

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS



CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 8º PISO
SANTIAGO

PROSPECCION Y EVALUACION DE ANDALUCITA EN LA CORDILLERA DE
NAHUELBUTA Y RECONOCIMIENTO DE LOS YACIMIENTOS DE GRANATE
DE SANTA JUANA Y CARAMPANGUE

José Cabello L.

Sección Minería No Metálica
Departamento de Geología Económica
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
Agosto, 1974





PROSPECCION Y EVALUACION DE ANDALUCITA EN LA CORDILLERA DE
NAHUEL BUTA Y RECONOCIMIENTO DE LOS YACIMIENTOS DE GRANATE
DE SANTA JUANA Y CARAMPANGUE

INDICE

	pág.
INTRODUCCION	1
Antecedentes	1
Objetivo del estudio	2
Ubicación y acceso	2
Clima y vegetación	4
Recursos naturales	5
Fisiografía	6
Estudios anteriores	7
Método de trabajo	7
Agradecimientos	9
MARCO GEOLOGICO REGIONAL	10
Rocas metamórficas	10
Intrusivo granítico	15
Cubierta sedimentaria mesozoica y cenozoica	16
Conclusiones generales	17
GEOLOGIA DE LOS YACIMIENTOS DE ANDALUCITA	18
Aspectos generales	18
Especificaciones técnicas	20
GEOLOGIA DEL YACIMIENTO DE GRANATE DE SANTA JUANA ...	21
Aspectos generales	21
Granulometría	24



INDICE (Continuación)

	pág.
PRODUCCION Y RESERVAS	30
Yacimientos de andalucita	30
Yacimientos de granate de Santa Juana	30
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
Yacimiento de andalucita	33
Yacimientos de granate de Santa Juana	34
REFERENCIAS	36
ANEXO - ANALISIS GRANULOMETRICO Y CURVAS DE POR- CENTAJE ACUMULATIVO.	

ILUSTRACIONES

- Fig. 1 - Plano de ubicación y acceso.
- Fig. 2 - Geología Regional del sector norte de la Cordillera de Nahuelbuta, con énfasis en la zonación metamórfica (fuera de texto).
- Fig. 3 - Geología del sector comprendido entre Laraquete y Carampangue (fuera de texto).
- Fig. 4 - Bosquejo Geológico y ubicación de las faenas del yacimiento de granate de Santa Juana (fuera de texto).



PROSPECCION Y EVALUACION DE ANDALUCITA EN LA CORDILLERA DE
NAHUEL BUTA Y RECONOCIMIENTO DE LOS YACIMIENTOS DE GRANATE
DE SANTA JUANA Y CARAMPANGUE

INTRODUCCION

ANTECEDENTES

A comienzos del año 1973, el Instituto de Investigaciones Geológicas (IIG) estableció los contactos necesarios con el Departamento de Geología de la Universidad de Chile, a fin de que éste último llevara a cabo -mediante convenio- la prospección y evaluación de andalucita en la Cordillera de Nahuelbuta y el reconocimiento de los yacimientos de granate de Santa Juana y Carampangue. Por diferentes motivos, dicho convenio no pudo concretarse, a pesar de lo cual el Departamento de Geología proporcionó el marco geológico regional que se incluye en el presente informe.

Posteriormente (agosto, 1973), se procedió a firmar un contrato de investigación entre el IIG y CORFO-Concepción, mediante el cual se encomendaba al IIG la evaluación de los yacimientos de andalucita de Nahuelbuta y de granate de Santa Juana y Carampangue. Este informe presenta todos los aspectos de la investigación realizada.



OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo de este estudio es efectuar una prospección y evaluación de depósitos de andalucita en la Cordillera de Nahuelbuta entre las localidades de Lota y Carampangue. La andalucita ($Al_2O_3 \cdot SiO_2$) es un aluminosilicato de utilidad, pues los productos de su calcinación son altamente refractarios. En nuestro país, se emplea escasamente, y este estudio busca ver qué perspectivas tiene.

También se aprovechó de realizar un reconocimiento preliminar de los yacimientos de granate de Santa Juana y Carampangue, para obtener primordialmente, una estimación de la cantidad de mineral que existe en los yacimientos.

UBICACION Y ACCESO

La zona estudiada (fig. 1), en relación con depósitos de andalucita tiene los siguientes límites: por el norte $37^{\circ}00'$ latitud sur; por el sur, $38^{\circ}00'$ latitud sur; por el este, el meridiano $72^{\circ}30'$ longitud oeste y por el oeste el Océano Pacífico. Administrativamente, el área abarca sectores de las provincias de Concepción, Bío Bío, Arauco y Malleco.

Se estudió también con más detalle, para la prospección de andalucita, un área de 16×5 km elongada en dirección nortesur, que se ubica en el sector limítrofe de las provincias



de Concepción y Arauco, entre las localidades de Laraquete y Carampangue, abarcando una parte del flanco occidental de la Cordillera de Nahuelbuta. El acceso se realiza por la carretera que une Concepción con Carampangue, y posteriormente es necesario tomar caminos secundarios (fig. 3) que recorren el interior de la zona, señalando que estos últimos son poco aptos para recorrerlos en la estación lluviosa.

Los yacimientos de granate de Santa Juana están situados a 7 km al oeste del pueblo de Santa Juana (fig. 4), en la comuna del mismo nombre, departamento de Coronel, provincia de Concepción, en un sector que corresponde al flanco oriental de la Cordillera de Nahuelbuta. El camino que une Santa Juana con Coronel es el primordial acceso hasta las acumulaciones principales de sedimentos fluviales granatíferos y que se encuentran adyacentes al puente caminero que pasa sobre el río Lía. Además de estas acumulaciones, existen otras localidades granatíferas distribuidas entre 2 y 7 km río arriba a contar desde el puente, cuyo acceso es posible mediante los senderos que existen por las riberas del río.

Los mal denominados yacimientos de granate de Carampangue, se encuentran en las orillas de sedimentación del río Lía, un par de kilómetros antes de la confluencia del río Lía con el río Pichipehuenco (fig. 3) y corresponden a indicios de granate



en fragmentos muy finos, sin importancia económica que se encuentran en arenas y gravas ricas en andalucita.

CLIMA Y VEGETACION

Según la clasificación de Köeppen in "Geografía Económica de la CORFO", la zona estudiada tiene un clima templado-cálido con lluvias invernales.

Estudios anteriores (Fuenzalida Ponce, 1965), indican las siguientes características para la zona: "debido a la situación marítima de la zona, las variaciones de temperatura son reducidas, teniéndose que el mes más cálido del año es enero con sólo 18,0° en promedio y el mes más frío es julio con un promedio de 9,6° C".

La dirección de los vientos predominantes es variable; así se tiene que en invierno el viento norte es dominante y a partir de septiembre, el viento noroeste se hace preponderante.

El promedio de precipitaciones anuales alcanza a 1.320 mm, considerándose meses húmedos los comprendidos entre mayo y septiembre, ambos inclusive. Diciembre a marzo son francamente secos. Octubre, noviembre y abril, aunque se consideran secos; registran precipitaciones de alguna importancia.



La vegetación es abundante predominando el carácter boscoso; dentro del grupo de los árboles mayores principalmente se encuentran los siguientes: Nothofagus obliqua (roble), N. Rombeyi (coihue), Persea lingue (lingue), Drimys winteri (canelo). Entre los árboles pequeños se ha podido identificar Geomina avellana (avellano) y Peumus boldus (boldo). Entre los arbustos se han reconocido Uqui molinae (murtilla) Psovalca glandulosa (culun) y Chusquea (coligue). Existen además plantas trepadoras: Lapageria rosea (copihue), Cissus stratia (roqui colorado), Boquila trifoliata (voqui) y Her-
veria Stelata (zarza).

Es importante señalar que en esta zona existen importantes plantaciones frutales y bosques en explotación, a ejemplo: pino insigne.

RECURSOS NATURALES

Existen abundantes recursos naturales en la zona estudiada; es fácil obtener alimentación puesto que hay bastante crianza de animales (ganado vacuno principalmente), como también bastantes caletas de pescadores donde es posible obtener buenos productos del mar.

Como se ha señalado anteriormente, en la región existen importantes centros forestales; esto implica abundancia de combustibles vegetales. Asimismo, en ella se encuentran las



principales minas de carbón del país, las cuales constituyen una importante fuente de combustible.

Recursos de agua, como es característico en estas latitudes, son abundantes y provienen principalmente de ríos y esteros; sin embargo, ante la necesidad de obtener energía eléctrica estos recursos pueden resultar insuficientes por ser los ríos en general poco correntosos, en relación a los del sector andino.

FISIOGRAFIA

Existe un predominio del relieve montañoso, con elevaciones medias de 400 a 500 m s.n.m., que caracterizan a la Cordillera de Nahuelbuta, donde se encuentra la región estudiada. Al oriente de este cordón montañoso se encuentra una extensa llanura aluvial cuya altura promedio es de 80 m s.n.m.

Entre los cursos de agua que cruzan la zona, destaca ampliamente el río Bío Bío que atraviesa gran parte del sector, existiendo además numerosos cauces menores que convergen al Bío Bío y al Océano Pacífico.

En general, es posible señalar que hay un promedio del relieve maduro, es decir, las formas tienden a ser suavizadas.



ESTUDIOS ANTERIORES

Existen bastantes trabajos geológicos realizados en la zona, pero la mayoría enfocados a problemas específicos tales como carbón, arcillas, arenas de playa, etc. En el caso de estudios de geología regional se trata sólo de bosquejos o informes preliminares, aunque existen también trabajos de detalle relativos a temas específicos de estratigrafía, micropaleontología y metamorfismo.

En relación con el tema en estudio, existen algunos informes que se citan en la referencia bibliográfica. Por otra parte, se utilizaron los apuntes de terreno de los geólogos Mónica del Campo y Estanislao Godoy, quienes a mediados de 1973 visitaron algunos sectores de la zona.

METODO DE TRABAJO

El mapa geológico, escala 1:250.000 de la región (fig. 2), fué realizado por Francisco Hervé (Geólogo, Depto. de Geol., U. de Chile) con el propósito de establecer la zonación de minerales metamórficos en torno al batolito que conforma la mayor parte de la Cordillera de Nahuelbuta, al norte del lago Lanalhue; se hicieron para tal efecto, recorridos perpendiculares al cordón montañoso por los caminos que lo atraviesan, recogiendo muestras las que fueron posteriormente



analizadas en laboratorio. En cada perfil se determinó la primera aparición de los minerales índices: biotita, andalucita y silimanita, y luego se interpoló entre ellos las líneas isogradadas.

Los afloramientos no son muy abundantes en el área, por lo cual se presume que las isogradadas están localizadas con una imprecisión de hasta 500 m. En el caso del mapa geológico, escala 1:50.000 del área de 16x5 km situada entre Laraquete y Carampangue, se empleó en general el mismo método descrito arriba cambiando el detalle de las observaciones y enfatizándose los lugares con concentraciones anómalas de andalucita.

En el yacimiento de granate de Santa Juana, el trabajo de terreno consistió en el reconocimiento geológico de las nueve faenas en explotación en el momento del estudio, procediéndose al muestreo de cada una de ellas mediante el empleo de un pequeño cajón de 0.008 m³, con el objeto de obtener un volumen constante de muestra y lograr de este modo una visión comparativa del mineral extraído en todas las faenas. Al mismo tiempo se procedió a obtener las dimensiones de los diferentes sectores con mineral mediante huincha y telémetro. La ubicación se verificó en una carta topográfica 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar y la altura se controló con un altímetro Thommens 1 a 5.000 m. Las muestras obteni-



das fueron pesadas en los laboratorios de la Universidad de Concepción; los estudios granulométricos y las determinaciones mineralógicas fueron encargadas a los Laboratorios del IIG.

