

Estudio comparativo entre técnicas analíticas y mineralométricas para la prospección de Sn en la provincia de Orense

NESPEREIRA, J. (*); ZANTOP, H. (**).



1. INTRODUCCION

El presente estudio forma parte de uno de los capítulos de la tesis doctoral de uno de los autores sobre « Los sedimentos fluviales en la prospección de Sn y W en el oeste de la provincia de Orense ».

Su objetivo es el estudiar en unas áreas concretas con presencia cierta de mineralización, las anomalías de un determinado elemento, el Sn en este caso, y conocer su dispersión así como algunos de los caracteres de los sedimentos fluviales y de sus concentrados, la determinación de las granulometrías dominantes en cada caso y aquellas en las que se localizan los mayores contenidos estanníferos para, en definitiva, llegar a establecer una normativa válida en todas las áreas similares para la prospección de minerales de Sn de interés económico.

2. SITUACION Y GENERALIDADES DE LAS ZONAS A ESTUDIO

Las zonas elegidas para este estudio fueron las de O Rodicio y Fustanes, ambas situadas en la provincia de Orense.

La zona de O Rodicio se encuentra a 28 km. al este de la capital de la provincia y en la carretera que la comunica con Ponferrada; sus coordenadas geográficas son 42° 18' 30" de latitud norte y 3° 53' 30" de longitud oeste respecto al meridiano de Madrid, enclavada en la hoja n.º 226 (7-11) Allariz, del Mapa N. de España a escala 1:50.000. Su altitud media es de 900 metros y la cuenca hidrográfica considerada tiene una longitud de cerca de 10 km en los que salva un desnivel entre sus cotas extremas de algo más de 200 metros, de los que los 100 últimos corresponden a los dos km finales y supone en conjunto una pendiente media del orden del 2 %.

La zona de Fustanes se encuentra a 50 km. al suroeste de Orense, en la carretera de Celanova a Cortegada, siendo sus coordenadas geográficas los 42° 11' 30" de latitud norte y 4° 25' 30" de longitud oeste respecto al meridiano de Madrid, enclavado en la hoja n.º 225 (6-11) Ribadavia, del Mapa N. de España escala 1:50.000. Su altitud media es de poco más de 350 metros y la cuenca hidrográfica considerada tiene una longitud de alrededor de 3,5 km en los que salva un desnivel entre sus cotas extremas de casi 300 metros lo que supone una pendiente próxima al 10 %.

Estas dos zonas tienen de común el ser cabeceras de pequeñas cuencas fluviales con arroyos de bajo orden y caudal relativamente constante dentro de las lógicas variaciones estacionales. Las dos son pequeños yacimientos de casiterita que años atrás fueron muy rudimentaria e incipientemente explotadas y se ajustan a las características generales que sobre el particular se dan en los indicios estanníferos del sur de Galicia.

Así mismo, y aunque sustancialmente la mineralización es similar en ambos casos, en el

(*) U. de Santiago.

(**) Dartmout College, Hannover.

primero de ellos (O Rodicio), el área fuente corresponde a un greissen con diseminación de casiterita y cruzado por filoncillos de cuarzo conteniendo también ocasionalmente nódulos estanníferos; en la de Fustanes el área fuente es una zona pegmatítica descompuesta y caolinizada en un contacto entre esquistos, granitos de dos micas y migmatitas; la casiterita arma fundamentalmente en la pegmatita y en menor grado en unos pequeños filones de cuarzo que la orlan y cuya potencia rara vez sobrepasa los dos cm.

En ambas zonas las labores mineras que se realizaron en otro tiempo fueron esencialmente de carácter exploratorio limitándose en realidad a pequeños movimientos superficiales y lavado de unos pocos metros cúbicos de suelo.

Las diferencias más notables estriban en que la zona de O Rodicio es una pequeña altiplanicie en la que el arroyo principal discurre con baja pendiente y describiendo algún pequeño meandro, mientras que en la zona de Fustanes el arroyo principal se encaja parcialmente en una zona relativamente abrupta con cauce semi-rectilíneo alcanzando una pendiente de casi el 10 %. Por otro lado la granulometría de la mineralización de O Rodicio es menor que la de Fustanes.

Entre ambas cuencas recogimos un total de 78 muestras, 42 de sedimentos y 36 de concentrados, correspondientes a 36 estaciones de las que 21 se sitúan en el área de O Rodicio y 15 en la de Fustanes.

3. LOS SEDIMENTOS FLUVIALES

3.1. *Recogida y preparación de muestras.* — Las estaciones de muestreo se fijaron siguiendo la pauta que resulta habitual en este tipo de trabajos para áreas no muy extensas, KREITER, M. (1978), y que en nuestro caso se cifró en 500 metros; dentro de ella se fijaron los puntos en los que «a priori» cabría esperar mayor concentración en minerales pesados atendiendo entre otros factores al equivalente hidráulico de la casiterita respecto al cuarzo y a los lugares de deposición preferencial de tales elementos en los cursos fluviales, por lo que se muestrearon preferentemente las acumulaciones arenosas con granulometrías más gruesas y siempre en «lecho vivo».

Las muestras tomadas, una vez secas se tamizaron con una serie de tamices del sistema americano ASTM utilizando las mallas que a continuación se relacionan:

— tamiz malla	18	.....	«luz de malla»	de 1.000 micras
— " "	35	.....	" " " "	500 "
— " "	60	.....	" " " "	250 "
— " "	80	.....	" " " "	180 "
— " "	120	.....	" " " "	125 "
— " "	200	.....	" " " "	75 "

La cantidad de muestra tomada sistemáticamente en cada estación fue de dos bolsas de 750 gr. de peso cada una, quedando una de ellas como testigo y utilizando el contenido de la otra para realizar con él las operaciones y análisis pertinentes.

Excepcionalmente y para conocer las granulometrías dominantes en estos sedimentos fluviales de las zonas en cuestión se tomaron a mayores 6 muestras más de unos 5 kg. cada una.

3.2. *Estudio granulométrico y contenido estannífero de los sedimentos fluviales.* — Para el estudio de la distribución de las granulometrías de estos sedimentos se tomaron 3 muestras en cada zona a estudio en distintos tramos del curso fluvial, recogándose para ello como queda arriba indicado alrededor de 5 kg de sedimentos en cada caso.

En todas ellas los resultados fueron muy similares según se muestra en la tabla n.º 1 y se pudo constatar como las granulometrías más gruesas, las retenidas por el tamiz de 1.000 mi-

cras de apertura, constituyen practicamente el 60 % del peso de cada muestra, mientras que las granulometrías consideradas como «finas» normalmente y que pasan el tamiz de 180 micras, representan poco más del 3 %.

Concretamente los resultados obtenidos en el conjunto de las dos áreas y en el total de las 6 muestras recogidas y a tal efecto consideradas se reflejan en el histograma de la figura 1, y fueron:

— Retenidas por el tamiz de R	18 mallas (1.000 u)	.....	59,6 %
— " " " " " "	35 " (500 u)	.....	16,4 %
— " " " " " "	60 " (250 u)	.....	10,4 %
— " " " " " "	80 " (180 u)	.....	9,6 %
— " " " " " "	120 " (125 u)	.....	1,1 %
— " " " " " "	200 " (75 u)	.....	1,5 %
— Menores del tamiz de	200 " (75 u)	.....	1,1 %

Así mismo para saber qué granulometrías acusan mejor en estas zonas la presencia de la mineralización estannífera considerada a través de los análisis químicos convencionales, recogimos 21 muestras en O Rodicio y 15 en Fustanes, siguiendo la pauta y condicionamiento expuestos en un principio. Los resultados obtenidos para cada fracción granulométrica se reflejan en las tablas n.º 2 y 3 correspondientes a cada zona; expuestos en tantos por ciento respecto al total de los valores obtenidos vienen dados en los histogramas de las figuras 2 y 3, correspondientes a O Rodicio y a Fustanes respectivamente.

Se observa como en todo caso son las granulometrías más finas las que mejor acusan la presencia de Sn en los análisis químicos y solo queda parcialmente reflejado el hecho de que la granulometría del área fuente en Fustanes es mayor que la de O Rodicio, y así mientras que en esta área la granulometría óptima resulta la comprendida entre los tamices de 180 y 125 micras, en aquella es la comprendida entre las 250 y 180 micras, si bien en su conjunto más del 55 % del total de los valores obtenidos corresponden a las granulometrías inferiores a 180 micras (tamiz de malla 80).

En detalle los valores obtenidos fueron:

— En las granulometrías superiores a 1000 u	.....	1 %
— En las granulometrías entre 1000 y 500 micras	.....	2,5 %
— " " " " 500 y 250 "	.....	14,0 %
— " " " " 250 y 180 "	.....	27,0 %
— " " " " 180 y 125 "	.....	31,5 %
— " " " " 125 y 75 "	.....	19,8 %
— En las granulometrías inferiores a 75 micras	.....	4,0 %

Respecto a los valores máximos en cada muestra, en un 90 % corresponden a las granulometrías inferiores a 250 micras, según se refleja en la figura n.º 4.

Así pues ante tales resultados queda claro que es en las granulometrías finas y más concretamente en las comprendidas entre las 250 y 125 micras donde mejor se acusan las anomalías estanníferas según los análisis de los sedimentos de las referidas zonas a estudio.

4. LOS CONCENTRADOS DE LOS SEDIMENTOS FLUVIALES

En cuanto a los concentrados de los sedimentos fluviales, el motivo fundamental que induce a trabajar con ellos es en primer lugar el de poder disponer de una fracción selectiva de los mismos en la que se encuentren los minerales a prospectar para que con muestras en principio netamente más voluminosas de las utilizadas para su estudio químico-analítico, obtener «in situ» otras más reducidas en las que se encuentren y concentren las especies mineralógicas objeto de nuestro interés, eliminando de la muestra inicial la mayoría de las partículas consideradas estériles.

El método de los concentrados permite descubrir no solo las concentraciones de interés del mineral a prospectar sino también conocer buena parte de su paragénesis y en ocasiones obtener informaciones como la distancia al área fuente en función de la redondez del grano, por ejemplo, o llegar incluso a descubrir concentraciones importantes de algún mineral en principio no prospectado.

Este método llamado mineralométrico en líneas generales en la bibliografía habitual es empleado en España en los últimos años y son sobradamente conocidos los trabajos al respecto de autores como GUIGUES, J y DEVISMES, P. (1969); PARFENOFF, A., POMEROL, C. y POURENQ, J. (1970) y los de LEAL, G. y VAQUERO, C. (1971) y LUACES, C., AZCARATE, J. E. y VAQUERO, C. (1975) así como la tesis doctoral de VAQUERO, C. (1977) precisamente sobre «Prospección y estudio mineralométrico de yacimientos detríticos»; por lo que en éste trabajo solo referimos una aplicación del mismo, con ciertas modificaciones, a dos áreas de la provincia de Orense y concretándonos en la prospección de Sn y en comparación con los resultados que ofrece la prospección geoquímica convencional en esos lugares.

4.1. *Recogida y preparación de muestras.* — En los mismos lugares en los que se recogieron los sedimentos fluviales para su estudio y análisis, se tomaron sustanciales cantidades de los mismos (del orden de 50 kg.) en cada caso y se procedió posteriormente a su lavado y concentración.

El utensilio básico para la obtención de estos concentrados fue la batea de «sombrero chino». La batea es de forma cónica con un radio de 2 a 3 veces su altura y la por nosotros utilizada tiene una capacidad de 3 litros.

La técnica del bateo en sí es sencilla y su perfección depende casi exclusivamente de la práctica adquirida, y para la mejor correlación entre los datos obtenidos por medio de ella el operador debe ser siempre el mismo pues evidentemente se trata de una técnica fundamentalmente subjetiva.

En principio se recoge una cantidad previamente fijada de gravilla o arena a batear; a continuación vertimos éste material sobre un tamiz de 5 mm de apertura de malla y colocamos directamente sobre la batea a utilizar introduciéndola previamente en el agua; tamizamos así en húmedo ya que normalmente las muestras tendrán una humedad que haría imposible su tamización si no es con la ayuda del agua para evitar los apelmazamientos de los clastos. El objeto de ésta operación previa al bateo propiamente dicho es el de homogeneizar la muestra para facilitar su lavado.

La fracción mayor de 5 mm se observa directamente y si en ella se encuentran materiales de los que intentamos prospectar, estos se recogen y posteriormente se unen al concentrado final del bateo; el resto de los clastos mayores de 5 mm se rechazan una vez anotada su composición.

A continuación se pasa a la operación propiamente dicha del bateo en sentido estricto, operación que es un lavado del material con la que se pretende separar las partículas más densas de las más ligeras y arcillosas que las rodean provocando una ligera suspensión del conjunto dentro de la batea utilizando el agua como medio dispersante a fin de que poco a poco las partículas más densas se concentren en el fondo mientras que las más ligeras se colocan en la superficie y se eliminan al tiempo en que suave y rítmicamente se va provocando la salida del agua de la batea.

