifestaciones minerales, descubiertas por labores mineras de escasa envergadura, de las cuales hemos anotado sus características generales, sin producir evaluación alguna, y que son objetos para futuros trabajos // exploratorios de mayor magnitud. Así, la labor 1 destapó mineraliza-// ción oxidada de cobre - malaquita, azurita - acompañada por baritina / y óxidos de hierro, en forma de guías de hasta 4 centímetros de espe-// sor. La labor 2 ha seguido una brecha similar a la descripta, con mine-// ralización oxidada de cobre, baritina y óxidos de hierro, de 20-50 cen-// tímmetros de espesor. La labor 4 se hizo según una guía de 5 centíme-// tros de potencia que exhibe minerales oxidados de cobre - malaquita, // azurita - baritina y óxidos de hierro. La labor 5 se practicó sobre e-// tra guía de 4 centímetros de espesor, con análoga mineralización. La / labor 6 se llevó a cabo según una veta de baritina con escasa cantidad de mineralización oxidada de cobre y de galena, junto con óxidos de // hierro, de 15-20 centímetros de espesor. La labor 7 siguió una brecha con minerales oxidados de cobre - malaquita, azurita, crisocola - y // los minerales acompañantes habituales, de 20-25 centímetros de espe-// sor. La labor 8 muestra también una guía brechosa con minerales oxida-// dos de cobre y óxidos de hierro, de un espesor de 10 centímetros. Y la labor 9 sirvió para seguir una brecha con mineralización oxidada de co-// bre, galena, pirita, baritina, cuarzo y óxidos de hierro. Las manifes-



taciones que hemos señalado hacia el oeste del río Sansana, frente a la mina, son de la misma naturaleza.

c. Génesis. Después de la depositación de los sedimentos areno-arcillosos, en la región se produjeron los movimientos de la fase // Tectónica (Ciclo Caledónico), que los plegaron. El tectonismo fué seguido por los procesos magnéticos con los que estaría relacionada la mineralización útil en el área de "Olga", lo que significa que su origen // se remonta al Paleozoico Inferior.

Según la clasificación genética propuesta por P. M. Tatarinov e I. G. Magakian (3) el de "Olga" es un yacimiento postmagnético hidrotermal formado a temperaturas medias a bajas y profundidades medias a escasas, por el rellenamiento de las cavidades de una brecha. Esta opinión se basa en la composición mineralógica variada y la // asociación mineral que caracterizan la mena; la escasa alteración de // las cajas (silicificación, caolinización); el modo de formación; la textura y las formas simples de los cuerpos minerales.-

4. CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS.

4.1. Situación hidrográfica. El área de "Olga" está en una región // árida, de escasas aguas superficiales. El río Sansana es el único curso de agua con "caudal permanente aunque escaso en sus tramos medio e // inferior, o sea desde la localidad de Barrios hasta su confluencia con la quebrada de La Quiaca" (1). Su caudal experimenta variaciones en // función de las precipitaciones pluviales, pero su permanencia se debe // al hecho de tener su origen en la sierra alta; a mediados de julio de // 1968 era de casi 30 litros por segundo.

Los otros cursos son los "desagües naturales y // temporarios de las aguas pluviales, de manera que se hallan secos la // mayor parte del año, teniendo agua únicamente en la estación de las //

...//



lluvias" (1).

4.2. Situación hidrogeológica. Según la porosidad y la permeabilidad se puede diferenciar en el área un conjunto de escasa porosidad e impermeable integrado por las sedimentitas de la Formación Acoite y otro muy poroso y permeable que corresponde a los acarreos cuartarios. Quiere decir que las aguas se infiltran en el complejo sedimentario y penetran al depósito mineral sólo por las dislocaciones cohesivas-disruptivas.

"Los sedimentos del segundo conjunto que constituyen los afloramientos de las depresiones y que al tener propiedades físicas adecuadas inducen a suponer la posibilidad de abundante agua subterránea, poseen el gran inconveniente, en la comarca oriental, de contener casi en la superficie un banco absolutamente impermeable (arcilla roja), que se extiende por gran parte de la llanada al naciente del Cordón de Escaya-Sierra de Cochinoca, chocando con las serranías e impidiendo que las aguas pluviales penetren en el subsuelo"

"La quebrada de La Quiaca, con cabeceras en el Cordón de Escaya, como la Quebrada de Sansana con nacientes en la Sierra de Santa Victoria (región contigua al este), tiene agua en la temporada de estiaje, si bien es cierto que tal caudal es muy pequeño. La presencia de esta agua es de fácil explicación: proviene de la zona de infiltración al pie de los cordones mencionados, acumulada en los pliegues y diaclasas de la Formación paleozoica. Gran cantidad de agua, por no decir toda, se infiltra rápidamente en el relleno de rodados del lecho, para reaparecer en cantidad decreciente agua abajo, surgiendo luego como manantiales. En otros casos, los cauces están alimentados más bien por el agua infiltrada en el acarreo moderno que rodea las elevaciones. La quebrada de Sansana debe parte de su caudal a este último caso, por medio de sus tributarios con cabeceras al naciente del cerro

...///



Pumahuasi".

De tal manera, es improbable que haya grandes cantidades de aguas subterráneas. "Es indudable que las únicas aguas / subterráneas en la zona son las freáticas. Estas, que casi se encuen- / tran en la superficie, no constituyen capas de gran amplitud, sino, por el contrario, se alojan en pequeñas cuencas aisladas, dependientes de la morfología" (1).

En la mina "Olga" hemos anotado que el nivel / freático se halla ya a unos 2 metros por debajo del Nivel 2.

La afluencia de aguas subterráneas al cuadro // principal de la mina era de 800 litros por hora en julio de 1968.

En las otras labores tampoco se registraron a- / fluencias considerables. En el Nivel 2 sólo se vió en el tope occiden- / tal un flujo muy pequeño y constante de agua por la pared y agua en el piso (fango). En el Nivel 3 las condiciones empeoraban: las paredes es- / taban húmedas, embebidas; en el Punto 23 había un fuerte goteo y el a- / gua fluía en forma constante por la pared. Todo el nivel tenía agua en el piso, estaba enfangado. El Nivel 4 no pudo ser examinado por la i- // inundación, que llegaba casi al piso del Nivel 3; las tareas de desago- / te que se efectuaban impedían que éste también estuviera inundado.

4.3. La calidad de las aguas. Se realizaron análisis químicos y / bacteriológicos en el Laboratorio de Salud Pública de la Provincia. Los resultados de los análisis químicos del agua del pozo del campamento // central que se utiliza para el consumo humano (Análisis de Agua n° 041/ 68 de ese Laboratorio) y del agua del río Sansana frente al campamento y a la mina (Análisis de Agua números 040 y 065/68) revelan que es quí- / micamente potable. El análisis bacteriológico de muestras de aguas ob- / tenidas al efecto muestra también que tanto las aguas del pozo como // las del río son potables (Análisis de Agua números 403 y 404/68).



En cambio, los análisis químicos de dos meses// tras de aguas extraídas del cuadro principal de la mina (Análisis números 042 y 064/68) arrojan resultados negativos con respecto a su potabilidad, revelando un contenido muy elevado de hierro y elevado de sulfatos, en correspondencia con los procesos de oxidación que se están / desarrollando en el depósito mineral, y valores altos del residuo sólido (a 105°C) y la dureza total (en CO_3Ca).-

5. METODOLOGIA DEL TRABAJO DE CAMPO.

5.1. Fases del Trabajo. Hemos llevado a cabo estas tareas principales:

- levantamiento topográfico-geológico de superficie;
- levantamiento topográfico-geológico subterráneo de las labores de la mina;
- levantamientos geoelectrónicos: a. Por el método electromagnético, a cargo del Ing° H. Leidhold, de la Dirección Provincial de Minería; b. Mediante el perfilaje eléctrico combinado, por el Geofísico M. Klein, de la Dirección Nacional de Geología y Minería;
- reconocimiento geológico minero de las manifestaciones minerales y las labores en el área de la mina;
- muestreos químico sistemático, mineralógico y tecnológico.

5.2. Volúmenes de los Trabajos Realizados.

Tabla 4

Lev. Topog. Geol. Sup. 1:2000 km ²	Lev. Topog. Geol. Subt. 1:250 m	Lev. Geoelectr., m		Muestras		
		Electro - magnético	Perf. com binado	Químicas	Mineralóg.	Tecnol.
0,8	356	7480	375	89	13	4



5.3. Forma y precisión de los Trabajos. Para dirigir y coordinar // los levantamientos geológico y geofísico, se implantó instrumentalmente en el terreno una línea magistral de estacas separadas por una distancia de 50 metros y designadas con letras, siguiendo la misma dirección de la brecha mineralizada que es objeto de la explotación. Y líneas transversales que pasaban por esas estacas, con puntos de observación cada 20 metros, marcados por estacas numeradas. En algunas partes, para precisar y controlar, durante el levantamiento geofísico // del Ing° Leidhold se intercalaron líneas auxiliares, equidistantes // de las principales.

El levantamiento topográfico de superficie se hizo en escala 1:2000, por taquimetría y en forma expeditiva. El levantamiento // geológico se efectuó mediante itinerarios que siguieron las líneas // transversales, pero no todas, sino con un espaciado de 100-150 // metros, complementados por el recorrido y la documentación de los afloramientos principales y los cortes naturales del terreno. A esto // hay que agregar que no se efectuó destape alguno para hacer comprobaciones directas en los lugares cubiertos por el relleno moderno, por lo que el levantamiento debe ser considerado como esquemático.

El levantamiento topográfico subterráneo en escala 1:250 de las labores de la mina se llevó a cabo con teodolito y cinta, efectuándose la mensura con lecturas angulares de 1 minuto y mediciones // de distancias con 0,5 cm de precisión. Además del volumen anotado en la Tabla 4, en las labores de explotación de acceso difícil o prácticamente nulo se realizó mediciones aisladas y/o estimaciones muy ajustadas. Sobre esta base se ejecutó el levantamiento geológico detallado.

Los trabajos geoelectrónicos tuvieron un carácter esencialmente experimental y, como podrá notarse en la descripción, el proceso // de los mismos no se ha cerrado, es necesario ampliarlos e intensifi-



carlos, así como hacer comprobaciones directas en los lugares revela-
dos como anómalos por las tareas realizadas. Como resultado de lo he-
cho hasta ahora, han quedado señalados en el terreno dichos lugares /
para que el propietario de la mina hiciera algunas labores mineras de
comprobación, que una vez terminadas serían examinadas por nosotros, /
Esta tarea comenzó hace muy poco tiempo y sólo se está avanzando una /
trinchera sobre la anomalía registrada en el Perfil 3 marcado en la /
Lámina II.

El objetivo de los trabajos geoelectrónicos era establecer el
método más eficaz para determinar la continuidad de las estructuras /
portadoras conocidas y hallar otras nuevas.

El Ing° Leidhold (ver anexo 1) siguió el método electromag-
nético, utilizando un aparato marca Minigun modelo 3520, obteniendo /
una serie de valores de distribución errática y registrando sólo 3-4
lugares de fuerte anomalía de origen dudoso y pequeñas dimensiones.

El Geofísico Klein usó el perfilaje eléctrico combinado, /
practicando tres perfiles con un largo útil total de 375 metros: Per-
fil 1 - 75 metros; Perfil 2 - 140 metros, y Perfil 3 - 160 metros, //
con los cuales logró revelar cinco lugares anómalos. En el Perfil 1 /
efectuó observaciones cada 5 metros, con un total de 225 lecturas, /
los resultados los describió así: "exactamente sobre la veta se en- /
cuentra anomalía tabular conductora encajada en medio subhomogéneo /
resistivo, de comportamiento teórico satisfactorio. Hacia el extremo
del perfil aparece anomalía similar pero de menor importancia, cuyo //
destape se solicita, en especial teniendo en cuenta que no coincide //
con estructura visible o supuesta alguna". El Perfil 2 lo trazó para-
lelamente al anterior, con un espaciamento de 10 metros; Klein indi-
ca que las anomalías tienen características poco destacadas y son de
pequeño tamaño. En el Perfil 3 registró una anomalía pequeña, obser-

...//



vándose una típica distribución de valores que señala un contacto entre medios de distintas resistividades (60 a 180 ohm.metros).

El muestreo químico sistemático se hizo con un intervalo de 3 metros, que es demasiado grande para el muestreo detallado de una mena como esta, con una distribución irregular de la mineralización útil, pero se adapta a los alcances de nuestro trabajo. Las muestras se extrajeron habitualmente haciendo un canal continuo de una sección de 5 cm de ancho por 3 cm de profundidad, practicado según la potencia real de la mena. Se arrancaron 89 muestras: 5 en el pique principal; 15 en los realces, y 69 en los niveles de la mina.

Para la elaboración de las muestras analíticas - que fué // hecha en el Instituto de Geología y Minería - se siguió este esquema:

- trituración y molienda de la muestra, unos 2 kg, a - 4 mm;
- reducción a 0,5 kg;
- molienda a - malla 35;
- reducción por cuarteo hasta 100 g;
- pulverización del material a - malla 100.

Las muestras ordinarias fueron enviadas al Laboratorio del Instituto para que se determinara su contenido de cobre y sus duplicados al Laboratorio de la Dirección Provincial de Minería para que se compusiera 12 muestras agrupadas y se las analizara para plomo, zinc, plata y oro.

El muestreo mineralógico consistió en el arranque de 13 // fragmentos de la mena, a distintos niveles, de los cuales se seleccionó 4 y se los envió al Instituto de Geología y Minería para que el Dr. Chomnales realizara el estudio microscópico; el resto se destinó al examen macroscópico en la Dirección Provincial de Minería.

En lo que respecta al muestreo tecnológico remitimos al lector a la parte final del Capítulo 6.

...//

6. CARACTERISTICAS CUALITATIVAS Y TECNOLOGICAS DE LA MINERALIZACION UTIL.

Industrialmente es una mena de cobre, con contenidos de muy pobres a muy ricos del metal y contenidos insignificantes a bajos de plata y muy pobres de plomo y de zinc. El contenido medio de cobre no lo hemos podido calcular por que no hay datos precisos de la explotación efectuada, pero lo estimamos alto, opinión que es reforzada por el valor promedio obtenido en el cálculo orientativo de la Tabla 14 para la mineralización útil que quedaba en los pilares de la mina y que, en buena parte, era un remanente de la extracción. La calificación que le damos a la mena se basa en el actual conocimiento del yacimiento y su adaptación industrial.

No hemos investigado la presencia de metales raros por que ellos se valoran dentro de los límites de las reservas minerales del o de los componentes principales y, por lo tanto, postergamos esa tarea para el trabajo detallado que es necesario hacer con el objeto de delimitar y evaluar las reservas minerales del yacimiento.

Los resultados de los análisis químicos para cobre total, soluble y sulfurado están en los planos de muestreo de las Láminas VI, VII y VIII. Por eso, sólo transcribimos a continuación los valores que arrojaron los análisis de las muestras obtenidas en el cuadro principal y los realces - salvo los de las muestras Re-1 y Re-2, arrancadas en el realce del Punto 17 del nivel 3, que están en la Lámina VIII - cuya inclusión en las láminas hubiera complicado su interpretación.

Los del cuadro principal son:





Tabla 5

Muestra	Cu total, %	Cu oxidado, %	Cu sulfur., %	Lugar extracción
P.1	27,2	15,4	11,8	1,50 m debajo N.1
P.2	22,8	13,5	9,3	4,50 m " N.1
P.3	13,8	8,7	5,1	1,50 m " N.2
P.4	2,3	0,7	1,6	4,50 m " N.2
P.5	0,9	0,0	0,9	7,50 m " N.2

Las muestras arrancadas en los realces dieron estos contenidos metálicos:

Tabla 6

Muestra	Cu total, %	Cu oxidado, %	Cu sulfur., %	Lugar del realce
Re.3	0,4	0,0	0,4	Tope Nivel 2
Re.4	3,4	1,9	1,5	" " "
Re.5	2,8	2,7	0,1	Punto 14, Nivel 2
Re.6	10,9	10,7	0,2	Punto 23, Nivel 3
Re.7	9,2	8,0	1,2	" " " "
Re.8	4,1	3,6	0,5	" " " "
Re.9	6,1	6,1	0,0	" " " "
Re.10	9,2	4,1	5,1	" " " "
Re.11	0,1	0,0	0,1	P.4-P.5, Nivel 1
Re.12	3,1	3,0	0,1	" " " "
Re.13	4,3	2,7	1,6	" " " "
Re.14	11,8	11,3	0,5	" " " "
Re.15	7,3	6,6	0,7	Punto 9, Nivel 2



Los análisis de las muestras agrupadas no revelaron la presencia de oro, mientras que para los otros metales acompañantes los resultados han sido estos:

Tabla 7

Muestras ordinarias	Muestra agrupada	Pb, %	Zn, %	Ag, g/t
<u>Contenidos Cu muestras ordinarias: 0,0 - 2,0 %</u>				
Re.1;Re.3;Re.11	A.3	0,5	0,5	0,0
55,56,57,58,59, 62,63,67,68,71	A.4	0,1	2,0	3,5
36,41,43,45,46, 47,48,52,53	A.7	0,2	0,5	4,0
4,5,6,7,11,12,13, 14,15,16,18,19	A.12	0,1	1,5	3,0
<u>Contenidos Cu muestras ordinarias: Más de 2,0 %</u>				
Re.2;Re.4;Re.5; Re.6;Re.7;Re.8	A.1	0,3	1,5	153,0
Re.9;Re.10;Re.12; Re.13;Re.14;Re.15	A.2	0,2	1,0	156,0
60,61,64,65,66,69	A.5	0,2	1,0	125,0
70,72,73,74,75	A.6	0,3	1,0	240,0
37,38,39,40,42,44	A.8	0,1	1,2	160,0
49,50,51,54,76,77	A.9	0,0	1,0	370,0
1,2,3,8,9,10,17, 20	A.10	0,0	0,0	290,0
26,30,31,32,33,34, 35	A.11	0,2	2,1	130,0



La insuficiencia de los datos sobre la extracción que apuntamos antes nos ha impedido también determinar de un modo completo la variabilidad de la distribución de la mineralización útil. Sin embargo, para adquirir una idea sobre esa característica hemos hecho una elaboración estadística de los resultados de los análisis para cobre total de 20 muestras del tramo del nivel 3 entre el Punto 17 y / el tope E, por que allí no se había realizado extracción alguna. El cálculo es este:

Tabla 8

Nº orden	Nº muestra	$x_i, \%$	$x_i - x_m$	$(x_i - x_m)^2$
1	1	22,5	+ 15,9	252,81
2	2	36,5	+ 29,9	894,01
3	3	22,0	+ 15,4	237,16
4	4	1,7	- 4,9	24,01
5	5	0,0	- 6,6	43,56
6	6	0,0	- 6,6	43,56
7	7	0,0	- 6,6	43,56
8	8	3,7	- 2,9	8,41
9	9	11,6	+ 5,0	25,00
10	10	24,4	+ 17,8	316,84
11	11	0,0	- 6,6	43,56
12	12	0,0	- 6,6	43,56
13	13	0,0	- 6,6	43,56
14	14	0,0	- 6,6	43,56
15	15	0,0	- 6,6	43,56
16	16	0,0	- 6,6	43,56
17	17	5,8	- 0,8	0,64
18	18	0,6	- 6,0	36,00

..66



19	19	0,0	- 6,6	43,56
20	20	3,7	- 2,9	8,41
		132,5	+ 84,0 - 83,5	2238,89

El contenido medio es:

$$x_m = \frac{\sum_{i=1}^{20} x_i}{20} = \frac{132,5}{20} = 6,6 \%$$

La magnitud de la dispersión del contenido resulta:

$$\delta_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{20} (x_i - x_m)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2238,89}{19}} = \sqrt{117,84} = 10,86$$

Esa magnitud expresada en porcentos nos permite conocer el coeficiente de variación del contenido:

$$Kv_x = \frac{\delta_x \cdot 100}{x_m} = \frac{10,86 \cdot 100}{6,6} = 165 \%$$

Como puede verse, la mineralización útil está // distribuída en forma muy irregular en el sector considerado y este / resultado confirma nuestra apreciación de que la distribución de la mineralización es irregular, lo que, por otra parte, concuerda con // las características de este tipo de yacimientos, en los que la mineralización útil se distribuye irregularmente y con una variabilidad que supera a la del espesor de la mena.

A la luz del conocimiento que poseemos de la com posición y la calidad de la mineralización útil intentaremos expli- / car algunas de sus características. La mina está desarrollada en la

...//



zona de oxidación, la que se halla en evolución geoquímica, observándose que el grado de esa evolución es mayor hacia el horizonte superior. La composición mineralógica y química experimentan variaciones de lo alto hacia lo bajo.

Las labores más profundas a las que hemos tenido acceso - las del Nivel 3 - se estaban avanzando en la base de la zona de oxidación, a lo sumo en la parte alta de lo que sería una pequeña zona de cementación, e indicios de ello son, además de la modificación de la composición que anotamos, el hecho que según informes del propietario de la mina, que aceptamos por que encajan en el cuadro de caracteres de la mena que nos hemos representado, en el avance del Nivel 3 posterior a nuestro trabajo se halló pequeñas cantidades de cobre nativo, el que suele formarse en condiciones de insuficiencia de oxígeno, por oxidación incompleta de la calcosina.

Para ilustrar sobre la variación de la composición hacia la profundidad, hemos calculado la relación entre el cobre oxidado y el sulfurado en base a los resultados de los análisis de las muestras tomadas en el cuadro principal y en los pilares del mismo. Los valores que obtuvimos son estos:

Tabla 9

Nivel 1

Muestra	Cu total	Cu oxidado	Cu sulfurado
70	7,8	6,8	1,0
71	2,0	1,7	0,3
72	17,4	12,8	4,6
73	6,8	6,8	0,0
P.1	27,2	15,4	11,8
Prom.	12,2	8,7	3,5

Cu ox. : 71,3 %

Cu sulf.: 28,7 %

Rel.Cu ox.:Cu. sulf. = 2,5



Tabla 10

Nivel 2.

Muestra	Cu total	Cu oxidado	Cu sulfurado
49	26,9	13,5	13,4
50	16,4	10,8	5,6
51	21,0	17,2	3,8
P.2	22,8	13,5	9,3
P.3	13,8	8,7	5,1
Prom.	20,2	12,7	7,4

Cu ox. : 63,0 %

Cu sulf. : 37,0 %

Rel.Cu ox.: Cu sulf. = 1,7

Tabla 11

Nivel 3

Muestra	Cu total	Cu oxidado	Cu sulfurado
30	5,3	1,1	4,2
31	15,2	3,6	11,6
32	12,1	3,1	9,0
P.4	2,3	0,7	1,6
P.5	0,9	0,0	0,9
Prom.	7,2	1,7	5,5



Cu ox. : 23,6 %

Cu sulf. : 76,4 %

Rel. Cu ox. : Cu sulf. = 0,31 (1,0:3,2)

Este último resultado se confirma si consideramos las muestras con contenido de cobre que obtuvimos en el espacio del Nivel 3 entre el Punto 17 y el tope E.

Tabla 12

Muestra	Cu total	Cu oxidado	Cu sulfurado
1	22,5	1,6	20,9
2	36,5	5,8	30,7
3	22,0	2,3	19,7
4	1,7	0,0	1,7
8	3,7	0,0	3,7
9	11,6	11,5	0,1
10	24,4	8,7	15,7
17	5,8	0,0	5,8
18	0,6	0,0	0,6
20	3,7	0,0	3,7
Prom.	13,2	3,0	10,2

Cu ox. : 22,7 %

Cu sulf. : 77,3 %

Rel. Cu ox. : Cu sulf. = 0,29 (1,0:3,4)

Estimamos que hay dos factores regionales que // han tenido un papel decisivo en la determinación de los rasgos de la zona de oxidación:

- el climático. El clima árido de la región, que // entraña una evaporación intensa, explicaría que se haya producido //

...//



una depositación y un enriquecimiento metálico ya en la zona oxidada. Por eso, creemos que la zona de cementación debe ser pequeña;

- el morfo-tectónico. La existencia de minerales / no alterados cerca de la superficie se justificaría por la carencia de una cierta estabilidad crustal, debida a los movimientos de ascenso y una erosión relativamente rápida, no equilibrada por la erosión (ver 3.1.3.).

Factores locales intervinientes en la implantación de los caracteres de la zona de oxidación son, por ejemplo, la presencia de pirita en la mena y la escasa o nula permeabilidad del complejo sedimentario, que ha hecho que la oxidación progresara sólo por las fracturas, quedando así bolsones en los que los sulfuros no han sido alterados o, por el contrario, como puede observarse entre los puntos 20 y 21 del Nivel 3, en medio de la mena predominantemente sulfurada un lugar con mineral casi íntegramente oxidado.

Considerando la presencia de minerales oxidados y sulfurados, la composición metálica y el carácter de la agregación mineral, la hemos clasificado tecnológicamente como mineralización cuprífera mezclada, que se presenta desde compacta-rellenando las cavidades de la brecha - hasta pobremente diseminada.