La señorita Silvia Moraga tuvo a su cargo los estudios granulométricos y la señora Carmen Schwarze hizo las determinaciones mineralógicas (Difracción de Rayos X).

AGRADECIMIENTOS

En la campaña de terreno, fué importante la cooperación prestada por el personal de la Sociedad Minera Oriana-Río Lía, así como también la colaboración del personal de las Empresas Forestal Arauco y Celulosa Arauco.

El señor Estanislao Godoy proporcionó información específica y colaboró gentilmente en otros detalles del estudio.

El señor Luis Marín de Refractarios Chilenos S.A., se encargó de realizar las especificaciones técnicas de la andalucita, en los laboratorios de su empresa.



MARCO GEOLOGICO REGIONAL (*)

En el área estudiada se reconoce la existencia de tres grandes unidades geológicas:

- a) Rocas metamórficas
- b) Intrusivo granítico
- c) Rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas

ROCAS METAMORFICAS

Se describirán con más detalle que las otras unidades, por ser éstas rocas las que contienen la andalucita.

Estructura

Las rocas metamórficas presentes en el área están generalmente formando pliegues de pequeña amplitud (1 a 10 m). Estos pliegues se han generado en diversas etapas de plegamiento, por lo que los rumbos observables son extremadamente variables, predominando los norte-sur y los noroeste.

Los planos de estratificación están bien conservados en las zonas de biotita y andalucita. En la zona de silimanita, compuesta por gneises, están generalmente borrados por transposición y recristalización de las rocas.

(*) Por Francisco Hervé, Depto. Geología, U. de Chile.



Los planos de foliación tectónica de las rocas, presentan rumbos variables entre noroeste y norte-sur y parecen conformar una gran estructura sinclinal, en cuya región axial estaría alojado el cuerpo granítico mayor de la Cordillera de Nahuelbuta.

Litología original

La litología original de las rocas que fueron metamorfizadas, corresponde a una alternancia monótona de lutitas y grauwacas, con escasas intercalaciones de horizontes calcáreos impuros. De estas rocas primitivas, sólo las lutitas pueden dar origen a rocas metamórficas que contengan andalucita en cantidades importantes.

Zoneografía

Las zonas metamórficas individualizadas en la Cordillera de Nahuelbuta, caracterizadas por sus minerales índices biotita, andalucita y silimanita, forman franjas paralelas al contacto granito-rocas metamórficas, excepto en la parte norte del área donde ésta relación se pierde (fig. 2).

La litología y mineralogía dentro de cada zona son bastante uniformes a lo largo de toda su extensión.



- i) Zona de biotita: formada por una alternancia de pizarras y metaareniscas, complejamente plegadas, que presentan venas de cuarzo delgadas y en pequeña cantidad.

Las asociaciones mineralógicas predominantes son:

cuarzo-albita-muscovita-clorita-biotita⁺ granate en filitas y metaareniscas y cuarzo-calcita-clorita-tremolita-epidota en las rocas calcosilicatadas.

Las localidades donde se presenta bien desarrollada esta zona son: los cortes del camino Purén-Contulmo hacia las vecindades de Purén y los acantilados costeros entre Laraquete y Chivilingo.

- ii) Zona de andalucita: la zona de andalucita está definida por la primera aparición de este mineral en el sentido de metamorfismo progresivo y por la aparición de silimanita hacia rocas de más grado metamórfico. Se pueden distinguir en ellas dos fases:

- fase Colcura: estauroлита acompaña a la andalucita;
- fase Carampangue: la andalucita es el único silicato de aluminio presente.



Fase Colcura: Su lugar típico es la península al sur de Playa Colcura. Se observa ahí una interestratificación muy plegada de filitas y metaareniscas, con intercalaciones delgadas de rocas calcosilicatadas. Las filitas presentan una esquistosidad bien desarrollada que corresponde al plano axial de los pliegues más evidentes.

La matriz de las pelitas, rocas provenientes de sedimentos arcillosos, está compuesta de cuarzo, albita, biotita y muscovita y rodea a numerosos porfiroblastos de estauroлита (de tamaño promedio 1 cm) y grandes cristales de andalucita con distribución algo más errática.

La andalucita se presenta en prismas automorfos de 1 cm de diámetro y longitud variable entre 5 y 20 cm. En algunos afloramientos la andalucita se presenta restringida a los bancos pelíticos; en otros, aparece asociada a venas de cuarzo discordantes con la estratificación. La andalucita se presenta generalmente con alteración periférica a mica blanca.

Fase Carampangue: Se extiende de Carampangue al sur; la andalucita se presenta en rocas de tipo hornfésico, más pequeña, en general que en la fase Colcura y muchas veces parcial o totalmente alterada a mica blanca.



En los alrededores de Nacimiento, la andalucita se presenta acompañada de cordierita, ambos minerales muy frescos. En esta área se encuentra también algunas rocas básicas metamorfozadas a rocas córneas de cumingtonita y plagioclasa.

- iii) Zona de Silimanita: la zona de silimanita está constituida por gneises, generalmente bandeados, en los cuales la estratificación original ha sido completamente obliterada por los fenómenos metamórficos. Los gneises presentan generalmente abundante silimanita fibrosa y en algunos casos prismática. Su porcentaje en la roca es comúnmente pequeño, excepto en las cercanías del gabro que intruye a las rocas metamórficas algunos kilómetros al oeste de Angol, donde se desarrolla silimanita muy abundante. Hay una facie petrográfica muy típica de los gneises con silimanita, que aparece bien desarrollada en el Parque Nacional de Nahuelbuta, en que este mineral asociado a cuarzo y mica blanca forman abundantes nódulos en las rocas, dando origen a los llamados gneises con "huevo de paloma".

La silimanita se presenta generalmente acompañada de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, cordierita y micas. En ciertos casos, aparecen también en estas rocas, cristales de andalucita, estaurolita o granate, generalmente fracturado y alterado.



Gneises ricos en granate porfidoblástico se encuentran cerca del contacto norte del batolito de Nahuelbuta, hacia el suroeste de Santa Juana. También, es destacable la presencia de bancos de granatita en las cabecezas del río Purén, al norte de Purén, cerca del contacto sur del batolito central. En general, se puede observar que el granate es más abundante cerca de los contactos granito-gneises, tanto en las rocas metamórficas como en las rocas intrusivas.

INTRUSIVO GRANITICO

La parte central de la Cordillera de Nahuelbuta está constituida por un macizo granítico, cuya forma general semeja una herradura y se ubica en la zona de más alto grado metamórfico.

Los contactos con las rocas metamórficas no son en general nítidos: existe a menudo una zona de migmatita en las cuales alternan septos de gneises con bandas graníticas, que gradan unos a otros.

En el interior del cuerpo granítico se encuentran también algunos grandes septos de gneises como es el caso de Vegas Blancas. También es posible observar en el seno del granito, inclusiones oscuras, lenticulares, orientadas paralelamente entre sí y zonas donde el aspecto del granito es gneisoide.



Petrografía

El macizo no es homogéneo petrográficamente. Son rocas faneríticas, macizas, de color gris claro a gris oscuro. En la parte central del cuerpo predominan granodioritas y tonalitas con biotita y hornblenda, que presentan generalmente algunos fenocristales de microclina. Hacia la periferia del macizo, se presentan rocas graníticas ricas en muscovita y feldespato potásico.

En la porción nororiental del cuerpo, se desarrollan amplias extensiones de granitos que poseen abundantes fenocristales de granate de 2 o 3 cm de diámetro, originados probablemente por contaminación de magma granítico con rocas aluminosas.

CUBIERTA SEDIMENTARIA MESOZOICA Y CENOZOICA

En la mayor parte del área, las rocas metamórficas y graníticas constituyen la actual superficie de erosión. Sin embargo, en dos regiones se presentan rocas estratificadas depositadas discordantemente sobre ellas:

- en la vertiente oriental de la Cordillera de Nahuelbuta, cerca de la localidad de Santa Juana, una secuencia del Triásico Superior (Tavera, 1960), constituida por conglomerados, areniscas y lutitas reposa sobre gneises y granitos.



en la vertiente occidental de la Cordillera de Nahuelbuta, al interior de Curanilahue, se observa una secuencia de conglomerados finos y lutitas carbonosas que se apoya discordantemente sobre el granito central. La edad de estas rocas no se conoce, pero es probable que haya sido depositado durante el Terciario Superior.

CONCLUSIONES GENERALES

En la Cordillera de Nahuelbuta aflora una secuencia de rocas metamórficas intruídas por un cuerpo granítico, de edad pre-Triásico Superior.

La secuencia de rocas metamórficas, constituida inicialmente por una alternancia de lutitas y grauvacas, presenta un gradiente de metamorfismo hacia el intrusivo central. Se ha podido distinguir zonas de clorita, biotita, andalucita y sillimanita.



GEOLOGIA DE LOS YACIMIENTOS DE ANDALUCITA

ASPECTOS GENERALES

El área estudiada (fig. 3), presenta tres tipos de depósitos (del Campo y Godoy, 1973):

Mineral de andalucita en rocas metamórficas no alteradas

Consiste en una alternancia monótona de capas pelíticas y metagrauvacas, con algunas intercalaciones calcáreas. Las potencias de los estratos son variables, determinándose un valor promedio aproximado de 0,5 m; los estratos presentan estructuras complejas con abundantes pliegues de pequeña amplitud.

La andalucita está asociada a los horizontes pelíticos, los cuales por metamorfismo se han transformado en filitas y esquistos, cuya composición mineralógica es: biotita-muscovita-cuarzo-oligoclasa con porfiroblastos de andalucita o estauroлита. Los porfidoblastos de andalucita son quiastolíticos, de color rosado, blanco o a veces incoloros, de 0,5 hasta 20 cm de largo, siendo su tamaño promedio de 5 cm. La estauroлита se presenta en cristales más pequeños a menudo maclados (sector de Chivilingo).



Los afloramientos con mayor cantidad de andalucita se ubican en la divisoria del estero Las Corrientes y Río Pichilo, con los números 10 y 11 en el mapa geológico (fig. 3). El afloramiento N° 1 -situado en el sector norte del área- también corresponde a este tipo, aunque es mucho más pobre en andalucita.

Mineral de andalucita en roca intemperizada in situ

Las filitas y esquistos con andalucita presentan en gran parte del área, un avanzado estado de intemperización, permaneciendo inalterados sólo el cuarzo y la andalucita. La andalucita muestra en general las mismas características que en el caso anterior, aunque se observa un mayor grado de alteración a mica blanca.

Destacan por su contenido de andalucita los sectores marcados en el mapa con los números 4, 5, 11 y 12; también se consideran de interés, aunque con menor contenido, los sectores marcados con los números 3 y 6.

Depósitos Aluviales

En el área mapeada a escala 1:50.000, la andalucita es un componente común de los sedimentos que constituyen las terrazas fluviales. Sin embargo, las terrazas de los ríos Lía y Laraquete son de pequeño desarrollo y contienen sólo un pequeño porcentaje de andalucita.