Esta operación consta a su vez de varias fases que prácticamente se realizan de modo encadenado; en principio y con el material completamente cubierto de agua se disgregan con los dedos los nódulos arcillosos y de gravas existentes a fin de destruir en lo posible la cohesión entre sus componentes, al tiempo en que sin mover excesivamente batea se provoca una ligera corriente de agua sobre ella que va eliminando la fracción arcillosa es decir, se trata simplemente de un desenlodado del material y periódicamente ha de cuidarse de remover todo el contenido de la batea para facilitar la operación. Esta fase puede darse por concluida cuando el agua salga prácticamente clara; hasta aquí la batea apenas ha tenido movimiento. Una vez desenlodada la batea se mantiene en el agua con una pequeña inclinación para provocar la entrada de la misma en ella y al mismo tiempo se le imprime un movimiento rotatorio en el que a cada impulso del bateador y al tiempo en el que el agua entra, los clastos son sometidos a éste

movimiento circular y van quedando parcialmente en suspensión y lógicamente cuanto más ligeros más en la superficie y hacia el borde de la batea entonces arrastrados por el agua en su salida, con lo que con esta operación poco a poco se van concentrando en el fondo de la batea los minerales pesados y se eliminan los ligeros y así hasta que solamente nos quede un concentrado final de minerales densos, generalmente de color oscuro.

Para una primera observación una vez obtenido el concentrado, en la propia batea y con muy poca agua, se da un giro rápido a ésta deteniéndolo bruscamente al tiempo que se provoca la salida de esa poca agua quedando el concentrado dispuesto en la batea en forma de lengüeta a partir del vértice de la misma, disponiéndose los minerales en ella conforme a sus densidades en un sentido amplio, y así los más densos siempre los encontraremos los más próximos al vértice mencionado y los más ligeros hacia el final ancho de la lengüeta, llegando a una verdadera zonación fácilmente observable con una simple lupa manual.

Con todo, el apurar el bateo hasta estos extremos sólo es necesario cuando tratamos de ver «in situ» la posible mineralización de los sedimentos, pero para la sistemática recogida de muestras no solo no es necesario apurar tanto ésta operación, sino que incluso es altamente perjudicial pues en esos últimos momentos del bateo es cuando las pérdidas son mayores, por lo que deberá suspenderse tal operación cuando la cantidad de clastos ligeros (normalmente de tonos claros) se reduce a una pequeña lámina cubriendo el depósito de clastos pesados (normalmente oscuros) para posteriormente y tras su secado pasar a la fase de separación densimétrica en la que normalmente hemos utilizado como líquido denso separador el bromoformo.

La técnica del bateo aquí descrita es la que normalmente venimos empleando y se ajusta a la que de igual modo refiere VAQUERO C. (1977) y que presenta pocas variedades respecto a la utilizada con el «pan» californiano o batea de fondo planto tipo palangana.

4.2. *Estudio granulométrico y contenido estannífero de los concentrados.* — Respecto a las granulometrías dominantes en estos concentrados, los resultados vienen expuestos en las tablas nº 4 y 5 y trasladados al histograma de la figura 5.

En concreto vemos en ellos que:

— retenido por el tamiz de 1.000 micras	2,6 %
— retenido entre el tamiz de 1.000 y el de 500 u	7,6 %
— " " " " " 500 y el de 250 u	42,3 %
— " " " " " 250 y el de 180 u	10,2 %
— " " " " " 180 y el de 125 u	28,8 %
— " " " " " 125 y el de 75 u	0,7 %
— menores del tamiz de 75 micras	0,7 %

Estos datos reflejan pues una relativa homogeneidad después de la operación de bateo quedando reducida la granulometría del concentrado en su 85 % a los tamaños comprendidos entre 500 y 125 micras, lo que supone una pérdida importante en los materiales más gruesos así como en los más finos, resultando más llamativa aquella quizás por ser la que mayor contenido de estériles presenta.

En cuanto a los contenidos estanníferos de las diferentes granulometrías se aprecia una notable diferencia entre las dos áreas consideradas y se acusa como la granulometría del área fuente en O Rodicio es fundamentalmente fina mientras que en Fustanes, de carácter pegmatítico es mucho más gruesa. Los resultados se reflejan en las tablas n.º 6 y 7 y en las figuras también 6 y 7.

Respecto al número de valores máximos de cada muestra distribuidos según granulometrías (figura 8), encontramos que destacan las comprendidas entre 500 y 250 micras que representan el 41,6 % del total.

Los resultados concretos expresados en tanto por ciento respecto al número total de muestras fueron:

— en las mayores de 1.000 micras	0,0 %
— en las comprendidas entre 1.000 y 500 micras	22,2 %
— " " " " 500 y 250 "	41,6 %
— " " " " 250 y 180 "	8,3 %
— " " " " 180 y 125 "	16,6 %
— " " " " 125 y 75 "	11,6 %
— en las menores de 75 micras	0,0 %

Finalmente destacar que en el estudio al binocular de los concentrados que es el modo usual de estudio de los mismos, y en el que se reflejan las ventajas señaladas al comienzo de este apartado, en todas y cada una de las muestras se detectó la presencia de casiterita aunque en distintas proporciones, pero dado que lo que se busca son resultados cualitativos es precisamente lo importante el que se acuse esta presencia de la mineralización ya que por otro lado el pretender resultados cuantitativos, aunque posibles, quedarían totalmente desfigurados al no poder controlar con exactitud las pérdidas en la operación de bateo, máxime dependiendo ésta de la habilidad al respecto de cada prospector que como ya se dijo la hace totalmente subjetiva.

5. COMPARACION GRAFICA ENTRE LOS RESULTADOS ANALITICOS Y MINERAIOMETRICOS

Para este estudio gráfico de los resultados analíticos de los sedimentos que quedan reflejados en los oportunos mapas (figuras 9 a la 16) se hicieron tres grupos correspondiendo cada uno de ellos a: 1. — a los valores promedio del conjunto de las granulometrías; 2. — a los valores promedio de las granulometrías superiores a las 180 micras; 3. — a los valores promedio de las granulometrías inferiores a 180 micras y que en su totalidad se muestran reflejados en las tablas n.º 8 y 9 junto con los resultados de la observación al binocular de los concentrados.

Se comprobó que analíticamente es considerando a estos últimos cuando mayor número de estaciones de muestreo acusaron valores anómalos, aunque en todo caso esto no ocurrió de forma continua ya que entre 2 puntos anómalos aparecen ocasionalmente otros que no reúnen tal característica.

Hemos de aclarar que los valores analíticos considerados anómalos fueron los correspondientes a los obtenidos en un estudio regional de la zona en el que se cifraba en 40 ppm tal característica.

Comparando estos resultados con los del estudio al binocular de los concentrados se ve como en estos se detectó siempre la presencia de casiterita sin que quedasen estaciones intermedias «estériles» en ninguna de las dos zonas.

Ante tal fenómeno y como claramente se ve en los mapas de referencia se deduce que al menos a lo largo de una longitud mínima del cauce considerado superior a los 3 km resulta más eficaz para el reconocimiento de la presencia de minerales de Sn el estudio cualitativo de los concentrados que el análisis químico de los sedimentos fluviales.

6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Ante tales resultados se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.—En los sedimentos de arroyos se comprobó que en estas zonas solo alrededor de un 3 % de la muestra corresponde a las granulometrías inferiores a 180 micras. Analíticamente son precisamente estas granulometrías más finas las que mejor acusan los valores anómalos.
- 2.— Se comprobó como en el conjunto de los valores obtenidos en los análisis químicos de los sedimentos, más del 55 % corresponden a las granulometrías inferiores a 180 micras y el número de muestras que acusan los máximos valores en cada estación corresponde también en más de un 55 % del total a las citadas granulometrías inferiores a 180 micras.

3.—En cuanto a los concentrados, alrededor del 85 % de cada uno está constituido por granulometrías comprendidas entre 500 y 125 micras, mientras que respecto a su contenido estannífero hay variaciones de unas zonas a otras en función del tamaño de grano de sus minerales en el área fuente, y así en Fustanes donde la mineralización es de carácter pegmatítico, gruesa, son las granulometrías mayores las de mayor contenido estannífero, mientras que O Rodicio cuya mineralización en el área fuente corresponde a diseminación de casiterita en greissen y por lo tanto normalmente muy fina, ocurre lo contrario.

4.—El hecho de que tanto las granulometrías más gruesas como las más finas sean en sí las que en conjunto representan solo alrededor del 15 % del concentrado, supone en éste al final de la operación de bateo una relativa homogeneidad granulométrica.

5.—El estudio de los concentrados a la lupa binocular se realiza sin necesidad de separaciones granulométricas y se pudo comprobar en esta zona que siempre que los valores analíticos de los concentrados alcanzaron al menos el 1 por mil, el mineral de Sn era perfectamente reconocible en ellos. En todas las estaciones de muestreo efectuadas sobre el cauce principal el estudio mineralométrico de los concentrados acusa presencia en ellos de minerales de Sn, mientras que no ocurre otro tanto en los valores analíticos de los sedimentos.

6.—Como conclusión final puede deducirse que con el uso sistemático del estudio de concentrados, puede reducirse sensiblemente el número de estaciones de muestreo, ya que al menos a una distancia de 3,5 km al área fuente, con una simple muestra de concentrado se detectará la presencia de mineralización de Sn, mientras que con el uso de técnicas analíticas además de un mayor número de muestras, el detectar o no valores anómalos en ellas resulta un tanto aleatorio y en función de tal número y de la cantidad tomada de la misma.

7.—El número de estaciones de muestreo puede llegar a reducirse en la proporción de 7 a 1 realizando el estudio mineralométrico de concentrados en lugar del convencional muestreo y estudio analítico de los sedimentos.

8.—Podrían sintetizarse comparativamente las particularidades de uno u otro método en que:

En análisis químicos de sedimentos

- menor cantidad de muestra a tratar, impuesta por las técnicas y sistemáticas de análisis.
- en el análisis se «destruye» la muestra.
- se acusa la totalidad del elemento prospectado sin determinar bajo que forma o formas minerales se encuentra.
- los resultados cuantitativos pueden ser muy precisos.

En estudio mineralométrico de sus concentrados

- facilidad de tratar muestras sensiblemente más voluminosas, con lo que se aumenta la posibilidad de detectar el elemento prospectado.
- no se destruye la muestra, por lo que siempre podrá volverse a ella en caso de necesitar comprobaciones.
- se acusa la especie mineralógica bajo la que se presenta el elemento prospectado.
- posibilidad de reconocer «in situ» la presencia del mineral buscado.
- es un método esencialmente cualitativo. Los valores cuantitativos que pueden obtenerse siempre estarán sujetos a los errores derivados de la operación de bateo, y por lo tanto serán muy subjetivos.

Estas consideraciones unidas a las anteriormente expuestas tales como la posibilidad de reducir notablemente el número de muestras, nos inclinarían a la elección de los métodos mineralométricos como los más favorables para la prospección primaria de Sn, al menos en zonas como las referidas del sur de Galicia.

9.—Con todo, el hecho constatado de la imposibilidad de evitar o controlar con precisión las importantes pérdidas de las granulometrías más finas en la operación sistemática de bateo, y teniendo presente que por otro lado estas tienen mayor dispersión en los sedimentos y

acusar mejor las anomalías en los análisis químicos, se hace aconsejable que ante la posibilidad de la existencia de indicios con mineralización extremadamente fina, aun manteniendo la pauta de muestreo con bateos cada 3 o 3,5 kms, deberá también y con igual pauta simultanear los análisis químicos de los sedimentos a batear.

10. — Atendiendo a lo hasta aquí expuesto, se llega a una reducción de casi un 80 % en el número de estaciones de muestreo y del orden del 65 % en el n.º de muestras a estudio.