Sobre muestras del mineral extraído, es decir, mineral sulfurado, ya que se arranca selectivamente el mineral casi completamente sulfurado, se lo hace objeto de una preselección manual y se lo despoja del mineral oxidado que tuviera, que es depositado en la cancha-mina, se realizaron pruebas tecnológicas a escala de laboratorio en el Instituto de Geología y Minería de la Universidad Nacional de Tucumán, cuyos detalles están en el Anexo 3. En otras palabras, la calidad del mineral ensayado no está en correspondencia con la calidad media de la mena abierta hasta ahora, pero las muestras se eligieron de ese Mineral por que es el que se está explotando



do y el propietario de la mina necesitaba saber con urgencia el esquema tecnológico más adecuado para el tratamiento del mineral que se sacaba, ya que resultaba claro que el que se usa es insuficiente. En el futuro, una vez delimitado el yacimiento, habrá que hacer pruebas representativas de las clases tecnológicas que lo integran.

En resumen, se obtuvo cuatro muestras: una de mineral de cabeza de interior mina (preseleccionado). Otra del "llampo" de alimentación del jig. Una tercera del mineral de segunda, lavado y zarandeado, para el jig. Y la cuarta de preconcentrado para el jig. De las cuatro se hizo dos muestras para las pruebas, el conjunto de las bolsas 1 y 2 - las dos primeras mencionadas - representa el mineral de cabeza, pobre, se designó "muestra 1". El conjunto de las bolsas 3 y 4 representa un preconcentrado conseguido en un jig: fué la "muestra 2". La muestra 1 tenía un contenido de 4,3 % de cobre. ; la muestra 2, 9,9 %.

Las pruebas tecnológicas demostraron que el método de concentración que se utiliza es inadecuado, ya que el mineral no se puede concentrar satisfactoriamente por métodos gravimétricos - en jig o mesa - a causa de la presencia de baritina; con el jig - elemento usado en la mina - se han alcanzado leyes de 18 % de Cu, con recuperaciones de 84-85 %. En cambio es posible concentrar bien el mineral mediante la flotación por espuma, que da un concentrado de 40 % de Cu y una recuperación del 98 %.

7. CONSIDERACIONES SOBRE LOS TRABAJOS DE EXPLORACION-EXPLOTACION.

7.1. Laboreo a Junio de 1968.

a. Labores de desarrollo.

Verticales:

Pique principal

32,5 metros



Pique ciego, practicado en el Nivel 3	13,0 metros
Total	45,5 metros

Horizontales:

Galería del Nivel 1	101,0 metros
Galería del Nivel 2	85,0 metros
Galerías del Nivel 3	115,0 metros
Galería del Nivel 4	9,5 metros
Total	310,5 metros
Total General	356,0 metros

En la mina se suele denominar a los niveles en // esta forma: nivel 1 - 9 metros; nivel 2 - 16 metros; nivel 3 - 30 // metros, y nivel 4 - 45 metros. Pero en realidad las profundidades / de ellos son: nivel 1 - 11,5 metros; nivel 2 - 19,0 metros; nivel 3 30,0 metros, y nivel 4 - 41,5 metros.

b. Labores de explotación. Se ha avanzado una serie de labo-// res que, en esencia, son de exploración-explotación, siguiendo el / mineral, por eso son sólo galerías realzadas, chimeneas ensanchadas o pequeños piques ciegos, cuya descripción detallada no se justifi-// ca. En proyección en el plano vertical-longitudinal ellas abarcan u- nos 450 metros cuadrados. (ver Lámina II).

c. Labores exploratorias en el área. Se trata de un conjunto/ de trabajos mineros superficiales y subterráneos ejecutados sobre // las manifestaciones minerales:

Labor 1 - Pequeña zanja de 1,90 x 1,30 x 0,70 m de profundidad máxi-// ma.

Labor 2 - Pozo de 1,40 x 1,40 x 0,85 m de profundidad; 5,50 m hacia/

...//



el este del pozo hay un chiflón de 25° de inclinación y 3,30 m de // largo, que se prolonga en una galería de 3,40 m. La galería tiene // 1,25 m de ancho y 1,05 m de altura en el tope, mientras que en la // boca su anchura es de 1,10 m y la altura de 1,20 m.

Labor 3 - Destape de 1,50 x 1,50 x 0,60 m de profundidad máxima, rea-
lizado sobre vetas de cuarzo.

Labor 4 - Destape (pequeña zanja) de 4,00 x 0,70 x 0,50 m de profun-
didad.

Labor 5 - Es una labor compleja integrada por: una zanja de 9,40 /
de largo por 1,30-1,70 m de ancho, desde la cual se ha //
practicado un pique de 1,80 x 1,20 x 3,50 m de profundidad.

En su extremo oriental, la zanja se prolonga en un socavón de 3,50 m
de longitud, que tiene 1,00 m de ancho por 1,30 m de altura.

Labor 6 - También es compleja, hay dos piques que llamaremos orien-
tal y occidental por su posición relativa. El pique W tie-
ne 1,60 x 1,50 m de sección y se prolonga en un chiflón //
corto hasta alcanzar 3,00 m de profundidad. El pique E está a 2,0 m
del anterior y tiene 2,30 x 1,60 x 3,00 m de profundidad. El chiflón
que sale del pique W tiene 25° de inclinación y 7,0 m de largo, que/
a la altura del borde E del pique E es continuado por una galería de
9,0 m de longitud. El chiflón y la galería tienen 1,00-1,40 m de an-
cho. La galería se ensancha bruscamente hacia el norte, hasta 2,40 /
metros, 4,50 m antes del tope, porque allí una pequeña falla según /
un plano de estratificación desplazó y "absorbió" la veta, que fué /
buscada entonces hacia el norte; desde ese punto la galería se enan-
gosta paulatinamente hasta tener 1,20 m en el tope. En el lugar hay
un socavón cortaveta de 15 metros de largo.

Labor 7 - Está representada por una pequeña trinchera de 13,50 m de
largo por 0,70-0,90 m de ancho y 1,00 m de profundidad. /
De ella, a 3,0 m del extremo E, sale hacia el norte una trinchera /

...//



de 5,00 x 0,40-0,60 x 1,00 m de profundidad. A 2,50 m del extremo W de la trinchera principal se practicó en ella un pique de 1,20 x // 0,75 x 2,40 m de profundidad, Del fondo de ese pique se avanzó una // galería de 7,00 m de largo por 1,10 m de ancho y 1,20 m de altura.

Labor 8 - Está constituida de E a W por: una zanja de 8,00 m de longitud por 1,30-1,40 m de ancho, de cuyo extremo E sale un chiflón que tiene 40° de inclinación, 9,00 m de longitud, 1,30 m de ancho y 0,70 m de altura. A 3,20 m de la zanja descripta, se ejecutó otra de 4,30 m por 1,60-1,70 m que, en forma similar, se prolonga en un chiflón de 25-30° de inclinación, 11,70 m de longitud y 0,80 m de ancho.

Labor 9. - Se trata de un complejo de labores integrado por: un socavón de trazado sinuoso de casi 40,0 metros de largo, / que en su parte más accesible tiene 1,25 de ancho por // 1,60 m de altura. A 11,0 m de la boca del socavón hay una chimenea a la superficie que tiene 1,65 m de largo sobre el eje del mismo. / A partir de la chimenea hay un chiflón corto y poco pronunciado, // continuando el socavón, que describe una serie de curvas porque se / ha ido buscando la brecha mineralizada perturbada tectónicamente, / al punto de desaparecer o transformarse en un simple guía en la mayor parte de la labor. En este lugar, en superficie hay una zanja / de 3,50 x 1,50 x 1,10 m de profundidad y un destape que es una especie de calicata, de 3,50 m de largo, además, está la salida de la / chimenea, que tiene una sección de 1,30 x 1,40 metros.

7.2. Mineral producido. Al 31 de diciembre de 1968, la mina // "Olga" había comercializado este mineral:



Tabla 13

Año	Cantidad, en t	Contenido de Cu, %
1964	100	23
1965	150	9
1966	68	15
1967	33	20
1968	48,5	32
	399,5	17,2

7.3. Comentarios sobre los trabajos de explotación. En "Olga" / no hay reservas calculadas y, obviamente, tampoco reservas abiertas, preparadas o listas para la extracción. Quiere decir que el yacimiento no ha sido delimitado, no se conoce su volumen total ni el de cada una de las clases tecnológicas de mineral que lo componen.

Las labores avanzadas, como ya dijimos, han seguido la mena con el propósito de explorarla y explotarla a la vez. El criterio de seguir el mineral mediante labores mineras lo consideramos ajustado al tipo de yacimiento, pero la conducción de las mismas ha sido irregular.

De tal modo, como consecuencia de esa falta de delimitación y el subsiguiente cálculo de reservas minerales y la ejecución irregular del laboreo, estimamos que las pérdidas de mineral son elevadas.

Además, se ha hecho una extracción selectiva del mineral sulfurado, mientras que el oxidado ha quedado en los pilares de la mina o ha sido depositado en la cancha-mina luego de la selección manual.

Y aun así, el esquema tecnológico adoptado para

tratar el mineral seleccionado - lavado y concentración en jigs - es inadecuado, como lo demostraron las pruebas tecnológicas efectuadas.

Mediante el cálculo que exponemos en la Tabla 14 / intentamos ilustrar la situación descripta. Este cálculo es sólo aproximado - se considera en él que a cada muestra le corresponde la misma cantidad de reservas - pero sirve para cuantificar muestras o piniones.

Las cifras obtenidas muestran que la mineralización útil que ha quedado en la mina tiene un contenido medio de cobre de/nada menos que 7,4 %, de ella, un pequeño porcentaje corresponde al mineral que se estaba abriendo en el Nivel 3, mientras que la mayor parte ha ido quedando en los pilares del pique principal- ejecutado incorrectamente sobre la brecha mineralizada - y en los otros pilares de la mina, como resultado del sistema de trabajo practicado.

Otra cosa quedaría demostrada es que el contenido / límite arbitrario de 0,7% de Cu que hemos adoptado para dimensionar en forma aproximada los cuerpos minerales no es aventurado ni mucho menos, porque un contenido límite de 0,7-1,0% de Cu es perfectamente factible en este yacimiento.

Tabla 14



Nº or den	Clases contenidas según % Cu	contenido promedio en la clase (c)	Cantidad de muestras en la clase (n)	Productos en	Cantidad acumulada de muestras	Productos en acumulados ($\leq cn$)	Contenido promedio de Cu en % (7:6)	Porcentaje reservas mineral en la clase (4: $\leq 6 \times 100$)	Reservas acumuladas de mineral en % (≤ 9)	Reservas acumuladas de metal en % (8: $10:7,4$)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	36,0-36,9	36,5	1	36,5	1	36,5	36,5	1,3	1,3	6,4
2	27,0-27,9	27,2	1	27,2	2	63,7	31,8	1,3	2,6	11,2
3	26,0-26,9	26,9	1	26,9	3	90,6	30,2	1,3	3,9	15,9
4	24,0-24,9	24,4	1	24,4	4	115,0	28,8	1,3	5,2	20,2
5	22,0-22,9	22,6	3	67,8	7	182,8	26,1	3,9	9,1	32,1
6	21,0-21,9	21,2	2	42,4	9	225,2	25,0	2,6	11,7	39,5
7	17,0-17,9	17,4	1	17,4	10	242,6	24,3	1,3	13,0	42,7
8	16,0-16,9	16,4	2	32,8	12	275,4	23,0	2,6	15,6	48,5
9	15,0-15,9	15,2	1	15,2	13	290,6	22,4	1,3	16,9	51,2
10	13,0-13,9	13,8	1	13,8	14	304,4	21,7	1,3	18,2	53,4
11	12,0-12,9	12,1	1	12,1	15	316,5	21,1	1,3	19,5	55,6
12	11,0-11,9	11,6	4	46,4	19	362,9	19,1	5,3	24,8	64,0
13	10,0-10,9	10,6	2	21,2	21	384,1	18,3	2,6	27,4	67,8
14	9,0-9,9	9,2	2	18,4	23	402,5	17,5	2,6	30,0	70,9
15	8,0-8,9	8,2	2	16,4	25	418,9	16,8	2,6	32,6	74,0
16	7,0-7,9	7,6	2	15,2	27	434,1	16,1	2,6	35,2	76,6
17	6,0-6,9	6,3	3	18,9	30	453,0	15,1	3,9	39,1	79,8
18	5,0-5,9	5,2	6	31,2	36	484,2	13,4	7,9	47,0	85,1
19	4,0-4,9	4,4	5	22,0	41	506,2	12,3	6,6	53,6	89,1
20	3,0-3,9	3,5	8	28,0	49	534,2	10,9	10,5	64,1	94,4
21	2,0-2,9	2,4	6	14,4	55	548,6	10,0	7,9	72,0	97,3
22	1,0-1,9	1,5	7	10,5	62	559,1	9,0	9,2	81,2	98,8
23	Hasta 0,9	0,4	14	5,6	76	564,7	7,4	18,4	99,6	99,6



7.4. Condiciones técnico-mineras. En el avance de las labores / de la mina no se han presentado grandes problemas con respecto a la estabilidad de los terrenos. En general, podemos calificarlos de estables y medianamente estables. Consideramos estables a los que admiten la exposición del techo y las paredes de las labores sin fortificación, y de estabilidad mediana a los que permiten la exposición de techo y paredes sin revestimiento inmediato a la excavación, pero ésta es necesaria con el tiempo. Pensamos que las dislocaciones que afectan a las rocas y su quebrantamiento y alteración en varias partes, pueden determinar, en efecto, que en el futuro haya // que fortificar esos lugares. Asimismo, puede haber complicaciones / locales por inestabilidad de los terrenos cuando las labores atraviesen deformaciones complejas (plegamiento y fallamiento) y en los casos en que el laboreo se haga sobre tramos relativamente blandos / de la brecha.

La consistencia heterogénea de las cajas y su mediano quebrantamiento, a la par que los contactos netos con la mena y la diferente dureza de aquéllas y ésta, pueden facilitar el arranque, pero es necesario precaverse contra una dilución apreciable de la mineralización.

Los cuerpos minerales que estimamos podrían extraerse con beneficio tienen dimensiones que permitirían racionalizar la explotación.

La afluencia de agua al depósito se ha mostrado / escasa y no hay indicios de que vaya a crear dificultades en el futuro.

En cuanto a las características físico-mecánicas / de las rocas y la mena, no establecimos índices técnicos para la situación concreta de "Olga", sin embargo, mediante escalas usuales / hemos hecho algunas estimaciones por analogía, que podrían servir /

...//



de guía para los trabajos de exploración y/o explotación que se lleven a cabo en el área.

Para evaluar el posible comportamiento de los materiales en las tareas del laboreo minero hemos adoptado la escala del profesor M.M. Protodiakonov, en la que para caracterizar la dureza de las rocas, se utiliza el coeficiente de tenacidad f , que resulta de la relación $R/100$, donde R es la resistencia a la compresión en kg/cm^2 .

Si se pretende ejecutar trincheras, por ejemplo, hay que considerar la presencia de rocas incoherentes a relativamente blandas, si se profundiza 20-50 cm en las rocas firmes pero meteorizadas y/o alteradas. Para ellas f es igual a 0,5-2,0.

En el laboreo más profundo, hay que tomar en cuenta que predominan las rocas de dureza mediana a bastante duras, en las que f varía de 4 a 6; para las areniscas silicificadas f pueden llegar al valor 8.

La brecha mineralizada - la mena - es de relativamente blanda a bastante dura y su f debe oscilar entre 2 y 6.

Estos coeficientes de la escala del profesor Protodiakonov se refieren a rocas sanas, sin oxidación, alteraciones o efectos del tectonismo. Por eso, como las rocas están diaclasadas y quebrantadas, los valores indicados pueden mantenerse para la perforación de barrenos y reducirse en un 30-40% para el arranque con explosivos.

Estimativamente, consideramos que en el área hay:

1. Rocas que deben ser excavadas con explosivos, como las areniscas silicificadas; las areniscas lutíticas y limolitas frescas que, aunque agrietadas, están bien prensadas por la sobrecarga; la brecha dura, bien cementada.
2. Rocas en condiciones límite; para las cuales es necesario el uso parcial de explosivos, tales como las are-

...//



niscas agrietadas y meteorizadas; las lutitas y limolitas medianamente sólidas y las agrietadas; la brecha con liga arcillosa abundante.

3. Rocas que se puede excavar con pico y pala, como las lutitas y // limolitas muy meteorizadas y alteradas, y las rocas incoherentes.

Por su comportamiento en la perforación de rota-// ción, o sea, según su perforabilidad, tanto las rocas como la mena / tienen predominantemente una dureza que varía de poca a mediana, in- tercalándose bancos de areniscas silicificadas, que son duras.

Para la elección del método de perforación de ro- tación hay que tener en cuenta, además de la dureza indicada, el he- cho que las rocas están afectadas por numerosos planos de disyunción.

La velocidad de la perforación puede verse reducida considerablemente por la dureza alternante de las rocas y su quebran- tamiento y fisuramiento.

En general, por las características de las rocas y de la mena es previsible que la perforación de rotación con extrac-// ción de testigo hallará condiciones complicadas y podría surgir la / necesidad de adoptar medidas especiales - aplicación de tubos porta- testigos dobles o circulación interna - para lograr una recupera-// ción aceptable del testigo.

Como los minerales metálicos representan la parte / más dura de la brecha, será particularmente importante que se consi- ga una buena recuperación, por que si el testigo se moliera selecti- vamente, perdiéndose las partes blandas de la brecha, se produciría una elevación del contenido metálico de la muestra. Para la perfora- ción proporcione datos confiables, la recuperación del testigo de / las rocas debe ser no menor del 70% y la de la mena de 80%, como mí- nimo; de lo contrario se hará necesario recoger también el fango de la perforación.

7.5. Instalaciones y equipo. En el campamento central había /

...//

dos cuerpos para vivienda obrera que cubrían una superficie de unos 160 metros cuadrados, con paredes de adobe y barro y techos de paja y barro. Otro cuerpo con una superficie cubierta de más o menos de / 180 metros cuadrados y construido con los mismos materiales, estaba destinado a administración, almacén, depósito y vivienda del capataz.

En la mina había un pequeño galpón de 6,0 x 6,0 // metros, de paredes de adobe y techo de chapas de "ondalit" para grupo electrógeno, máquinas y herramientas, y otro de 3,0 x 3,0 metros, de paredes de ladrillos y techo de chapas de zinc, para el guinche.

El equipo de que disponía la mina era precario, la maquinaria antigua y de mantenimiento caro. El propietario había iniciado gestiones ante el Banco Industrial para que le apoyara en un pequeño reequipamiento consistente en la adquisición de un grupo / electrógeno, dos bombas centrífugas y accesorios, que insumiría unos 3,0 millones de pesos.

Dicho equipo estaba integrado por:

- 1 Grupo electrógeno compuesto por un generador de C.C. de 20 HP, // 75,5 Amp., accionado por un motor a explosión de 40 HP, marca Ford A, mod. 1930;
- 1 Grupo electrógeno compuesto por un generador de 15 HP, 11 KV para C.C. Motor a nafta de 40 HP, marca Ford A, mod. 1930;
- 1 Bomba centrífuga marca Briggs Stratton, modelo portátil, motor a // nafta, montado sobre chasis de dos ruedas, tipo carretilla. Capacidad de 8.000 l/h;
- 1 Bomba centrífuga fija, de tres discos, con motor eléctrico de 5 HP;
- 1 Bomba centrífuga colgante, de 1 disco, con motor acoplado de 7 HP;
- 1 Guinche "Detroit", accionado por motor a nafta marca Chevrolet // mod. 1940;
- 100 metros de cable de 15 mm. Guiadora y castillete de madera de // 7 m y 3 baldes de hierro de una capacidad de 200 l;

...//



- 1 Montacarga con 100 m de cable de acero de 2 cm;
- 1 Báscula completa marca Muneratti, capacidad 1.000 kg;
- 1 Sierra circular de banco, con motor de $\frac{1}{2}$ HP y accesorios;
- Herramientas varias: carretillas, picos, palas, puntas, barrenos, brocas, lámparas, cañerías, mangueras, etc.

8. PERSPECTIVAS.

El trabajo de revisión geológica que hemos efectuado en "Olga" nos ha permitido comprobar que los cuerpos minerales abiertos son trabajables económicamente por su estructura, espesor y características físicas y químicas y su ocurrencia geológica no ha sido afectada sustancialmente por las dislocaciones complejas que han perturbado al yacimiento. Pero éste no ha sido delimitado y por lo tanto no se puede producir aún su evaluación integral.

De acuerdo a sus condiciones geológico-estructurales, a los caracteres de la mineralización útil y al tipo de yacimiento estimamos que es un depósito mineral de pequeña magnitud por la escala de sus reservas, con un elevado contenido metálico.

Y en cuanto a las manifestaciones minerales de cobre, de plomo y polimetálicas observadas en el área abarcada por el levantamiento geológico y fuera de ella en recorridos informativos de la zona circundante, corresponden al tipo de relleno de fracturas visto en "Olga" y su número y magnitud hace que debemos calificar al área que se extiende entre "Olga" y Barrios como de perspectivas muy interesantes.

Con los datos disponibles y para dar una idea algo más precisa de las perspectivas inmediatas de la mina hemos hecho una evaluación orientativa de las reservas minerales que es posible hallar en el espacio que se puede extrapolar razonablemente a la mina actual.



Para obviar un cálculo engorroso e injustificado/ hemos empezado por considerar como reservas en pilares a las que se hallan por encima del Nivel 3.

Al igual que en el apartado 3.2.3., numeramos los// cuerpos de la bocamina hacia el sudeste: I, II y III.

La parte extrapolada al Nivel 3 del cuerpo I tiene en el plano vertical-longitudinal (ver Lámina II) una superficie// de 1825 metros cuadrados. Desdénamos la corrección por el ángulo de// buzamiento porque los cuerpos son subverticales y ella no influye en la precisión de este cálculo. Adoptamos un espesor de 0,25 m y un peso volumétrico de 3,2 t/m³.

Operando con esos parámetros resulta:

$1825 \text{ m}^2 \times 0,25 \text{ m} \times 3,2 \text{ t/m}^3 = 1460$ toneladas de mineral posible.

Teniendo en cuenta que el cuerpo ha sido reconocido a lo largo del Nivel 3 y que, según lo informado por el propietario de la mina, el pique ciego inundado comprobó la continuidad de / la mineralización útil, las reservas pueden dividirse en dos categorías: una que limitamos haciendo una extrapolación de 15 metros al / Nivel 3, con lo que obtenemos una superficie de 840 metros cuadrados:

$840 \text{ m}^2 \times 0,25 \text{ m} \times 3,2 \text{ t/m}^3 = 672$ toneladas de mineral que pueden designarse como posibles (anunciadas), categoría que admite un error de cálculo de $\pm 60\%$ (4).

La otra corresponde a las reservas minerales más/ profundas del cuerpo. Su cantidad es la siguiente:

$1460 - 672 = 788$ toneladas de mineral posible (presumido o pronosticado).

Según las características exhibidas por la mineralización útil creemos que se trata de un mineral con un alto contenido metálico, mezclado - con un elevado porcentaje de mineral sulfura-



do (más del 75%) - a netamente sulfurado.

El cuerpo II lo pasamos por alto porque no está clara la forma en que se prolonga por debajo del Nivel 3.

La existencia del cuerpo siguiente - el III - ha sido supuesta, el Nivel 3 apenas había penetrado en este presunto // cuerpo. Por eso, en este caso hemos especulado casi por completo en base a analogía y a deducciones geológicas. La superficie asignada a este cuerpo en el plano longitudinal (Lámina II) es de 2300 metros cuadrados; los otros parámetros son los mismos:

$2300 \text{ m}^2 \times 0,25\text{m} \times 3,2 \text{ t/m}^3 = 1840 \text{ toneladas de mineral posible (presumido o pronosticado).}$

En cuanto a la calidad de este mineral estimamos / también que su contenido del metal es elevado y tecnológicamente que en los horizontes superiores es un mineral mezclado con predominio / del mineral oxidado - alrededor de una tercera parte de las reservas señaladas - mientras que hacia la altura del Nivel 3 de la mina se / invierten los términos y pasa a predominar cada vez más el mineral / sulfurado hasta ser sólo sulfurado en las partes profundas, tal como ocurre con la mineralización útil que ha sido expuesta a la observación por las labores mineras.

Quiere decir que en el futuro inmediato se dispondría de unas 3300 toneladas de mineral posible: aproximadamente 700 toneladas de mineral posible (anunciado) y 800 toneladas de mineral posible (presumido o pronosticado), predominante o completamente sulfurado, en el cuerpo I; alrededor de 1800 toneladas de mineral posible (presumido o pronosticado), de las cuales 600 toneladas serían / de mineral mezclado con un porcentaje mayor de mineral oxidado y el resto - 1200 toneladas - de mineral mezclado en el que predomina la mineralización sulfurada y de mineral sulfurado, en el cuerpo III.