Por otra parte estas terrazas presentan mala selección de los clastos, lo que impide que haya un contenido económico del mineral prospectado. A pesar de estos factores negativos, se individualizaron tres acumulaciones: la que lleva el número 2 en el río Laraquete y las que llevan los números 7 y 8 en el curso inferior del río Lía.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Se realizó un ensayo de Cono Pirométrico Equivalente (P.C.E.), un indicador de la refractariedad como ensayo preliminar, para detectar la factibilidad de uso como material refractario a una muestra de andalucita del sector estudiado.

El resultado promedio que este producto entregó, es de Cono Pirométrico Equivalente inferior a N° 26, que corresponde a 1.621°C, siendo este resultado negativo, ya que actualmente se estima como requerimiento mínimo, valores sobre cono N° 30.



GEOLOGIA DEL YACIMIENTO DE GRANATE DE SANTA JUANA

ASPECTOS GENERALES

En realidad luego de los estudios realizados se ha podido determinar que existen sólo yacimientos granatíferos en el sector de Santa Juana, ya que en el reconocimiento efectuado en el río Lía en las cercanías de Carampangue, solamente se detectaron indicios de este mineral.

Los depósitos están constituidos por el material arenoso que acarrea el río Lía, el cual atraviesa, dentro del sector en estudio, rocas metamórficas y graníticos gneisícos con alto contenido de granate, erosionándolas e incorporando este mineral a las arenas y gravas presentes en su lecho. En general, son cuerpos de forma tabular, alargados en el sentido del escurrimiento de las aguas y cuyas dimensiones están dadas en el cuadro N° 2.

Los sedimentos del lecho del río están constituidos por arenas medias a gruesas y gravas. La composición mineralógica de las primeras (Alarcón, 1973) es: cuarzo redondeado con inclusiones pequeñas de zircón, feldespato, clorita y biotita escasas, zircón en formas euhedrales, anfíbolos, epidotas y esfeno y granate abundante, tipo almandino, anhedrales, de formas irregulares y fractura concoide.



Entre los minerales opacos y magnéticos existe magnetita, ilmenita y algunos minerales ferromagnesianos. Las gravas están constituidas por rodados de filitas, esquistos y gneises con buen redondeamiento. En ambos sedimentos, el granate destaca por su color rojo castaño.

El granate del río Lía fué determinado mediante difracción de rayos X concluyéndose que se trata de un granate almandino de composición $3\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$, es decir, es un granate de hierro y aluminio.

El granate se extrae del lecho del río Lía, previo desvío de sus aguas mediante tacos y barreras de protección de la parte que se quiere explotar; existen antecedentes que se han explotado también las orillas de sedimentación. En el momento del estudio se reconocieron nueve faenas (fig. 4), correspondiendo la totalidad a sectores del lecho del río, secados artificialmente.

Para los efectos de este estudio se separaron en dos grupos:

Tres de ellas se encuentran en las cercanías del puente caminero río Lía en el sector comprendido entre 1 km aguas arriba del mencionado puente hasta 1 km aguas abajo desde el mismo.



Este parece ser el sector más explotado y en él se pueden observar la presencia de terrazas, las cuales han sido parcialmente explotadas. En general, se puede decir que en este lugar el granate que se extrae es más fino (2 a 3 mm) que el obtenido en las seis faenas restantes. El sector próximo al puente Lía corresponde a una zona de meandros y en general el río ya menos encajonado que en el sector donde se encuentran las faenas restantes.

Las otras seis faenas están en el sector comprendido entre 2 y 7 km aguas arriba a partir del puente caminero Lía, siendo la mayoría de ellas de menores dimensiones que las mencionadas anteriormente; ellas están ubicadas en sectores encajonados y de acceso más difícil. En estas faenas se observa un aumento en el tamaño de los granos de granate que se obtienen (hasta 1 cm de diámetro), como también mayor cantidad de mineral por unidad de volumen.

La extracción se realiza removiendo a pala el sedimento y pasándolo luego por un harnero de unos 3 a 4 mm de abertura, obteniéndose así el material que se deposita en las canoas. Estos implementos son canaletas de madera lisa de unos 3 m de largo y de 0.50 m de ancho que están dispuestas al lado de las faenas semi sumergidas en el río, donde al mover el material por medio de paletas y por acción del agua, se lo-



gra la separación de la fracción pesada (granates) y la fracción liviana (arenas) consiguiéndose así el concentrado, que una vez seco se lleva a las bodegas para pesarlo y posteriormente enviarlo a Santiago.

GRANULOMETRIA

Nueve muestras de los yacimientos de granate de Santa Juana (fig. 4), fueron sometidas a un análisis granulométrico, siguiendo el siguiente esquema de trabajo:

- 1) Se determinó el color de la muestra, según carta de colores "Rock Color Chart"
- 2) Se cuarteó la muestra
- 3) Se pesó una de las partes
- 4) Se tamizó la muestra, en este caso por vía seca
- 5) Se pesó cada fracción de los tamizados
- 6) Se hicieron los cálculos correspondientes
- 7) Se realizó curva de porcentaje acumulativo.

A continuación, se indica la serie de tamices usados y su correspondiente terminología:



<u>Nº tamíz Tyler</u>	<u>Tamaño (mm)</u>	<u>Terminología</u>
10	2	Arena muy gruesa
18	1	Arena muy gruesa
35	0.500	Arena gruesa
60	0.250	Arena mediana
120	0.125	Arena fina
230	0.063	Arena muy fina
Residuo		Limo

El material tamizado permite obtener una serie de valores en peso y tamaño, a partir de los cuales se calcula el porcentaje de la fracción en la muestra y el porcentaje acumulado; ésto se entrega referido al tamaño y número del tamiz usado, junto con el color y el peso total de la muestra, constituyendo el análisis granulométrico.

Las curvas acumulativas o de porcentaje acumulativo se obtienen, ubicando en abcisas de un gráfico coordinado las dimensiones de las mallas de los tamices consecutivos utilizados y en ordenadas la masa total acumulada referida en porcentaje. En este caso se empleó un sistema semilogarítmico en la representación, usando una escala logarítmica en las abcisas (dimensiones de las mallas de los tamices) y una escala aritmética en las ordenadas (porcentaje de masa total acumulada).



Para estudiar e interpretar las curvas es posible obtener algunos índices que son representativos de las características granulométricas de la muestra. Así, por ejemplo, la mediana (Md) representa el tamaño de grano que corresponde al 50 % acumulado de muestra, indicando así la granulometría del conjunto. El coeficiente de selección (So) es la raíz cuadrada de la relación entre los cuartiles Q_1/Q_3 siendo Q_1 mayor que Q_3 ; los cuartiles son los valores de los tamaños determinados por la intersección de los valores 25 % y 75 % con la curva acumulativa.

A continuación se entregan los valores de estos índices para cada una de las muestras obtenidos de los gráficos con las curvas acumulativas incluídas en el Anexo,

<u>Muestra M-1</u>			<u>Muestra M-2</u>		
Md	=	1,20 mm	Md	=	1,15 mm
Q_1	=	1,55 mm	Q_1	=	1,55 mm
Q_3	=	0,88 mm	Q_3	=	0,86 mm
So	=	1,33	So	=	1,34
<u>Muestra M-3</u>			<u>Muestra M-4</u>		
Md	=	2,45 mm	Md	=	2,05 mm
Q_1	=	2,80 mm	Q_1	=	3,05 mm
Q_3	=	1,65 mm	Q_3	=	1,00 mm
So	=	1,30	So	=	1,74



Muestra M-5

Md	=	2,05 mm
Q ₁	=	2,35 mm
Q ₃	=	1,50 mm
So	=	1,25

Muestra M-6

Md	=	2,95 mm
Q ₁	=	3,15 mm
Q ₃	=	2,40 mm
So	=	1,14

Muestra M-7

Md	=	2,30 mm
Q ₁	=	2,65 mm
Q ₃	=	1,80 mm
So	=	1,21

Muestra M-8

Md	=	2,20 mm
Q ₁	=	2,70 mm
Q ₃	=	1,70 mm
So	=	1,26

Muestra M-9

Md	=	2,30 mm
Q ₁	=	2,85 mm
Q ₃	=	1,45 mm
So	=	1,40

De la interpretación de estos elementos, conjuntamente con los análisis granulométricos y curvas acumulativas entregadas en el Anexo se puede concluir que:

La mediana (Md) varía entre 1,15 mm y 2,95 mm, correspondiendo la mayoría de ellas al rango que va entre los 2 y 4 mm, y por lo tanto la granulometría del conjunto correspon-



de a arena muy gruesa, hecho que se corrobora al estudiar los análisis granulométricos, donde es posible observar que siempre se tiene entre los tamaños iguales o mayores a 1 mm un porcentaje acumulativo mayor que 50 %, lo que define a todas las muestras como arenas muy gruesas, con fracciones de arena gruesa variable, pero de importancia y una fracción media a fina escasa y sin mayor importancia.

Los coeficientes de selección (S_o) obtenidos, varían entre 1,14 y 1,74, quedando todos en el rango entre 1 y 2,5 que el intervalo que corresponde a sedimentos con buena selección.

De la observación de las curvas acumulativas (Anexo N° 1), se obtiene un rasgo común que es la inflexión que presentan todas y está marcando dos fases importantes en el sedimento una fracción gruesa que es la más abundante y otra fina que es la más escasa.

Finalmente, de los estudios granulométricos y las curvas acumulativas (Anexo) y la observación del mapa con la ubicación de las muestras (fig. 4), se puede notar una tendencia a aumentar en el porcentaje de los tamaños mayores de la muestra (mayor o igual a 1 mm), a medida que los sedimentos provienen de los sectores más cercanos, al nacimiento del río Lía. Así se tiene que en las muestras 1, 2 y 3 (que



son las más alejadas del origen del río) la acumulación de granate en los tamaños mayores o iguales a 1 mm alcanzan al 72 % aproximadamente de promedio; en las tres siguientes (muestras N°s 4, 5 y 6) llega a un 87 % de promedio y en las tres últimas (muestras N°s 7, 8 y 9) el valor promedio de la acumulación es 91 %.



PRODUCCION Y RESERVAS

YACIMIENTOS DE ANDALUCITA

Uno de los objetivos de este estudio es evaluar los recursos de andalucita del sector; así se procedió a dimensionar los sectores con concentraciones anómalas, a la vez que se estimó el porcentaje en volumen promedio de andalucita. Estos valores obtenidos conforman el Cuadro N° 1 que se entrega en este informe. El estudio conjunto del mapa (fig. 3) y el Cuadro N° 1, permite visualizar rápidamente los sectores con mayores posibilidades del área.

Conviene hacer notar, que en la zona son escasos los afloramientos, de manera que pueden haber cantidades mucho mayores que ahora no es posible observar.

YACIMIENTOS DE GRANATE DE SANTA JUANA

Producción

A fin de conocer el ritmo de producción de concentrados de granate (90-95 % de mineral aproximadamente) del yacimiento, se inquirió en la administración de la Sociedad Minera Oriana-Río Lía por datos estadísticos recientes, obteniéndose los siguientes:

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS



CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
AGUSTINAS 785 - 6º PISO
SANTIAGO

31.