BIBLIOGRAFIA

- ASENSIO AMOR, I. (1964). «Materiales sedimentarios de las terrazas fluviales». Est. Geog., 96; pp. 319-366.
- AZCARATE, J. E. (1972). «Metodología y técnica para la prospección y valoración de placeres aluviales con casiterita». Pub. ENADIMSA, n.º 11.
- BARASKO, J. H. y GOWER, J. A. (1973). «Geochemical prospecting for tin». Westerb Miner. Feb. pp. 37-44.
- COSSAIS, J. C. y PARFENOFF, A. (1971). «L'examen des concentrés alluvionnaires dans la prospection minière moderne». Bull. du B. R. G. M., Sect. IV, n.º 3, pp. 15-27.
- GUIGUES, J. y DEVISMES, P. (1969). «La prospección á la batée dans le Massif Armoricain». Mem. 71 du B. R. G. M.
- I. G. M. E. (1973). «Prospección a la batea de minerales aluvionares en la provincia de Cáceres. Areas del Valle del Tietar y Moraleja». Colección Informes.
- I. G. M. E. (1975). «Investigación minera en la zona de Silleda-Beariz, (Galicia)». Colección Informes.
- KREITTER, M. (1978). «Investigación y prospección geológica». Edit. Paraninfo. Madrid.
- KUKHARENKO, A. A. (1957). «Sur le méthode de l'analyse mineralogique quantitative des fonds de batée». Uch. Zap. Leningr. Univ. n.º 215. pp. 157-179. Traduc. B. R. G. M. n.º 3271.
- LAY, J. y PARFENOFF, A. (1972). «Etude des mineraux lourds». Bull. B. R. G. M. (2ª Serie). Sec. 1, n.º 4, pp. 85-90.
- LEAL, G. y VAQUERO, C. (1971). «La prospección aluvionar sistematizada en la fase estratégica de la investigación minera de grandes áreas». 1.º Cong. Hisp. Lus. Amer. de Geología Económica. Secc. 4, T. I.; pp. 139-160.
- LUACES, C. y AZCARATE, J. E. (1971). «Modalidades de la prospección mineralométrica y planteamiento de su aplicación a la investigación minera». 1.º Cong. Hisp. Lus. Amer. Geología Económica. Secc. 4, T. I.; pp. 189-204.
- LUACES, C., AZCARATE, J. E., y VAQUERO, C. (1975). «Investigaciones mineralométricas aplicadas: revisión actualizada». 2.º Cong. Hisp. Lus. Amer. Geología Económica. Buenos Aires.
- PARFENOFF, A., POMEROL, C. y TOURENQ, J. (1970). «Les mineraux en grains, méthodes d'étude et détermination». Masson et Cie. Paris.
- PARGA PONDAL, I y LOPEZ DE AZCONA, J. M. (1965). «Sobre la existencia de elementos escasos en los granitos de Galicia». Not. y Com. Inst. G. M. E., n.º 78, pp. 221-236.
- PEREZ MATEOS, J. (1965). «Análisis mineralógico de arenas. Métodos de estudio». Man. Cien. Ac. n.º 1. Patronato Alonso de Herrera. C. S. I. C. pp. 250.
- TAYLOR, R. G. (1979). «Geology of tin deposits». Devel. in Econ. Geol. 11. Elsevier Sci. Publ. Com. Amsterdam.
- VAQUERO, C. (1977). «Prospección y estudio mineralométrico de yacimientos detríticos. Aplicación del método en el batolito de los Pedroches». Pub. ENADIMSA Ser. 5, n.º 6; 215 pp.
- ZANTOP, H. y NESPEREIRA, J. (1978). «Heavy mineral panning techniques in the exploration for tin and tungsten in Northwestern Spain» Geoch. Explor. 1978; pp. 329-336.

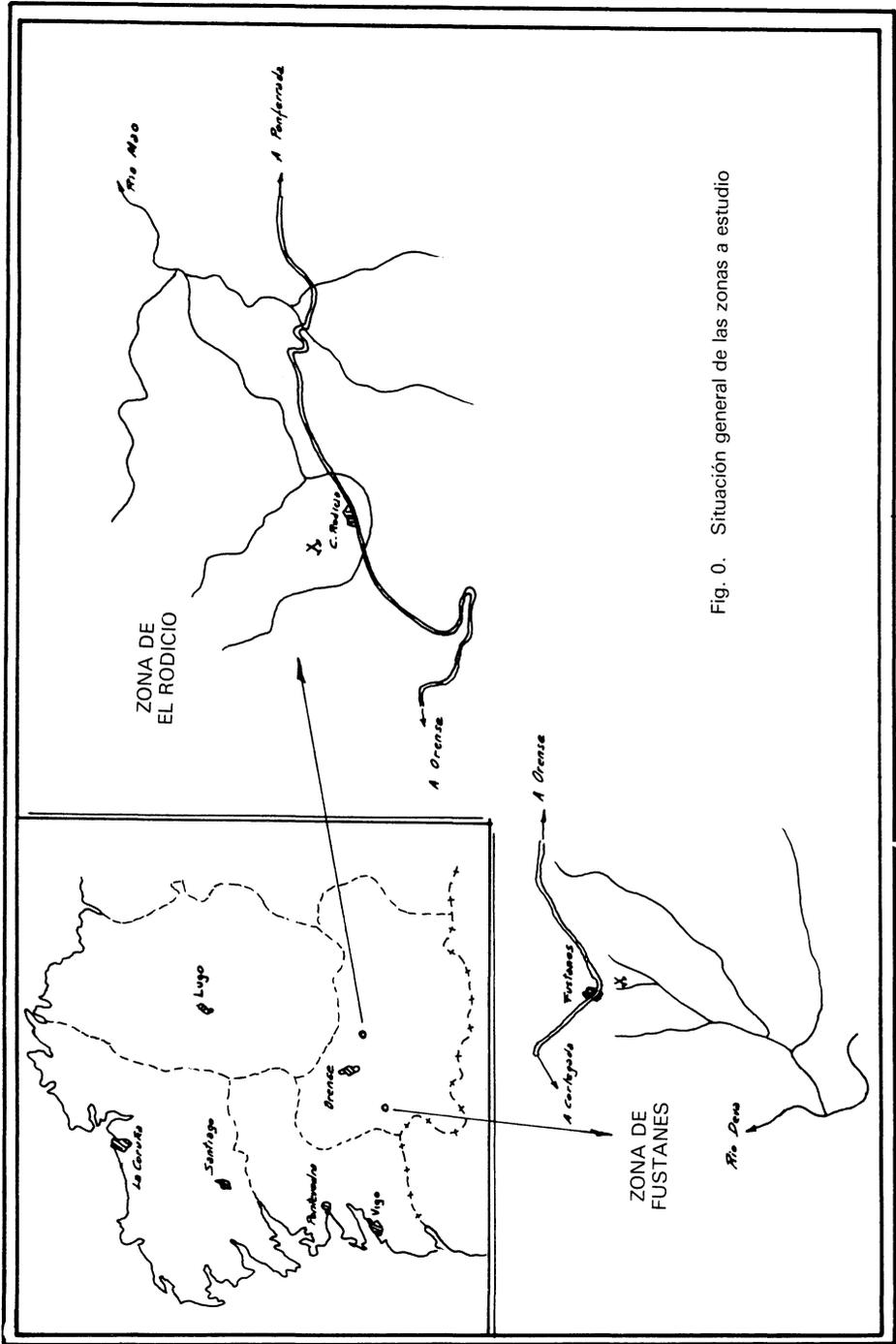


Fig. 0. Situación general de las zonas a estudio

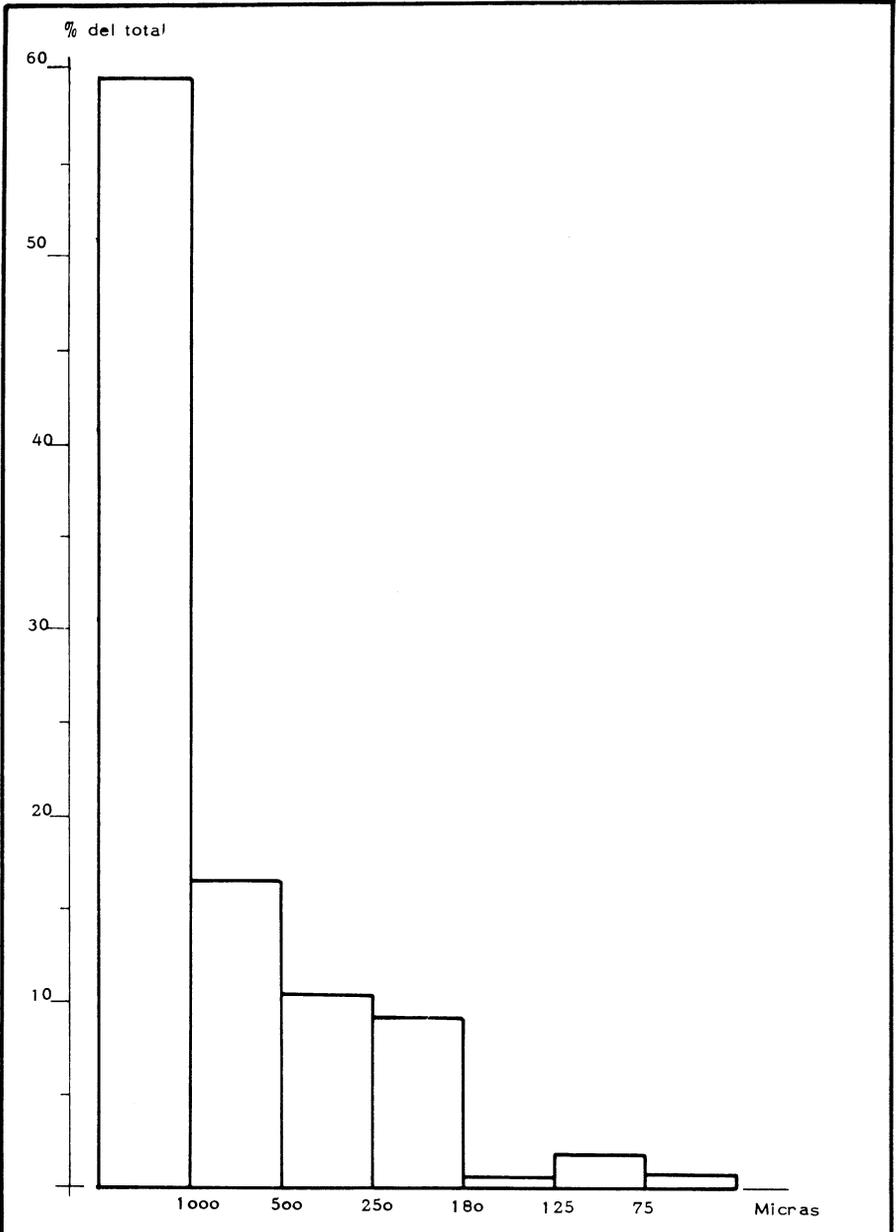


Fig.1.- Distribución de granulometrias en los sedimentos de arroyos; zonas El Rodicio y Fustanes.

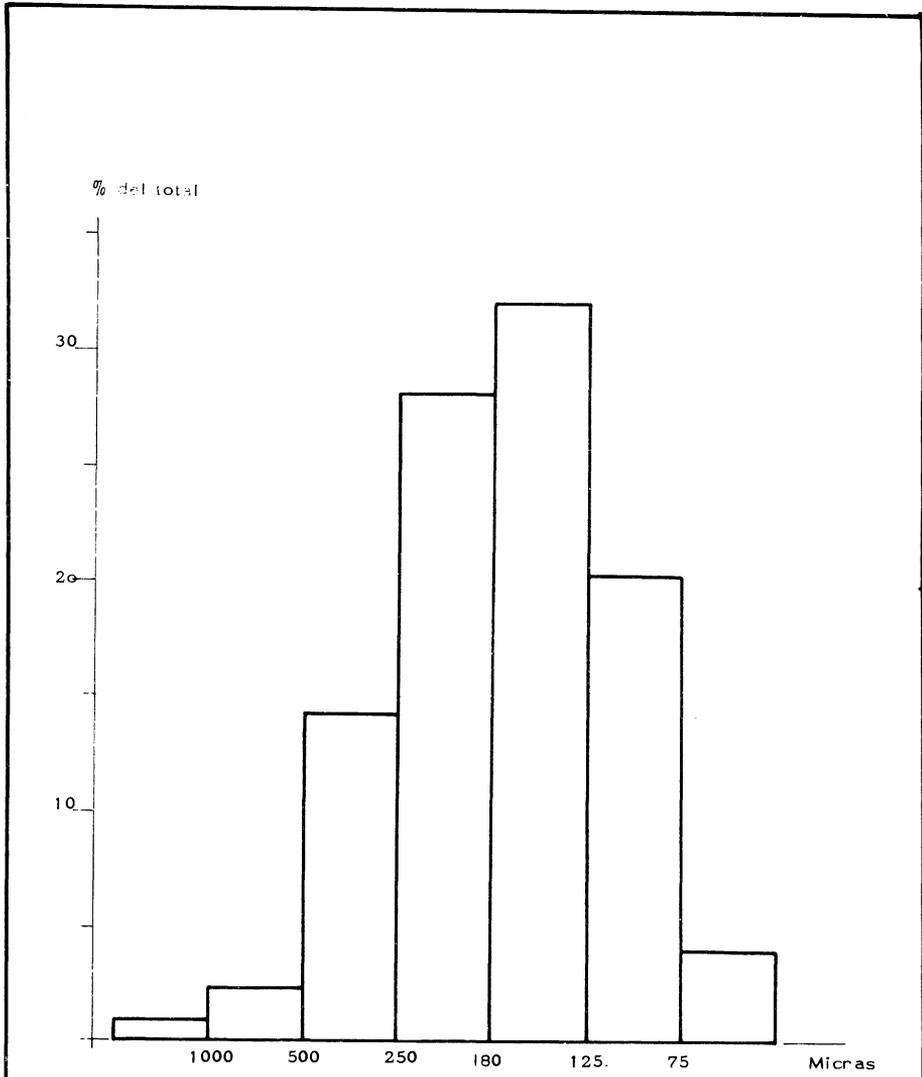


Fig.2-Zona de El Rodicio. Distribucion de valores analiticos de Sn, segun las granulometrias, en los sedimentos de arroyos.