Las reservas minerales fueron categorizadas en esa



forma porque los cuerpos minerales han sido delimitados utilizando / un contenido límite arbitrario y por deducciones geológicas y tampoco han sido delimitadas con precisión las clases tecnológicas de mineral que los integran; el valor del espesor ha sido adoptado por analogía con la potencia registrada en los horizontes conocidos del / yacimiento y también para el peso volumétrico hemos tomado un valor medio estimado, sin distinción de clases. A estas limitaciones hay / que agregar el interrogante que plantean las predicciones del Dr. / Chomnales sobre un cambio en la composición de la mena hacia la profundidad.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La revisión geológica del área de "Olga" alcanzó / prácticamente todos los objetivos que se había propuesto (ver 2.1) / y sus resultados permiten argumentar la realización de trabajos de exploración geológica más detallados. Se ha logrado una representación de las características geológico-estructurales y, en relación con ella, de la forma y condiciones de yacencia de la mineralización útil. Según el conocimiento alcanzado y el tipo de yacimiento de que se // trata, desde ya puede escribirse que el de "Olga" es un depósito mineral de pequeña magnitud por la escala presumible de sus reservas, / pero con un contenido medio del metal que estimamos elevado en base / a la elaboración e interpretación de la información disponible. Los / cuerpos minerales que lo integran son económicamente explotables por su morfología, espesor y composición física y química y aunque tienen dimensiones reducidas, el tamaño es suficiente para racionalizar la explotación adoptando un método definido de extracción.

En el área de "Olga" y en la que se extiende entre la mina y los alrededores de la localidad de Barrios se ha observado manifestaciones minerales de cobre, de plomo y polimetálicas //

...//



cuyo modo de formación corresponde al mismo tipo - relleno de fisu-
ras - y dan un panorama alentador sobre las perspectivas de la zona,
las que hay que contemplar dentro del orden de magnitud que cabe es-
perar en ese tipo filoniano de mena.

Este trabajo da la plataforma para resolver la //
cuestión cardinal de la delimitación total y parcial - por clases /
tecnológicas de mineral - del yacimiento y el cálculo de las reser-
vas minerales. Sin el cumplimiento de esa tarea, que debe ser el ob-
jetivo esencial de los futuros trabajos de exploración geológica, /
no se podrá dimensionar la empresa minera, planificar la extracción
y el abastecimiento técnico - material y adoptar un esquema tecnoló-
gico adecuado de tratamiento del mineral.

Consideramos que en "Olga" no es imprescindible /
ni necesario hacer trabajos detallados en toda el área al mismo tiem-
po sino llevar a cabo un complejo de trabajos en distintas fases pa-
rales y de diferente grado de detallamiento, tendientes todas e-//
llas a producir la evaluación de la mineralización útil. Por eso he-
mos elaborado un programa de trabajos técnicos para la mina, con el/
que pretendemos comprobar nuestras conjeturas, demostrar la presencia
real del mineral debajo del Nivel 3 y en el cuerpo III y determinar /
su cantidad y calidad, dándole así alguna perspectiva a la explo-
tación.

Y un programa mínimo de trabajos de exploración/
geológica para el área, con cuyo cumplimiento queremos comenzar a an-
dar en la dirección señalada anteriormente, estableciendo la signifi-
cación práctica de las manifestaciones minerales y revelando la ma-
yor cantidad posible de puntos con mineralización útil.

9.1. Programa de trabajos técnicos en la mina. El volumen fí-
sico de labores cuya realización recomendamos al propietario de la /
mina es el siguiente:

...//



Tabla 15

Laboreo Superficial m ³	Laboreo Subterráneo, m		
	Pique	Chimeneas	Galerías
20	25	65	210

El Laboreo superficial consistiría en la ejecución de trincheras, o de pozos criollos si la cobertura es de más de 3 metros, en un lugar situado a unos 75 metros hacia el SE del pique principal, para establecer la presencia del cuerpo III.

El laboreo subterráneo se compone de:

- la prolongación del pique principal en 25 metros;
- la prolongación del Nivel 1 en 40 metros;
- la prolongación del Nivel 3 en 27 metros;
- la apertura del Nivel 5 - a la profundidad de 55 metros - hacia el SE del pique principal, en una longitud de 130 metros;
- la ejecución de una chimenea de 15 metros entre los niveles 1 y 3;
- la ejecución de dos chimeneas de casi 25 metros cada una entre los niveles 3 y 5, en total, 50 metros.

El avance de las chimeneas depende de las condiciones técnicas que se presenten durante el desarrollo de los labores. El metraje total de las galerías es de 197 metros, pero lo hemos redondeado en 210 metros para cubrir la eventual realización de alguna pequeña galería transversal.

El orden de ejecución que podría adoptarse es este:

- 1° - Laboreo superficial;
Prolongación del Nivel 3.
- 2° - Prolongación del Nivel 1;
Prolongación del pique principal.



3° - Apertura del Nivel 5.

9.2. Programa de trabajos de exploración geológica en el área.

Este programa se llevará a la práctica mediante el esfuerzo conjunto del propietario de la mina, la Dirección Provincial de Minería y la / Escuela Móvil de Minería, dentro de las posibilidades de cada uno, y se debería contar con la colaboración de la Universidad Nacional de / Tucumán o algún organismo técnico de otra esfera para realizar los / trabajos geofísicos-geoquímicos. El volumen físico de los principa- / les trabajos está en la Tabla 16.

Se prevee la realización de un reconocimiento geo- / lógico-minero minucioso del área entre mina "Olga" y la población de / Barrios, en una superficie de 6 km² y con un detallamiento que corres- / ponde a la escala 1:5000. Si los hallazgos que se hicieran lo justi- / ficaran, se haría el levantamiento topográfico-geológico de ese área / en la escala indicada.

El volumen de levantamiento topográfico-geológico / en escala 1:2000 se ha programado para ampliar el conocimiento geoló- / gico-estructural del área de la mina a casi el doble, pues el levanta- / miento efectuado abarca 0,8 km².

En los lugares prometedores revelados por la búsque- / da en las escalas más pequeñas, se harían levantamientos en escala // / 1:5000 o 1:1000 - la escala dependería del tamaño de las manifestacio- / nes minerales y la complejidad de la situación geológica - para refle- / jar los datos exactos de las medidas de los cuerpos minerales y sus / relaciones con determinados elementos estructurales.

El levantamiento topográfico-geológico subterráneo / abarcaría el laboreo que ejecutara el propietario en la mina, el so- / cavón de 100 metros previsto en este programa y las principales la- / bores mineras existentes en el área entre "Olga" y Barrios.

Los trabajos geofísicos tienen el fin de revelar los

...///

Búsqueda Geológica 1:5000 km ²	Levantamiento Topog. Geológico			Electrometría km	Metalometría muestras	Lev. concentrados muestras	Laboreo Minero		Perforación notaria, m
	Superf. 1:2000 km ²	Superf. 1:500-1:1000 km ²	Subterráneo 1:250 m				Socavón m	Superficial, lienzas m ³	
6,0	0,7	0,6	500	10	500	200	100	1000	300





elementos estructurales cubiertos y, eventualmente, los cuerpos minerales asociados a ellos.

Los trabajos geoquímicos se harían en combinación con los geofísicos, con el objeto de ayudar a la interpretación de los resultados de las observaciones, y consistirían en la selección de muestras superficiales en determinados puntos de observación geofísica.

En la combinación entra también el levantamiento de concentrados de minerales pesados - o de fondo de batea - para complementar el levantamiento metalométrico y contribuir a confirmar las inferencias hechas de la distribución de las macroaureolas mecánicas de dispersión, zonas de alteración, etc., previniendo la realización de trabajos mayores en áreas estériles.

El pequeño complejo de trabajos técnicos previsto está integrado por:

- un socavón de 100 metros de longitud que seguirá la brecha mineralizada descubierta por la trinchera de la Labor 7 (ver Lámina I);

- labores mineras superficiales para destapar las manifestaciones minerales y los lugares donde fueron registradas anomalías por el trabajo geoelectrico experimental, para llegar a alguna conclusión sobre la eficacia del método empleado, y limpiezas de las principales labores mineras antiguas;

- un volumen reducido de perforación de rotación desde la superficie, con extracción de testigo, que se distribuiría en la ejecución de algunos pozos cortos, para comprobar la continuidad de la mineralización útil descubierta por el laboreo minero, orientar la realización de labores mineras más profundas y, si cupiera, averiguar la naturaleza de alguna anomalía geofísica.


-----oo-----

BIBLIOGRAFIA

1. Turner, J.C.M. "Descripción Geológica de la Hoja 2b-La Quiaca, Ju-


1. Gudalin G.G., Sterkin B.D. Exigencias de la Industria para la Calidad de la Materia Prima Mineral. Publicación // N° 25: Cobre. Ministerio de Geología y Protección del Subsuelo de la URSS, 1958.
3. Tatarinov P.M. "Conditions de formation des gisements minerais // (métalliques et non métalliques)", Ann.S.I.G. de / B.R.G.M., n° 36, Paris, 1959.
4. Sandier J. "Mise en valeur des gisements métallifères", Masson et Cie., Paris 1962.
5. Peele, R. "Mining Engineers' Handbook", Third.Ed., J.Wiley // and Sons, 1944.
6. Belousov, V.V. "Basics Problems in Geotectonics", McGraw-Hill Co., N.Y., 1962.
7. Routhier, P. "Les Gisements Métallifères", Masson et Cie., Paris 1963.
8. McKinstry, H.E. "Mining Geology", Prentice-Hall Inc., N.J., 1948.

San Salvador de Jujuy, agosto de 1969


Leandro de los Hoyos
Geólogo

Dr. Saturnino J. Iglesias
Geólogo

Fernando Tuttolomondo
Geólogo


Antenor A. Iza
Tco. de Minas





A N E X O 1

"ESTUDIO GEOFISICO DE MINA "OLGA"

DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA

DE JUJUY

Por: Ing° HELMUT LEIDHOLD

1968



ESTUDIO GEOFISICO DE MINA "OLGA"

1. Generalidades.

Como el terreno en la mina "Olga" se encontraba en // gran parte cubierto por rellenos modernos se propuso ensayar métodos / geofísicos. Solo se contaría con dos aparatos o sea un instrumento po-
tenciométrico bi-compensador marca Geotécnica y otro electromagnético.

Cabe asignar a este estudio el carácter de experimen-
tal, más aún teniendo en cuenta que era la primera vez que esta Direc-
ción de Minería encarará este tipo de estudio.

2. Condiciones de trabajo.

2.1. Objeto.

El objeto de este trabajo era tratar de determinar // una posible continuación de estructuras conocidas en la extensión de /
los actuales trabajos y/o encontrar otras similares en la vecindad in-
mediata.

Por lo dicho anteriormente y por las limitaciones que se anotan más abajo este estudio reviste el carácter de experimental.

2.2. Equipo.

Se contó únicamente con dos aparatos, a saber:

a) Un potenciómetro bicomensador marca Geotécnica, para medi-
das de potenciales naturales. (Faltaban las baterías especiales para /
el método de resistividad).

b) Un aparato electromagnético marca MINIGUN modelo 3520.

Con respecto al primero, facilitado en préstamo por // el Instituto de Geología y Minería de la Universidad de Tucumán se tra-
ta de un instrumento muy viejo, habiendo estado sin uso por mucho tiem-



po. No se encontraba en buen estado de funcionamiento según las pruebas preliminares efectuadas, a lo que se suman las dificultades tenidas con los vasos de los electrodos impolarizables. Por ello se descartó el uso de este instrumento y no se mencionará más en este informe.

2.3. Limitaciones.

2.3.1. Tipo del instrumento.

El aparato Minigun usado se presta idealmente para / determinaciones de poca profundidad y en terrenos relativamente playos.

Para mayores profundidades las anomalías se acusan // más difícilmente y son de interpretación más difícil. Se podría estimar que la resolución en profundidad de este aparato no sobrepasa entre los 30 a 40 metros.

Como en la mina Olga el terreno sube constantemente a partir de las labores conocidas, esto constituye un factor negativo.

2.32. Terreno.

Solamente una parte del mismo es relativamente playo y por ende libre de efectos secundarios debido a la pendiente.

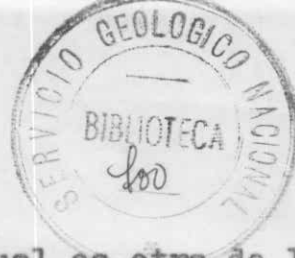
La mayor parte es de mediana a fuerte pendiente, debiéndose aplicar factores de corrección (para la componente R y la inclinación del campo α). Cerca de las quebradas, incluso, las correcciones tienen valor muy dudoso ya que por las grandes pendientes las // curvas de corrección había que extrapolarlas en pronunciado grado.

De allí podrían explicarse las fuertes anomalías cerca de los puntos 38, 31, 43, 90 y 309.

2.33. Falta de métodos comparativos.

Es sabido que un solo método geofísico no puede, en la mayoría de los casos, dar indicaciones significativas de cierta seguridad, por lo cual a falta de instrumental en ese momento no se dis-

...//



puso de medidas para fines comparativos, lo cual es otra de las razones por las cuales este estudio se ha calificado de experimental.

3. Metodología del trabajo.

3.1. Area cubierta.

Se ha seleccionado un área en base a observaciones // geológicas previas de aproximadamente 800 m. de largo por 500 m. de ancho.

El eje mayor se tomó como un rumbo general igual al / observado para la veta principal en las labores activas actualmente.

3.2. Forma del trabajo.

Se trazó un eje sobre el rumbo de la veta principal / conocida y cada 50 m. se marcaron líneas transversales con puntos de // observación cada 20 metros, como puede apreciarse en los planos que integran el presente informe.

En lugares dudosos se intercalaron líneas equidistantes de las líneas principales.

Todos los puntos fueron medidos topográficamente, señalándolos con estacas numeradas que también sirvieron de base para las observaciones geológicas.

3.3. Trabajos preliminares.

En un lugar playo alejado del área de medida se estableció una línea libre de perturbaciones electromagnéticas. Cada semana se efectuaron los cinco controles y calibraciones del aparato y diariamente antes de empezar los trabajos, la calibración de sintonía y // para distancias entre bobinas, según las normas necesarias.

3.4. Realización de las medidas.

Para tener consistencia en las mediciones y eliminar una causa de posibles discrepancias siempre se efectuaron las medidas /

...//



con la posición relativa entre emisor y receptor idénticas, en nuestro caso el emisor en el NE y el receptor en el SW, progresando sobre cada línea desde el SW hacia el NE.

Se utilizaron tres personas para el relevamiento, un operador del transmisor, un operador del receptor, que realizaba las / lecturas y un anotador, que además tenía la fundamental tarea de levantar el cable al caminar para evitar un prematuro desgaste si se arrastraría sobre el piso.

Las lecturas se tomaron con distancia inclinada constante en la gran mayoría de los casos (se evita otra corrección por distancia) salvo en lugares que no eran accesibles de esta manera.

La distancia entre bobinas adoptada fué de 40 m. (longitud del cable provisto con el aparato).

4. Trabajos de gabinete.

4.1. Correcciones.

En base a las distancias y cotas entre puntos de medida se calcularon las pendientes, con las cuales se dedujeron las correcciones necesarias de las componentes R y la inclinación de campo α , vertiéndose los cálculos en planillas correspondientes. Como ya se mencionó en muchos casos hubo que extrapolar fuertemente, poniendo en duda estos valores anómalos.

4.2. Representación gráfica.

4.2.1 Planos.

Se dibujaron tres planos en escala 1: 2000 con referencias que hacen fácil la comparación con el esquema geológico de superficie en la misma escala.

Cada plano se anotó con una de las componentes del // campo electromagnético y se trazaron las curvas de igual intensidad.



Por la forma errática de los valores no se pudo hacer en forma sistemática debiéndose aproximar los trazados en algunos casos, como es fácil de observar.

4.22. Perfiles.

Para cada una de las líneas transversales se dibujaron los perfiles de las curvas de los valores medidos y corregidos, trazándose las tres componentes en un mismo perfil.

Los perfiles se dibujaron en secuencia de NW hacia SE (desde el punto Z hasta el K) para poder apreciar mejor la forma de las anomalías y como van progresando sobre la línea base.-

5. Resultados e interpretaciones.

Siempre teniendo en cuenta las limitaciones enumeradas oportunamente se ve que los valores tienen una distribución muy errática. Solamente pueden observarse tres o cuatro lugares de fuertes anomalías, pero que corresponden a zonas donde por la gran pendiente se tuvo que extrapolar mucho en las curvas de corrección, lo cual hace dudosos estos valores.

Además se ve que todas las anomalías tienen una extensión muy limitada.-

6. Conclusiones y recomendaciones.

Si bien no había posibilidad de usar otros métodos geofísicos, para comparación o para mayor penetración, se puede decir, que a la profundidades de resolución del aparato usado (unos 30 a 40 metros) no se observan estructuras extensas, Las anomalías fuertes, pero de todos modos de poca extensión, son o de valor dudoso o coinciden con zonas de quebradas, que son notables para acusar anomalías.

Se recomienda, sin embargo, evaluar las anomalías en

comparación con las observaciones geológicas realizadas y luego, en los casos en que sea conveniente, efectuar trincheras para corroborar o eliminar áreas según los resultados así obtenidos.

SAN SALVADOR DE JUJUY, 19 de agosto de 1968.-

Ing. Helmut Leidhold





A N E X O 2

"ESTUDIO MICROSCOPICO DE MINERALES
PROCEDENTES DE MINA OLGA, EN EL -
DEPARTAMENTO DE YAVI, PROVINCIA -
DE JUJUY".-

INSTITUTO DE GEOLOGIA Y MINERIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN

Por: Dr. RAUL CHOMNALES

1968



INTRODUCCION

El presente Informe fué efectuado en base a un estudio microscópico de cortes pulidos preparados a partir de un muestreo realizado por la Dirección Provincial de Minería de la Provincia de Jujuy.

Las muestras proceden de "MINA OLGA" ubicada en el Departamento de Yavi. De cada una de ellas se confeccionaron diversos cortes pulidos a fin de estudiar todas sus características (catorce en total). Se indican en la descripción de acuerdo a las ubicaciones dadas por la Dirección Provincial de Minería.

La solicitud para la ejecución del presente trabajo se hizo // por nota N° 1380 de la mencionada Dirección de Minería, y Expediente / N° 19.349/968 del Instituto de Geología y Minería.-



DESCRIPCION DE LOS CORTES.

Corte N° 1: M.M. 7 H. Profundidad 30 metros.

Algunas zonas en el corte están constituidas por Bornita, en la que se reconocen aún restos de calcopirita sin alteración (Microfoto N° 1).

En menor proporción se reconoció covelina la que es escasa. La substitución de calcopirita por bornita, se realizó a lo largo de / fisuraciones en el primero de los minerales.

El mineral de cobre incluye fragmentos de baritina y cuarzo, y en algunas oportunidades pequeños de roca de caja (Lutita).

En los cortes estudiados es notable la presencia de galena / de grano fino a mediano, mineral éste que se presenta en mayor propor- / ción y que va substituyendo a los de cobre incluyéndolos en fragmentos. (Microfoto N° 2).

En galena, y a lo largo de líneas de clivaje se reconoce // una incipiente alteración a blenda.

Los fragmentos de calcopirita incluidos en galena se presen- / tan a la observación alterados también a bornita.

La galena impresiona como un aporte posterior a calcopiri- / ta-bornita, minerales estos en los que aprovechó fisuraciones para su deposición incluyendo a su vez fragmentos de los minerales de cobre // así como de roca de caja (Microfoto N° 3).

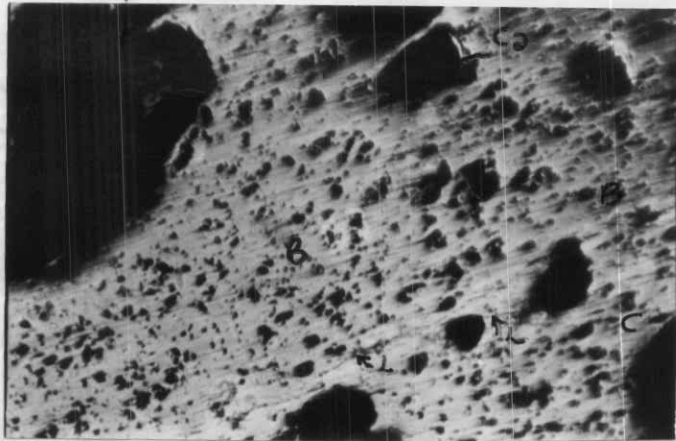
La ganga está constituida en orden de abundancia:

Baritina

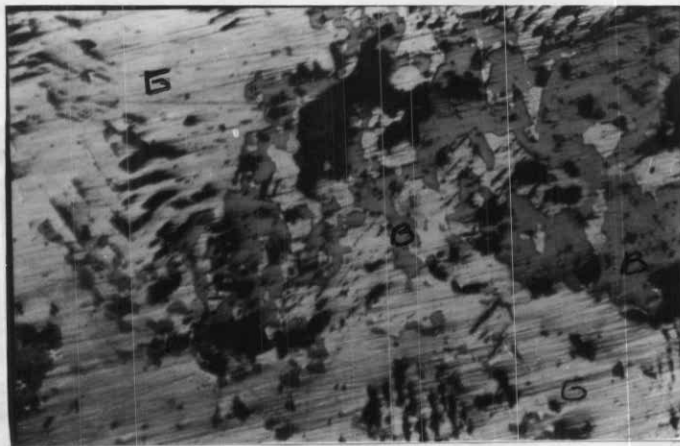
Cuarzo

Fragmentos de esquisto.

Baritina y cuarzo predominan alternadamente.--



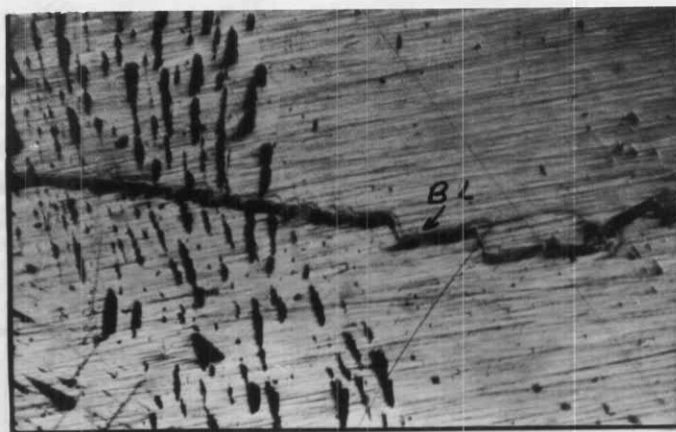
Microfoto N° 1: X45. Calcopirita (C) Bornita (B) sustitución a lo largo de líneas delgadas (L).
Baritina (Ba) y Cuarzo (Z).



Microfoto N° 2: X45. Galena (G) incluyendo Bornita (B).



Microfoto N° 3: X45. Galena (G); Calcopirita (C); Bor-nita (B); Baritina (Ba).



Microfoto N° 4: X45. Galena es substituída por blenda a lo largo de líneas de clivaje / (Bl).



Corte N° 2: M.M. 12. Profundidad 30 metros.

Se observa la substitución de calcopirita por bornita con // predominio de baritina como ganga.

En zonas del corte a los minerales mencionados se agrega galena, en individuos aislados que llegan a predominar en algunas oportunidades. Como se mencionó anteriormente, galena se depositó con posterioridad incluyendo los minerales de cobre y fragmentos de roca de caja.

En los cortes de la presente muestra es posible observar la mineralización presentándose en dos formas diferentes:

- a) Minerales netamente diferenciados en baritina y/o // cuarzo.
- b) Brechas y microbrechas en las que se observa una // mezcla de minerales de cobre y galena en fragmentos pequeños, juntamente con baritina, cuarzo y lutitas.

En el presente corte es abundante la presencia de calcopirita.

Muy escasa calcosina. Algunas superficies recubiertas por poca hematita, la que en algunas oportunidades ^{la} penetrado por fisuraciones muy delgadas.

Escaso psilomelano muy seguramente por infiltración desde superficie.

Se reconoció en este caso mayor presencia de blenda que en el corte estudiado anteriormente.

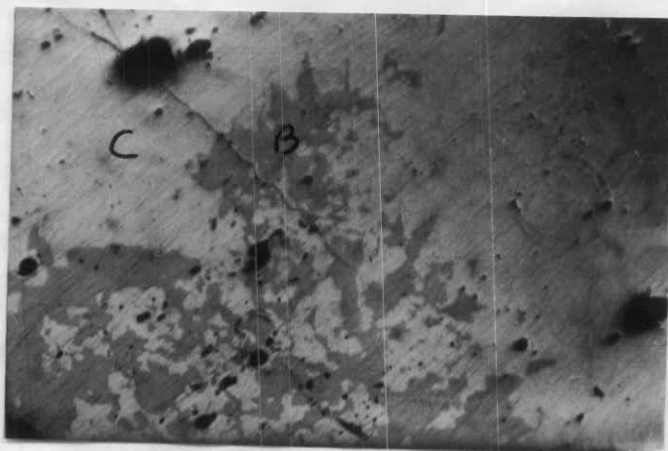
Corte N° 3: M.M. 13. Profundidad 30 metros.

Está constituido esencialmente de calcopirita muy abundante, en individuos grandes, los que muestran diversos grados de alteración a bornita (Microfoto N° 5). Además se ha observado galena también como presencia importante en la muestra.