Año 1972

Enero	17,30
Febrero	19,30
Marzo	24,20
Abril	1,10
Mayo	6,95
Junio	-
Julio	-
Agosto	-
Septiembre	-
Octubre	13,80
Noviembre	23,40
Diciembre	<u>16,40</u>
	<u>122,35 ton de concentrado</u>

Año 1973

Enero	20,90
Febrero	21,30
Marzo	18,55
Abril	14,05
Mayo	9,00
Junio	6,75
Julio	6,75
Agosto	15,00
Septiembre	19,00
Octubre	22,00
Noviembre	19,75
Diciembre	<u>23,00</u>
	<u>196,05 ton de concentrado</u>

Año 1974

Enero	<u>23,00 ton de concentrado</u>
-------	---------------------------------



Aparte de estos datos, se debe mencionar que por razones climáticas, lo normal es que se suspendan las actividades de extracción a principios del mes de mayo y se reinicien en el mes de septiembre.

Reservas

Para obtener una estimación preliminar de la cantidad de mineral que existe en los yacimientos, se muestreó cada una de las nueve faenas, obteniéndose así nueve muestras de volumen constante (un decálitro o $0,008 \text{ m}^3$), a partir de las cuales se obtuvieron los valores que conforman el Cuadro N° 2.

Es interesante destacar, que este cuadro de estimación de reservas al cotejarlo con el bosquejo geológico (fig. 4), permite observar una tendencia al aumento relativo en cantidad de granate que se produce a medida que se traba aguas arriba.

Es conveniente recalcar que los valores obtenidos corresponden exclusivamente a los sectores en explotación en el momento del estudio, significando esto que si se detectaran otros sectores sería posible aumentar la cifra antes entregada.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

YACIMIENTOS DE ANDALUCITA

Conclusiones

- 1) Los depósitos de andalucita del área comprendida entre Laraquete y Carampangue, son parte de las rocas metamórficas que conforman un sector definido precisamente como zona de andalucita o en el caso de los depósitos aluviales, son parte constituyente de las arenas y gravas que han originado terrazas aluviales en los ríos Laraquete y Lía.
- 2) La andalucita es un mineral de origen metamórfico y su presencia se explica por la acción dínamo-termal que efectuó el intrusivo granodiorítico que está al oriente del área estudiada a escala 1:50.000 (fig. 3). La posterior erosión de estas rocas metamórficas, permitió la acumulación de andalucita en terrazas.
- 3) Los estudios de evaluación hechos en el área, permiten determinar la presencia de 3.038 toneladas probables.
- 4) Para detectar la factibilidad de uso como material refractario, se realizó un ensayo con una muestra de andalucita del sector estudiado, obteniéndose un resultado bajo el mínimo requerido.



Recomendaciones

Considerando que la andalucita del sector, no cumple con los requisitos mínimos para ser ocupada como material refractario, no se recomiendan estudios posteriores.

YACIMIENTOS DE GRANATE DE SANTA JUANA

Conclusiones

- 1) Los yacimientos de granate del río Lía, son parte constituyente de las arenas que conforman, tanto las terrazas de sedimentación como el lecho mismo del río.
- 2) El granate proviene de la erosión de la zona de contacto, entre rocas metamórficas (esquistos y gneises de silimanita) y rocas intrusivas graníticas en la cual se presenta el granate en forma de porfiroblastos o fenocristales de hasta 2 cm de diámetro.
- 3) El análisis granulométrico, permite notar una tendencia del aumento de los granos de sedimentos hacia los sectores aguas arriba del río Lía.
- 4) El muestreo de los yacimientos ha permitido determinar que existen 1.349 toneladas de concentrado de granate probables.



Recomendaciones

- 1) Realizar un mapeo geológico a escala 1:50.000, de todo el sector hasta ahora reconocido, a fin de delimitar la zona que aporta el granate.

- 2) Reconocimiento de semi-detalle y de detalle, cuando sea imprescindible, de todo el curso del río Lía, en especial de su nacimiento, para determinar nuevos sectores de acumulación. Estos reconocimientos deben efectuarse mediante piques de acuerdo a las condiciones geológicas existentes.

- 3) Llevar el control estadístico de los lugares explotados y su producción, en lo posible graficando los datos.



REFERENCIAS

- Alarcón, B., 1973. "Minerales Pesados". Estudio de la muestra río Lía. Concepción, CORFO, División de Minería (inédito).
- Del Campo, M. y E. Godoy, 1973. "Prospección y evaluación de depósitos de andalucita en la Cordillera de Nahuelbuta Norte, Prov. de Arauco", IIG-Depto. de Geología (inédito).
- Fuenzalida Ponce, H., 1965. in "Geografía Económica de Chile", CORFO.
- González-Bonorino, F., 1970. "Series metamórficas del Basamento Cristalino de la Cordillera de la Costa, Chile Central". Departamento de Geología, Univ. de Chile, Publicación N° 37.
- Kaiser, L., 1948. "Informe sobre los depósitos de granate de la Sociedad Abrasivos Oriana (río Elías)", Santiago (inédito).

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS



CASILLA 10485 - TELEFONO 30121

AGUSTINAS 785 - 8º PISO

SANTIAGO

A N E X O

ANALISIS GRANULOMETRICOS

Muestra M-1

Resultado del análisis granulométrico

Peso de muestra total : 266 gr.

Color* : rojo moderado 5R 4/6

Nº Tamiz Tyler	Tamaño mm	Peso gr.	%	% Acumulativo
10	2	16,1	6,05	6,05
18	1	156,0	58,64	64,69
35	0,500	90,3	33,94	98,63
60	0,250	1,9	0,71	99,34
120	0,125	1,3	0,48	99,82
230	0,063	0,3	0,11	99,93
Residuo		0,1	0,03	99,96

* El color de las muestras fue tomado de Rock-Color-Chart.

Muestra Nº 2

Resultado del análisis granulométrico

Peso de muestra total: 188 gr.

Color : rojo moderado 5R 5/4

Nº Tamiz Tyler	Tamaño mm	Peso gr.	%	% Acumulativo
10	2	20,0	10,63	10,63
18	1	100,0	53,19	63,82
35	0,500	62,8	33,40	97,22
60	0,250	4,0	2,12	99,34
120	0,125	0,3	0,15	99,49
230	0,063	0,1	0,05	99,54
Residuo		0,8	0,42	99,96

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS



CASILLA 10465 - TELEFONO 30121

AGUSTINAS 785 - 6º PISO

SANTIAGO

-2-

Muestra M-3

Resultado del análisis granulométrico

Peso de muestra total : 390 gr

Color: café amarillento moderado 10YR 5/4

Nº Tamiz Tyler	Tamaño mm	Peso gr	%	% Acumulativo
10	2	268,7	68,89	68,89
18	1	80,7	20,69	89,58
35	0,500	36,4	9,33	98,91
60	0,250	2,9	0,74	99,65
120	0,125	0,5	0,12	99,77
230	0,063	0,3	0,07	99,84
Residuo		0,5	0,12	99,96

Muestra M-4

Resultado de análisis granulométrico

Peso de muestra total: 460 gr.

Color: café amarillento moderado 10YR 6/2

Nº Tamiz Tyler	Tamaño mm	Peso gr	%	% Acumulativo
10	2	235,0	51,08	51,08
18	1	109,0	23,69	74,77
35	0,500	85,1	18,50	93,27
60	0,250	27,5	5,97	99,24
120	0,125	2,8	0,60	99,84
230	0,063	0,2	0,04	99,88
Residuo		0,4	0,08	99,96

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS



CASILLA 10465 - TELEFONO 30121
 AGUSTINAS 705 - 6º PISO
 SANTIAGO

-3-

Muestra M-5

Resultado del análisis granulométrico

Peso de muestra total : 370 gr.

Color: varía entre rojo pálido 5R 6/2 a rojo moderado 5R 4/6

Nº Tamiz Tyler	Tamaño mm	Peso gr	%	% Acumulativo
10	2	197,3	53,32	53,32
18	1	135,0	36,48	89,80
35	0,500	35,8	9,67	99,47
60	0,250	0,8	0,21	99,68
120	0,125	0,3	0,08	99,76
230	0,063	0,2	0,05	99,81
Residuo		0,6	0,16	99,97

Muestra M-6

Resultado del análisis granulométrico

Peso de muestra total: 420 gr.

Color: anaranjado grisáceo 10 YR 7/4

Nº Tamiz Tyler	Tamaño mm	Peso gr	%	% Acumulativo
10	2	354,2	84,33	84,33
18	1	51,3	12,21	96,54
35	0,500	12,0	2,85	99,39
60	0,250	0,7	0,16	99,55
120	0,125	0,4	0,09	99,64
230	0,063	0,3	0,07	99,71
Residuo		1,1	0,26	99,97

Muestra M-7

Resultado del análisis granulométrico

Peso de muestra total : 390 gr

Color : café amarillento pálido 10 YR 6/2

Nº Tamiz Tyler	Tamaño mm	Peso gr	%	% Acumulativo
10	2	272,8	69,94	69,94
18	1	86,8	22,25	92,19
35	0,500	24,4	6,25	98,44
60	0,250	1,7	0,43	98,87
120	0,125	0,8	0,20	99,07
230	0,063	0,6	0,15	99,22
Residuo		2,9	0,74	99,96

Muestra M-8

Resultado del análisis granulométrico

Peso muestra total: 370 gr.

Color: café amarillento moderado 10 YR 5/4

Nº Tamiz Tyler	Tamaño mm	Peso gr	%	% Acumulativo
10	2	226,1	61,10	61,10
18	1	120,7	32,62	93,72
35	0,500	21,1	5,70	99,42
60	0,250	0,5	0,13	99,55
120	0,125	0,2	0,05	99,60
230	0,063	0,2	0,05	99,65
Residuo		1,2	0,32	99,97