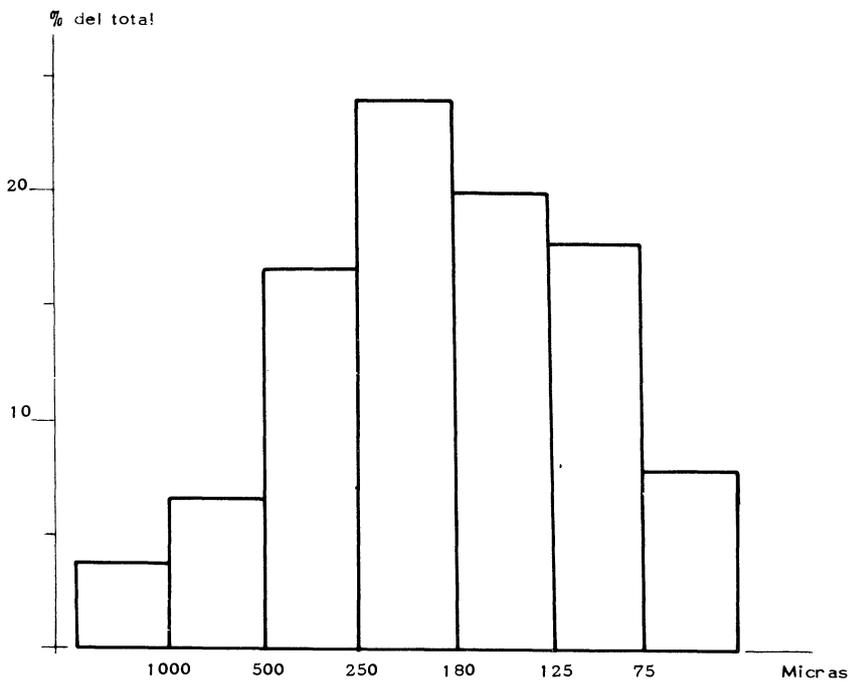


Fig.3- Zona de Fustanes. Distribucion de valores analíticos de Sn, segun las granulometrias, en los sedimentos de arroyos.

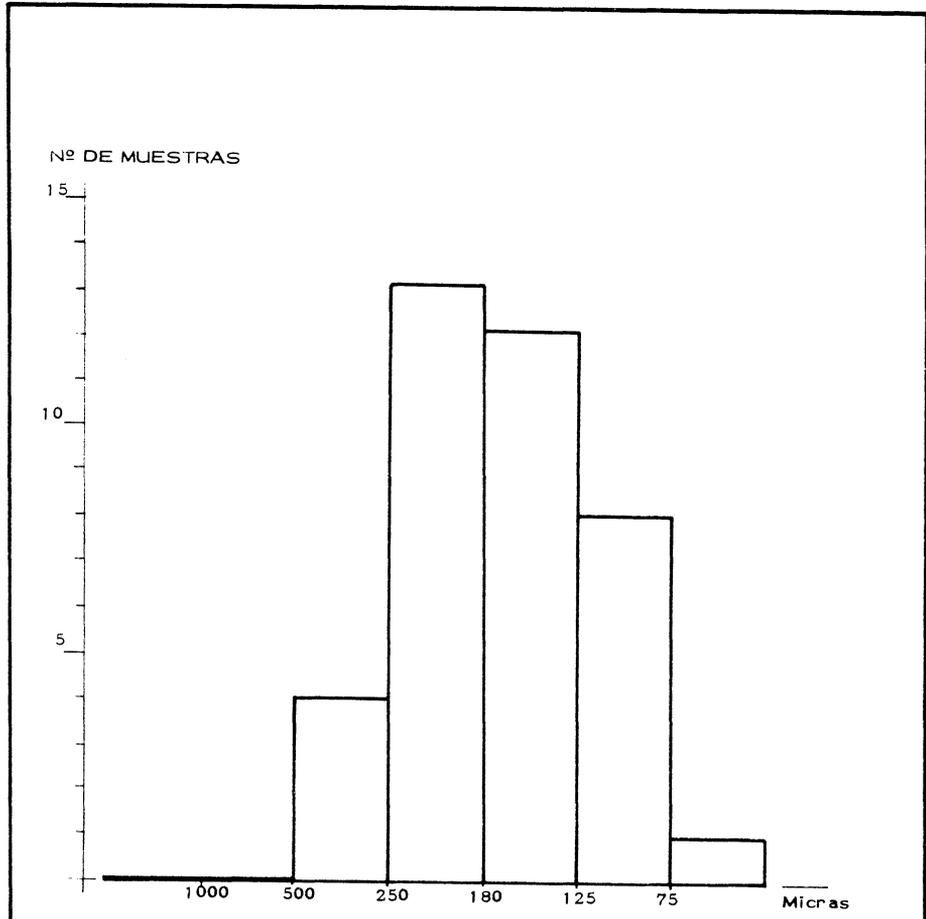


Fig.4.- Número de muestras de sedimentos de arroyos con máximos valores analíticos de Sn, según granulometrías. Zonas de El Rodicio y de Fustanes.

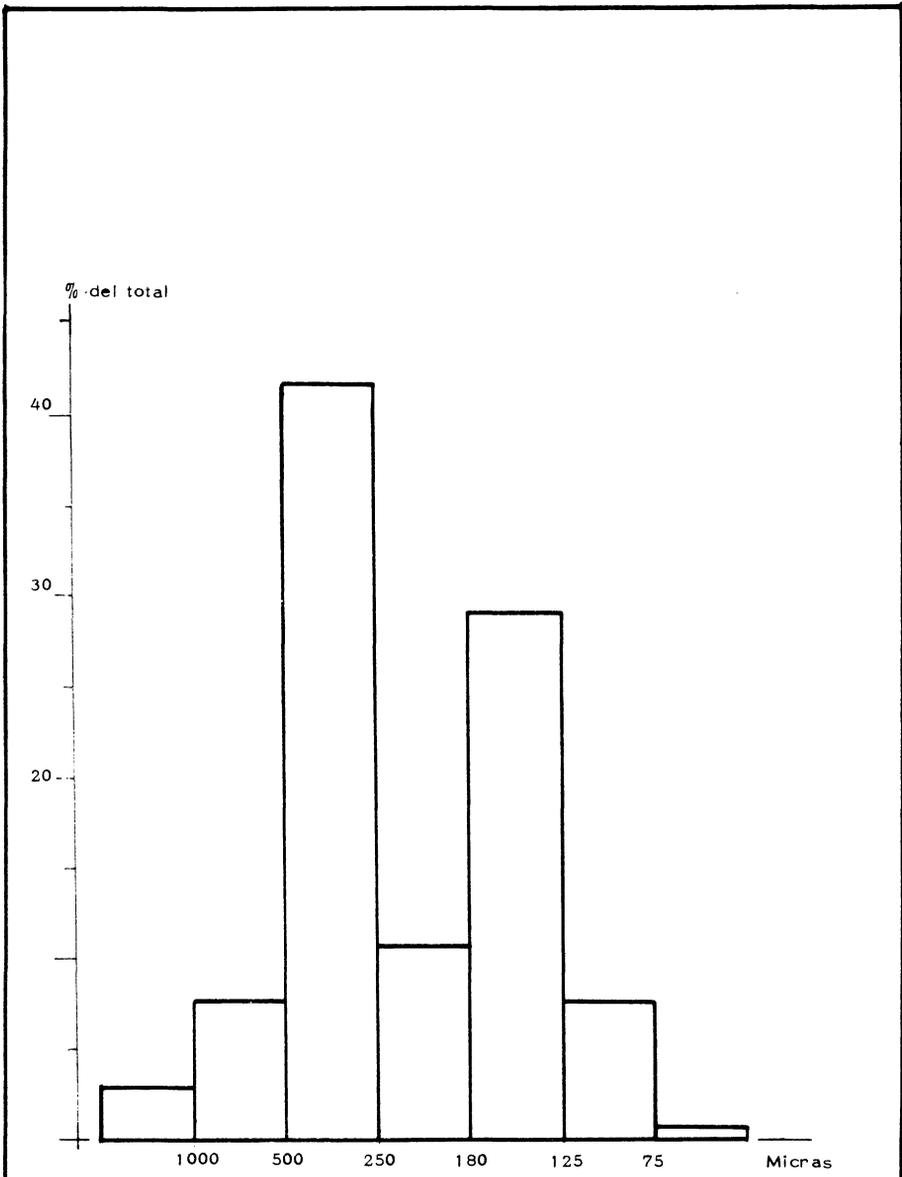
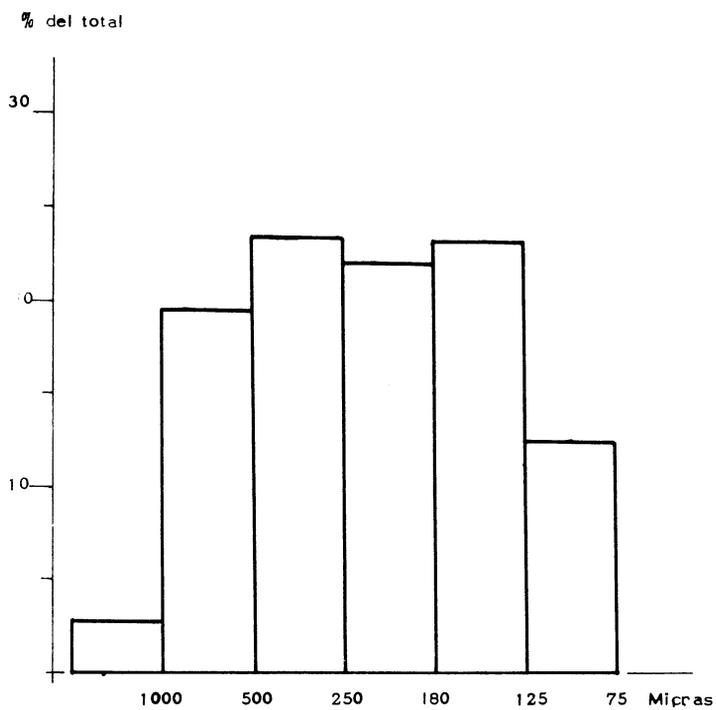


Fig.5.- Distribucion de granulometrias de concentrados de sedimentos de arroyos, en las zonas de El Rodicio y Fustanes.

Fig.6- Zona de El Rodicio. Distribucion de valores analíticos de Sn, según las granulometrias, en los concentrados de los sedimentos de arroyos.



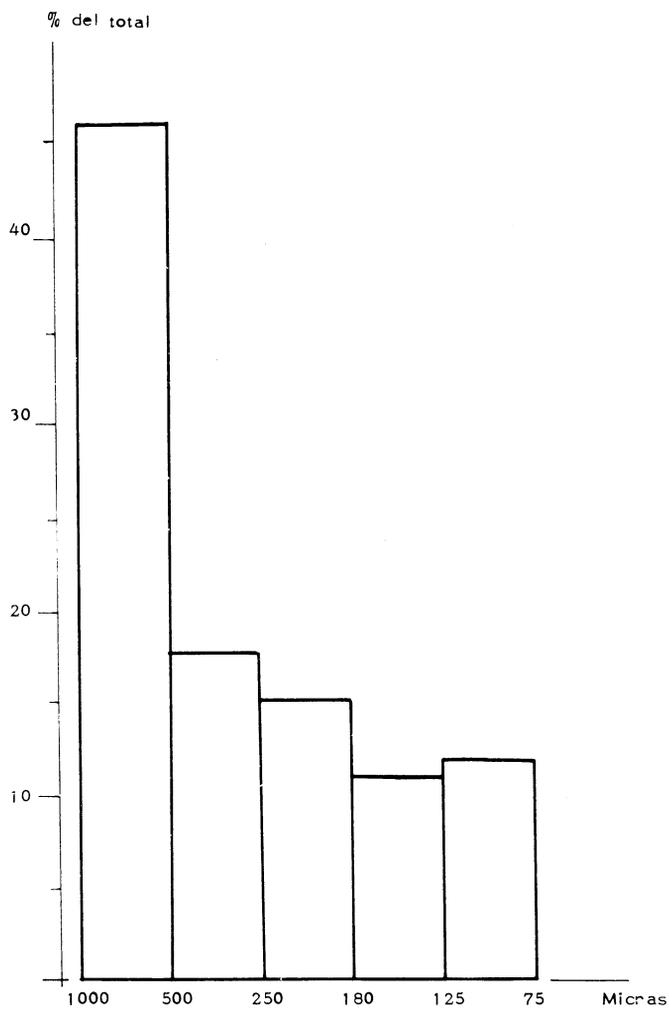


Fig. 7- Zona de Fustanes. Distribución de valores analíticos de Sn, según las granulometrías, en los concentrados de los sedimentos de arroyos.