Galena impresiona siempre como siendo un aporte posterior a calcopirita en la que aprovechó los espacios disponibles, siendo en la mayor parte de los casos visible ya a simple vista y desde venillas microscópicas hasta cuatro centímetros de espesor dentro de calcopirita bornita y con límites claros entre uno y otro mineral (Microfoto N° 6).

Se reconoció la presencia de poca blenda, con las características ya señaladas.-





Microfoto N° 5: X45. Calcopirita (C) a Bornita (B).



Microfoto N° 6: X45. Contacto Galena (G), Calcopirita (C) y Bornita (B).



Corte N° 4: M-M- 8-H. Profundidad 9 metros.

Los minerales de cobre rellenaron huecos de diversos tamaños, y se extendieron a lo largo de finas fisuraciones juntamente con malaquita, en menor proporción crisocola.

Predomina Bornita, junto con la que fué posible reconocer // muy escasa calcosina y menos covelina.

Los minerales de cobre presentes incluyen fragmentos de baritina y cuarzo en proporciones variables, y esporádicamente algunos de lutitas en los que a su vez se reconocen al microscopio cristalitas de pirita.

El corte en zonas presenta textura de microbrechas a brechas.

Algunos huecos y fisuras están rellenos por hematita-limonita procedentes de la alteración de calcopirita y pirita.

Escaso ^{de} psimelano muy seguramente por infiltraciones desde la superficie.

En los cortes efectuados sobre la muestra presente no fué posible observar la presencia de calcopirita pues la substitución de ésta por bornita es completa.

En este corte se efectuaron determinaciones microquímicas // por plomo, las que resultaron positivas.-





Minerales presentes.

Calcopirita.

Bornita.

Calcosina.

Covelina.

Galena.

Blenda.

Pirita.

Malaquita.

Crisocola.

Hematita.

Limonita.

Psilomelano.



CONCLUSIONES.

- 1.- Calcopirita fué alterada en diversos grados principalmente a bornita, alteración que va disminuyendo al alcanzar el / nivel 30, donde predomina calcopirita.

- 2.- Con posterioridad y aprovechando toda clase de fisuraciones, aún en los minerales de cobre se depositó galena, fenómenos que son reconocibles tanto al microscopio como a simple vista, principalmente en las muestras extraídas en los niveles más profundos.
Durante su deposición la galena incluyó los minerales de cobre, así se pueden señalar:
 - a) Calcopirita-bornita y galena bien diferenciados.
 - b) Calcopirita-bornita y sus productos de alteración, juntamente con galena, ganga (baritina y/o cuarzo) y fragmentos de roca de caja constituyendo brechas y microbrechas.

- 3.- En muestras y cortes del Nivel 30 es reconocible al microscopio la presencia de blenda que substituye a galena a lo largo de líneas de clivaje.

- 4.- Las características observadas en los cortes y muestras estudiadas nos hace pensar en la posibilidad de un cambio de mineralización a profundidad a minerales de plomo, al tiempo / que va disminuyendo paulatinamente el mineral de cobre.-

Dr. Raúl Chomnales

S.S.de Jujuy, setiembre 17 de 1968.



A N E X O 3

"ESTUDIO DE CONCENTRACION POR GRAVEDAD Y POR
FLOTACION POR ESPUMA SOBRE MUESTRA DE MINA
"OLGA".-

INSTITUTO DE GEOLOGIA Y MINERIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN

Por: Ing° ANDRES GIORDANA

1968



Las muestras entregadas para el estudio son cuatro bolsas // con las siguientes indicaciones:

- Bolsa 1) Mineral de cabeza de interior mina (preseleccionado).
- Bolsa 2) Llampo de alimentación jig.
- Bolsa 3) Mineral de segunda, lavado y zarandeado, para el jig.
- Bolsa 4) Preconcentrado para el jig.

El esquema de la figura 1 indica la posición de las muestras en el diagrama de trabajo que actualmente se realiza en la mina para / concentrar el mineral de cobre, (según informe del Sr. Iza).

De las cuatro bolsas se hicieron dos muestras de cabeza, mezclándolas en la siguiente forma:

- 1) conjunto de las bolsas 1 y 2: representa el mineral de cabeza, pobre.
- 2) conjunto de las bolsas 3 y 4: representa un preconcentrado conse-// guido en un jig, (alimentado con un espectro granulométrico demasiado grande).

La muestra 1 presenta una ley de 4,3 % de cobre.

La muestra 2 presenta una ley de 9,9 % de cobre.

Mineralización.

Macroscópicamente, a simple vista, la mena contiene muchos // trozos de roca de caja (lutita) piritizada y de material de veta con / baritina y cuarzo; la mineralización con sulfuros de cobre es masiva / en núcleos grandes casi puros, o diseminada a través de fisuraciones / en la misma roca de caja. Según el estudio microscópico del Dr. Chomnales, los minerales presentes, en orden de abundancia, son los siguien-// tes: calcopirita, bornita, calcosina, covelina, galena, blenda, pirita, siguen los óxidos de cobre, hierro y manganeso; el Dr. Chomnales, en // las conclusiones de su informe, dice textualmente: "1º) Calcopirita // "fué alterada en diversos grados principalmente a bornita, alteración /



"que va disminuyendo alcanzando el nivel 30, donde predomina calcopirita. 2°) Con posterioridad y aprovechando toda clase de fisuraciones, aún en los minerales de cobre, se depositó galena, fenómeno observable principalmente en las muestras de los niveles más profundos. 3°) En muestras y cortes del nivel 30 es reconocible al microscopio la presencia de blenda, que sustituye a galena a lo largo de las líneas "de clivaje".-

Ensayos efectuados sobre la muestra constituida de las bolsas 3 y 4.

Habiendo juzgado a simple vista que la liberación entre sulfuros y roca de caja empieza a producirse ya en tamaños de $\frac{1}{2}$ pulgada, toda la muestra (el conjunto de las dos bolsas) fué triturada y tamizada bajo $\frac{1}{2}$ pulgada. El análisis químico de una muestra dió el siguiente resultado: Cu 9,2% Baritina SO_4Ba 24,4%

Sílice SiO_2 19,1%

Trozos de mineral de cobre sulfurado, aparentemente puro, (tamaño 8 - 12 mm) han dado los siguientes valores de peso específico: 4,36 - 4,70 - 4,72 - 4,78 - 5,02 - 5,09

Trozos de baritina pura del mismo tamaño dieron los siguientes valores de peso específico: 4,06 - 4,28 - 4,37

El peso específico del cuarzo y de la roca de caja es 2,6 - 2,7.-

Considerando los tres constituyentes de la mena, con sus correspondientes pesos específicos medios:

cuarzo y lutita	p.esp.	2,7
Baritina	" "	4,3
mezcla de sulfuro de cobre	" "	4,7

y conociendo que el funcionamiento de un jig necesita como mínimo que la diferencia de peso específico sea superior a la unidad, resulta evidente que no será posible separar en forma satisfactoria, por medio de



jig, la baritina de los sulfuros de cobre presentes en la mena.

(Los sulfuros de cobre presentes en la mena son una mezcla de calcopirita, pesos específico 4,1 - 4,3, y bornita, peso específico 4,9 - 5,3.)

La diferencia de peso específico, entre 4,7 (mezcla de los sulfuros de cobre calcopirita y bornita) y 4,3 de la baritina, es insuficiente; (diferencia que en el caso de la calcopirita pura se reduce a cero).

Sin embargo igualmente se realizaron ensayos de concentración sobre la mena en estudio por medio de jig, para conocer experimentalmente el alcance de su concentrabilidad por métodos gravimétricos.

La muestra triturada y pasada toda por el tamiz 1/2 pulgada, fué tamizada con 4-10 y 28 mallas, dando lugar a las siguientes clases:

Tabla I - Tamizado de la muestra triturada bajo 1/2 pulgada.

Tamiz malla	mm.	Pesos %	Ley Cu %	Peso x Ley	Distribución Cu %
+ 4	4,7	77,8	10,9	848,02	80,2
+ 10	1,65	14,7	9,8	144,06	13,6
+ 28	0,6	4,-	10,8	43,20	4,1
- 28		3,5	6,5	22,75	2,1
Sumas		100,-		1058,03	100,-

Las tres clases + 4 + 10 + 28, cada una por separado, han sido concentradas en un jig Denver de laboratorio, dando los siguientes resultados:

...//



Tabla II - Concentración en jig de la clase + 4, sin lecho filtrante

Productos	Pesos %	Ley Cu%	Peso x Ley	Distribución Cu%	Valor del peso específico
Concentrado	55,7	17,6	980,32	83,7	4,03
Cola	44,3	4,3	190,49	16,3	3,24
Sumas	100,-		1170,81	100,-	

Tabla III - Concentración en jig de la clase + 10, con lecho filtrante

Concentrado	51,4	17,8	914,92	85,5	4,31
Cola	48,6	3,2	155,52	14,5	3,12
Sumas	100,-		1070,44	100,-	

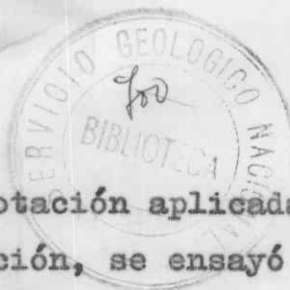
Tabla IV - Concentración en jig de la clase + 28, con lecho filtrante

Concentrado	29,7	23,4	694,98	60,-	4,71
Cola	70,3	6,6	463,98	40,-	3,38
Sumas	100,-		1158,96	100,-	

De estas tablas se desprende que las leyes en cobre de los // concentrados son relativamente bajas: 17,6 % - 17,8 % - 23,4%
83,7 % - 85,5 % - 60,-% con las recuperaciones % de cobre.

Estos valores son bajos, si se considera que la ley de cabeza ya es 10 - 11%, y que por medio de la flotación por espuma sobre minerales de cobre sulfurados se consiguen generalmente leyes muy altas / con recuperaciones superiores del 90 %.

No se pudo ensayar la concentración en la mesa Wilfley de la clase menos 28 mallas, por no ser suficiente la cantidad de esta cla- / se. Por consiguiente el ensayo con la mesa Wilfley se hizo con otra // muestra, preparada con las bolsas 1 y 2, como sigue:



Para conocer el alcance de la flotación aplicada a este mineral, y para disponer de datos de confrontación, se ensayó la flotación por espuma, proceso muy idóneo, por tratarse de un mineral sulfurado / de cobre.

El ensayo fué efectuado sobre una muestra de dos kilos, triturada en molino de rodillos y después molida en molino de bolas de acero, hasta que todo pase por el tamiz 100 mallas (0,15 mm.).

El pH natural de la pulpa es 7, neutro.

El ensayo es realizado en la siguiente forma:

- 1) agregando cal viva se eleva el pH a $10\frac{1}{2}$ y se flotan los sulfuros de cobre con etilxantato, siendo la pirita deprimida por la cal.
- 2) Se agrega nuevo xantato, con lo cual, junto a los sulfuros de cobre flota también algo de pirita.
- 3) Se agrega ácido sulfúrico para cambiar el pH de $10\frac{1}{2}$ a 6; con lo cual flota la pirita.

Cada una de estas etapas ha dado lugar a su correspondiente / concentrado, reunidos en la siguiente tabla:

Tabla VI - Ensayo de flotación de la muestra 3-4 molida bajo 100 mallas

Productos	Pesos%	Ley Cu%	Peso x Ley	Distribución Cu%
Concentrado 1°	16,8	46,7	784,56	82,2
Concentrado 2°	6,8	21,4	145,52	13,1
Concentrado 3°	3,5	3,4	11,90	1,1
Cola	72,9	0,1	7,29	0,6
Sumas	100,--		949,27	100,--

Se desprende de esta tabla que el conjunto de los dos primeros concentrados pesa el 23,6% del total, tiene una ley media de 39,4%

de Cu, y recupera el 98,3% del cobre total. Se deduce de este resultado que no vale la pena en la práctica realizar la tercera etapa, con / pH ácido, para flotar la pirita, dado que ésta recupera sólo el 1,1% / del Cu total.

El consumo de reactivos en el ensayo de flotación ha sido el siguiente:

cal	5	kg/ton de mineral
etil-xantato	0,5	" " " "
espumante	0,030	" "

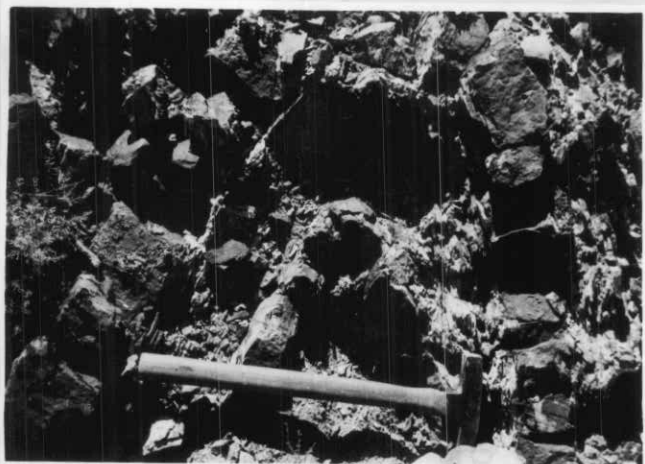


Conclusiones.

De los ensayos realizados se deduce que el mineral no puede / ser concentrado satisfactoriamente por métodos gravimétricos en jig o / mesa, a causa de la presencia de baritina, Con el jig se han alcanza- / do leyes del 18% de Cu con recuperaciones del 84- 85 %. Al contrario / el mineral puede ser concentrado por flotación por espuma en forma muy satisfactoria, dando un concentrado con 40 % de cobre y una recupera-// ción del 98%.--

S.S.de Jujuy, 3 de octubre de 1968.

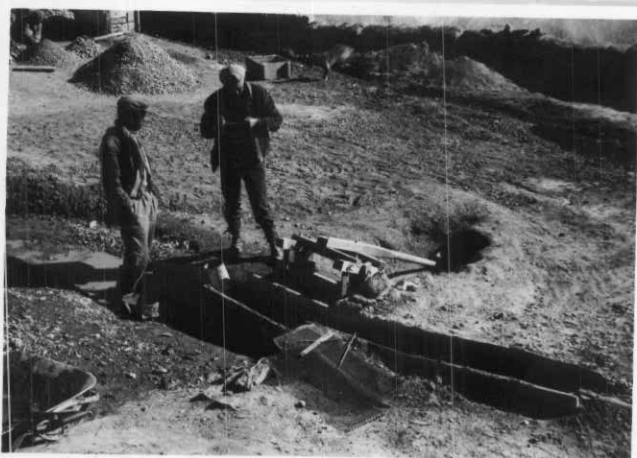
Ing° Andrés Giordana



Plegamiento



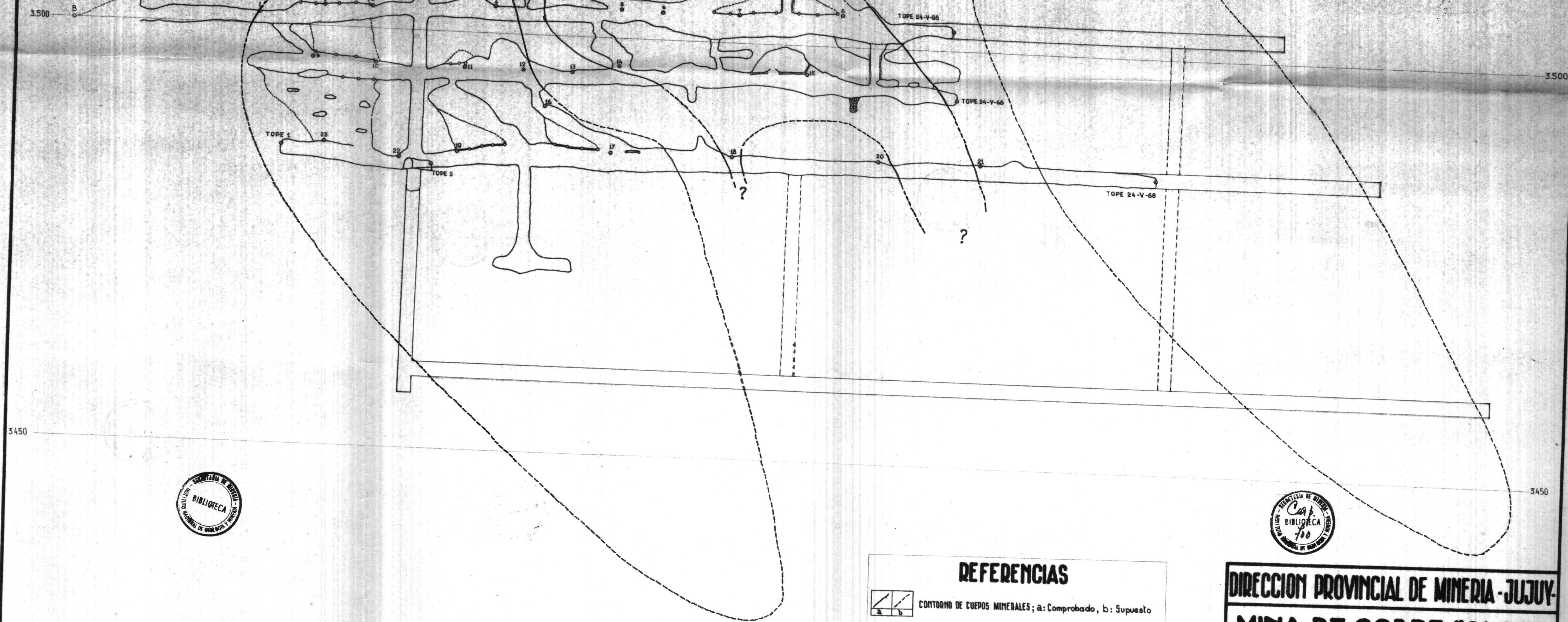
Vista de Playa de Concentración



Concentración Gravimétrica-Jig



Torre de Extracción-Pique Principal

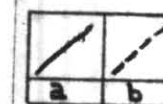


3450

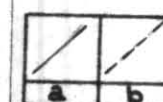
3450



REFERENCIAS



CONTORNO DE CUERPOS MINERALES; a: Comprobado, b: Supuesto



LABOREO EXPLORATORIO; a: Recomendado, b: De ubicación eventual

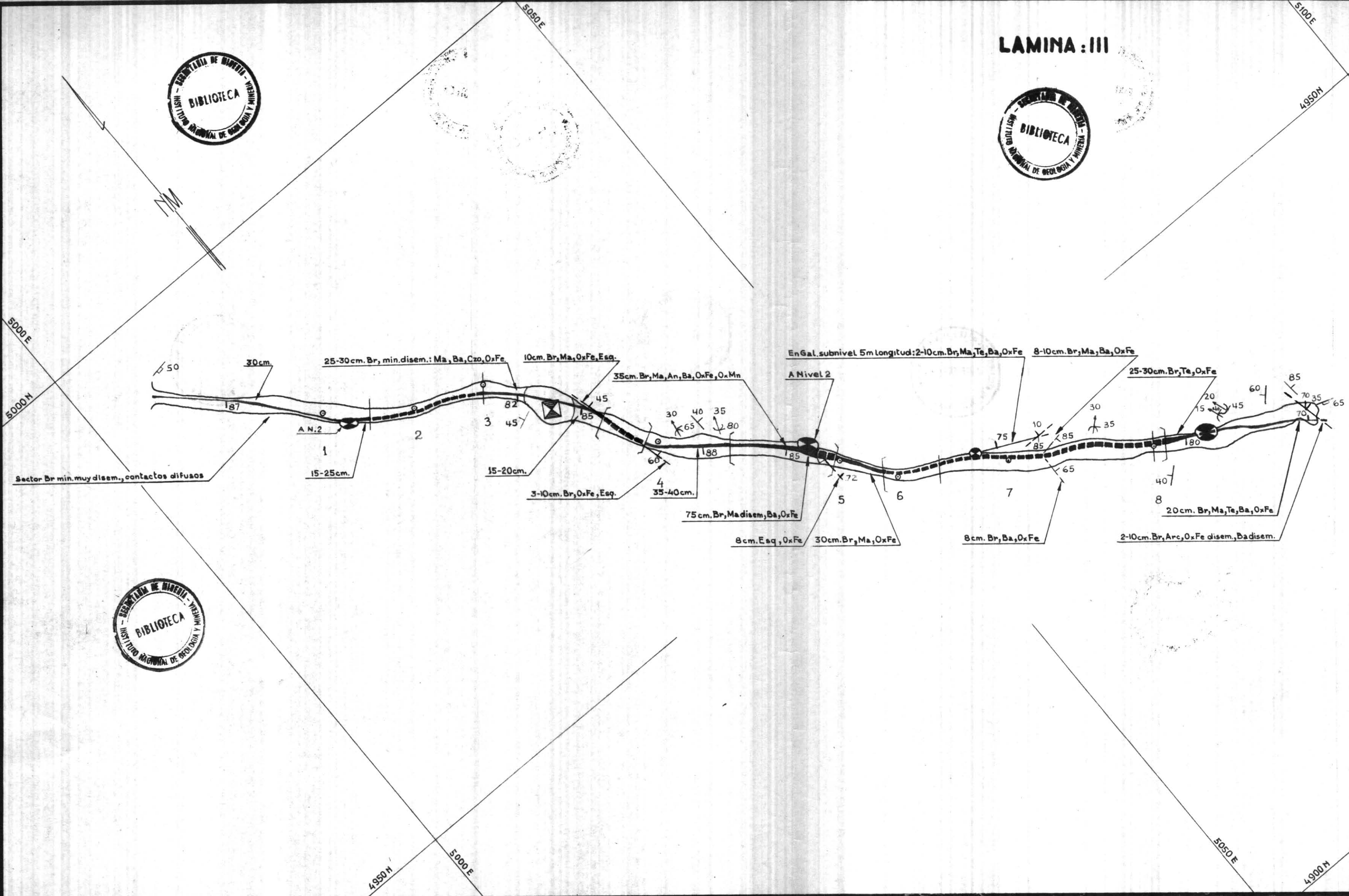
DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA - JUJUY

MINA DE COBRE "OLGA"

CORTE LONGITUDINAL CON LABOREO EXPLORATORIO PROGRAMADO

REALIZACION	L. J. de los Hoyos - H. Leidhold - J. Rosco	ESCALA = 1:250
DIBUJO	R. G. Keller	FECHA: Diciembre 1968
REVISION	L. J. de los Hoyos	Nº ARCHIVO:

LAMINA : III



REFERENCIAS

SIMBOLOS MINEROS

	Pique principal
	Pique subterráneo
	Contrapozo
	Labor en realce
	Galería enmaderada
	Galería techo enmaderado
	Afluencia agua, piso inundado
	Chiflón
	Mineral extraído

SIMBOLOS GEOLOGICOS

	Brecha mineralizada
	Falla, con elementos yacencia y orientación de estricciones.
	Elementos yacencia sedimentitas
	Elementos yacencia diaclasas
	Plegamientos, con elementos yacencia plano axial

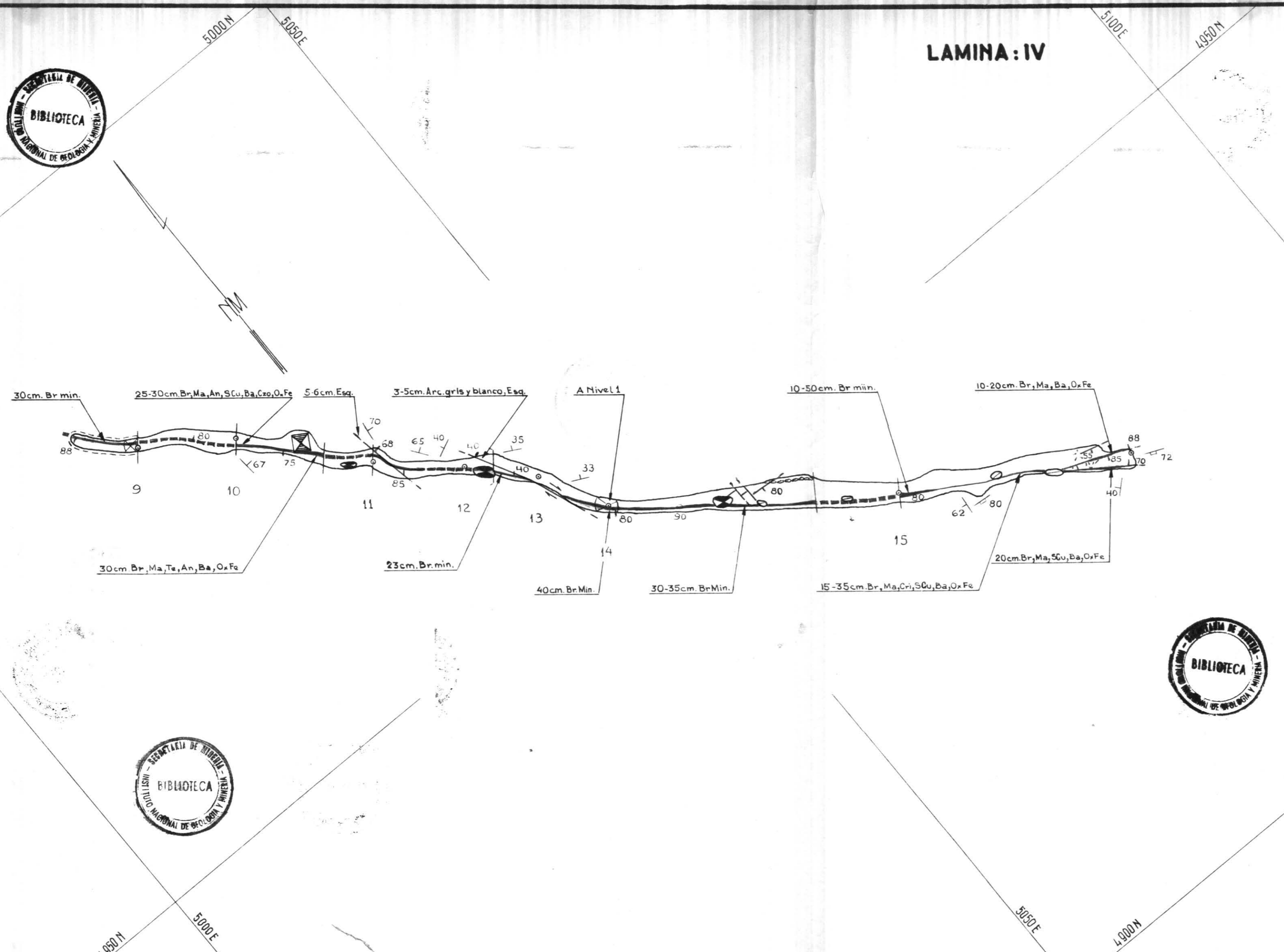
Br : Brecha	Cri : Crisocota	OxFe : Oxidos hierro
SCu : Sulfuros cobre	Ga : Galena	OxMn : Oxidos manganeso
Ma : Malaquita	Pi : Pirita	Arc : Material arcilloso
An : Antlerita	Ba : Baritina	Esq : "Esquistosidad"
Te : Tenorita	Czo : Cuarzo	Disem: Diseminado

DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA - JUJUY -

MINA DE COBRE "OLGA" LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO-GEOLÓGICO DEL NIVEL 1 - 9 METROS

REALIZACION	L.J. de los Hoyos - H. Leidhold - J. Rosco	ESCALA = 1:250
DIBUJO	R.G. Keller	FECHA : Octubre 1968
REVISION	L. J. de los Hoyos	Nº ARCHIVO:

LAMINA: IV



REFERENCIAS

SIMBOLOS MINEROS

	Pique principal
	Pique subterráneo
	Contrapozo
	Laboren realce
	Galería enmaderada
	Galería techo enmaderado
	Afluencia agua, piso inundado
	Chiflón
	Mineral extraído

SIMBOLOS GEOLOGICOS

	Brecha mineralizada
	Falla, con elementos yacencia y orientación de estricciones
	Elementos yacencia sedimentitas
	Elementos yacencia diaclasas
	Plegamientos, con elementos yacencia plano axial

Br : Brecha	Cri : Crisocola	OxFe : Oxidos hierro
SCu : Sulfuros cobre	Ga : Galena	OxMn : Oxidos manganeso
Ma : Malaquita	Pi : Pirita	Arc : Material arcilloso
An : Antlerita	Ba : Baritina	Esq : "Esquistosidad"
Te : Tenorita	Czo : Cuarzo	Disem : Diseminado

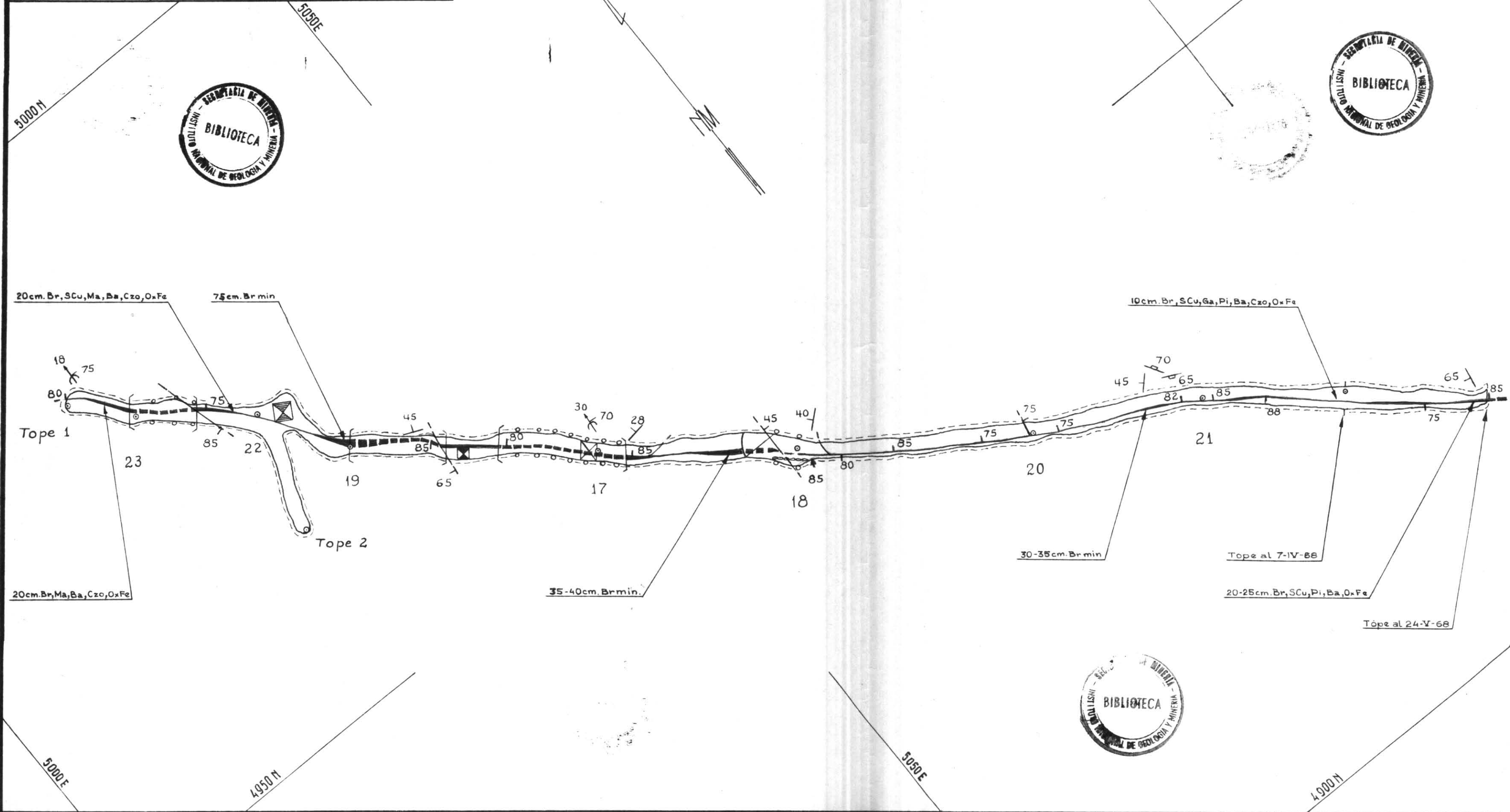
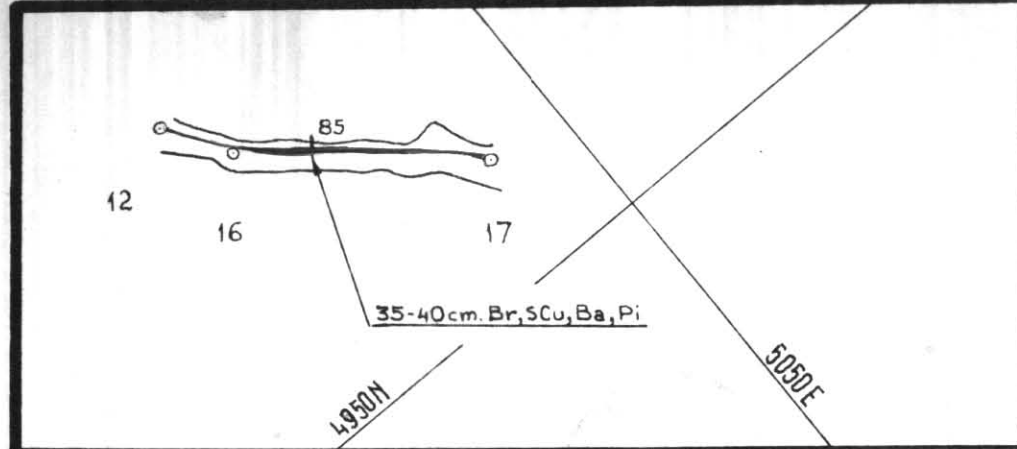
DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA-JUJUY-

MINA DE COBRE "OLGA"

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO-GEOLOGICO DEL NIVEL 2 - 16 METROS

REALIZACION	L.J. de los Hoyos - H. Leidhold - J. Rosco	ESCALA = 1:250
DIBUJO	R.G. Keller	FECHA : Octubre 1968
REVISION	L.J. de los Hoyos	Nº ARCHIVO:

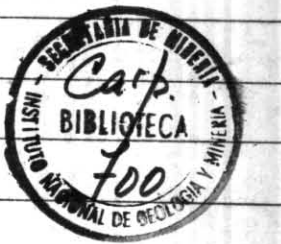
LAMINA: V



REFERENCIAS

SIMBOLOS MINEROS

	Pique principal
	Pique subterráneo
	Contrapozo
	Labor en realce
	Galería enmaderada
	Galería techo enmaderado
	Afluencia agua, piso inundado
	Chiflón
	Mineral extraído



SIMBOLOS GEOLOGICOS

	Brecha mineralizada
	Falla, con elementos yacencia y orientación de estriaciones
	Elementos yacencia sedimentitas
	Elementos yacencia diaclasas
	Pliegamientos, con elementos yacencia plano axial

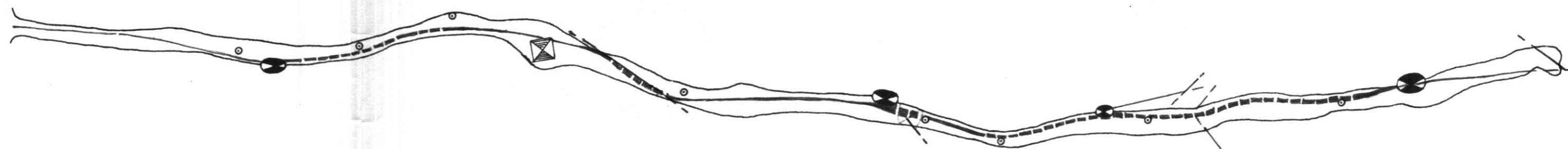
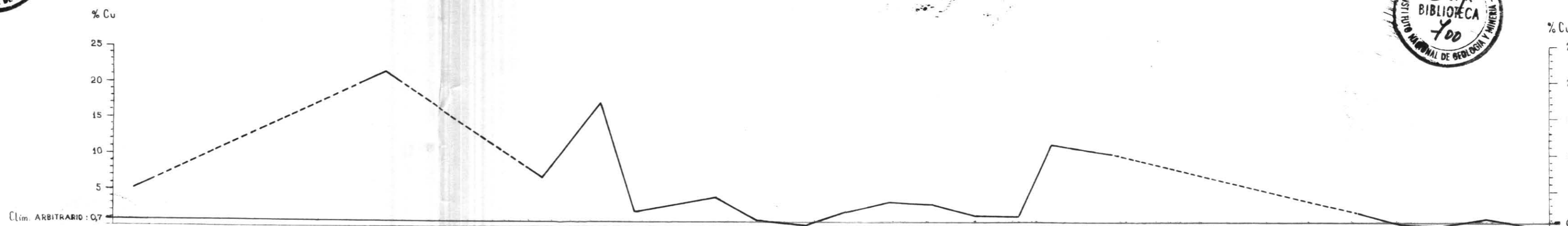
Br : Brecha	Cri : Crisocola	OxFe : Oxidos hierro
SCu : Sulfuros cobre	Ga : Galena	Ox Mn : Oxidos manganeso
Ma : Malaquita	Pi : Pirita	Arc. : Material Arcilloso
An : Antlerita	Ba : Baritina	Esq : "Esquistosidad"
Te : Tenorita	Czo : Cuarzo	Disem : Diseminado

DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA-JUJUY

MINA DE COBRE "OLGA" LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO-GEOLOGICO DEL NIVEL 3 - 30 METROS

REALIZACION	L.J. de los Hoyos - H. Leidhold - J. Rosco	ESCALA = 1:250
DIBUJO	R. G. Keller	FECHA : Octubre 1968
REVISION	L.J. de los Hoyos	Nº ARCHIVO:





Nº de Muestra	75		74		73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60			59	58	57	56	55
Longitud, cm.	18	Guía	20		7	30	30	20	45	30	20	17	33	52	18	20	20	30			35	20	8	7	10
Cobre Total, %	5,0		21,5		6,8	17,4	2,0	7,8	3,9	0,9	0,1	2,1	3,4	3,2	1,6	1,6	11,5	10,2			1,9	0,3	0,1	1,1	0,0
Cobre Oxidado, %	1,0		20,1		6,8	12,8	1,7	6,8	3,6	0,7	0,0	1,8	3,2	3,1	0,6	1,6	11,0	6,6			1,7	0,2	0,0	1,0	0,0
Cobre Sulfurado %	4,0		1,4		0,0	4,6	0,3	1,0	0,3	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	1,0	0,0	0,5	3,6			0,2	0,1	0,1	0,1	0,0

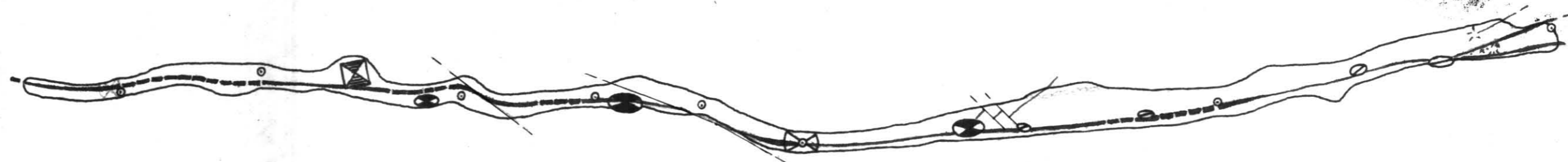
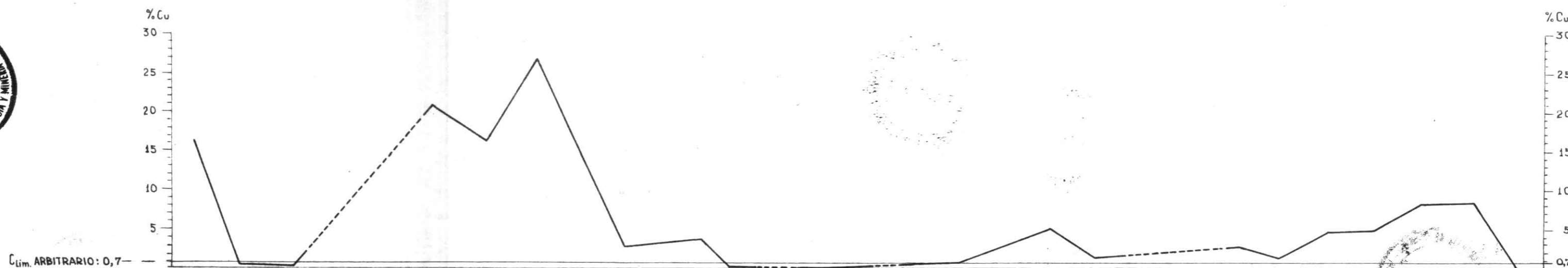


DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA - JUJUY.

MINA DE COBRE "OLGA"

PLANO DE MUESTREO DEL NIVEL 1

REALIZACION	L. J. de los Hoyos - J. Rosco	ESCALA = 1:250
DIBUJO	R. G. Keller	FECHA: Diciembre 1968
REVISION	L. J. de los Hoyos	Nº ARCHIVO:



Nº de Muestra	54	53	52		51	50	49	77	76	48		47	46	45	44	43		42	41	40	39	38	37	36
Longitud,cm.	20	15	20		4	20	30	20	10	25	Falla	12	35	28	30	12		18	15	30	21	45	37	21
Cobre Total , %	16,4	0,5	0,3		21,0	16,4	26,9	2,7	3,7	0,1		0,0	0,6	0,9	5,2	1,3		2,8	1,3	4,7	5,0	8,2	8,3	0,0
Cobre Oxidado, %	16,4	0,4	0,1		17,2	10,8	13,5	0,4	1,6	0,1		0,0	0,6	0,4	4,7	1,1		1,4	1,2	2,9	4,5	1,0	1,1	0,0
Cobre Sulfurado, %	0,0	0,1	0,2		3,8	5,6	13,4	2,3	2,1	0,0		0,0	0,0	0,5	0,5	0,2		1,4	0,1	1,8	0,5	7,2	7,2	0,0



DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA - JUJUY.

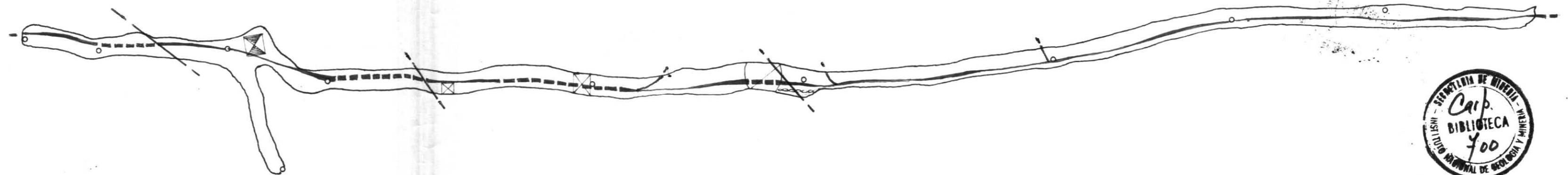
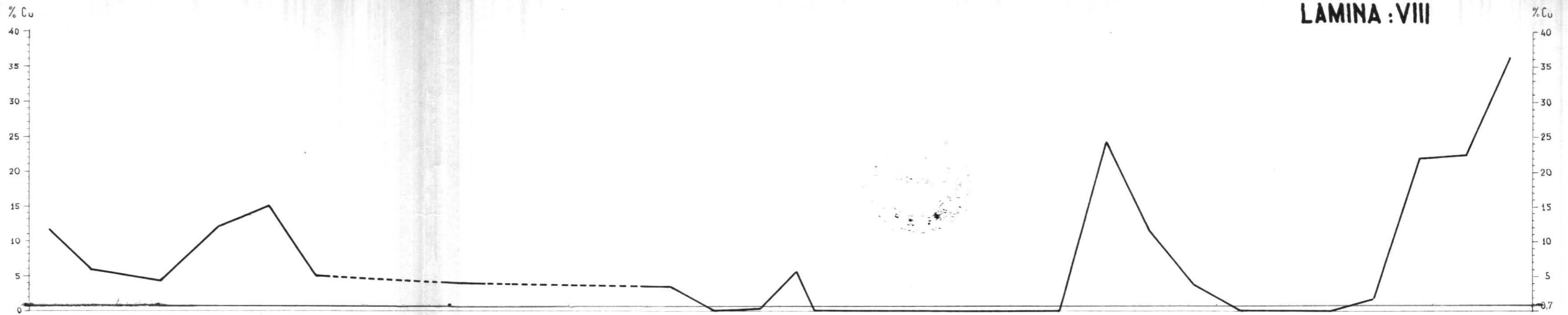
MINA DE COBRE "OLGA"

PLANO DE MUESTREO DEL NIVEL 2

REALIZACION	L.J. de los Hoyos - J. Rosco	ESCALA = 1:250
DIBUJO	R.G. Keller	FECHA: Diciembre 1968
REVISION	L.J. de los Hoyos	Nº ARCHIVO:



C.1m. ARBITRARIO : 0,7



Nº de muestra	35	34	33	32	31	30		26		20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	1	2
Longitud, cm.	22	25	30	20	20	30		40		25	15	20	35	10	10	8	10	12	10	60	30	30	20	12	10	12	35	25	15
Cobre total, %	11,6	6,0	4,5	12,1	15,2	5,3		4,2		3,7	0,0	0,6	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,4	11,6	3,7	0,0	0,0	0,0	1,7	22,0	22,5	36,5
Cobre Oxidado, %	0,9	2,2	1,2	3,1	3,8	1,1		0,3		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	1,6	5,8
Cobre Sulfurado, %	10,7	3,8	3,3	9,0	11,6	4,2		3,9		3,7	0,0	0,6	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	0,1	3,7	0,0	0,0	0,0	1,7	19,7	20,9	30,7



Nº de Muestra	Re-2	Re-1
Longitud, cm.	30	18
Cobre total, %	5,0	0,1
Cobre Oxidado, %	4,1	0,0
Cobre Sulfurado, %	0,9	0,1

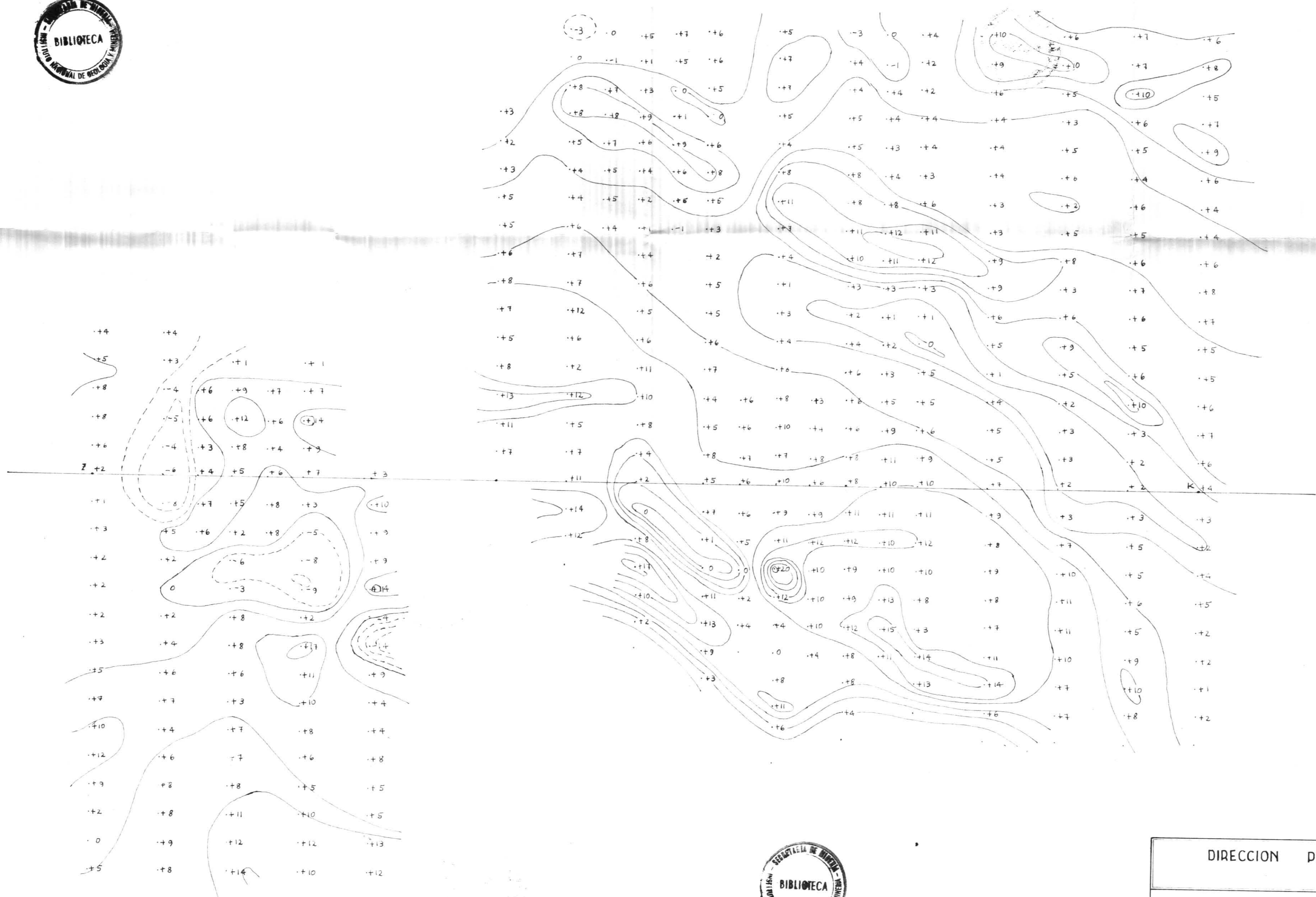


DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA - JUJUY.