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS



CASILLA 10485 - TELEFONO 30121

AGUSTINAS 785 - 6º PISO

SANTIAGO

Muestra M-9

Resultado del análisis granulométrico

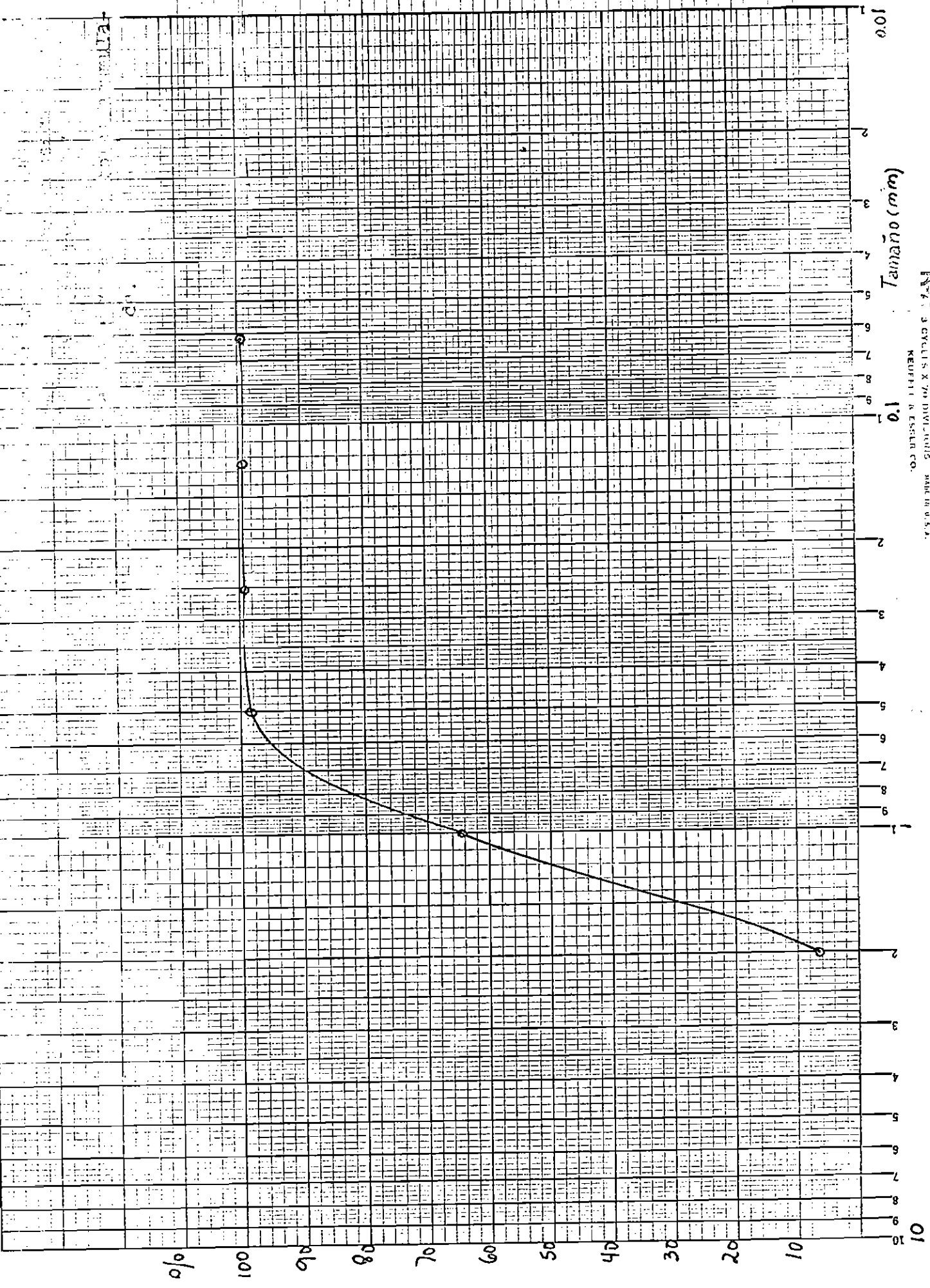
Peso muestra total : 410 gr.

Color: varía entre café amarillento oscuro 10 YR 6/2 y café moderado 5 YR 4/4

Nº Tamiz Tyler	Tamaño mm	Peso gr	%	% Acumulativo
10	2	246,1	60,02	60,02
18	1	112,3	27,39	87,41
35	0,500	46,2	11,26	98,67
60	0,250	3,4	0,82	99,49
120	0,125	0,4	0,09	99,58
230	0,063	0,3	0,07	99,65
Residuo		1,3	0,31	99,96