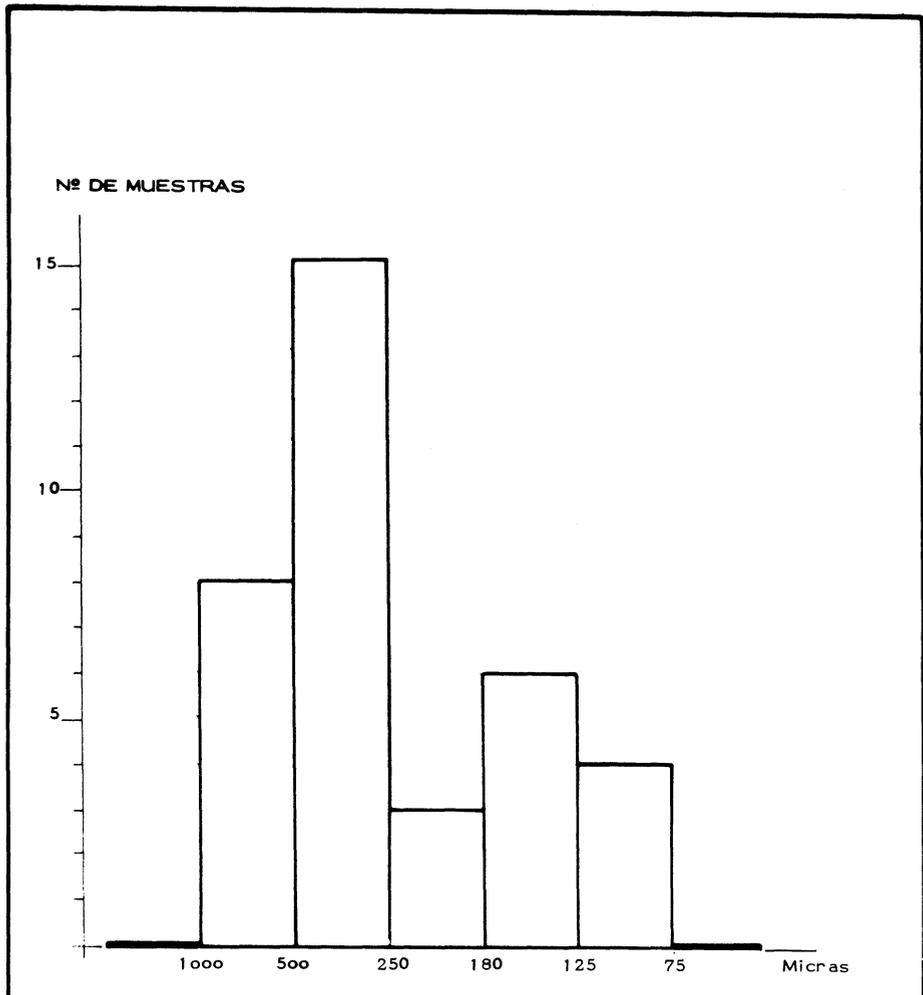
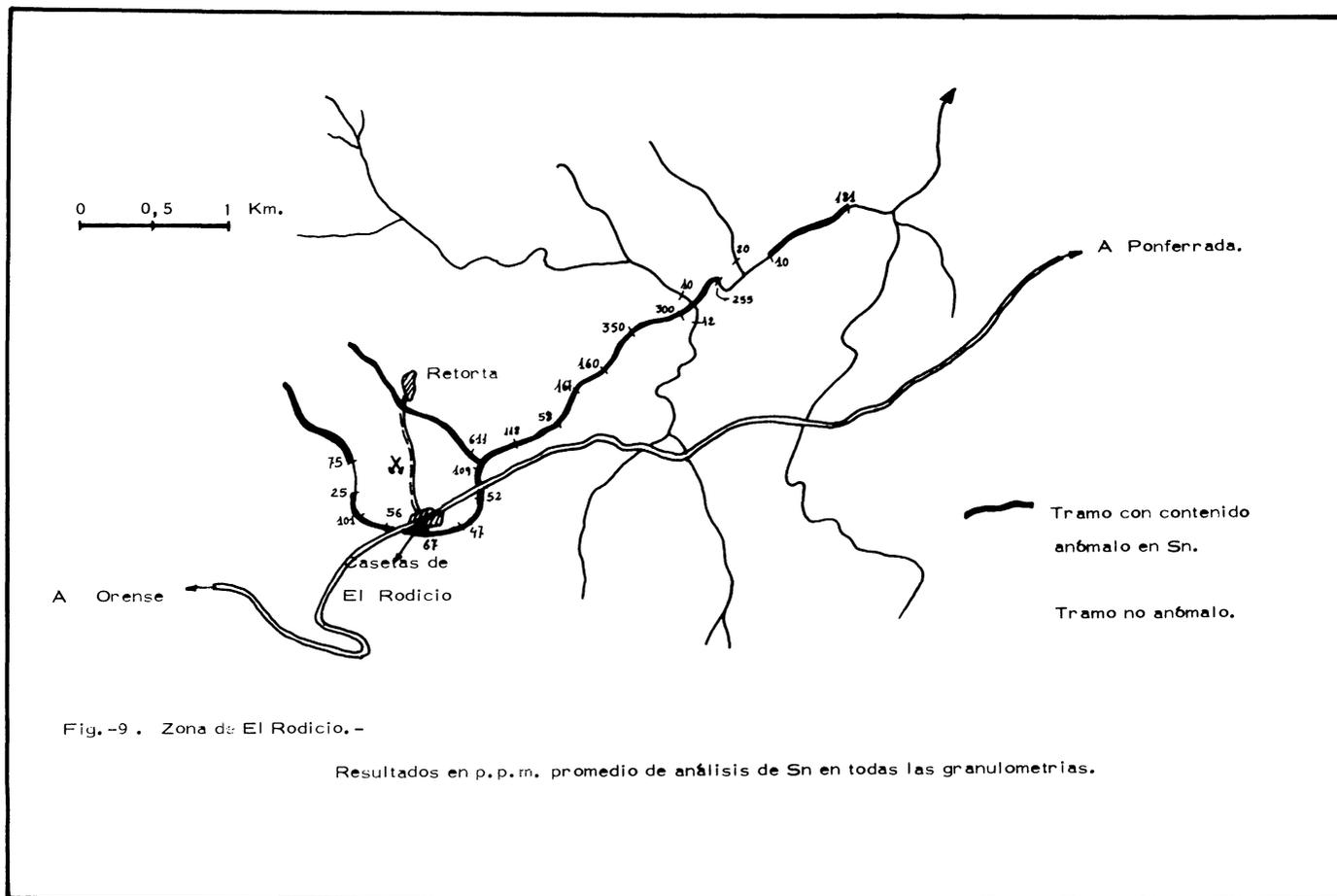
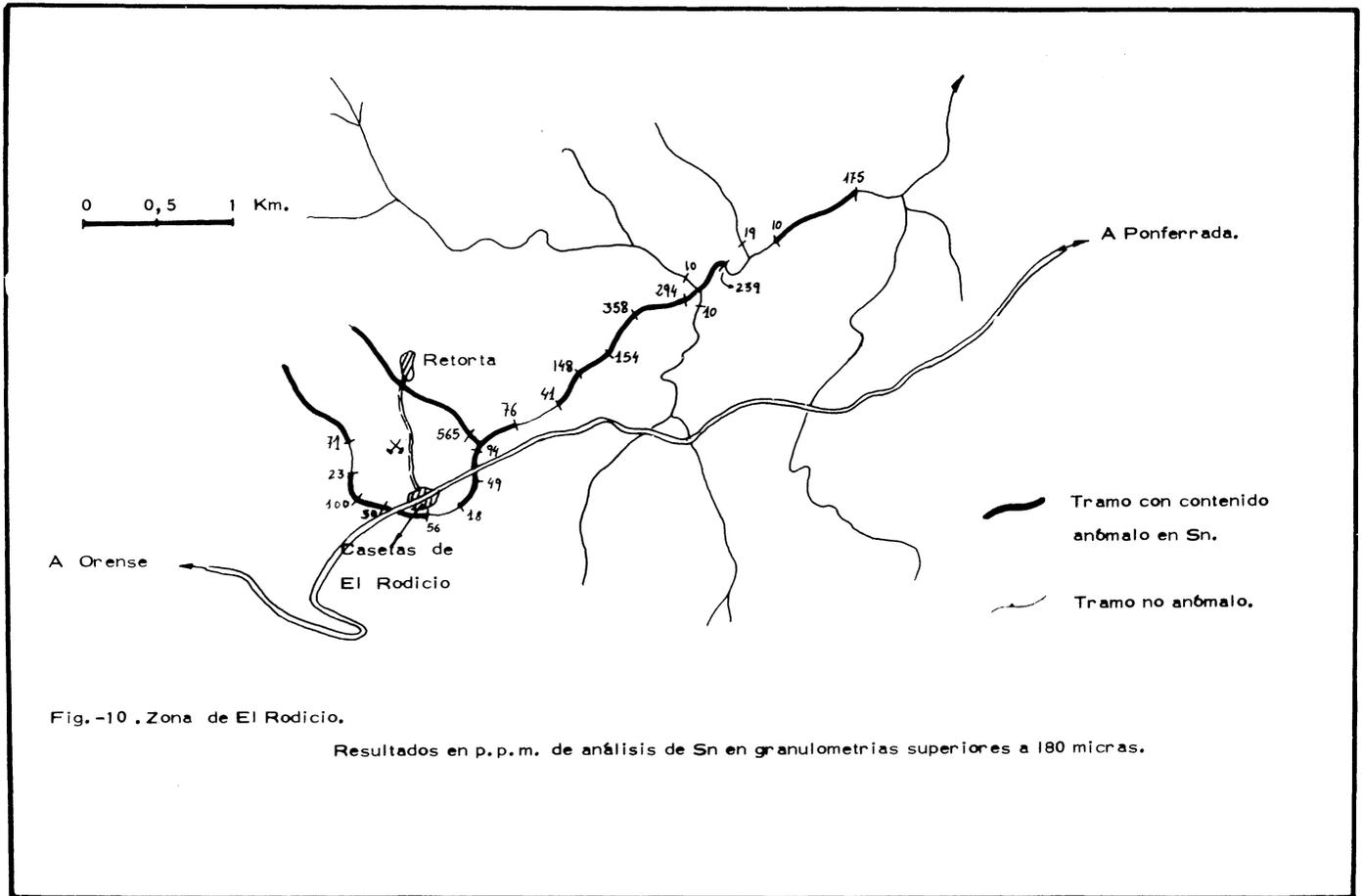


Fig. 8.- Número de muestras de concentrados de sedimentos de arroyos con máximos valores analíticos de Sn, según granulometrias. Zonas de El Rodicio y de Fustanes.