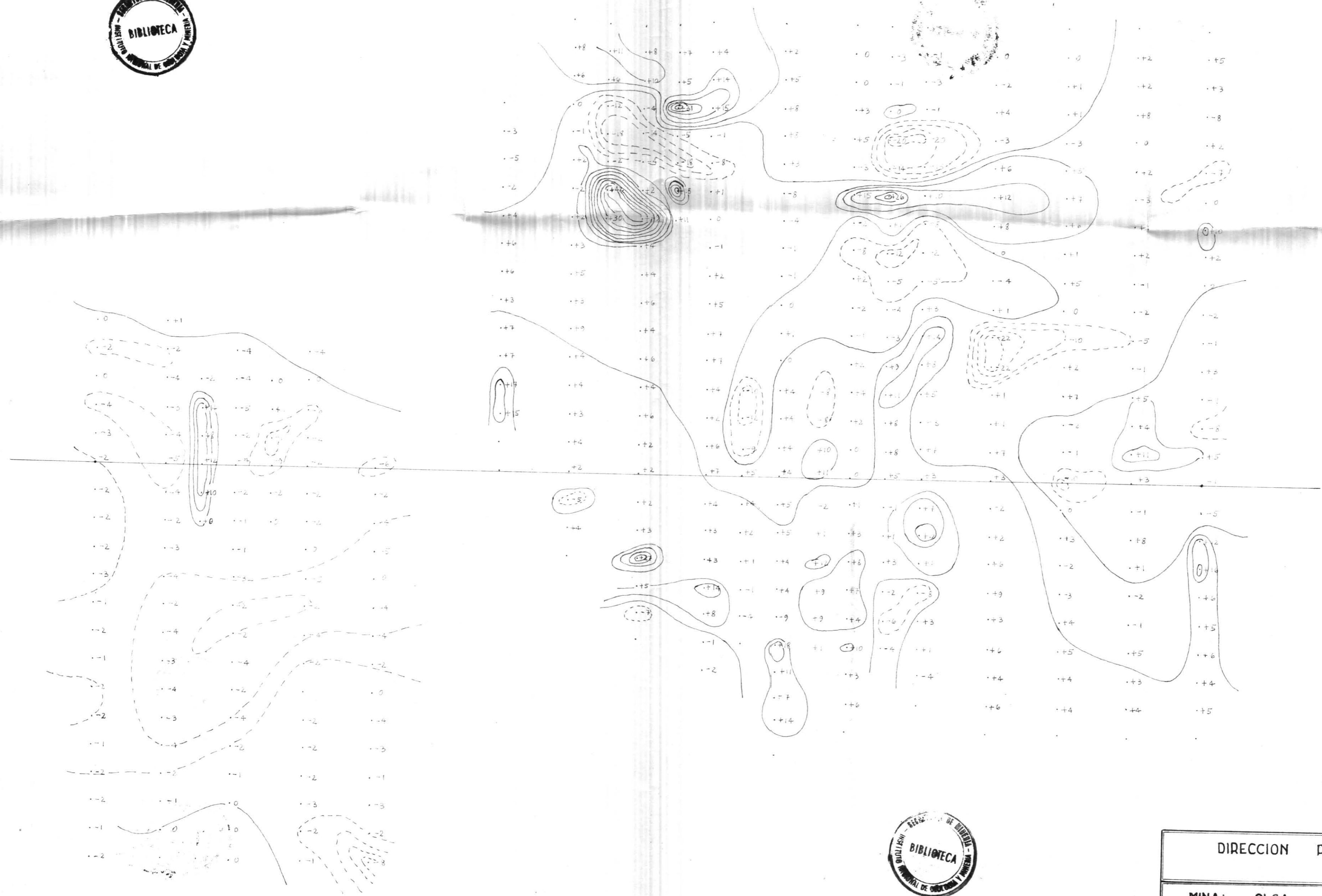
MINA DE COBRE "OLGA"

PLANO DE MUESTREO DEL NIVEL 3

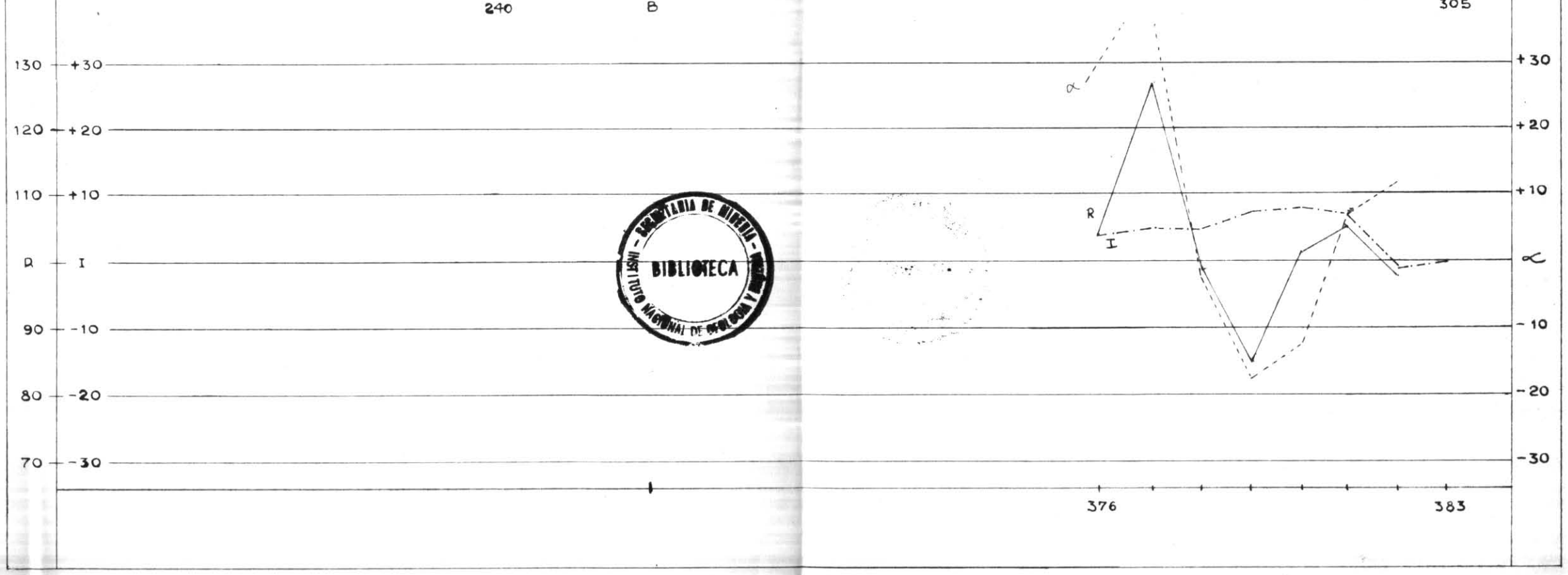
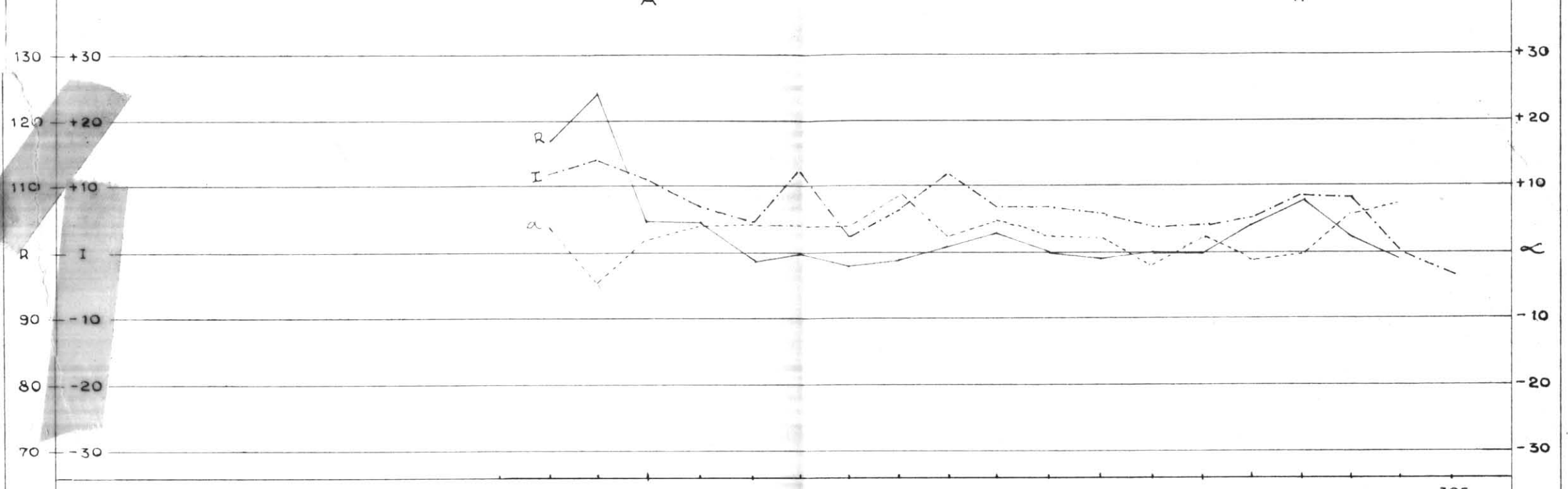
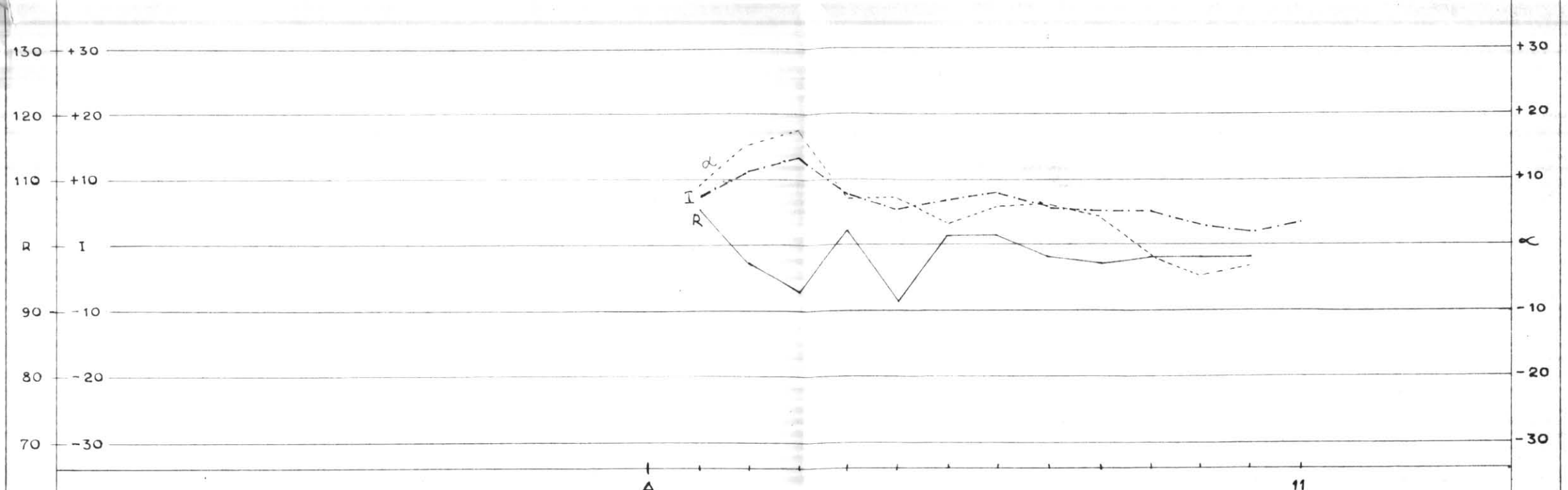
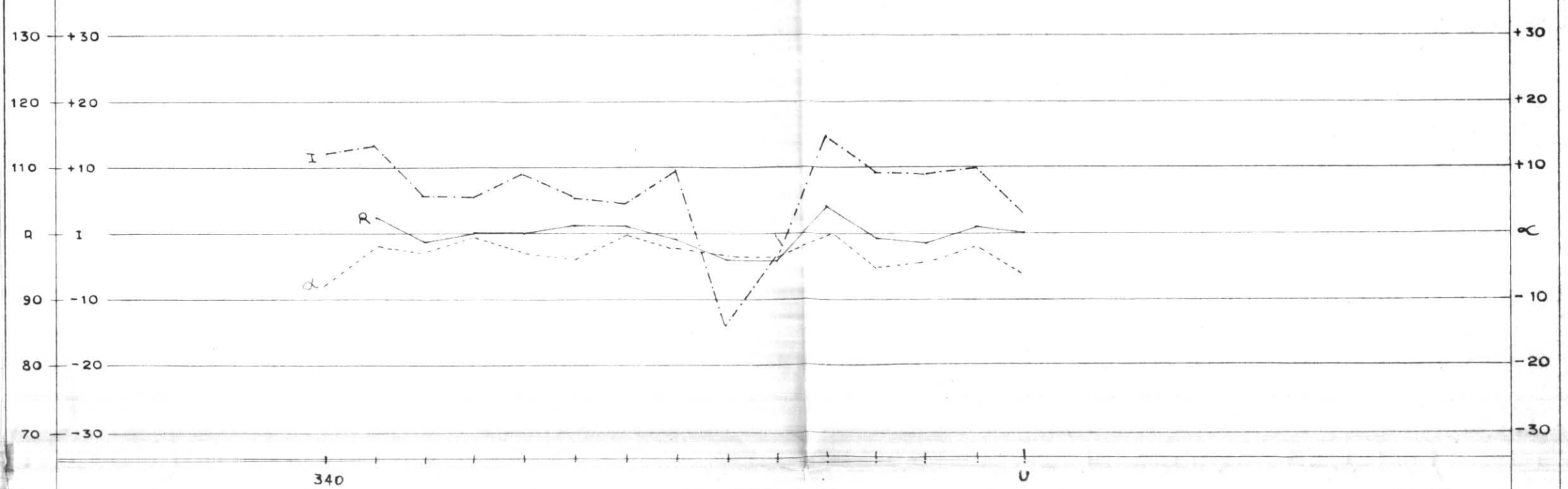
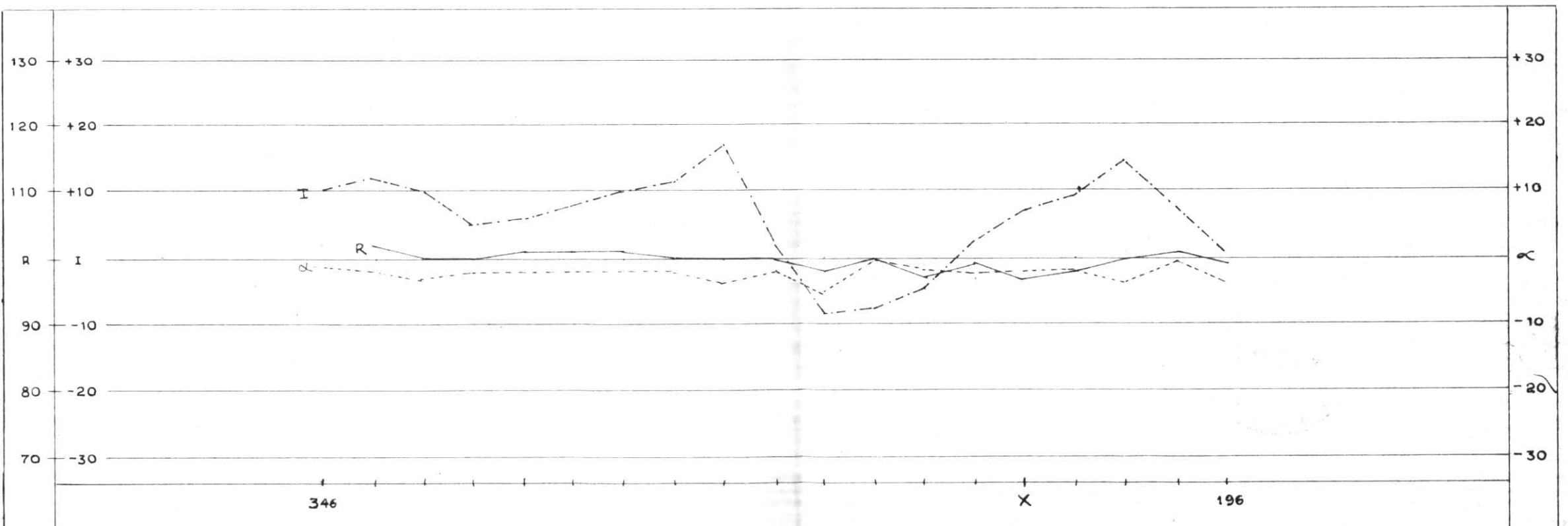
REALIZACION	L.J. de los Hoyos - J. Rosco	ESCALA = 1:250
DIBUJO	R.G. Keller	FECHA: Diciembre 1968
REVISION	L.J. de los Hoyos	Nº ARCHIVO:

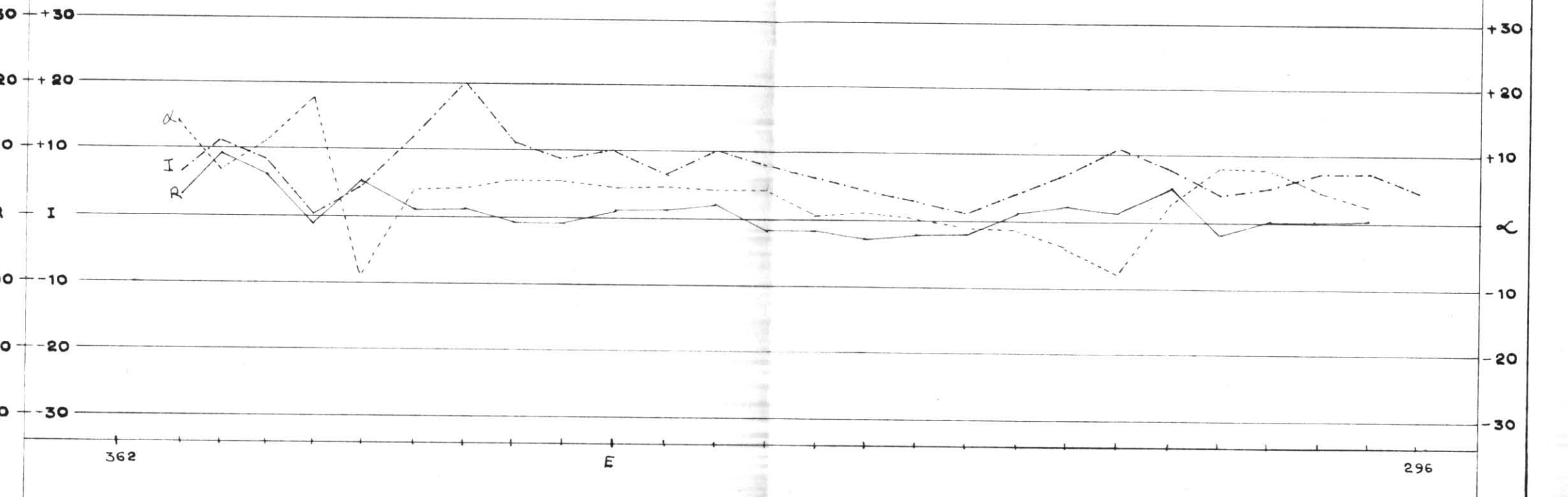
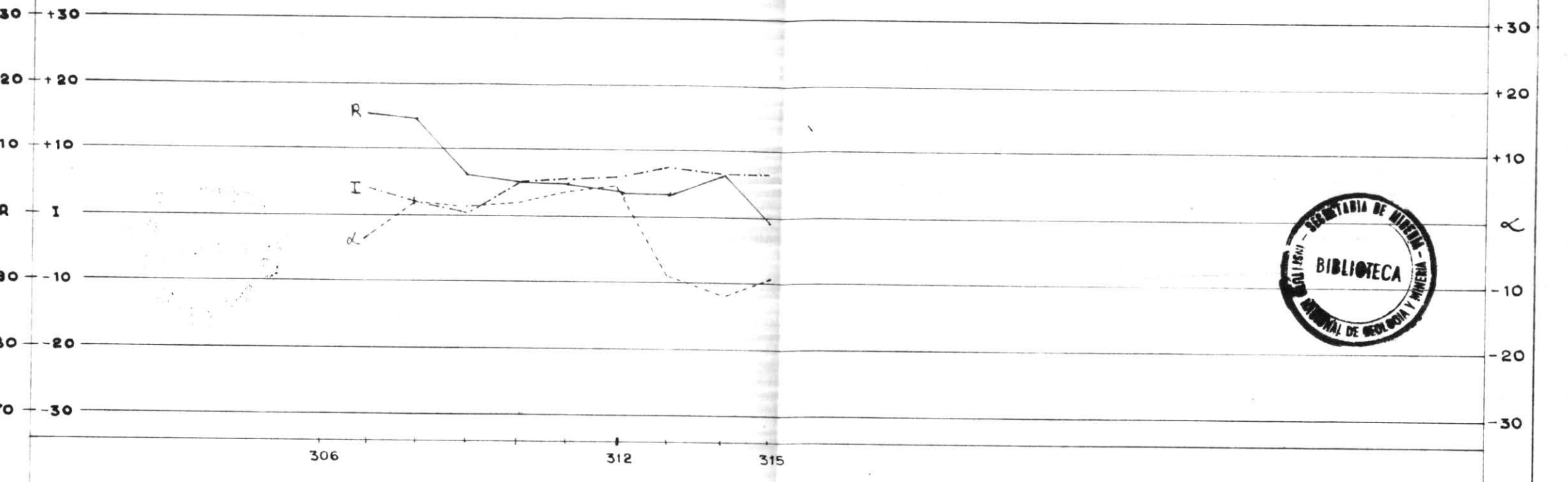
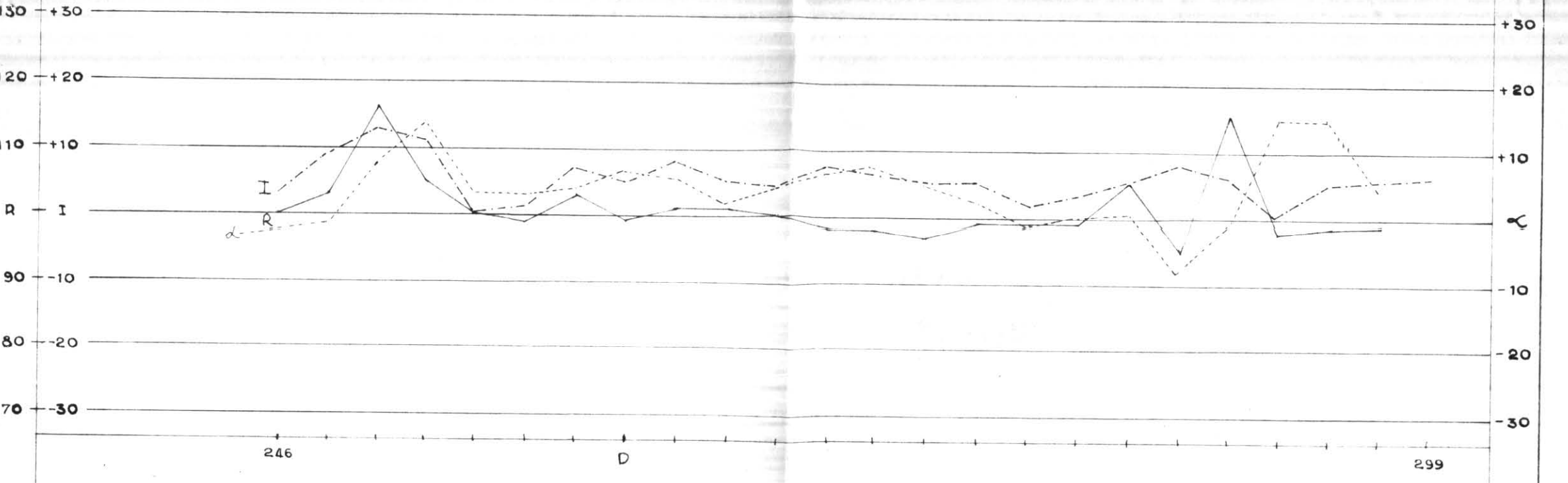
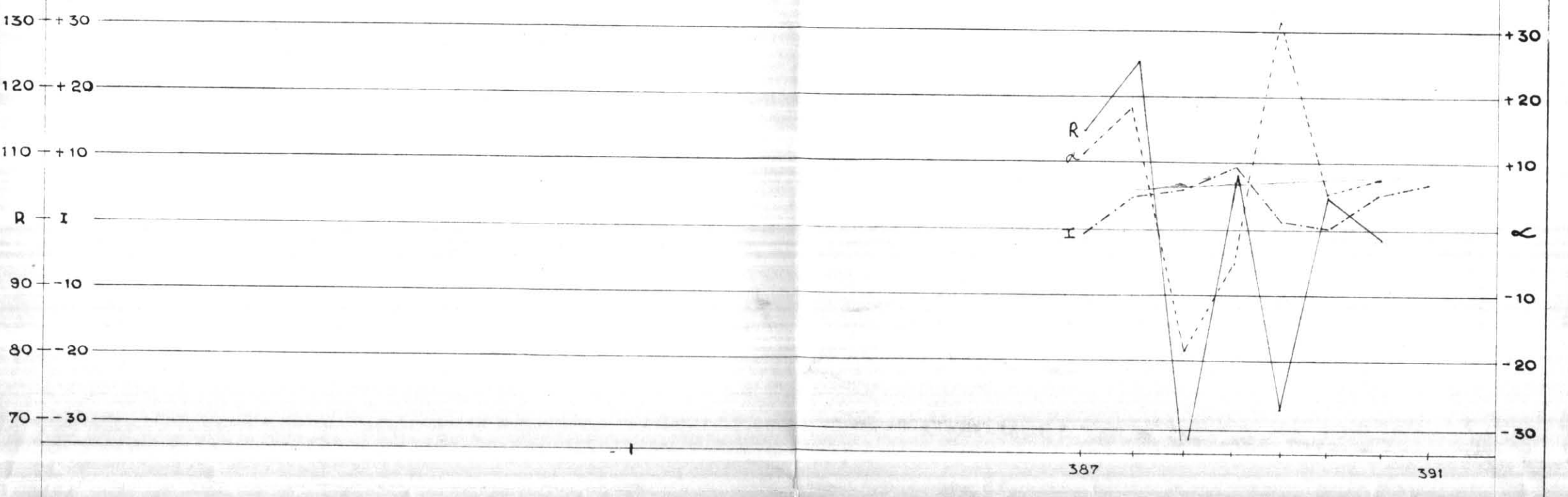
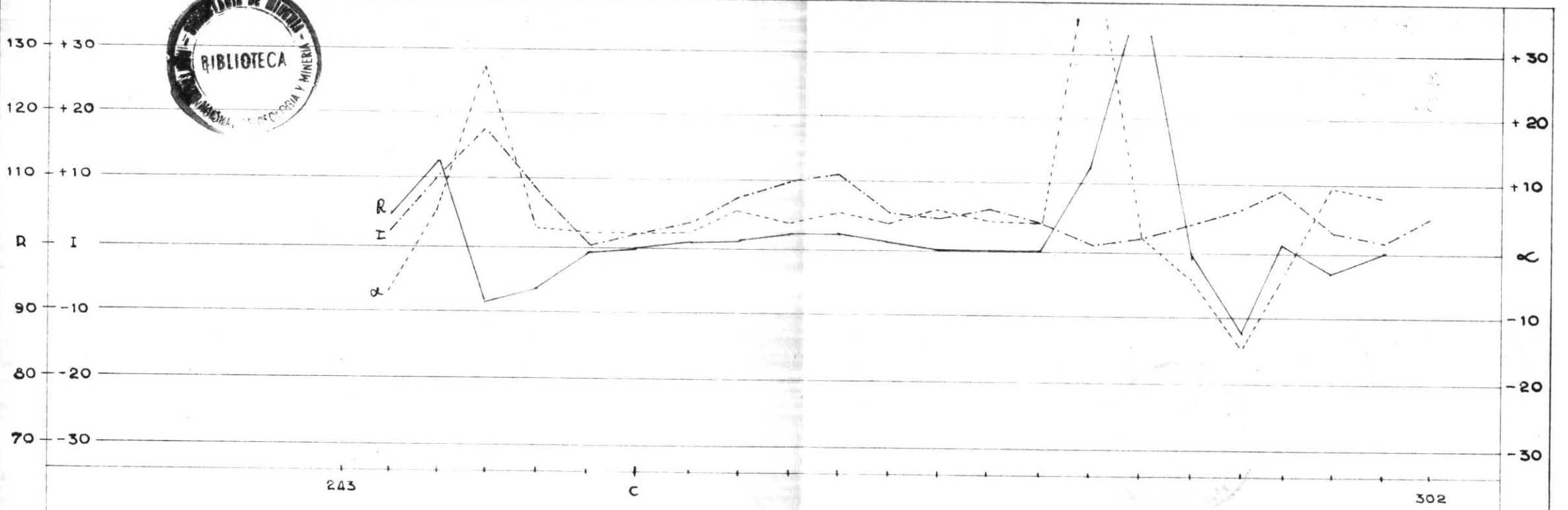