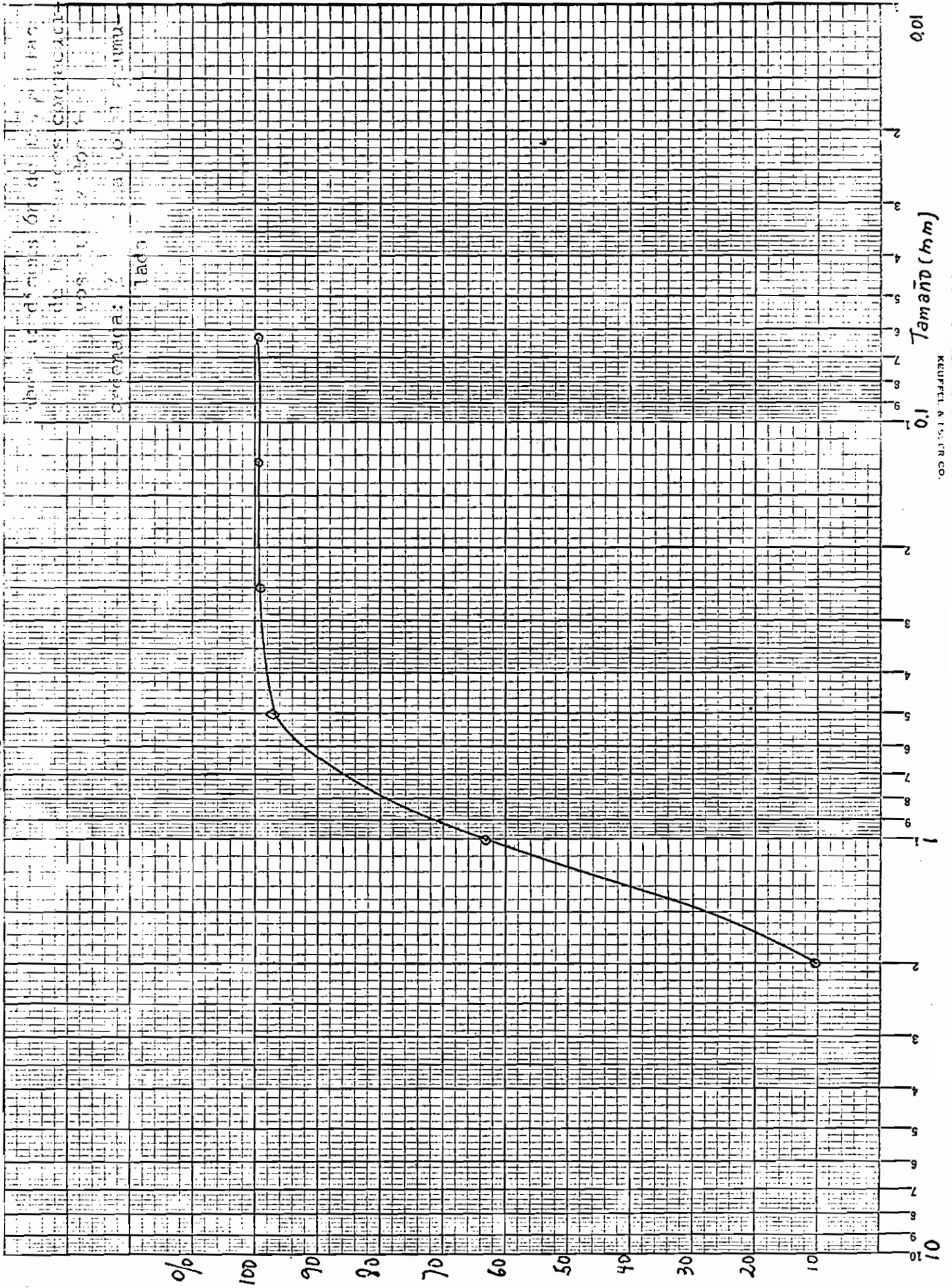
M-1

Curva de porcentaje acumulativo

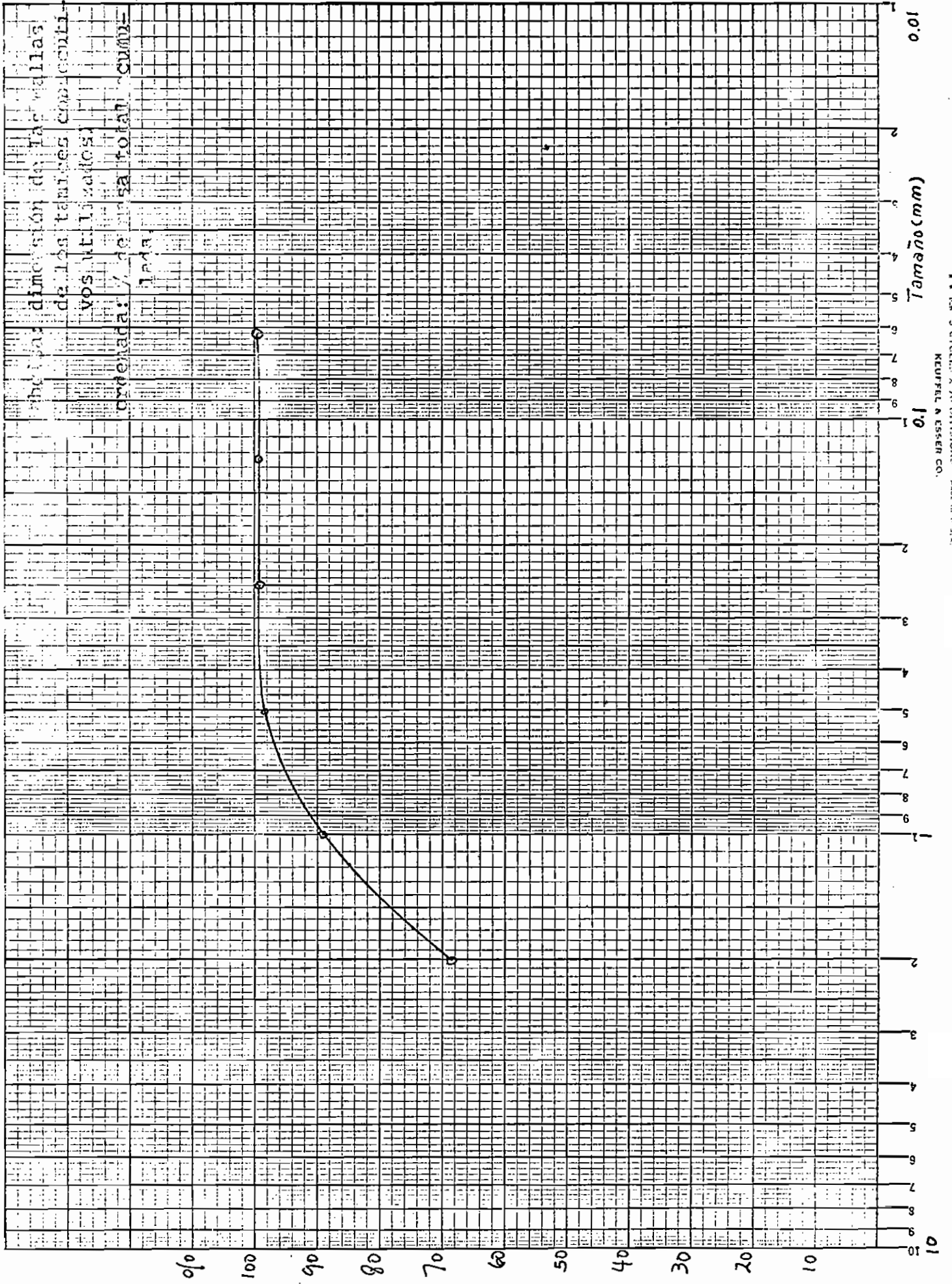


Curva de porcentaje acumulativo

M-2

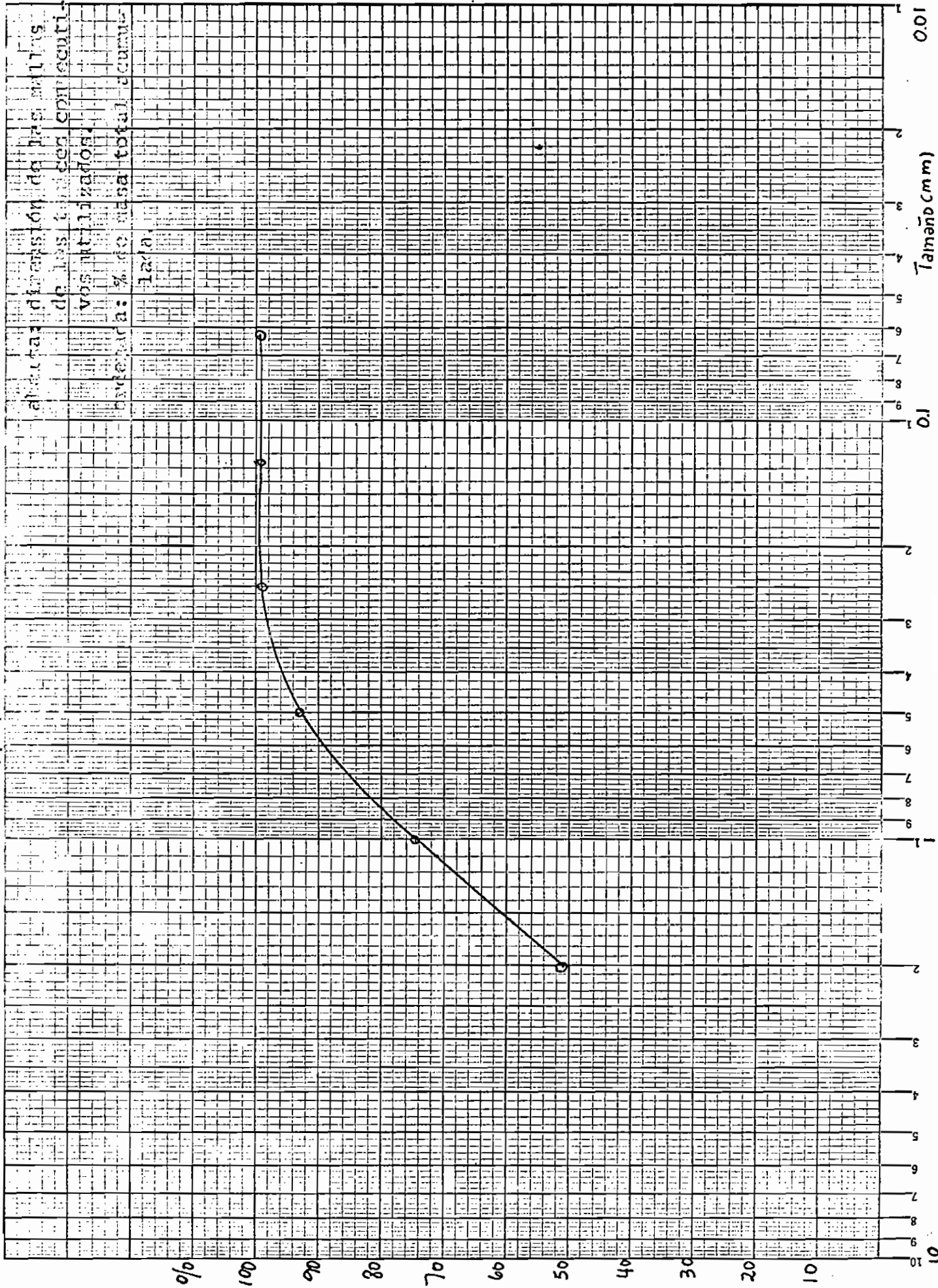


Curva de porcentaje acumulativo W-3



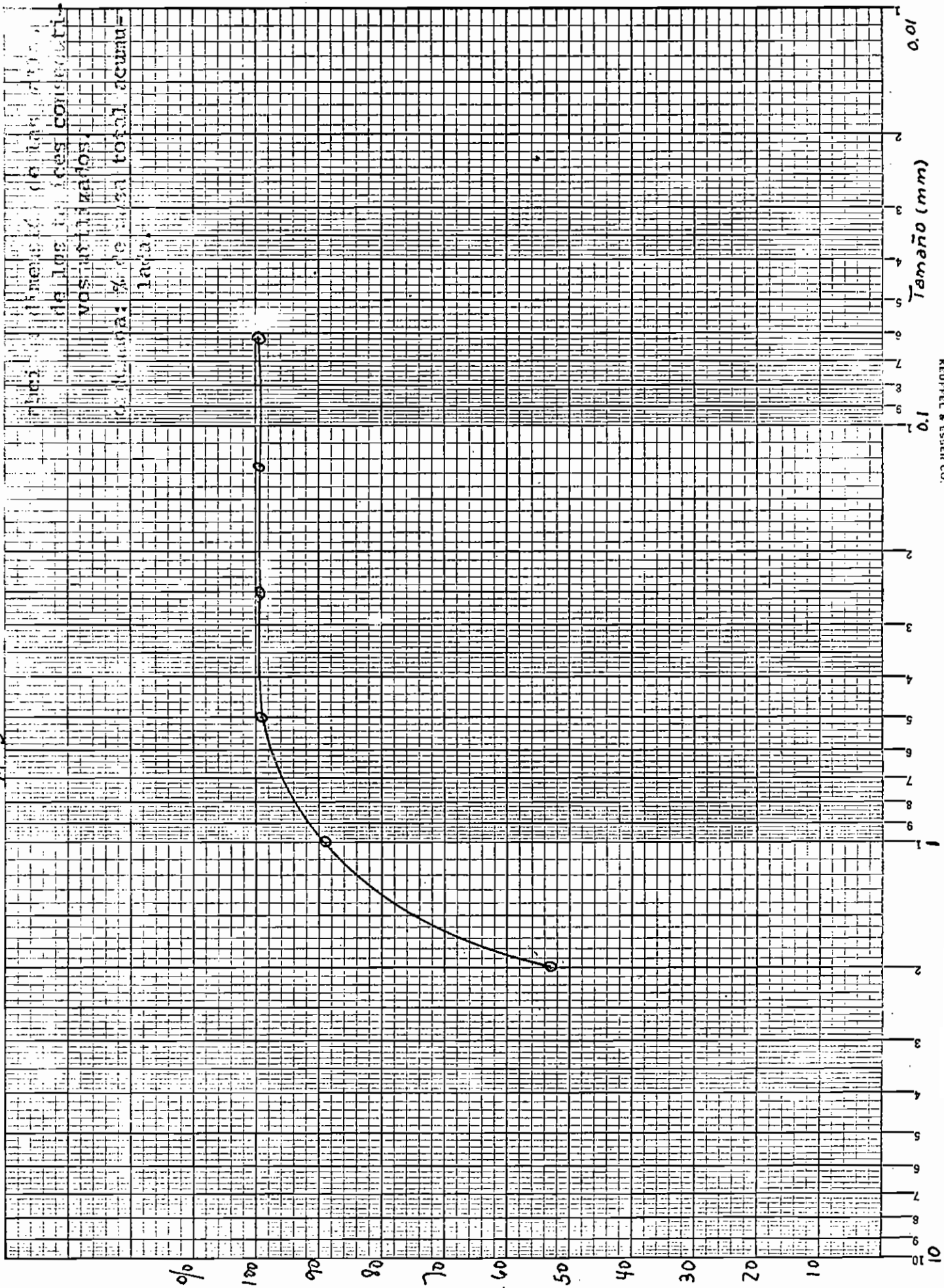
Curva de porcentaje acumulativo

M-4

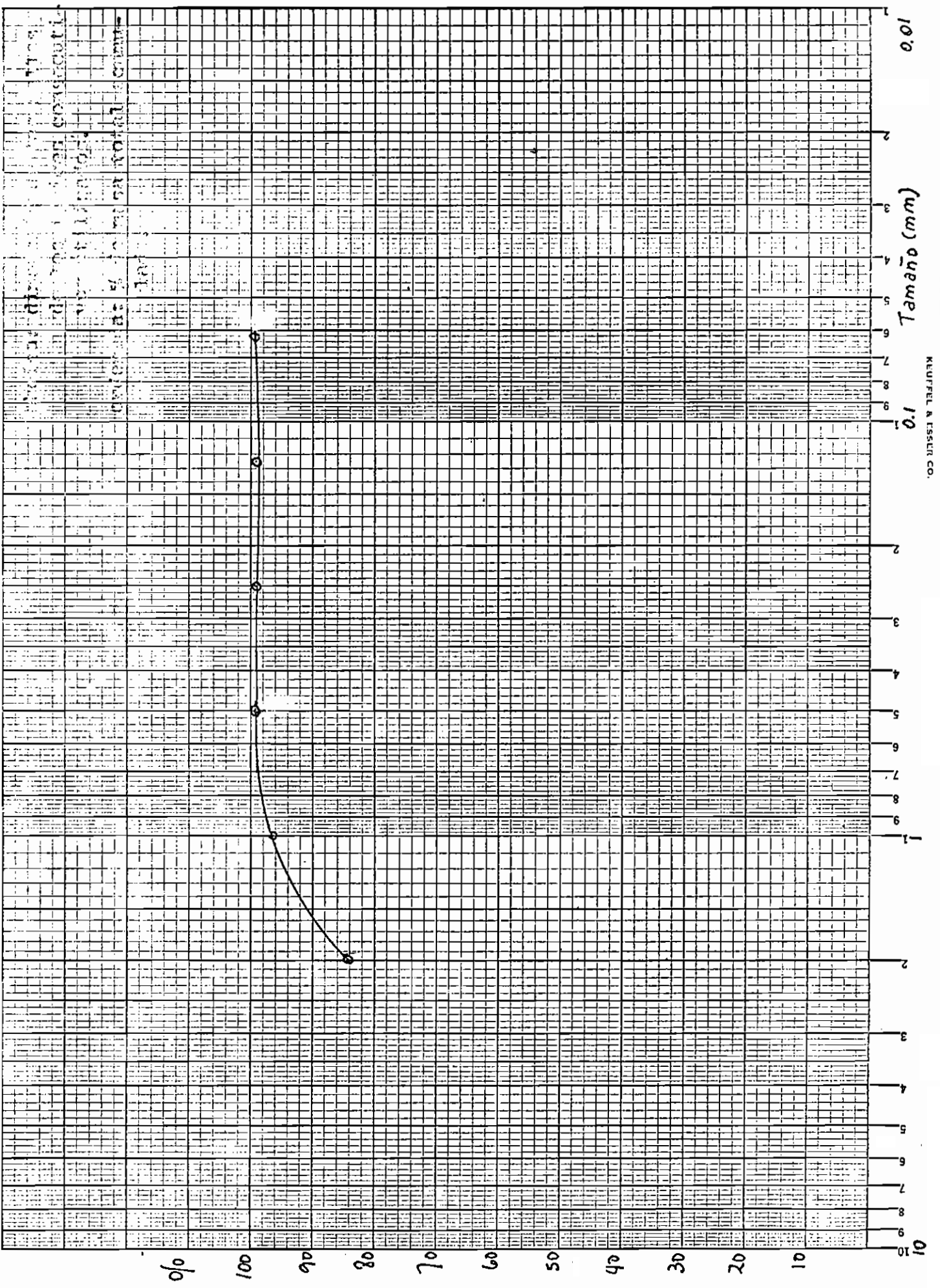


Curva de porcentaje acumulativo

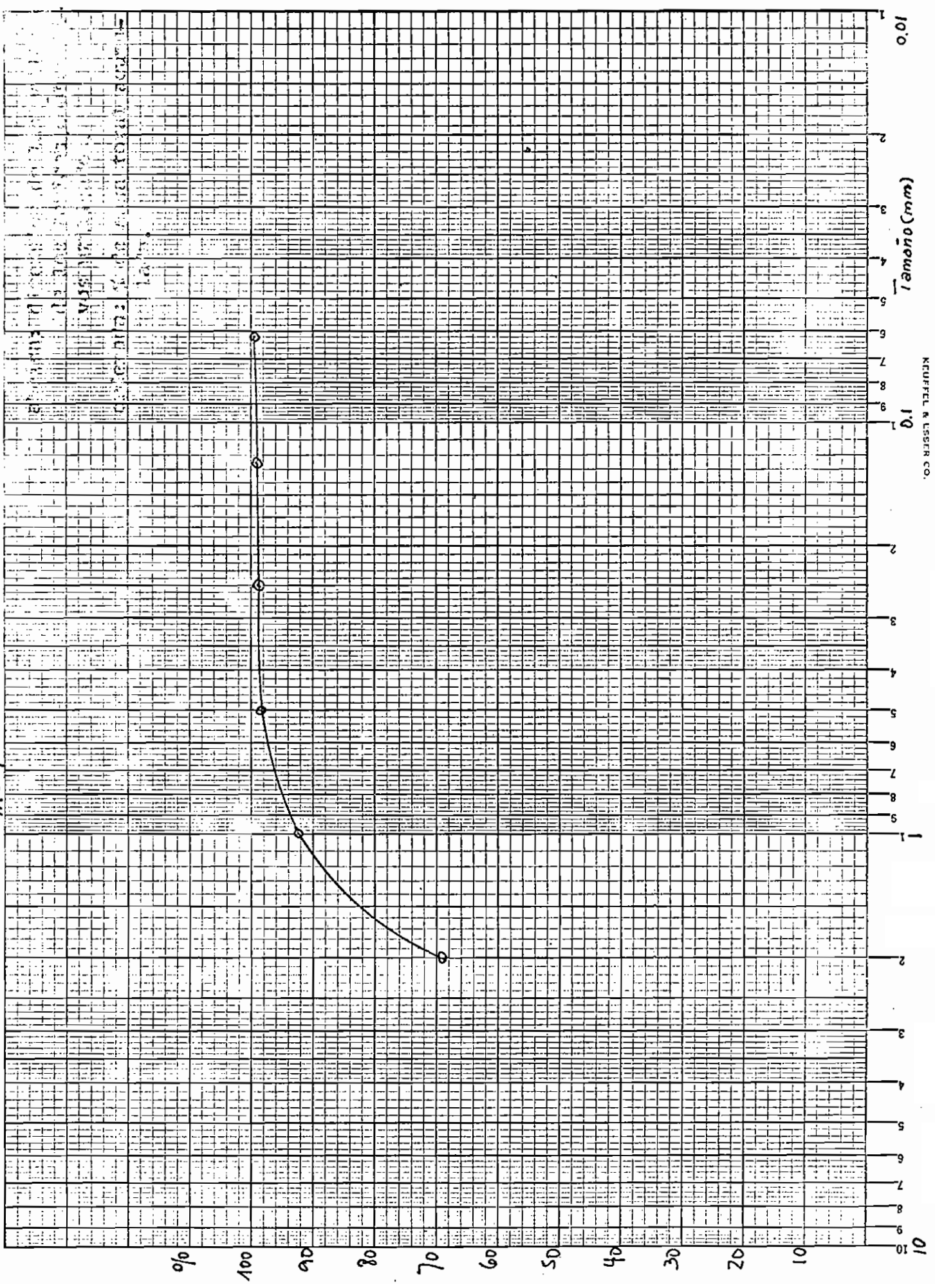
M-5



9-W Curva de porcentaje acumulativo

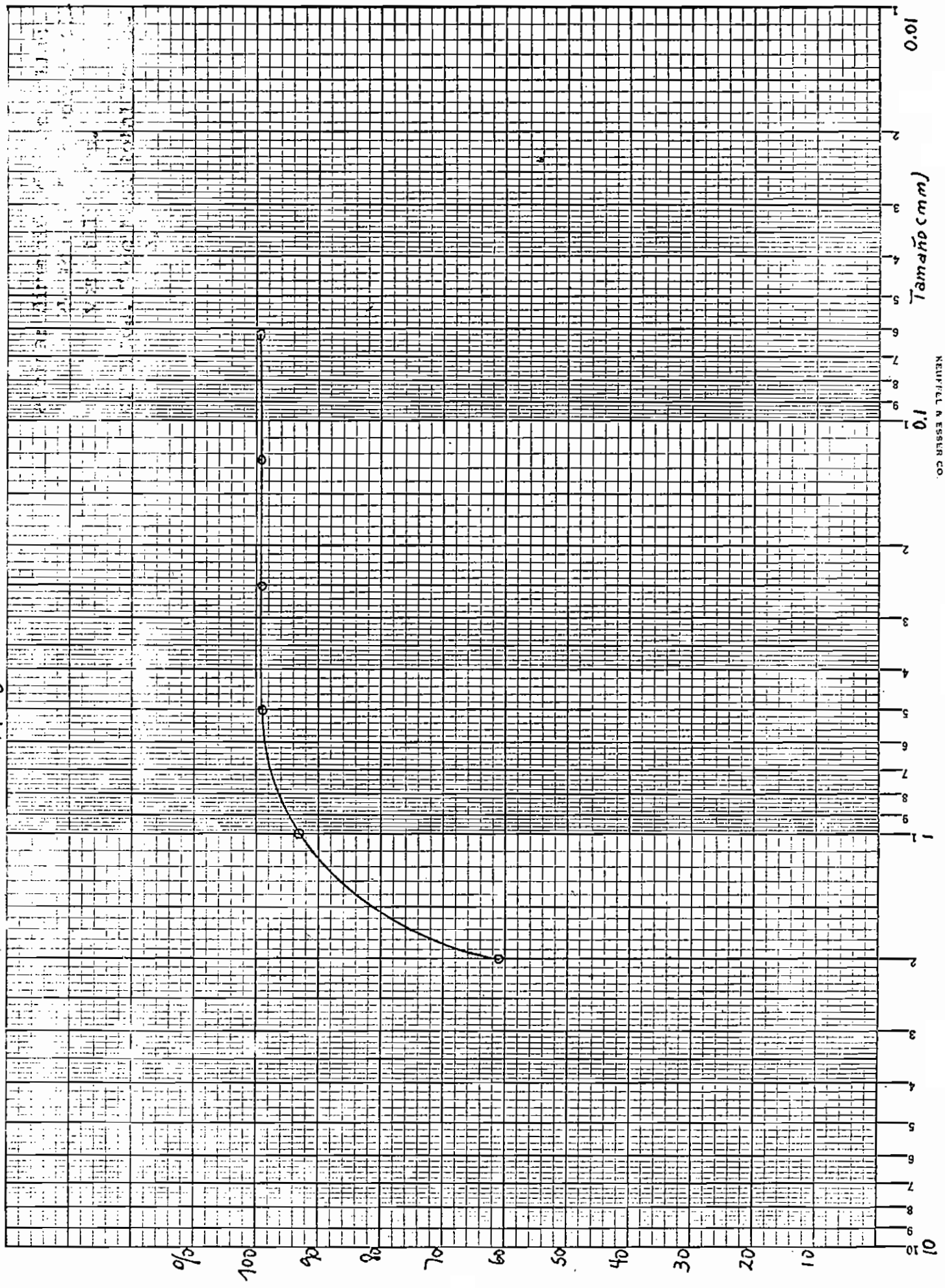


Curva de porcentaje acumulativo



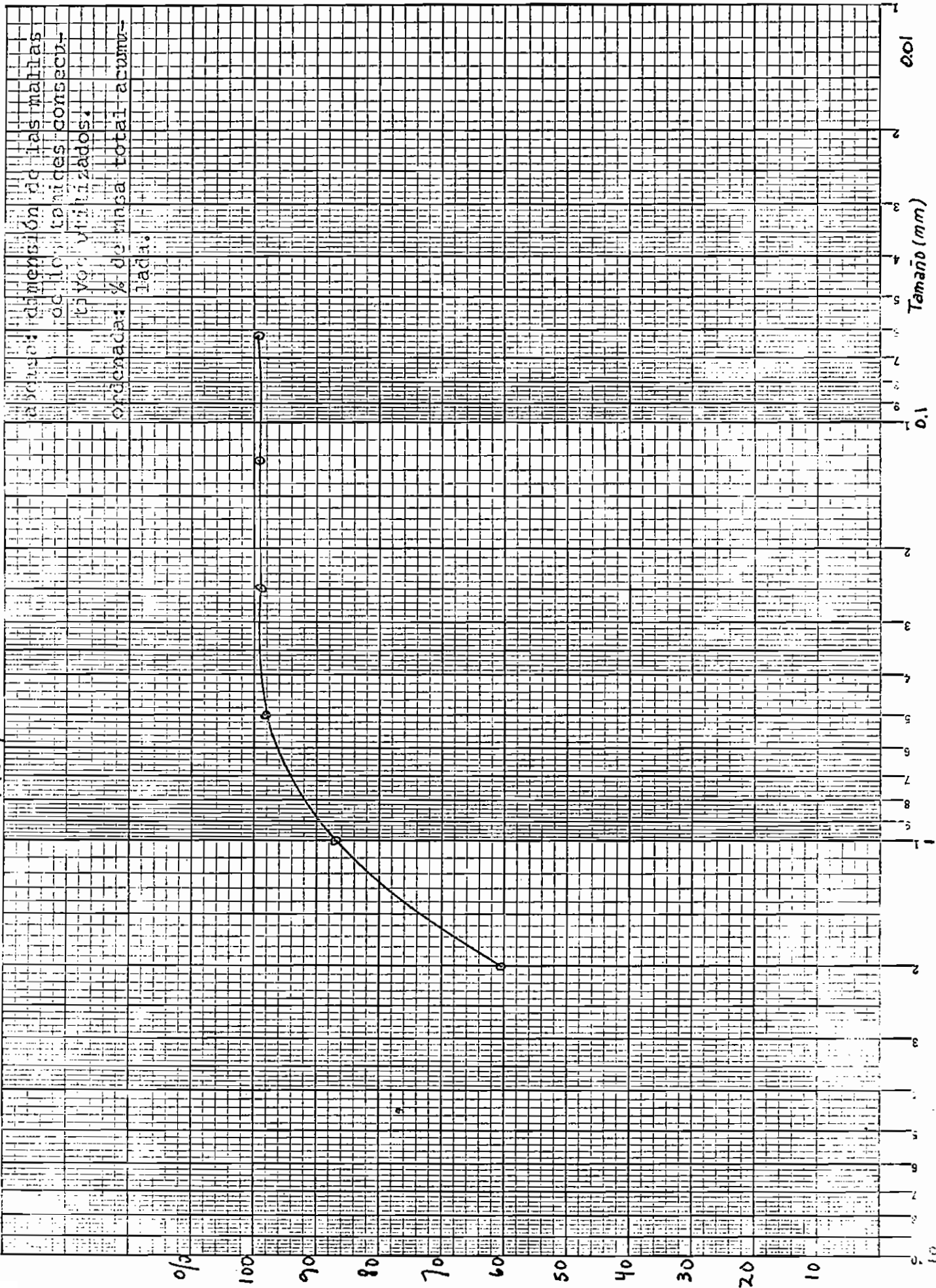
8 - W

Curva de porcentaje acumulati



Curva de porcentaje acumulativo

M-9



a) Clase: dimensión de las mallas
 b) Clase: dimensión de los tamices consecutivos
 c) Clase: tamices utilizados.
 Ordenada: % de muestra total acumulada.

Tipo de Depósito	Dimensiones del afloramiento o acumulaciones en metros.		Volumen en m ³	% andalucita en volumen	Ton. probables de andalucita.
	largo	ancho espesor			
1 roca fresca	20	20 0,50	200	5%	30 ton.
2 aluvial	300	10 0,50	1.500	2%	90 "
3 alterado in situ	30	20 1.00	600	2%	36 "
4 alterado in situ	100	25 0.80	2.000	15%	900 "
5 alterado in situ	500	8 1.00	4.000	5%	600 "
6 alterado in situ	10	3 2.00	60	5%	9 "
7 aluvial	120	10 0.50	600	2%	36 "
8 aluvial	400	10 1.00	4.000	1%	120 "
9 roca fresca	60	10 1.00	600	10%	180 "
10 roca fresca	90	8 1.00	720	20%	452 "
11 alterado in situ	100	5 1.00	500	15%	225 "
12 alterado in situ	80	10 1.00	800	15%	360 "

TOTAL..... 3.038 ton. probables

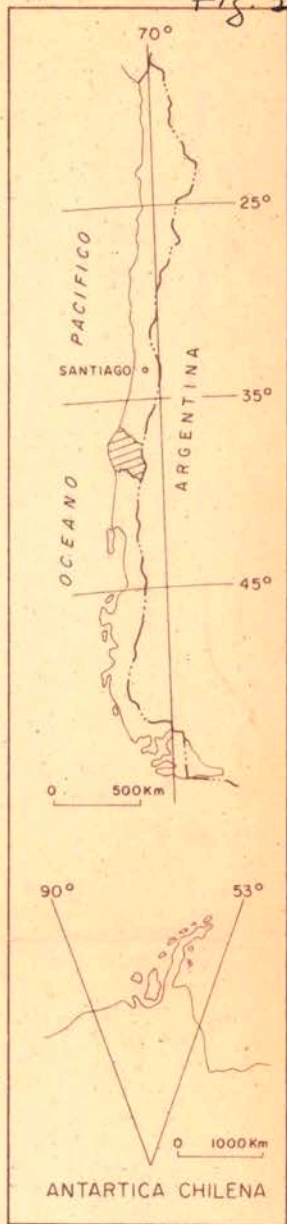
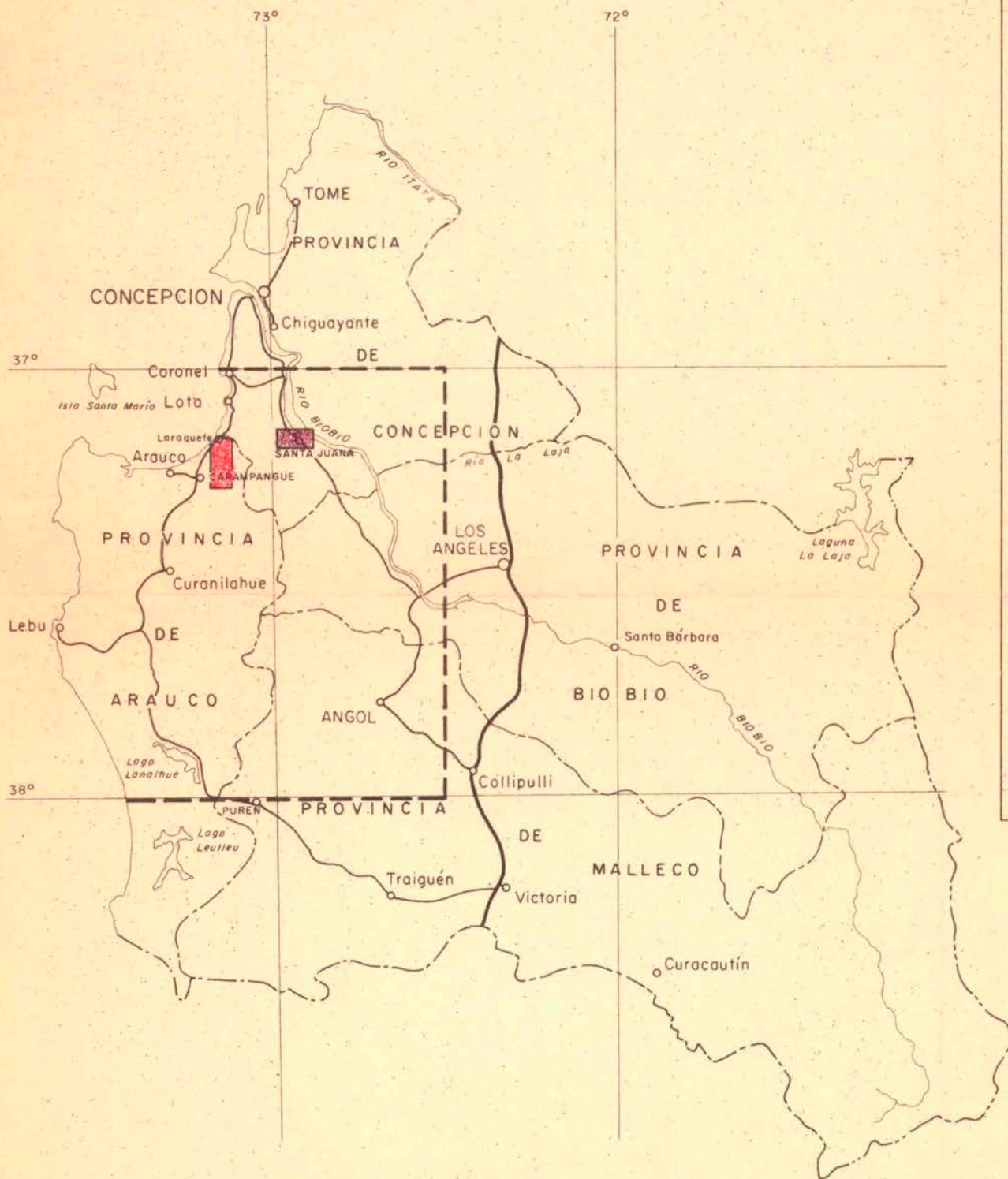
Muestra	Dimensiones de la faena en mts. largo ancho espesor	Peso muestra en kilos.	Peso granate muestra en kilos.	Volumen grana- te muestra cm ³	% concent. granate muestra	Volumen con- cent.granate en faena m ³	Tonelaje con- centrado granate?
1	90 4 0.80	14.5	0.9	225	2.81	8.09	32,36
2	140 10 1.00	15.5	1.2	500	6.25	87.50	350,00
3	50 9 1.50	16.0	2.8	700	8.75	59.06	236,24
4	20 18 1.00	15.0	3.2	800	10.00	36.00	144,00
5	26 10 2.00	15.0	1.4	350	4.38	22.77	91,08
6	100 4 0.50	17.0	3.25	812	10.15	20.30	81,20
7	19 5 1.00	18.0	3.3	825	10.32	9.80	39,20
8	7 4 1.50	18.5	6.1	1.525	19.06	8.00	32.00
9	100 5 1.00	18.0	5.4	1.350	18.88	4.40	337,60




1.343,68 ton



FIG.-I. PLANO DE UBICACION Y ACCESO

258
c.1
Fig. 1



-  Area estudiada 1:250.000
-  Yacimientos de andalucita
-  Yacimientos de granate

ESCALA 1:1.535.000

GEOLOGIA REGIONAL DEL SECTOR NORTE DE LA CORDILLERA DE NAHUELBUTA CON ENFASIS EN LA ZONACION METAMORFICA

258
c.1
Fig.2



LEYENDA

- PALEOZOICO SUPERIOR ?
- Granodiorita y tonalita
 - Diorita
 - Gabro anfibolitizado
 - Gneises y esquistos de silimanita
 - Esquistos de estaurólita y/o andalucita *celadito (?)*
 - Esquistos y filitas de biotita
 - Filitas y pizarras de clorita *azul (?)*
 - Esquistos de muscovita-clorita, cuarcitas, anfibolitas y serpentinitas.
 - Triásico
 - Terciario
 - Terciario y Cuaternario indiferenciado

SIMBOLOGIA

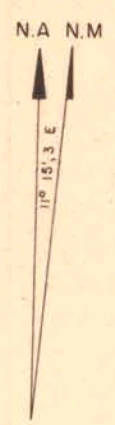
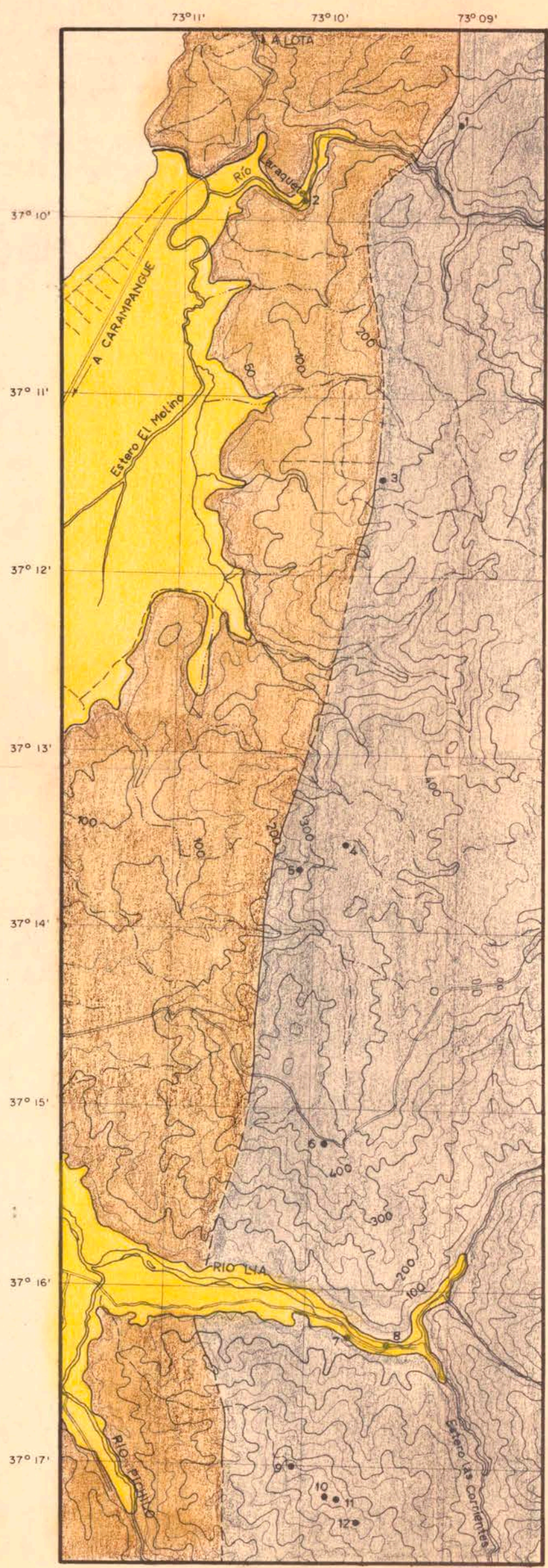
- Contacto geológico
- Falla inferida

ESCALA 1:250 000

GEOLOGIA: Francisco Hervé

FIG.2..

GEOLOGIA DEL SECTOR COMPRENDIDO ENTRE LARAQUETE Y CARAMPANGUE



LEYENDA

- PALEOZOICO SUPERIOR
 - Zona andalucita: filitas y meta-areniscas
 - Zona biotita: pizarras y meta-areniscas
- CUATERNARIO
 - Relleno aluvial: Sedimentos de playa y ríos

- 3 Concentración anómala de andalucita
- Contacto geológico
- Contacto geológico inferido

ESCALA 1:50.000

DECLINACION MAGNETICA 11° 15,3 E

AUTOR J. CABELLO 1974

FIG.- 3.

BOSQUEJO GEOLOGICO Y UBICACION DE LAS FAENAS DEL YACIMIENTO DE GRANATE DE SANTA JUANA