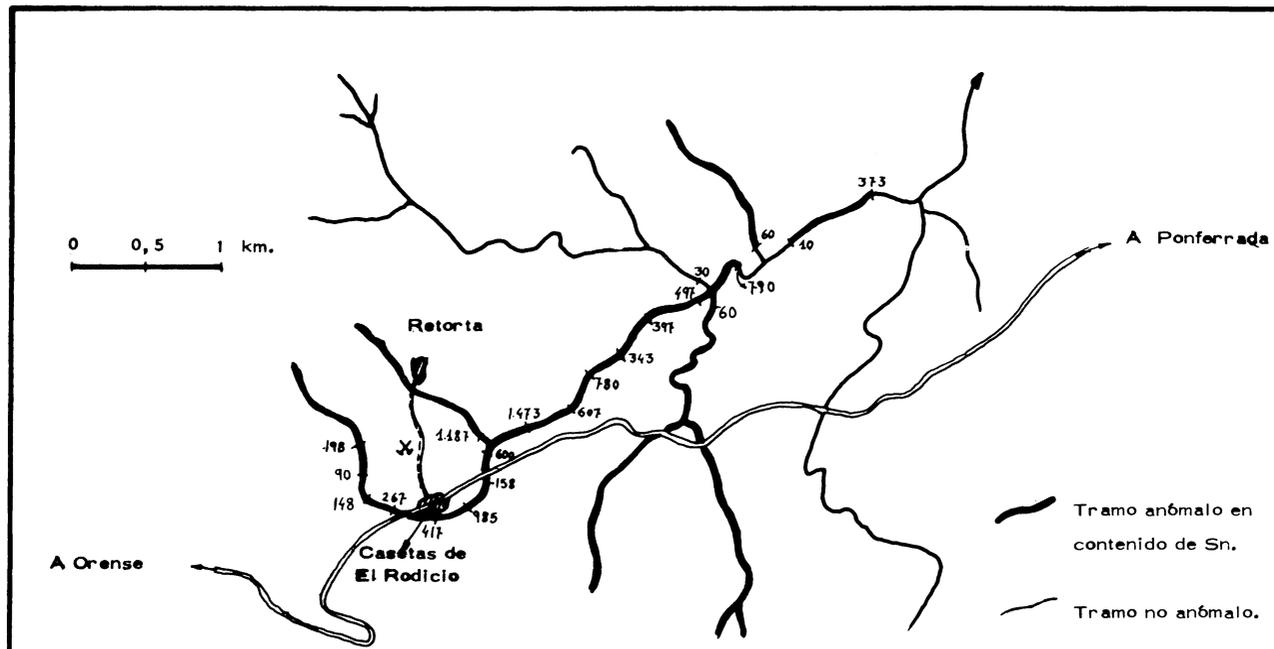


Fig.-11 .- Zona de El Rodicio.

Resultados en p.p.m. de analisis de Sn en granulometrías inferiores a 180 micras.

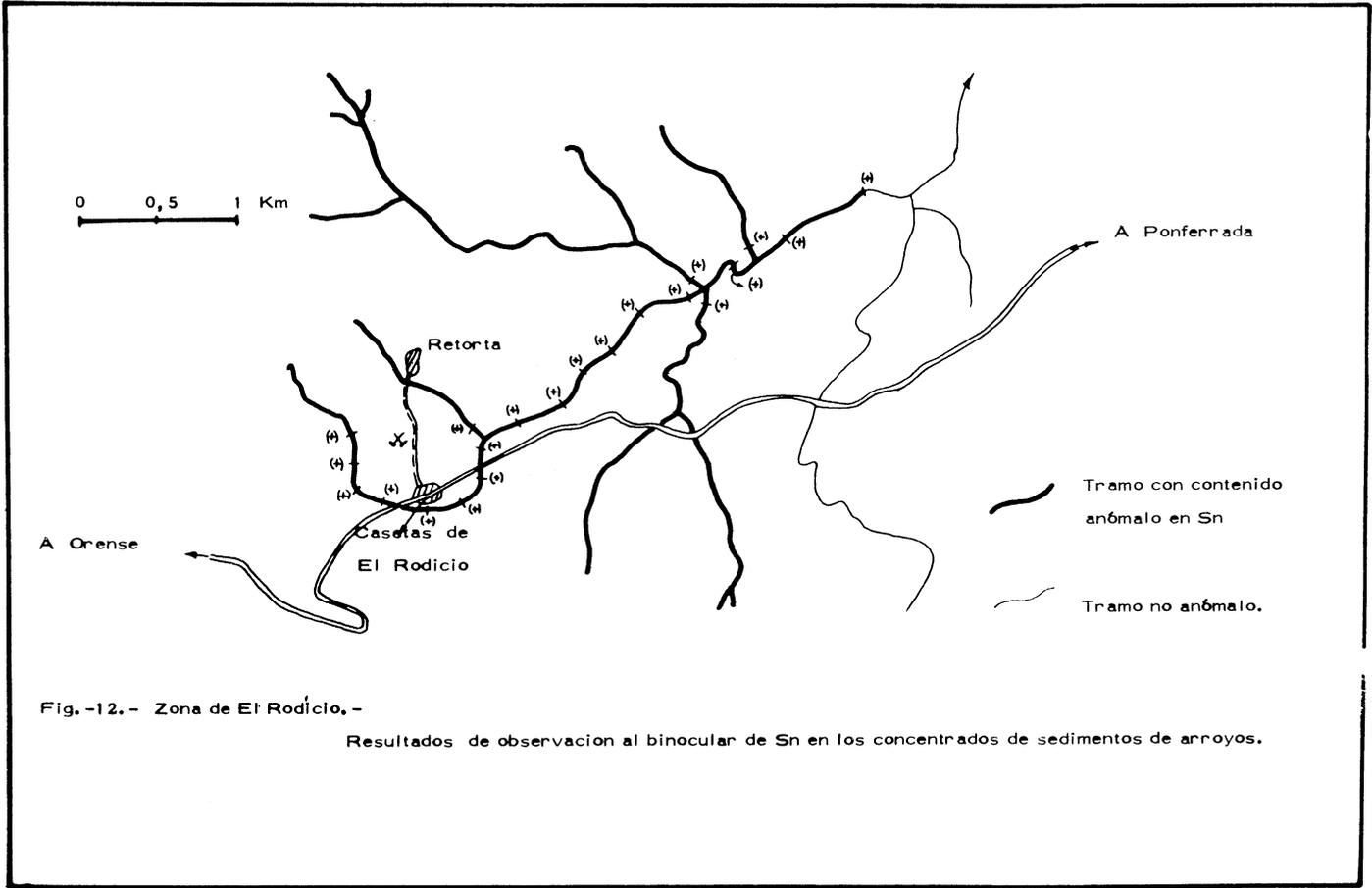


Fig.-12.- Zona de El Rodicio.-

Resultados de observacion al binocular de Sn en los concentrados de sedimentos de arroyos.

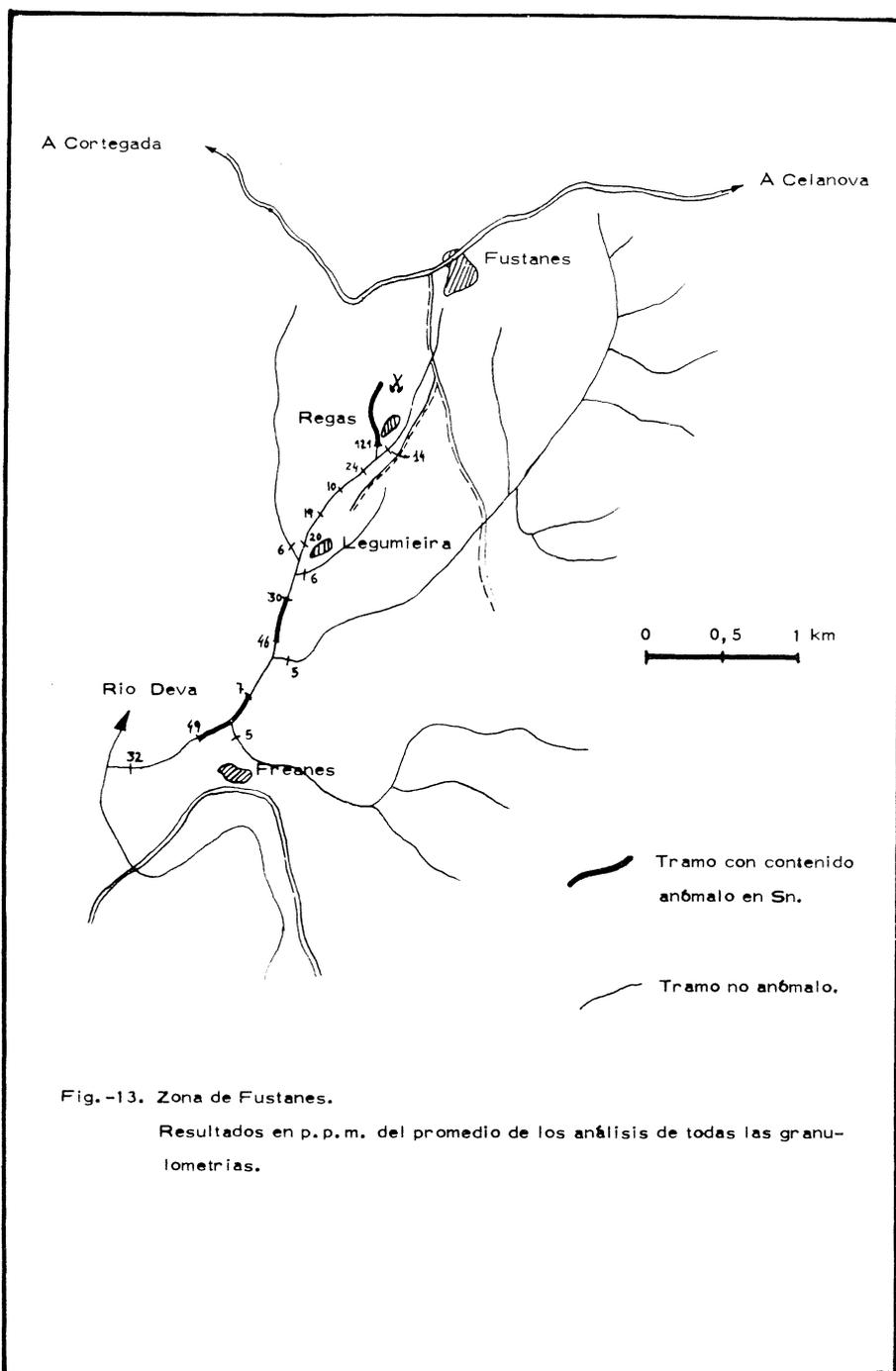


Fig.-13. Zona de Fustanes.

Resultados en p.p.m. del promedio de los análisis de todas las granulometrías.

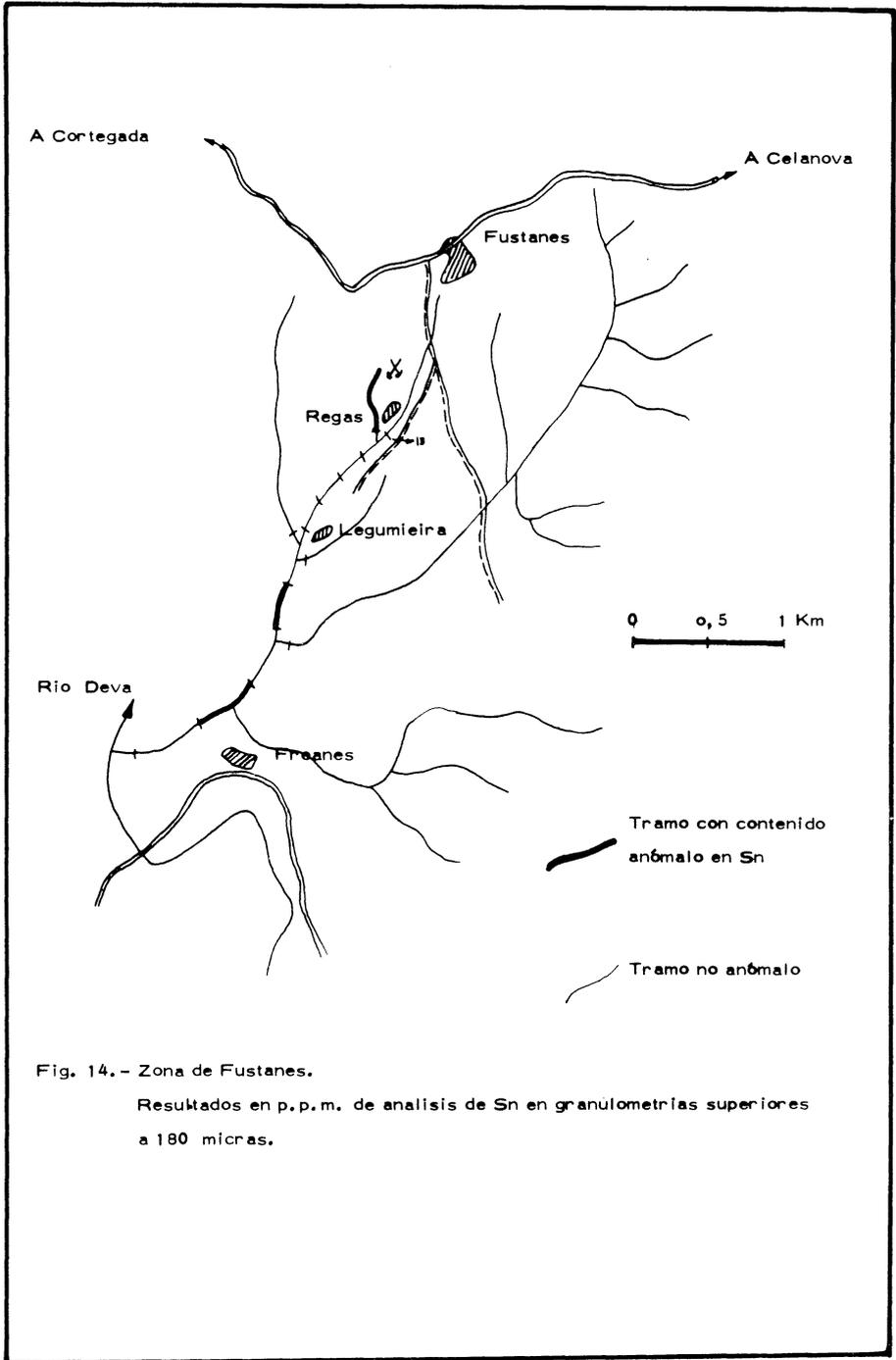


Fig. 14.- Zona de Fustanes.

Resultados en p.p.m. de análisis de Sn en granulometrías superiores a 180 micras.

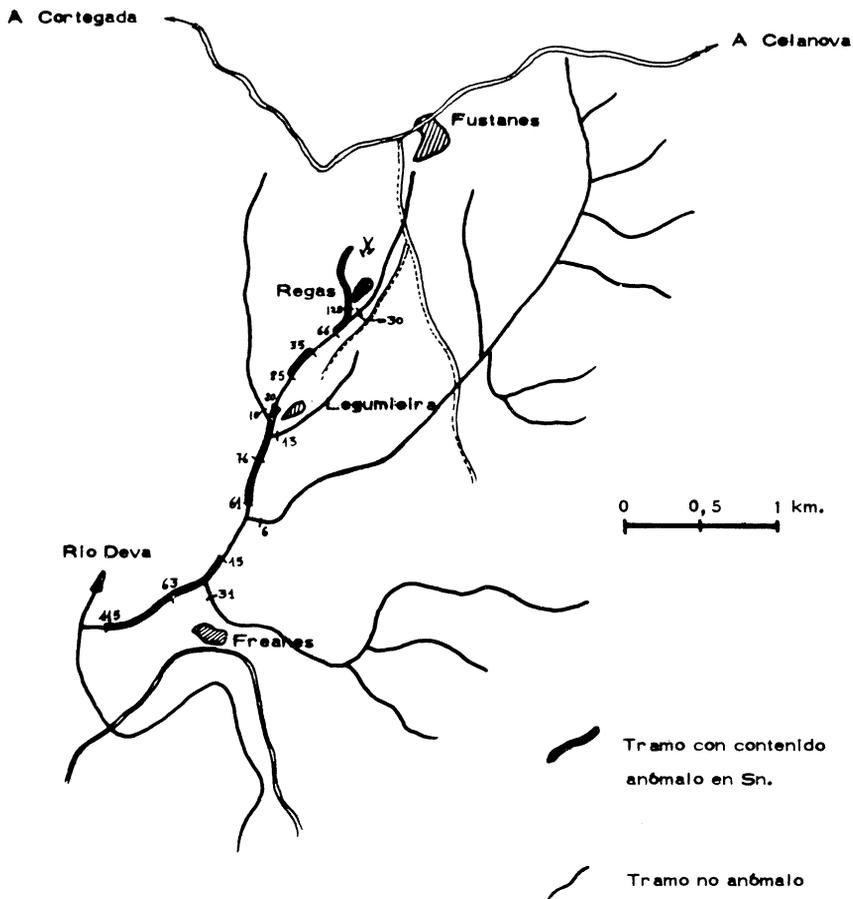
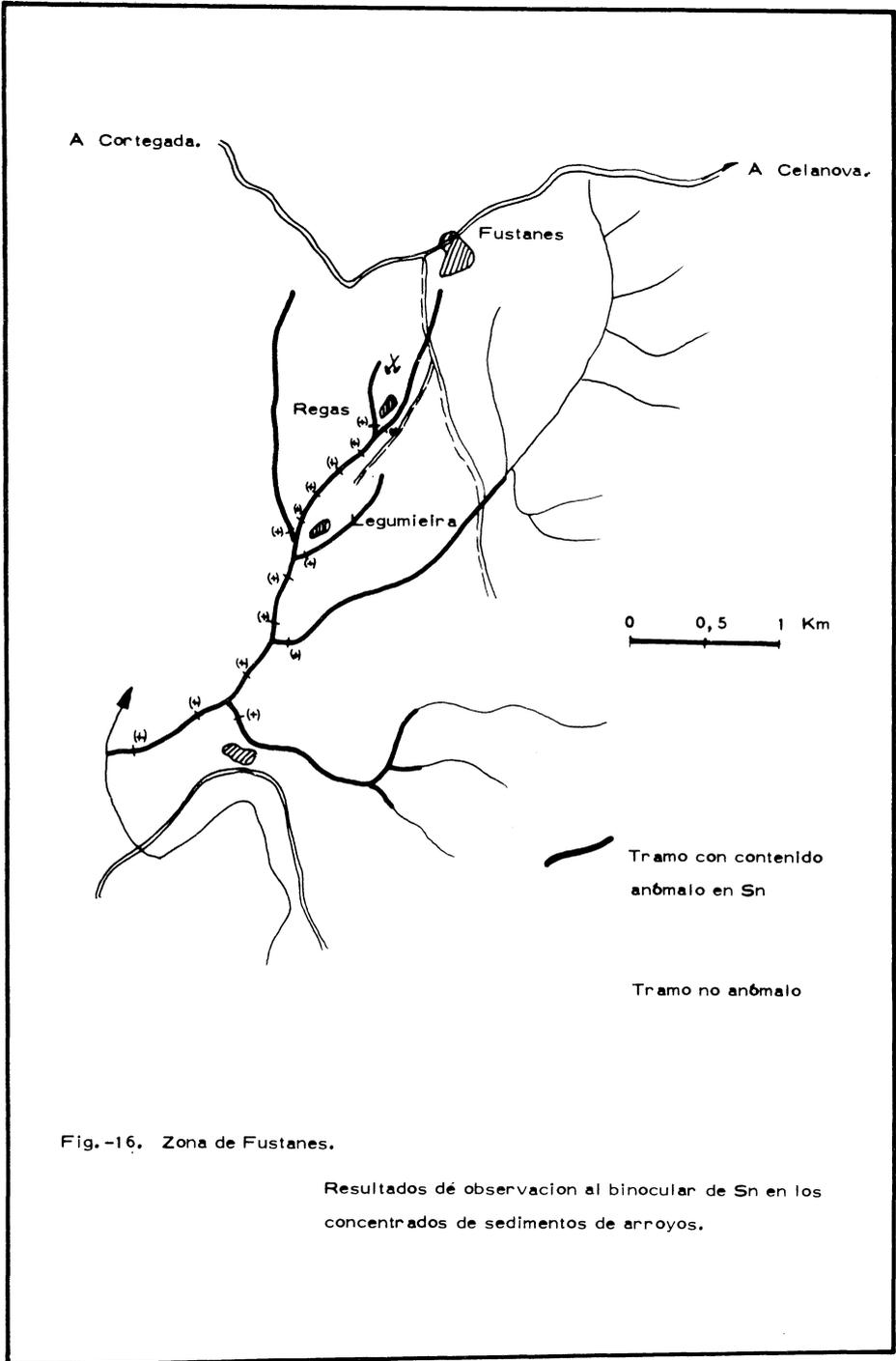


Fig.-15.Zona de Fustanes.

Resultados en p.p.m. de análisis de Sn en granulometrías inferiores a 180 micras.



T A M I C E S

MUESTRA		PESO TOTAL	> 18	18-35	35-60	60-80	80-120	120-200	< 200
S - 1	PESO	8.758	3.740	1.700	1.040	1.800	97	139	222
	PORCENTAJE		42'7	19'4	11.8	20'5	1'1	1'8	2'5
S - 2	PESO	7.300	4.780	872	678	268	188	269	244
	PORCENTAJE		65'4	11'9	9'2	3'6	2'5	3'6	3'3
S - 3	PESO	2.749	1.865	467	316	68	15	14	4
	PORCENTAJE		67'8	16'9	11'1	2'4	0'5	0'5	0'1
S - 4	PESO	4.550	2.866	806	458	320	41	60	9
	PORCENTAJE		62'9	17'8	10'1	7'1	0'9	1'3	0'2
S - 5	PESO	3.250	1806	502	346	534	12	33	7
	PORCENTAJE		55'5	15'4	10'7	16'4	0'4	1'1	0'3
S - 6	PESO	4.156	2651	704	402	315	33	43	8
	PORCENTAJE		63'8	16'9	9'7	7'6	0'8	1'1	0'2
TOTALES	PESO	30.763	17.708	5.051	3240	3305	386	558	494
	PORCENTAJE		57'6	16'4	10'5	10'7	1'2	1'8	1'6
PROMEDIO	PESO	5127	2951	842	540	550	64	93	82
	PORCENTAJE		59.6	16.4	10'4	9'6	1'1	1'5	1'1

Tabla n° 1.

Distribución en peso de las distintas granulometrías de los sedimentos fluviales en las zonas de O Rodicio y Fustanes

T A M I C E S

MUESTRA	>18	18-35	35/60	60/80	80 - 120	120-200	<200	PROMEDIO	V.max.	V.min.	Frac. extrem.
R - 1	15	15	125	240	400	325	75	170	400	15	207
R - 2	35	145	310	200	215	195	35	171	310	35	172
R - 3	5	5	65	120	200	55	15	66	200	5	102
R - 4	5	20	135	490	455	105	35	177	490	5	247
R - 5	5	25	170	300	465	595	190	583	595	5	300
R - 6	5	10	30	100	1.100	1600	255	443	1600	5	802
R - 7	5	5	175	260	190	205	80	130	260	5	132
R - 8	5	5	175	700	1200	490	110	383	1200	5	602
R - 9	130	60	1800	2800	2400	1100	60	1180	2800	60	1430
R - 10	10	40	500	1100	2600	1500	320	866	2600	10	1305
R - 11	10	10	100	220	660	260	200	308	960	10	485
R - 12	10	100	110	1100	1100	940	300	523	1100	10	555
R - 13	10	200	520	580	660	300	70	320	660	10	335
R - 14	100	220	1200	1300	760	300	120	606	1300	100	700
R - 15	10	100	820	1800	1200	280	10	603	1800	10	905
R - 16	10	10	10	10	60	90	30	30	90	10	50
R - 17	10	10	10	10	10	40	10	12	40	10	25
R - 18	10	10	10	90	100	70	10	41	100	10	55
R - 19	10	10	440	1800	1800	510	60	660	1800	10	905
R - 20	10	10	10	10	10	10	5	5	10	5	7
R - 21	10	180	420	910	600	510	10	377	910	10	460
TOTALES	420	1190	7135	14140	16185	10180	2005	7654	21225	345	2781
PROMEDIO	20	56	339	673	770	484	95	732.2	364	16	1078.5
Nº de máximos	0	0	1	8	8	5	0	348	1.010	513	465

Tabla nº 2.
Zona de O Rodicio. Distribución de los valores analíticos de Sn en p.p.m según granulometrías en los sedimentos fluviales.

MUESTRA	T A M I C E S							PROME- dio	V. max.	V.min.	frac. extr.
	>18	18-35	35-60	60-80	80 - 120	120- 200	< 200				
F -1	5	20	35	35	5	45	40	26	45	5	25
F -2	125	35	120	250	135	155	95	130	250	35	142
F -3	5	10	80	95	65	85	50	58	95	5	50
F -4	5	10	10	35	35	45	25	23	45	5	25
F -5	5	20	30	75	140	80	35	55	140	5	72
F -6	5	5	25	10	20	20	5	12	25	5	15
F -7	5	5	5	5	50	30	15	16	50	5	27
F -8	5	120	115	130	85	90	15	80	130	5	67
F -9	5	20	205	175	60	110	15	84	205	5	105
F -10	5	5	5	5	5	10	5	5	10	5	7
F -11	5	5	5	15	15	5	10	7	15	5	10
F -12	5	15	75	65	25	30	5	30	75	5	40
F -13	5	5	5	15	5	15	20	9	15	5	10
F -14	5	20	40	175	125	70	35	66	175	5	90
F - 15	5	35	80	120	220	100	25	83	220	5	112
TOTALES	195	330	835	1.205	1.010	890	395	684	1495	105	797
PROMEDIO	13	22	55	80	67	59	26	694	1205	195	800
Nº DE MAXIMOS	0	0	3	5	4	3	1	45	99	7	53
	—	—	—	—	—	—	—	46	80	13	53

Tabla nº 3.
Zona de Fustanes. Distribución de los valores analíticos de Sn en ppm, según granulometría en los sedimentos fluviales.

MUESTRA	T A M I C E S							TOTAL	PESO In.
	> 18	18-35	35-60	60-80	80-120	120-200	<200		
R - 1	0.5	1	4	1	2	0.5	0.1	9.1	50 kg
R - 2	0.5	1	5	1	2	0.5	0.1	10.1	50"
R - 3	0.5	0.5	7.5	1.5	4.5	1	0.1	15.6	50"
R - 4	0.5	1	8.5	2.5	7.5	1.5	0.2	21.7	50"
R - 5	2.5	3.5	11	2	4	1	0.1	29.1	50"
R - 6	0.5	4	19.5	8.5	5	2	0.1	39.6	50"
R - 7	15	4	11.5	2	4.5	1	0.1	24.6	50"
R - 8	1	2.5	21	6	12	1.5	0.1	44.1	50"
R - 9	1	2	16.5	3.5	7.5	1	0.1	31.6	50"
R-10	0.5	1.5	10	3.5	8.5	1.5	0.1	25.6	50"
R-11	1	3	17	5.5	16	3.5	0.1	46.1	50"
R-12	1	1.5	10.5	2	7.5	1.5	0.1	24.1	50"
R-13	1	2.5	11	2	6.5	1.5	0.1	23.6	50"
R-14	1	3	16	2.5	4	1	0.1	27.6	50"
R-15	0.5	1.5	9	2	3	1	0.1	17.1	50"
R-16	0.5	1	9.5	3	11.5	3	0.3	28.8	50"
R-17	0.1	0.5	6.5	1.5	5.5	1	0.1	15.2	50"
R-18	0.2	0.5	8	3	8.5	2.5	0.1	22.8	50"
R-19	2	4.5	15.5	3	6.5	1	0.1	32.6	50"
R-20	0.2	2	23	6.5	12	2.5	0.1	46.3	50"
R-21	1	4	14	3.5	5	1	0.1	28.6	50"
TOTAL	17.5	45	254.5	66	143.5	31	24	559.9	1050"
PROME- DIO	0.8	2.1	12.1	3.1	6.8	1.4	0.1	26.6 3.8	50"
nº de máximos	0	0	19	0	2	0	0		

Tabla nº 4.

Zona de O Rodicio. Distribución en peso de los diferentes granulometrías de los concentrados de sedimentos fluviales.

T A M I C E S

MUESTRA	> 18	18-35	35-60	60-80	80-120	120-200	< 200	TOTAL	Peso In. Kg
F - 1	0.1	0.5	4	1.5	5	2	0.1	13.2	50"
F - 2	1	1	6	2	10	4	0.3	24.3	50"
F - 3	1	2	8.5	2.5	9.5	3.5	0.2	27.2	50"
F - 4	0.1	0.5	7	2.5	7.5	2	0.2	19.8	50"
F - 5	0.5	2	11.5	2.5	6.5	1.5	0.1	28.6	50"
F - 6	0.2	1	11	3.5	14	4.5	0.3	34.5	50"
F - 7	1	2	14.5	3.5	9.5	3	0.2	33.7	50"
F - 8	0.5	5.5	18	4	10.5	2.5	0.2	41.2	50"
F - 9	1	4	14.5	2.5	7	2	0.1	31.1	50"
F - 10	0.1	1	8	2	5	1.5	0.1	17.7	50"
F - 11	0.2	1	5	2	7.5	2.5	0.2	18.4	50"
F - 12	1.5	2	11.5	2	7.5	2	0.1	26.6	50"
F - 13	0.5	1	5.5	1.5	6	2.5	0.2	17.2	50"
F - 14	1	2.5	15	3.5	11.5	4	0.3	37.7	50"
F - 15	1.5	2.5	12	2.5	10	4	0.5	33.0	50"
TOTAL	10.2	28.5	152 -	38-	127 -	41.5	3 -	400.2	750"
PROMEDI O	0.6	1.9	10.4	2.5	8.4	2.7	0.2	400.2 26.6 3.8	50"
nº de máximos	0	0	8	0	7	0	0	—	—

Tabla nº 5.
Zona de Fustanes. Distribución en peso de las diferentes granulometrías de los concentrados de sedimentos fluviales.

MUESTRA	T A M I C E S							Promedi	V.max.	V.min.	frec. extrem
	> 18	18-35	35-60	60-80	80-120	120-	200				
R - 1	—	—	10'6%	—	29'6%	—	—	12'7%	29'6%	10'6%	20'1
R - 2	—	—	21'4%	—	11'6%	—	—	13'2%	21'4%	11'6%	16'5
R - 3	—	—	9'6%	—	6'6%	—	—	7'2%	9'6%	6'6%	8'1
R - 4	—	—	12'2%	6%	9%	—	—	9'8%	12'2%	6%	9'1
R - 5	2'6%	23'2%	16'8%	16'8%	18'8%	—	—	15'8%	23'2%	2'6%	12'9
R - 6	—	0'8%	0'8%	1'8%	10'4%	10'2%	—	3%	10'4%	0'8%	5'6
R - 7	—	22%	19%	15'4%	14'6%	—	—	15'7%	22'1%	14'6%	18'3
R - 8	—	0'4%	9'6%	16%	17'2%	—	—	10'9%	17'2%	0'4%	8'8
R - 9	—	6'6%	28'4%	43%	45'2%	—	—	29'8%	45'2%	6'6%	25'9
R - 10	—	—	14'4%	11%	13'2%	—	—	11'7%	14'4%	11%	12'7
R - 11	—	0'8%	3'5%	10'8%	19'8%	21'4%	—	11'3%	21'4%	0'8%	11'1
R - 12	—	—	5'2%	9'4%	8'6%	—	—	5'5%	9'4%	5'2%	7'3
R - 13	—	24'4%	24'8%	11'8%	13%	—	—	18'1%	24'8%	13%	18'9
R - 14	—	51%	52%	36%	34%	—	—	44'8%	52%	34%	43 -
R - 15	—	—	28'6%	32%	23'6%	—	—	23'7%	32%	23'6%	27'8
R - 16	—	—	18%	2'3%	2'0%	2'5%	—	1'9%	2'5%	1'8%	21'5
R - 17	—	—	14'6%	—	4'7%	32%	—	8'2%	14'6%	3'2%	8'9
R - 18	—	—	16%	11'6%	5'7%	—	—	9'6%	16%	5'7%	10'8
R - 19	0'2%	0'4%	5'5%	7'8%	8'2%	—	—	5'1%	8'2%	0'2%	4'2
R - 20	—	0'64%	0'4%	0'6%	0'7%	07	—	0'5%	0'6%	0'4%	0'5
R - 21	—	3'2%	9%	4'6%	38%	—	—	6'1%	9%	3'2%	6'11
TOTALES	2'8	1334	3048	231'9	300'3	38	—	2646 1685	3048	2'8	153'8
PROMEDIO	1'4	12'1	14'5	13'6	14'3	7'6	—	12'6 10'5	14'5	1'4	8
n° de máximos	—	3	9	2	5	2	—	—	—	—	—

Tabla n° 6

Zona del Rodicio

Distribución de los valores anfiticos de Sn según las diferencias granulométricas en los concentrados de los sedimentos fluviales.

MUESTRA	T A M I C E S							PROME- DIO	V. max.	V. min.	Frac. extr.
	>18	18-35	35-60	60-80	80-120	120/200	200				
F-1	-	-	5'3%	-	1'04%	2'5%	-	2'6%	5'3%	1'04%	3'2
F-2	-	-	2'8%	2'02%	0'9%	2'8%	-	1'6%	2'8%	0'9%	1'8
F-3	-	12%	3'2%	2'04%	1'9%	1'6%	-	2'9%	12%	1'6%	6'8
F-4	-	-	0'7%	0'5%	0'5%	1'2%	-	0'6%	1'2%	0'5%	0'8
F-5	-	9%	1'6%	2'04%	2'4%	-	-	2'4%	9%	1'6%	5'3
F-6	-	-	2'06%	0'9%	0'7%	1'0%	-	1'1%	2'06%	0'7%	1'4
F-7	-	04%	0'1%	0'1%	0'1%	0'2%	-	0'16%	0'4%	0'1%	0'2
F-8	-	9'2%	3'6%	2'7%	1'5%	1'06%	-	3'2%	9'2%	1%	5'1
F-9	-	5%	7%	7'2%	3'6%	3'4%	-	5'5%	7'2%	3'1%	5'3
F-10	-	-	0'5%	0'3%	0'3%	-	-	0'3%	0'5%	0'3%	0'4
F-11	-	-	0'12%	0'1%	0'07%	0'07%	-	0'08%	0'12%	0'07%	0'1
F-12	-	8%	2'4%	2'1%	1'4%	1'5%	-	2'7%	8%	1'8%	4'7
F-13	-	-	0'9%	-	0'3%	0'5%	-	0'5%	0'9%	0'3%	0'6
F-14	-	1'08%	0'5%	1'4%	2'3%	2'6%	-	14%	2'6%	0'5%	1'6
F-15	-	0'3%	1'7%	1'9%	2'4%	1'2%	-	1'8%	2'4%	0'3%	1'8
TOTALES	-	44'9	32'5	23'2	19'4	19'2	-	24'1	61'8	13'	39'1
PROMEDIO	-	5'6%	2'1%	1'8%	1'3%	1'4%	-	27'8	44'9	19'2	32-
Nº de máximos	-	5	6	1	1	2	-	1'6	4'1	0'9	2'5
	-						-	1'9	5'6	1'3	3'4

Tabla nº 7.
Distribución de los valores analíticos de Sn según las diferentes granulometrías en los concentrados de los sedimentos fluviales.

MUESTRA	SEDIMENTOS			a partir del concentrado			
	PROMEDIO	GRUESOS	FINOS	concentrado		del todo uno	
		80 mallas	80 mallas	Promedio	Máximo	Señal. Análisis	Albinocul
R-1	56ppm	50ppms	267ppms	12*7%	29*6%	50	37ppms
R-2	101ppm.	100"	148 "	13*2 "	214 "	95	92 "
R-3	25ppm	23 "	90 "	7*2 "	9*6 "	50	46 "
R-4	75 "	71 "	198 "	9*8 "	12*2"	70	56 "
R-5	67 "	56 "	417 "	15*8 "	23*2"	170	148 "
R-6	47 "	18 "	85 "	5 "	10*4"	35	14 "
R-7	52 "	49 "	158 "	15*7 "	221 "	385	371 "
R-8	109 "	94 "	600 "	10*9 "	172 "	160	148 "
R-9	611 "	565 "	1.187"	29*8 "	45*2"	610	350 "
R-10	118 "	76 "	1.473"	11*7 "	14*8"	95	83 "
R-11	58 "	41 "	607 "	11*3 "	21*4"	45	27 "
R-12	167 "	148 "	780 "	5*5 "	9*4"	60	27 "
R-13	160 "	154 "	343 "	18*1"	24*8"	155	150 "
R-14	359 "	358 "	377 "	44*8"	52*	370	360 "
R-15	300 "	294"	497 "	23*7"	32	260	200 "
R-16	12 "	10"	60 "	1*9"	2*5 "	15	14 "
R-17	10 "	10"	30"	8*2"	14*6"	25	23 "
R-18	20 "	19"	60"	9*6"	16 "	20	20 "
R-19	255 "	239"	790 "	5*1	8*2	110	74 "
R-20	10 "	10"	10"	0*5	0*6	10	5 "
R-21	181 "	175"	373"	6*1"	9*	90	24 "

TABLA N° 8

Zona de El Rodicio.

Resultados promedio, según conjuntos de granulometrias, análisis de Sn, y resultados estudio de los concentrados al binocular.

MUESTRA	SEDIMENTOS			a partir del concentrado			
	Promedio	Gruesos 80 mall	Finos 80 mall	Concentrado		del todo uno	
				Máximo	Promedio	Seg.anál.	Al binoc.
F-1	14 ppm	13 ppm	30ppm	5'3%	2'6%	12ppm	20ppm
F-2	121	121	128	2'8"	1'6 "	80 "	82 "
F-3	24	22	66	12 "	2'9 "	32 "	34 "
F-4	10	9	35	1'2 "	0'6 "	6 "	10 "
F-5	19	17	85	9'0 "	2'4 "	24 "	13 "
F-6	7	7	15	2'06	1'1 "	16 "	10 "
F-7	5	5	31	0'4 "	0'1 "	4 "	8 "
F-8	49	49	63	9'2 "	3'2 "	50 "	33 "
F-9	46	45	61	7'2 "	5'5 "	70 "	27 "
F-10	5	5	6	0'5 "	0'5 "	2 "	2 "
F-11	6	6	10	0'12 "	0'08 "	2'0 "	2 "
F-12	20	20	20	8'0 "	2'7 "	28 "	12 "
F-13	6	6	13	0'09 "	0'05 "	2 "	2 "
F-14	30	28	76	2'6 "	1'4 "	20 "	10 "
F-15	32	29	115	2'4 "	1'8 "	24	12 "

Tabla N° 9

Zona de Fustanes. Resultados promedio, según conjuntos de granulometrías, de análisis de Sn y resultados estudio de los concentrados al binocular.