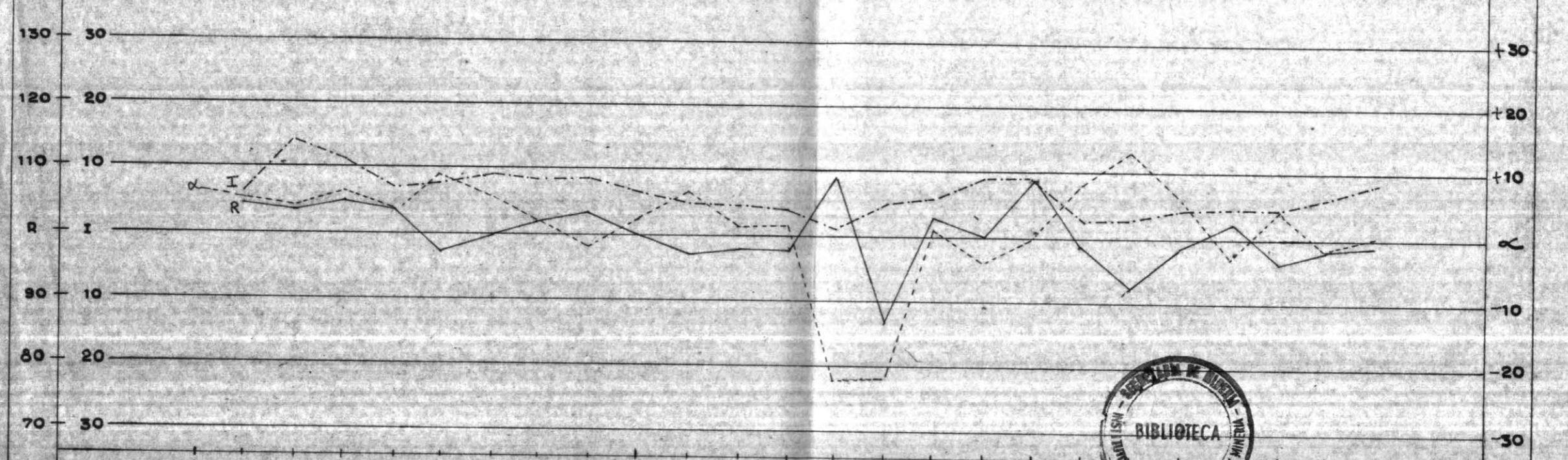
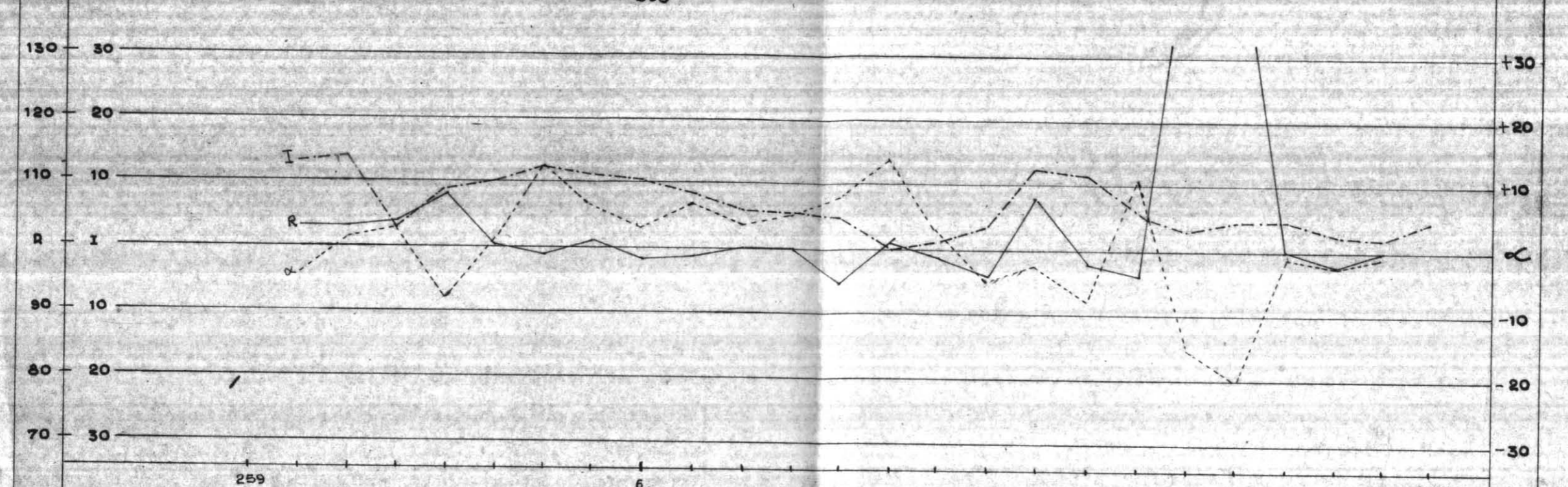
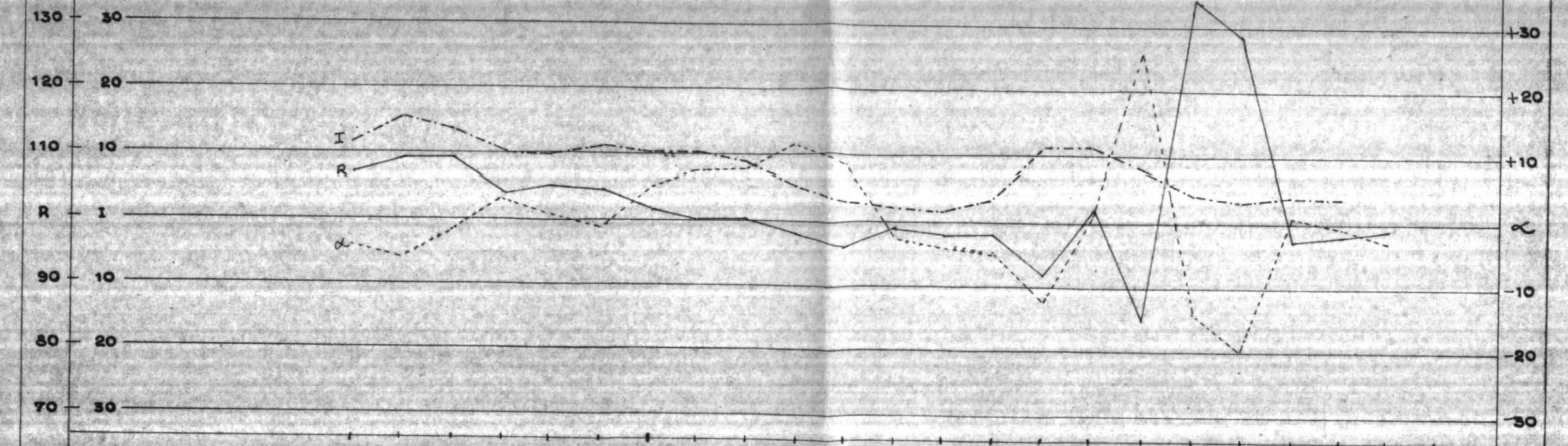
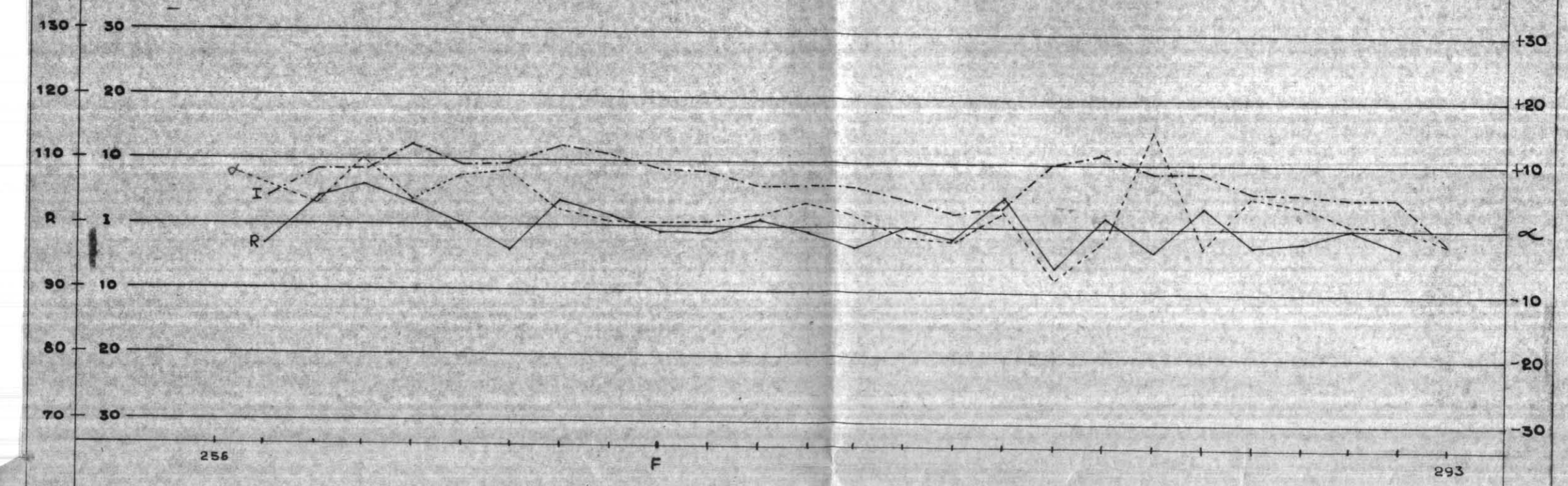
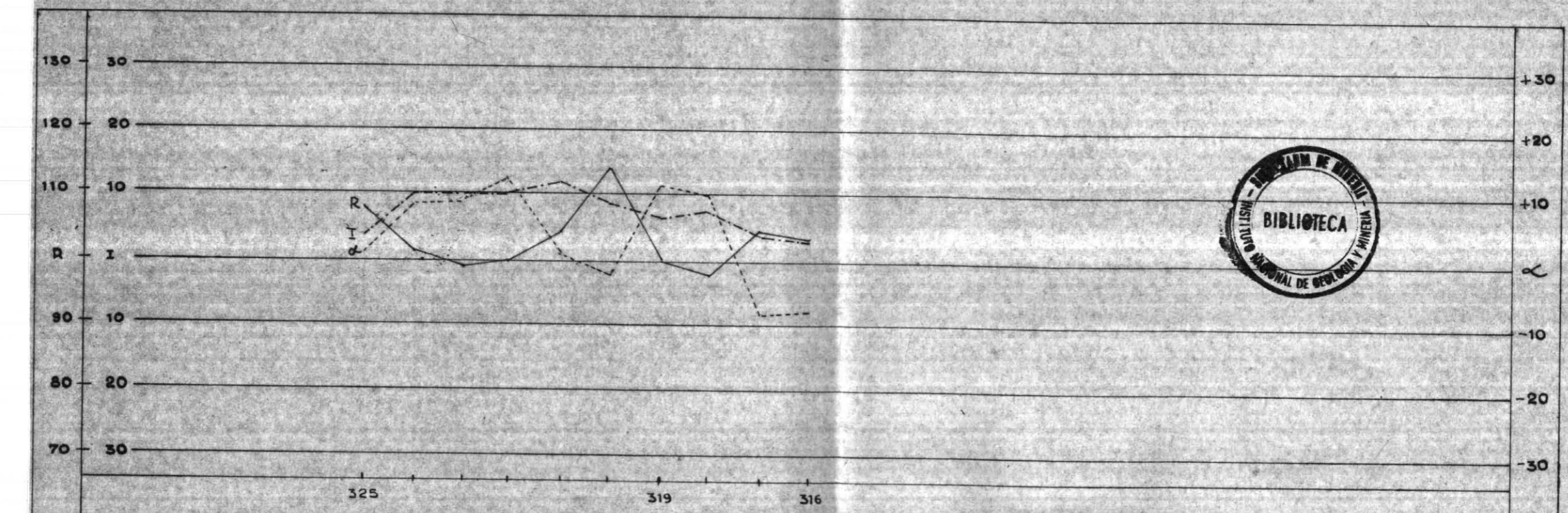
DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA JUJUY	
MINA: OLGA	
RELEVAMIENTO : ELECTROMAGNETICO	
COMPONENTE : I	
REALIZO :	ESCALA : 1: 2.000
DIBUJO :	FECHA : 20-8-68
REVISO :	Nº :



DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA JUJUY	
MINA: OLGA	
RELEVAMIENTO: ELECTROMAGNETICO	
COMPONENTE: α	
REALIZO: _____	ESCALA: 1:2000
DIBUJO: _____	FECHA: 20-8-68
REVISO: _____	Nº: _____

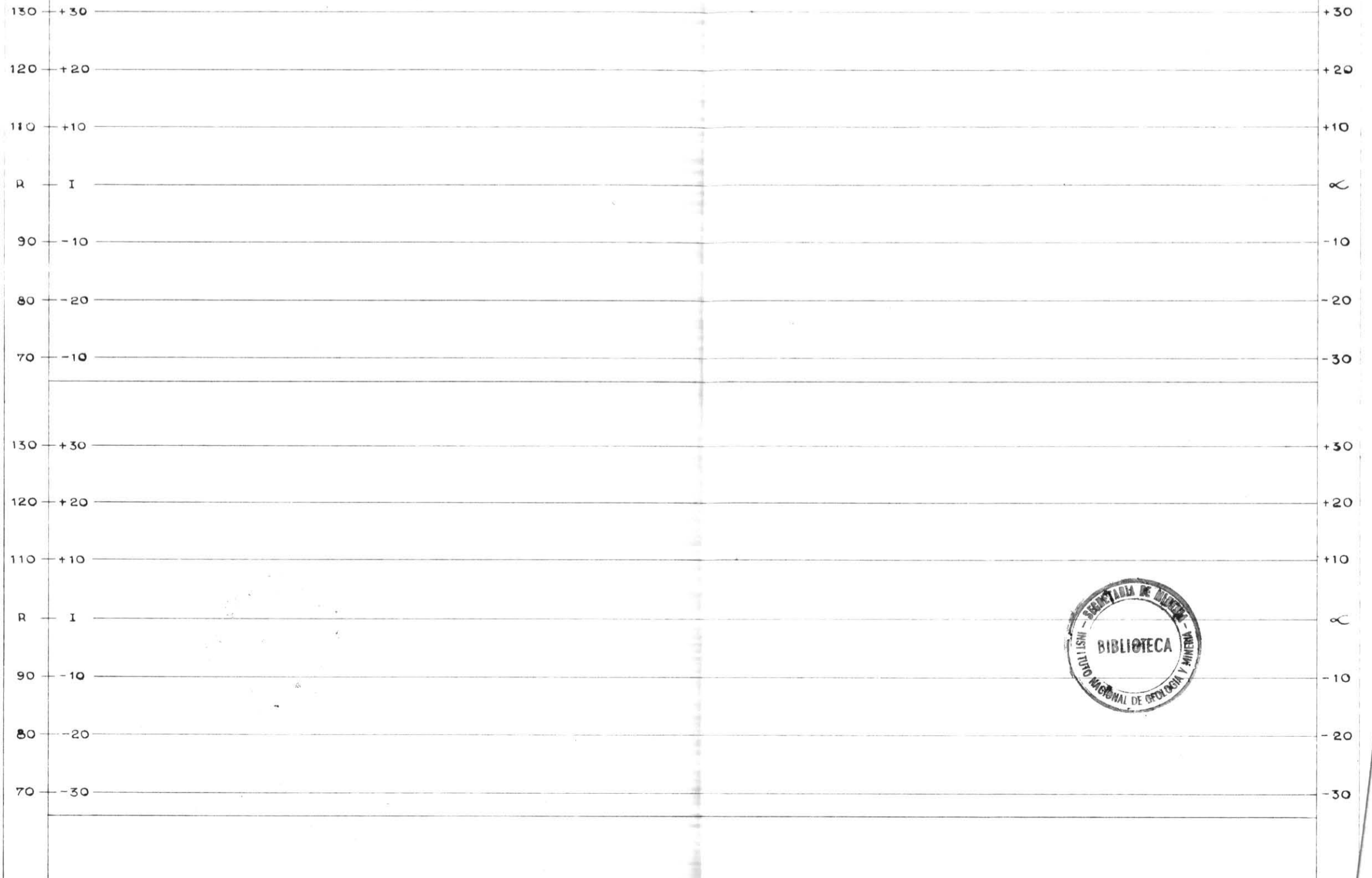
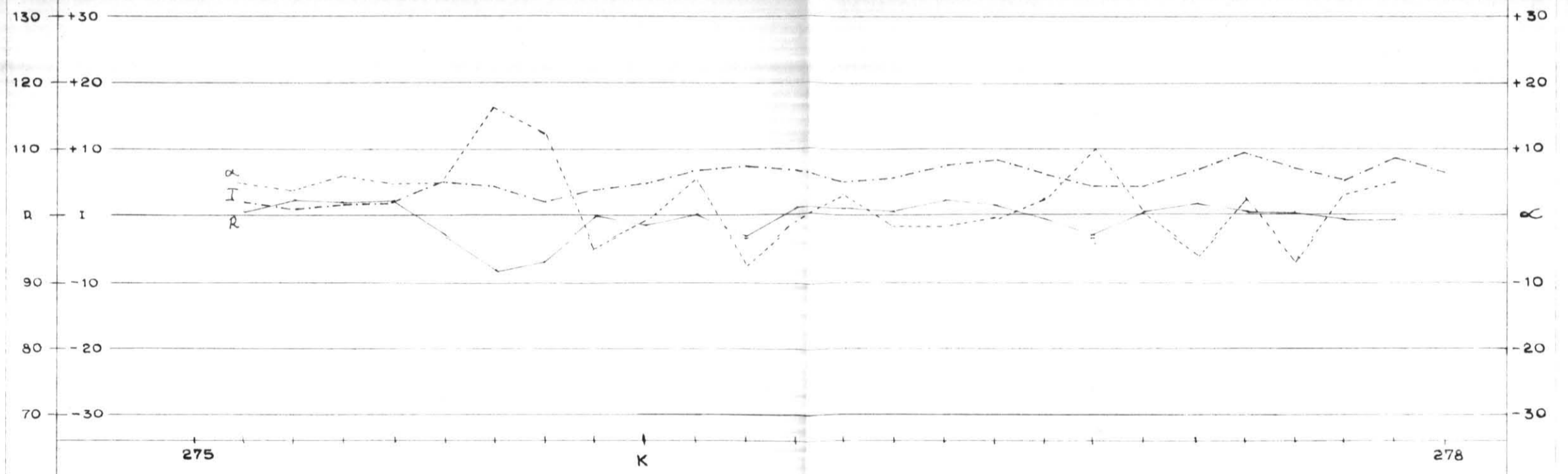
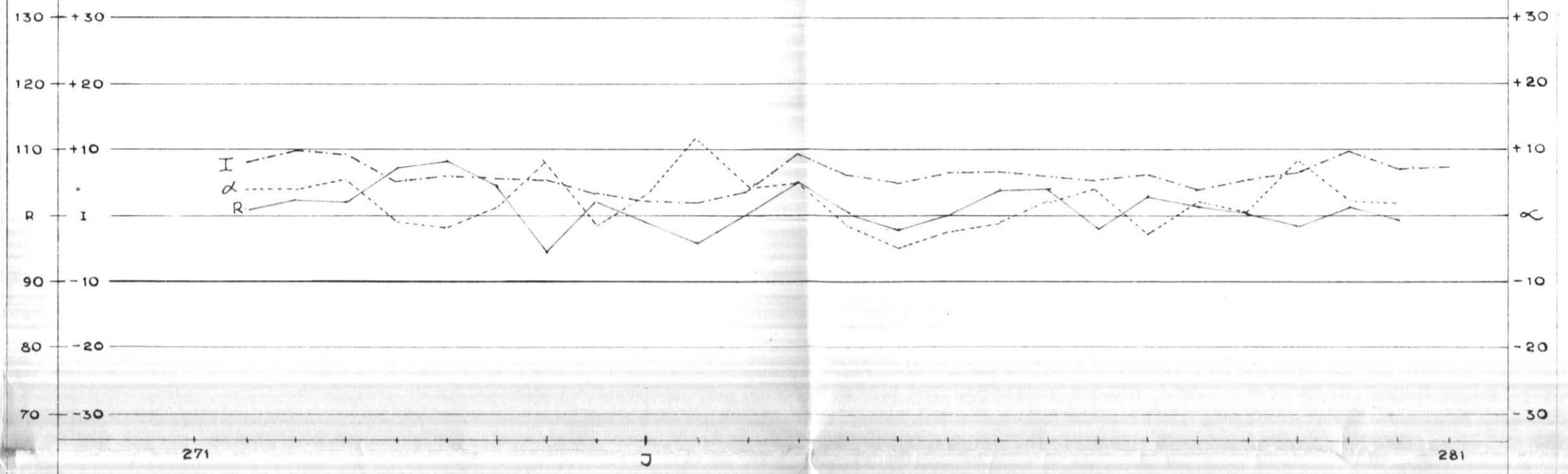
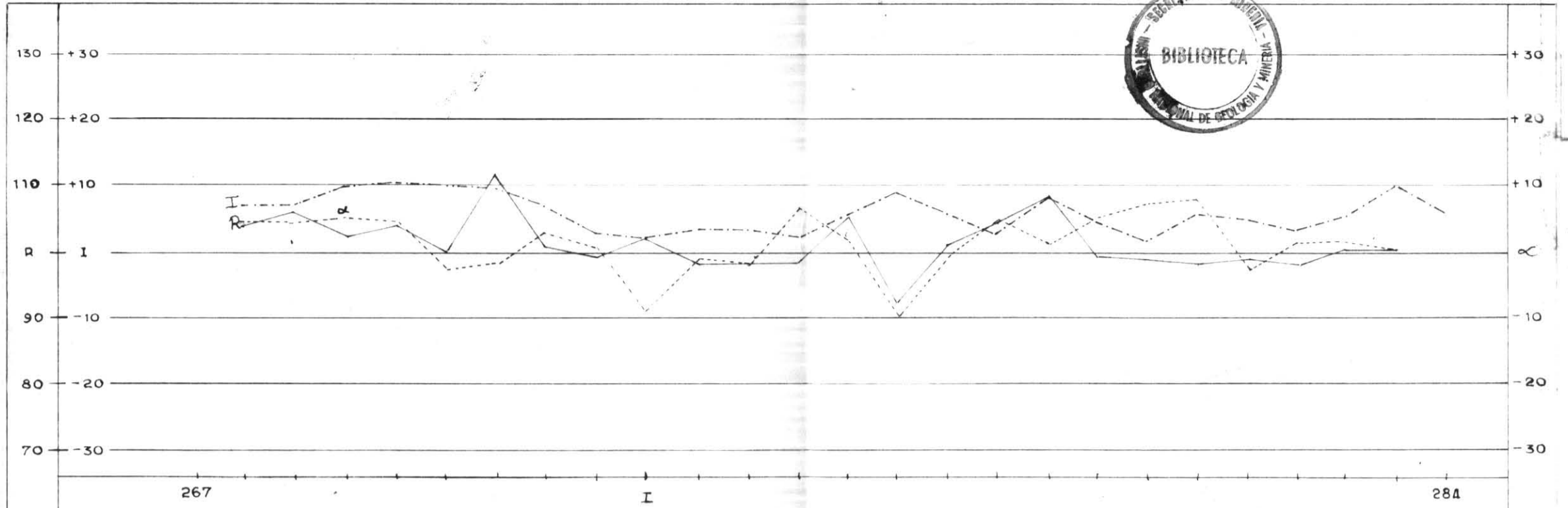


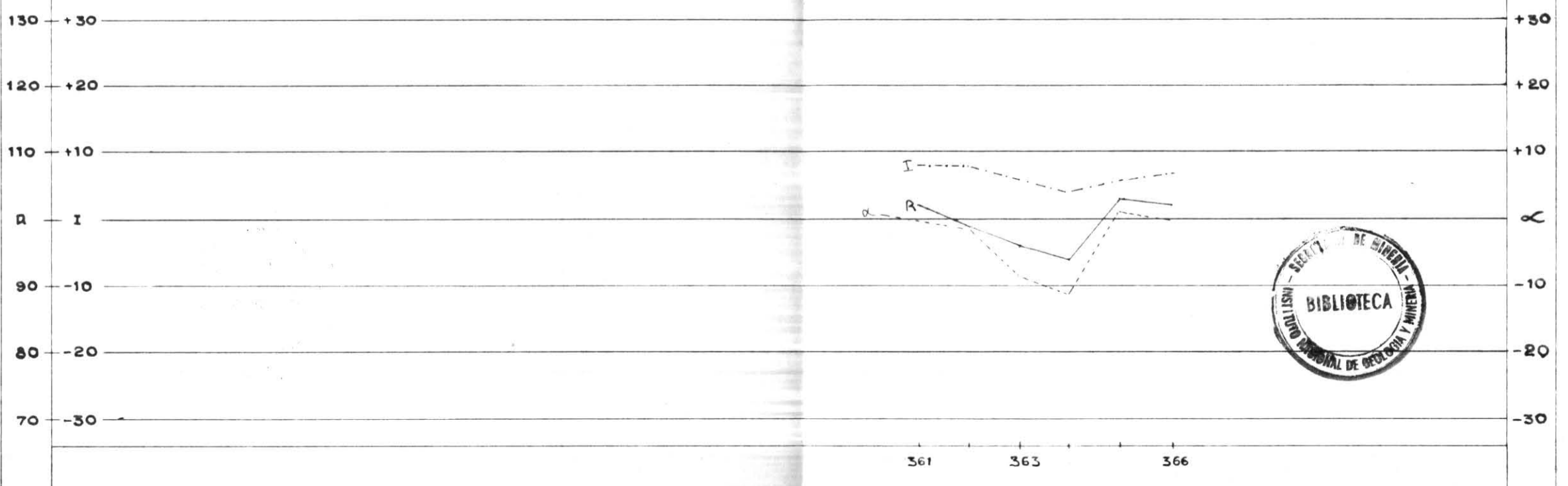
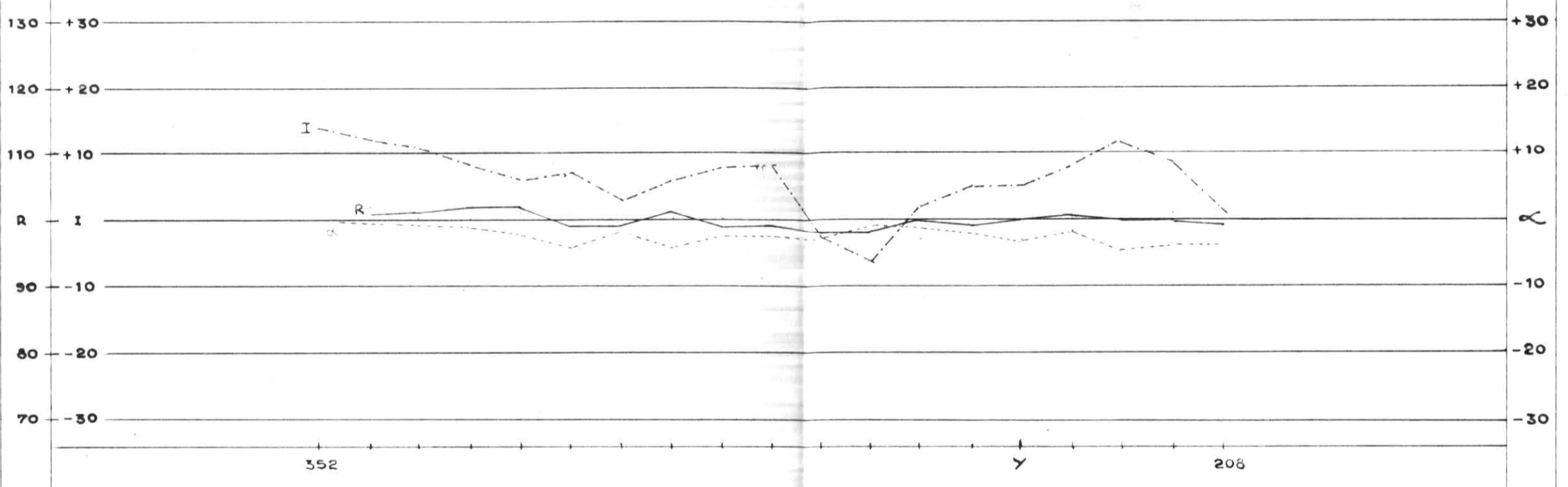
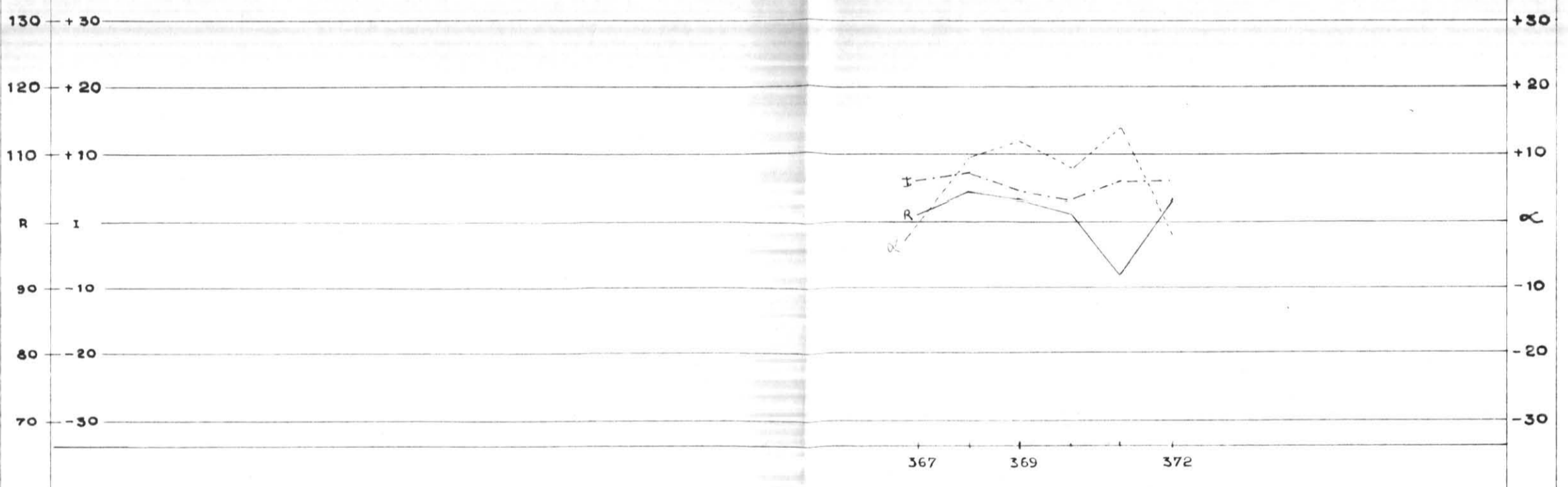
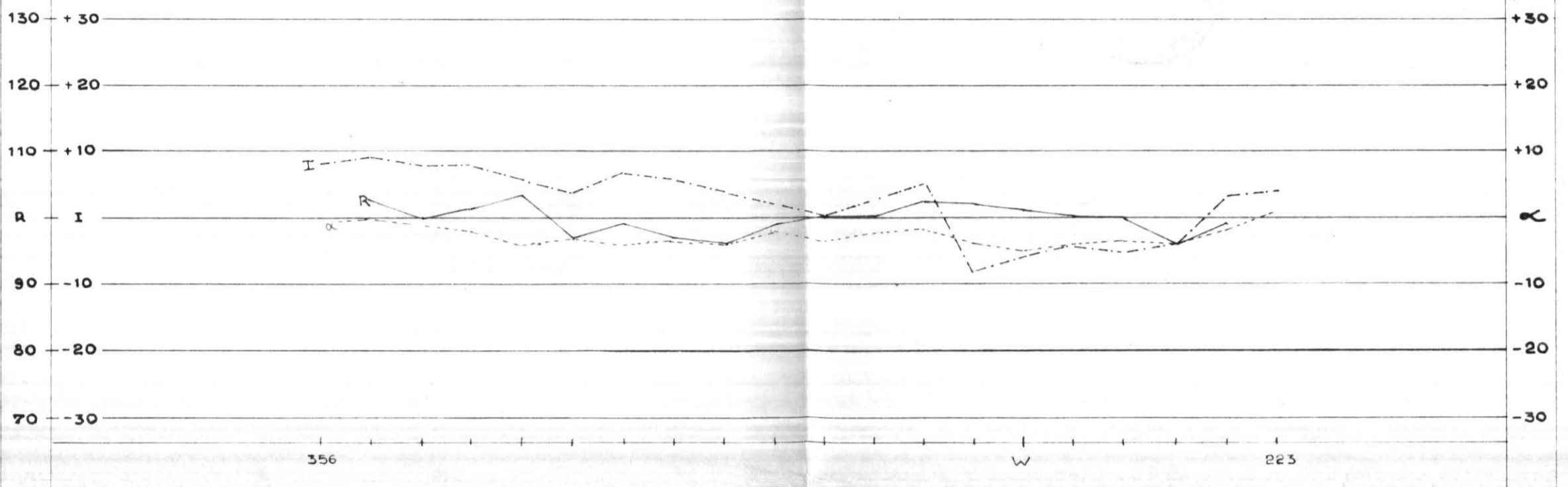
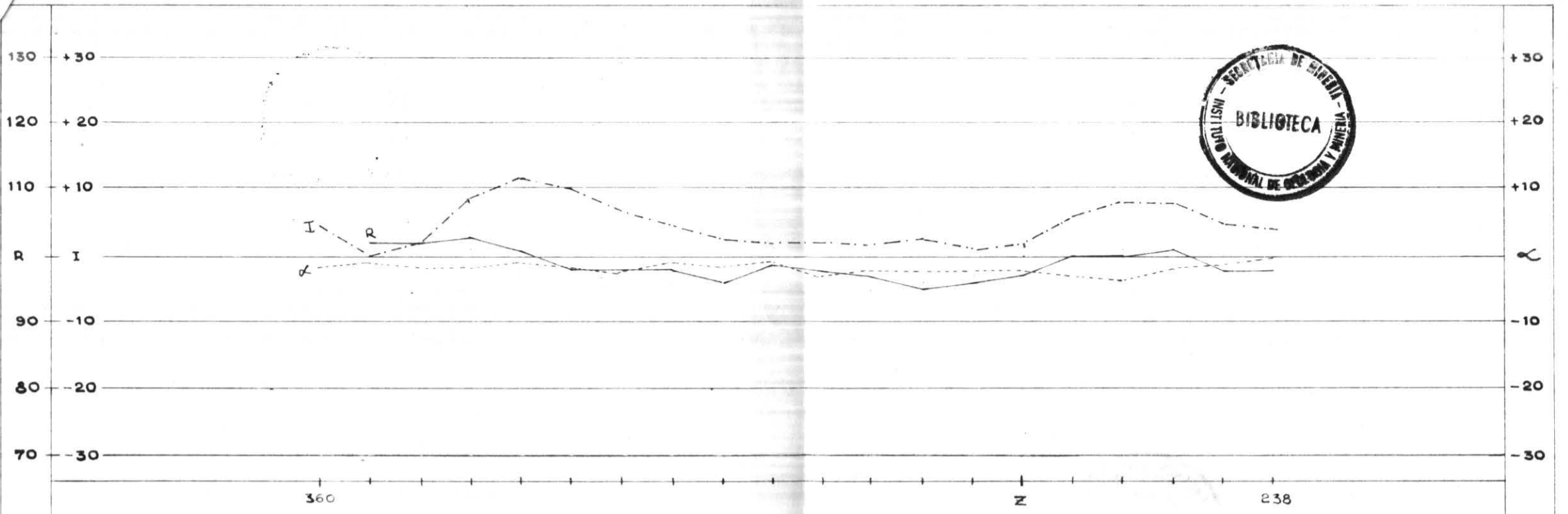


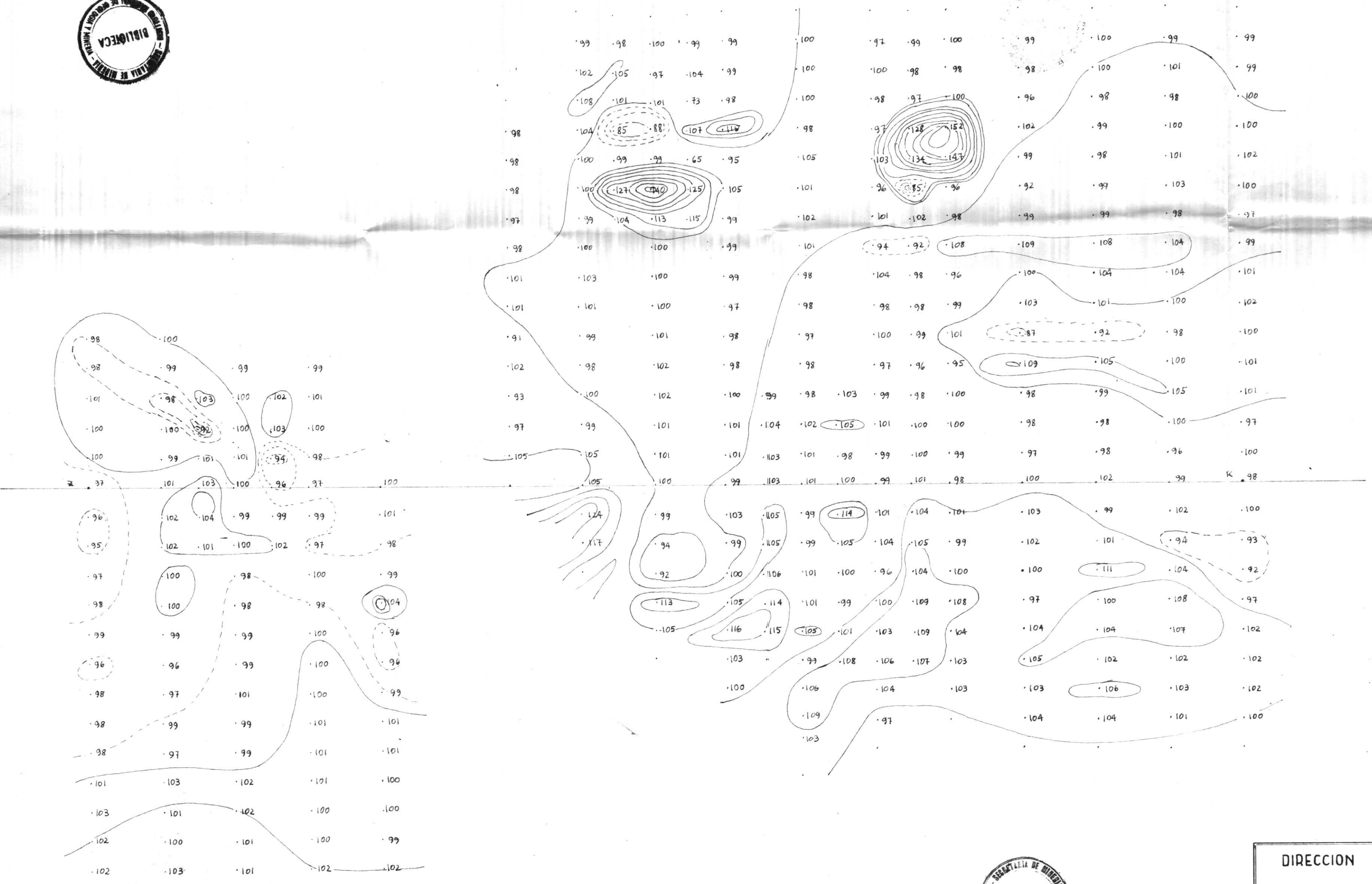


3

4

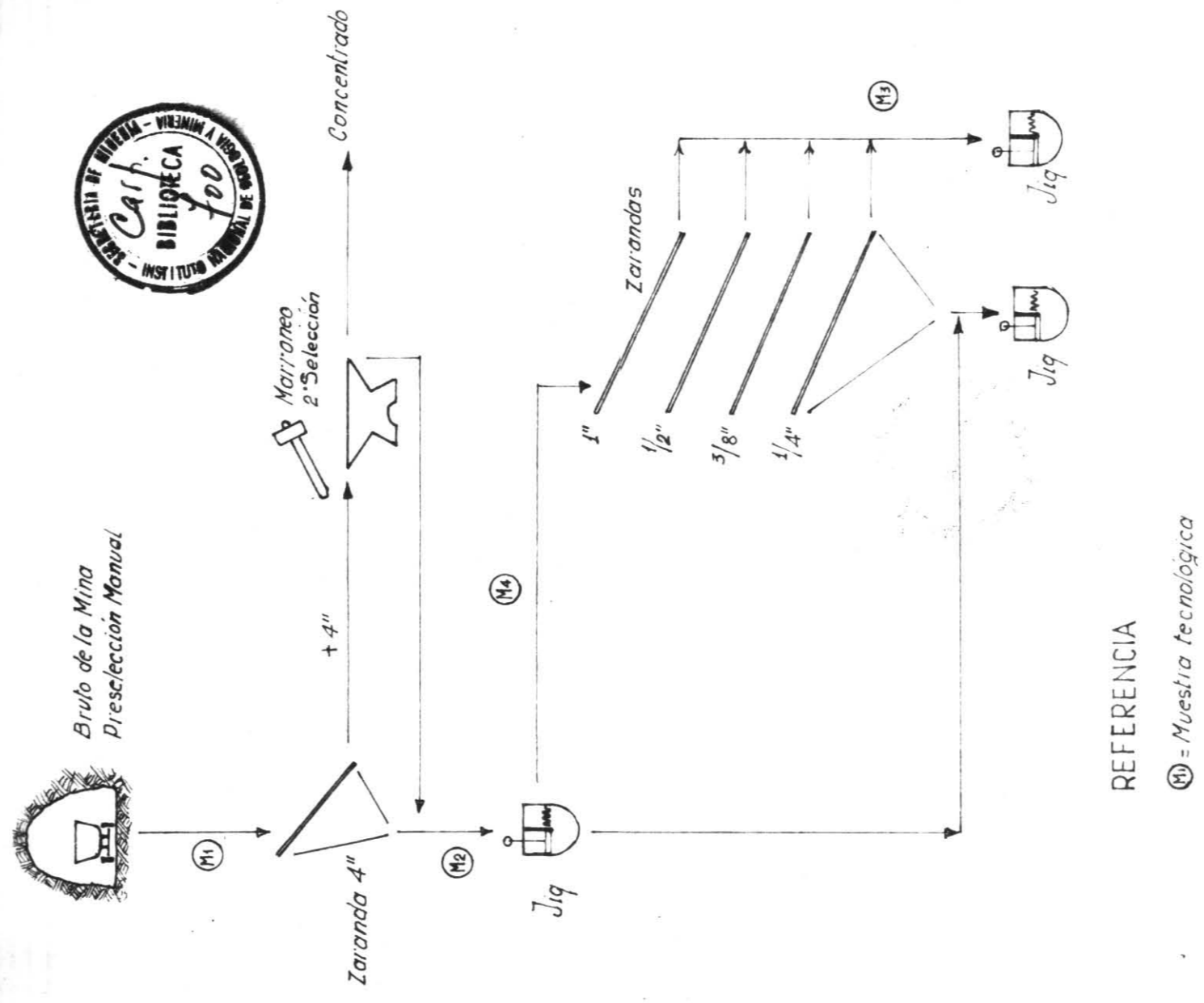






DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA JUJUY	
MINA: OLGA	
RELEVAMIENTO: ELECTROMAGNETICO	
COMPONENTE: R	
REALIZO:	ESCALA: 1:2000
DIBUJO:	FECHA: 20-8-68
REVISO:	Nº:

LAMINA : IX



DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA
JUJUY

MINA: "OLGA"
CANTON: EL TABAJAO
CONCEPCION

UBICACION DE LAS MUESTRAS
TECNOLÓGICAS

Original: K. R. A. I. A.

Dibujos: H. R. R. R. R.

Revisado: K. R. A. I. A.

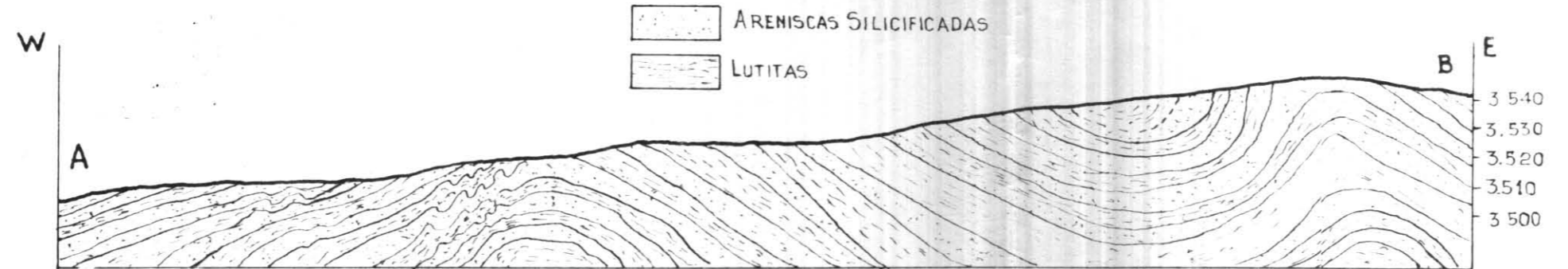
Fecha: 4/16/79



REFERENCIAS

	MINERALIZACION UTIL		BOCA MINA
	FRACTURAS		PROYECCION DE LAB SUBTERRANEAS
	RUMBO Y BUZAMIENTO DE ROCAS		POZOS CRIOLLOS
	RUMBO Y BUZAMIENTO DE DIACLASAS		TRINCHERAS
	PLEGAMIENTO		O ₁ ar-2l? ORDOVICICO - LLANVIRNIANO?
	PERFILES DE OBS GEOELECTRICAS CON LUGARES DE ANOMALIAS		

PERFIL A-B
 ESCALA = 1:2.000



DIRECCION PROVINCIAL DE MINERIA-JUJUY

MINA "OLGA" - COBRE

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
 GEOLOGICO - ESQUEMATICO

REALIZACION	GEOLOGIA: IBLESIAS - TUTTOLOMONDO TOPOGRAFIA: FELICIANO PEREZ	ESCALA 1:2.000
DIBUJO	R.G. KELLER	FECHA: ABRIL de 1969
REVISION	GEOL: FERNANDO TUTTOLOMONDO	N° ARCHIVO:

