

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
COMISARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

**FASE PREVIA DE INVESTIGACION
DE SUSTANCIAS FOSFATADAS
EN EL AREA "SOMIEDO-PAJARES"
SUR CANTABRIA
MEMORIA**

Mayo 1980



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

FASE PREVIA DE INVESTIGACION DE SUSTANCIAS
FOSFATADAS EN EL AREA DE SOMIEDO-PAJARES,
SUR CANTARRICA

MAYO, 1980

El presente trabajo ha sido realizado durante el año -- 1978 por IBERGESA (Ibérica de Especialidades Geotécnicas S.A.), bajo normas, dirección y supervisión del Instituto Geológico y Minero de España, habiendo intervenido:

- D. José Fco. González (Ing. de Minas) Ingeniero Supervisor del I.G.M.E.
- D. Jesús Rey de la Rosa (Lic. C.C. Geológicas) Jefe - de Proyecto.
- D. Gonzalo Delgado Gutiérrez (Lic. C.C. Geológicas) - Geología y desmuestre
- Dña. Pilar Cabra Gil Coca (Lic. C.C. Geológicas) Petrología.
- Dña. M^a Carmen García Palacios (Doct. C.C. Geológicas) Difracción de Rayos X.
- Laboratorio de Fluorescencia de Rayos X del I.G.M.E.
- D. Leonardo Lobato Astorga (Doct. C.C. Geológicas) -- Asesor geológico.

- Alberto Marcos Vallaure (Doct. C.C. Geológicas) Asesor geológico.
- D. Andrés Pérez Estaun (Doct. C.C. Geológicas) Asesor geológico

I N D I C E

	Pág.
ANTECEDENTES	1
1. INTRODUCCION	3
1.1. Justificación del Proyecto	4
1.2. Objetivos del Proyecto	6
1.3. Trabajos realizados	7
2. ENCUADRE GEOGRAFICO	10
3. GEOLOGIA	13
3.1. Estratigrafía	16
3.1.1. Formación Láncara-Oville CA ₂₃	17
3.1.2. Formación Barrios O ₁₂	17
3.1.3. Pizarras de Formigoso S ₁₋₂ ^{A-B}	18
3.1.4. Formación La Vid D ₁	18
3.1.5. Areniscas de la Ermita D ₃₁₋₃₂	19
3.1.6. Formación Vegamián H ₁₁₋₁₂ ^A _P	19
3.1.7. Formación Alba, Caliza Griotte H ₁₂ ^A	24
3.1.8. Formación caliza de Montaña HB	25
3.1.9. Derrubios de ladera Q1	25
3.1.10. Aluvial QAl	26
3.2. Consideraciones estratigráficas sobre los afloramientos estudiados	27
3.2.1. Klippe de Armada	27
3.2.2. Escama de Forcada	28
3.2.3. Escama de Bodón	29
3.3. Tectónica	31

	Pág.
4. ESTUDIOS ANALITICOS	34
4.1. Estudios petrográficos	36
4.2. Estudios mineralógicos (difracción de rayos X)	37
5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS	38
5.1. Identificación	40
5.2. Correlación estratigráfica	45
5.3. Estudio estadístico	48
5.3.1. Diagrama General	48
5.3.2. Klippe de Armada	49
5.3.3. Escama de Forcada	50
5.3.4. Escama de Bodón	51
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
7. BIBLIOGRAFIA	55

ANTECEDENTES

En febrero del año 1975 fue aprobado por el Gobierno el Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales, elaborado por el Ministerio de Industria y Energía a través de la D.G.M.I.C. Dicho Plan se dirige a dos objetivos prioritarios:

- Prioridad Socio-económica, tendente a favorecer el desarrollo de las zonas españolas más deprimidas.
- Prioridad Sectorial, encaminada a desarrollar la proyección y menor dependencia en el mercado internacional de las sustancias minerales que se consideraron prioritarias.

Dentro de este esquema se incluye a la provincia de León como una de las más deprimidas del país y las sustancias fosfatadas son consideradas como prioritarias, no sólo por su relativa escasez mundial, sino también por el constante aumento de la demanda, así como por la gran dependencia del exterior en el abastecimiento de las mismas.

1. INTRODUCCION

1.1. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El trabajo que a continuación se describirá ha sido realizado en función a las características de prioridad indicadas anteriormente y al ámbito geológico existente en la zona de estudio.

Desde antiguo se conoce la presencia de materiales fosfatados en los Pirineos y Montaña Negra. Cayeux (1939) cita la presencia del 30% de P_2O_5 en las pizarras silíceas, lidíticas, con nódulos fosfatados del Viseense inferior de dichos lugares. Dichos nódulos fueron objeto de explotación antes de descubrirse los ricos yacimientos de Florida y Africa del N. Estos nódulos presentan carácter silíceo, no son carbonatados y su contenido en P_2O_5 es del 29,7%, constituyendo 1/4 - 1/5 del volumen de la capa en que se presentan (5,5-6,9% de P_2O_5 en el "todo uno").

Según varios autores, es destacable la similitud de las mencionadas pizarras negras nodulosas con la "formación Vega mián" (S. Cordillera Cantábrica), la cual se encuentra enriquecida en nódulos fosfatados y chert y también da paso (a -

techo) a calizas nodulosas (Griotte) datadas por conodontos - como Fameniense y Tournaisisense (Ziegler, Mellena y Van Adri chem Boegaert). Implican una gran extensión con depósitos de chert en esa época, con circulación restringida y/o exposición subáerea. Puede pensarse en condiciones euxínicas para explicar el color negruzco y el contenido en fosfatos, mientras que la silicificación refleja levantamientos y exposiciones temporales. Cabe resaltar que, desde el punto de vista geológico, la existencia de discordancias de tipo erosivo, como la existente entre la "formación Vegamián" y el Devónico superior, - así como el carácter lidítico de aquella, son datos favorables para la existencia de sustancias fosfatadas. El carácter fosfatado de los nódulos de dichas pizarras es del orden del 30% de P_2O_5 , según Van Veen, (en una muestra analizada).

La constatación de estos datos y sus posibles variaciones pueden definir la existencia de zonas con concentraciones en P_2O_5 dignas de consideración económica. En el Proyecto del presente trabajo se pretende conocer con precisión los contenidos en P_2O_5 de la formación Vegamián y así poder definir, - en caso de que existieran, zonas cuyos contenidos puedan ser considerados interesantes económicamente, bien en las actuales circunstancias económicas o en otras en que así lo pueden requerir las necesidades del mercado.

1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Se pretende localizar y cartografiar los niveles fosfatados (formación Vegamián) y así poder efectuar un desmuestre con el cual se pueda conocer la distribución, secuencia y potencia, que permita valorar las posibilidades mineras en P de dicha -- formación

1.3. TRABAJOS REALIZADOS

En primer lugar se ha realizado un análisis de la documentación existente sobre rocas fosfatadas similares a la "formación Vegamián" (génesis, tipos de yacimientos y métodos de prospección de sustancias fosfatadas). Así mismo se ha estudiado la información geológica y minera que existe sobre el área objeto de estudio.

Contrastadas ambas informaciones y de acuerdo con el correspondiente Proyecto se ha efectuado una cartografía geológica a escala 1/25.000 (unas 2.300 has). Posterior a ella se ha realizado un detallado desmuestre, definiendo las variaciones geológicas de las pizarras de Vegamián. Este desmuestre (escala 1/200) ha servido para conocer ampliamente el carácter fosfatado de estas pizarras, sin necesidad de haber efectuado una cartografía geológica a escala 1/10.000 que ningún dato de interés pudiera haber ampliado.

Sin embargo sí que se han reconocido otras formaciones geológicas (pizarras grafitosas con formas nodulares del Westfaliense), que pudieran ser también fosfatadas.

El desmuestre se ha efectuado con el criterio de obtener muestras representativas, por lo que generalmente se han realizado rozas con muestreo continuo. Para ello, en muchos casos, se ha precisado realizar calicatas, transversales a la estratificación. Sin embargo se han efectuado muestreos con pocillos cuando la potencia del suelo o de derrubios era considerable.

- Muestras tomadas: 1037

1008 para análisis de P,

28 para estudio petrográfico

5 para estudio por difracción
de rayos X

- Columnas estratigráficas levantadas

(En ellas se realizó el desmuestre): 81

-10 en el klippe de Armada: Peña de Armada (Mapa n° 1)

-34 en la escama de Forcada: Peña Forcada (Mapa n° 1); N de Bodón (Mapa n° 2); Canseco (Mapa n° 3)

-37 en la escama de Bodón: Valdecastillo (Mapa n° 1); Pico Atalaya (Mapa N° 2); S. Camplongo (Mapa n° 3).

Es conocido (DAVIDSON Y ATKIN, 1953; McKELVEY, 1955) el que las fosforitas marinas suelen contener proporciones uraníferas (0,005 - 0,02%), por lo que las técnicas radiométricas son consideradas válidas para la prospección geofísica de fosfatos aflorantes o casi aflorantes. Por ello se consideró conveniente realizar mediciones radiométricas, como ayuda al intento de delimitar zonas de interés. Sin embargo el método no proporcionó los resultados apetecidos, quizá por el escaso contenido en fosfatos, ya que los valores obtenidos (50-90 c/s) son asimilables por entero al fondo regional.

Los análisis químicos y petrográficos fueron completados con el reconocimiento de algunos nódulos por medio de difracción de rayos X, para así definir mejor su composición mineralógica.

2. ENCUADRE GEOGRAFICO

El área de estudio (Mapa nº 4) se sitúa en el borde meridional de la cordillera Cantábrica, comprendiéndose, en su mayor parte, en la provincia de Palencia y, en menor grado, en las de León y Santander. Está dentro del perímetro de la inscripción de Reserva provisional "Zona Cantábrica Sur". Se sitúa en las estribaciones de los materiales de la cuenca del Duero (Terciario-Cuaternario) con el dominio de la cordillera Cantábrica (Devónico-Carbonífero).

Ocupa parte de las Hojas, escala 1/50.000, del M.T.N., siguientes:

Belmonte de Miranda	nº 51	(11-05)
Proaza	nº 52	(12-05)
Pola de Somiedo	nº 76	(11-06)
La Plaza, Teverga	nº 77	(12-06)
Pola de Lena	nº 78	(13-06)
Villablino	nº 101	(11-07)
Los Barrios de Luna	nº 102	(12-07)
La Pola de Gordón	nº 103	(13-07)
Boñar	nº 104	(14-07)

En los estudios realizados a lo largo del presente trabajo se ha revelado la inexistencia de la F. Vegamián en una extensa zona del trabajo propuesto, circunscribiéndose por tanto dicho estudio a las zonas enclavadas en las Hojas de Pola de Gordón y Boñar.

3. GEOLOGIA

La región estudiada quedaría enclavada en la zona Cantábrica de Lotze (1945), correspondiente al núcleo del arco que describen las estructuras hercinianas en la parte N del macizo ibérico (arco ó rodilla asturiana).

Desde el punto de vista estratigráfico la zona Cantábrica está caracterizada por el escaso desarrollo que alcanza en ella el Paleozoico Inferior (Cámbrico y Ordovícico), por sus facies de poca profundidad (facies carbonatadas litorales) y por la ausencia en extensas áreas del Silúrico (pizarras negras y areniscas ferruginosas). Durante el Devónico prosigue el régimen de plataforma con sedimentos de poca profundidad y con dilatados períodos de emersión, y es al final (Famenien Superior?) cuando tuvo lugar una transgresión general que anunciaría el inicio del ciclo carbonífero; así el Carbonífero Inferior se presenta en toda la zona Cantábrica de forma condensada y con facies uniformes, pizarras negras tournaisiennes (Vegamián) y calizas nodulosas rojas viseenses (Griotte). El Carbonífero Superior, en cambio, se encuentra muy bien desarrollado.

Desde el punto de vista tectónico en la zona Cantábrica se distinguen unas primeras estructuras de tipo tangencial, escamas y verdaderos mantos, originados por un despegue general de la serie paleozoica (JULIVERT, 1967) y que son los responsables de la diferenciación en unidades en que se puede subdividir la zona Cantábrica, y otras estructuras más tardías, representadas por pliegues de planos axiales subverticales en dos sistemas principales: un sistema arqueado que dibuja el arco asturiano y otro radial que interfiere el anterior. Así, desde este punto de vista, y siempre según el mismo autor, el área estudiada quedaría enclavada en la llamada región de Pliegues y Mantos, unidad que hacia el SE se caracteriza por una estructura de mantos deformados por un plegamiento posterior, que pasa longitudinalmente hacia el NO a una estructura de pliegues y en la que da la máxima continuidad en la sedimentación de las pizarras de Vegamián.

Por otro lado, la falla de León al N y la falla del Porra hacia el O, delimitan una zona muy tectonizada, compuesta de varias escamas que, según MARCOS (1968) y JULIVERT et al (1968), se pueden agrupar en dos unidades, La Unidad de la Sobia-Bodón al N, dentro de la cual queda enclavado este trabajo, y la Unidad de Somiedo-Correcilla al S.

A su vez y dentro de la Unidad La Sobia - Bodón quedarían situados la unidad cabalgante (Klippe de Armada) y las escamas de Forcada y Bodón.

3.1. ESTRATIGRAFIA

Los afloramientos de la F. Vegamián, cartografiados en este trabajo, definen una cuenca desarrollada después de producirse una fase erosiva, seguida de una rápida transgresión donde afloran areniscas de la Ermita a muro y caliza Griotte de la formación Alba a techo.

La sedimentación continúa desde el Fameniense Superior hasta una vez comenzado el Tournaisiense (areniscas de la Ermita). Elevaciones producidas en el Tournaisiense originan erosión y ausencia de depósito, prosiguiendo con sucesivos ciclos sedimentarios transgresivos, que reducen las areniscas basales y depositan nódulos sílico-fosfatados y pizarras negras en el Tournaisiense alto, comenzando así la sedimentación de la formación Vegamián.

Las formaciones que, de muro a techo, afloran en el área cartografiada son las siguientes:

3.1.1. FORMACIONES LANCARA-OVILLE, C_{A23}

Constituyen indistintamente el frente de cabalgamiento del Klippe de Armada, situándose a techo, y concordantemente, la cuarcita de Barrios. Aflora también a lo largo de la escama de Forcada, situándose a techo a su vez, y discordantemente, las areniscas devónicas de la Ermita.

Fueron descritas por COMTE (1937), considerando a Láncara como una sucesión carbonatada de 50 a 150 m de espesor y distinguiendo en ella una parte inferior de dolomías y calizas grises y una parte superior de calizas nodulosas, que en la región de pliegues y mantos tienen colores rojizos, lo que les da un aspecto "griotte" típico; la fauna es abundante y corresponde a la parte baja del Cámbrico Medio. En cuanto a la F. Oville, descrita por el mismo autor, está constituida por unos niveles basales de pizarras verdes, ricas en fauna de edad acadense, y se continúa con una alternancia de pizarras y areniscas con niveles de rocas volcánicas intercaladas.

3.1.2. FORMACION BARRIOS, O₁₂

Afloran concordantemente en el klippe de Armada y discordantemente, a muro de la arenisca de la Ermita, constituyendo una importante laguna estratigráfica, en las escamas de Forcada y Bodón.

Fue descrita por COMTE (1937), definiendo el tránsito entre el Cámbrico Superior y las cuarcitas de Barrios, que es gradual. Así, los lechos de pizarras verdes, que individualizan los bancos de areniscas de la parte superior de la F. Oville, se hacen cada vez más delgados hasta desaparecer, pasando entonces a una cuarcita masiva, blanca, de una potencia entre 200 y 300 m. En zonas como el klippe de Armada y la escama de Forcada, el adelgazamiento es considerable (50 m ó incluso llega a desaparecer), hecho que se atribuye a una erosión pre-famense o pre-estruniense de la cuarcita.

La edad de esta formación se considera skiddawiense (PELLO & PHILIPPOT, 1967; JULIVERT et al, 1968).

Petrográficamente se define como ortocuarcita o cuarzoarenita. Aunque sus granos son fundamentalmente de cuarzo, se observa también algún fragmento de pizarra silícea. El tamaño más general es fino-medio, pero algunos granos superan ligeramente 1 mm. El grado de redondeamiento es subanguloso. Hay algo de sericita intersticial y óxidos de Fe relativamente abundantes que le confieren un tono superficial rosado.

3.1.3. PIZARRAS DE FORMIGOSO, S_{1-2}^{A-B}

Afloran en el labio E de una fractura que interrumpe el afloramiento de El Villarín, a la altura de la mina de la Providencia. Estratigráficamente se sitúan sobre la cuarcita de Barrios y están constituidas por unas pizarras negras, muy hojosas en su mitad inferior y por pizarras más compactas, con intercalaciones de areniscas de grano fino, en su mitad superior, cuya edad comprende el Llandoveryense y el Wenlockiense, (COMTE, 1959). Su potencia puede evaluarse en unos 100 m.

3.1.4. FORMACION DE LA VID, D_1

Aflora esta formación en el borde Oeste de la escama de Forcada, donde se encuentra bien representada, estando constituida por dos tramos principales, uno inferior compuesto de margas arenosas y lentejones de pizarras pardas, con fauna de braquiópodos, que en la parte alta pasan a pizarras verdes y pardas, y una superior compuesta de pizarras calcáreas pardo-rojizas y fauna de espiriféridos que definen una edad Eusiense bajo (COMTE, 1959). La potencia estimada de esta formación es de unos 140 m.

3.1.5. ARENISCAS DE LA ERMITA, D₃₁₋₁₂

Aunque el Devónico en sí es regresivo, las areniscas de la Ermita son transgresivas, de ahí su continuidad apreciable y su consideración para esta zona como "nivel guía".

Afloran a muro de la F. Vegamián, en contacto concordante con unos limos y pizarras verdosas.

Petrológicamente se pueden considerar como unas cuarzoarenitas de grano fino a medio, bordes de granos subangulosos, sericita intersticial, y un cemento silíceo, en continuidad óptica a los clastos, aunque en alguna muestra se ha observado colofana, no muy abundante, a modo de cemento.

A escala de afloramiento se presentan como unas areniscas de tonos blanquecinos a ocre, competentes y en bancos de cimétricos a muro y deleznales, homométricas y porosas a techo.

Se han encontrado en las escamas de Bodón y Forcada, y entre ambas formaciones, superficies de disolución y microconglomerados, que indican una interrupción en el depósito.

En los niveles arenosos se localizan laminaciones cruzadas y huellas de gusanos, indicando un medio epinerítico (EVERS, 1967).

La arenisca propiamente dicha no ha dado apenas fauna, si bien unos niveles calizos que coronan estos paquetes deben representar el tránsito Fameniense-Tournaisiense (ADRICHEM - BOOGAERT, 1967).

En conjunto la potencia total se estima en unos 15 m.

3.1.6. FORMACION VEGAMIAN ^AH₁₁₋₁₂^P

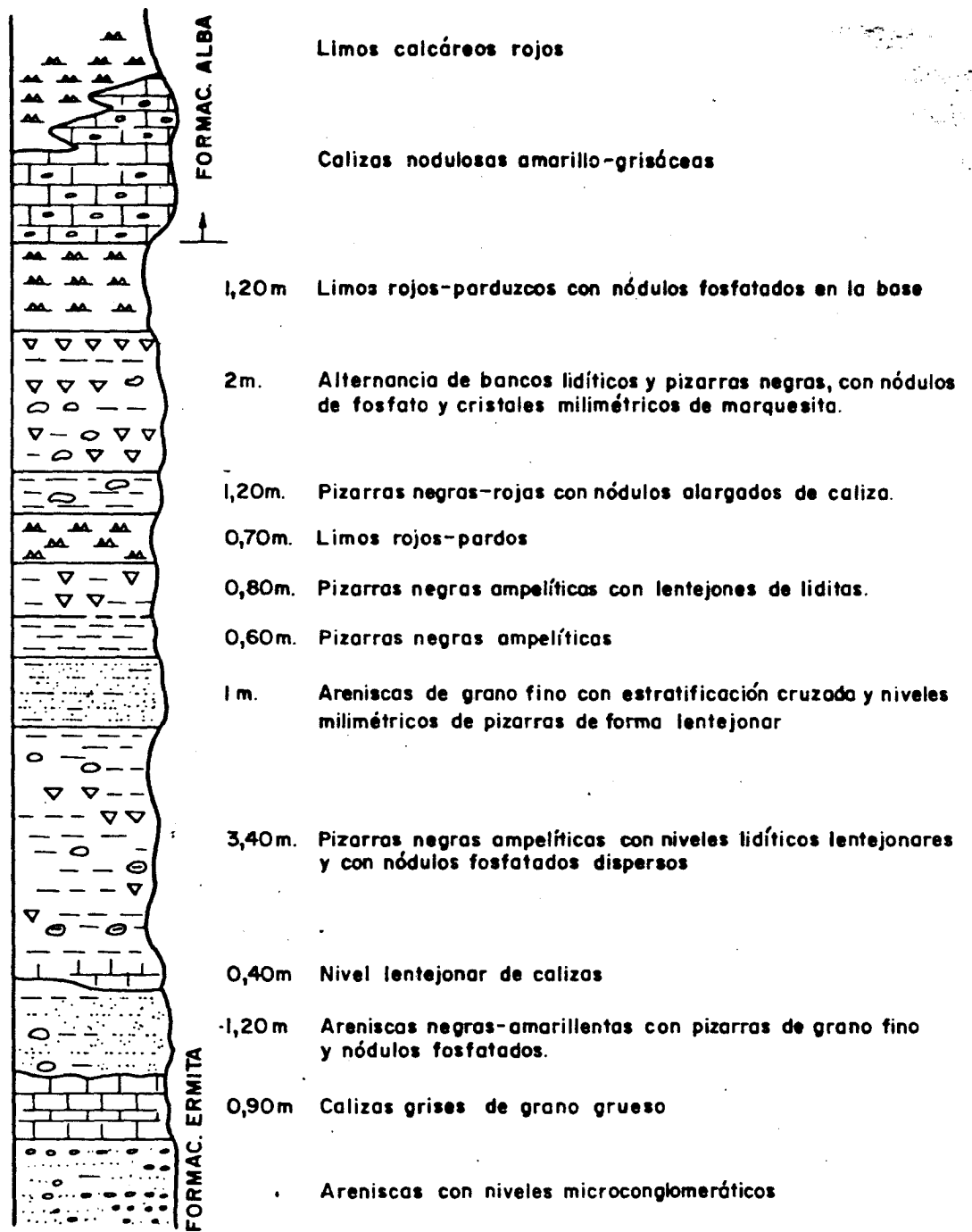
Las pizarras de Vegamián, que fueron descritas por COMTE (1959) y que son el objeto de este trabajo, tienen en el área estudiada una apreciable continuidad lateral, hecho que facilita las observaciones. Generalmente aparecen como una zona deprimida (no competente) entre dos niveles competentes, esto es, a techo la caliza nodulosa roja Griotte-caliza Montaña y a muro la arenisca de la Ermita.

Compte P. describe que, la caliza griotte con Goniatites, "está generalmente precedida por varios centímetros de esquistos negros o verdosos seguidos de delgados lechos de margas esquistosas más o menos rojizas, que pasan rápidamente a la griotte propiamente dicha. Al S de Vegamián, la base esquistosa que precede a la griotte tiene unos 15 m de potencia, estando formada por esquistos negros carbonosos que incluyen algunos nódulos, sílico-fosfatados, en los que no se han encontrado fósiles (G. DELEPINE (1935) había clasificado radiolarios en los nódulos y margas silíceas). Las capas de Vegamián se señalarán para concretar las ideas sobre los esquistos de este nivel y están especialmente desarrolladas en la base del carbonífero de la Peña Cachilla, cerca del límite León-Asturias, cerca de Vallota, esquistos que sin duda se asemejan a este nivel.

Desde el punto de vista litológico están en relación con la griotte y no con las areniscas de la Ermita, pues el paso de esquistos negros a las margas rojas y a las calizas griotte es continuo aunque rápido, mientras que entre los esquistos negros y las areniscas subyacentes la discontinuidad es evidente, allí donde se puede observar. Estas capas son generalmente muy delgadas y, aunque es posible que hayan tardado bastante tiempo en formarse, su edad no puede diferir mucho de la griotte. Es también posible que pasen lateralmente a griotte. Cuando se encuentran fósiles sería sorprendente que revelasen una zona anterior a la denominada III (Viseense) por los autores alemanes.

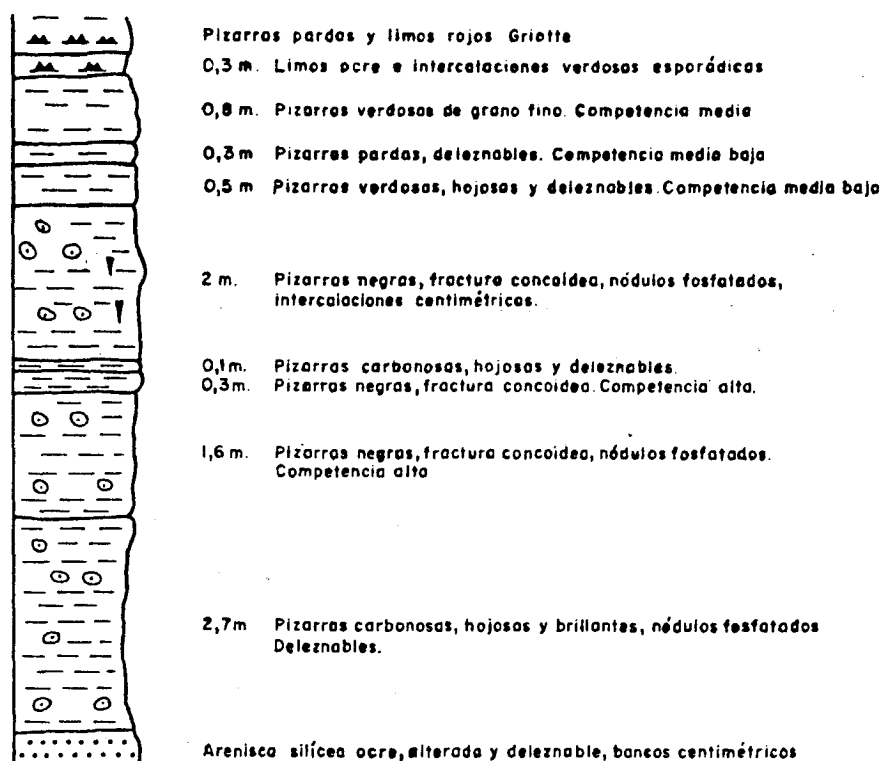
La laguna que precede a las capas en cuestión comprendería, por tanto, una parte del Strunien, todo el Tournaisiense y una parte importante del Viseense.

Como se observa en la columna tipo de la F. Vegamián (fig. 2), que se ha levantado en la carretera que bordea el P. del Porma y a la altura de la localidad de Vegamián, hoy cubierta por las aguas del embalse, la citada formación es netamente pizarrosa, con potencias medias en torno a los 8 m y como característica más sobresaliente la de albergar nódulos sílico-fosfatados.



ESCALA, 1:100

Figura 1



Fid. 2.- Columna tipo de la F. Vegamián.
Carretera E. del Porma

Se observa, pues, que la F. Vegamián no es íntegramente pizarrosa, existen niveles limosos ocres, pardos y grises, en alternancia con limos y pizarras negras tanto a techo como a muro del núcleo de la columna.

Las pizarras de Vegamián no han dado casi fauna, pero - HIGGINS et al (1964) encontraron en nódulos fosfáticos una - fauna correspondiente a un Tournaisiense medio-alto. El mismo autor, con cortes detallados realizados en este área, extrajo distintas conclusiones, entre las que citamos:

- 1.- La sedimentación es continua desde el Fameniense superior hasta una vez comenzado el Tournaisiense.
- 2.- Elevaciones producidas localmente en el Tournaisien se eliminan una parte considerable de la citada sucesión.
- 3.- Posteriores depósitos transgresivos que, reduciendo las areniscas basales, depositan nódulos fosfata-

dos en el Tournaisiense alto, estando acompañados de pizarras negras.

Litológicamente las pizarras de Vegamián se clasifican como filitas ferruginosas con sericita abundante, totalmente orientada e impregnada de óxidos de hierro, a veces muy abundantes, que enmascaran en parte la composición de la roca, teniendo puntos concretos donde la concentración de Fe es tan grande que da lugar a pequeñas zonas totalmente mineralizadas (hematites y goethita); restos de organismos de naturaleza silíceos y formas redondeadas, algo deformados a favor de la pizarrosidad. Cuarzo y micas detríticas de muy pequeño tamaño.

Los análisis mineralógicos, efectuados mediante difracción de rayos X, confirman la enorme riqueza en Fe que, en su mayoría, parece presentarse bajo formas amorfas o de muy baja cristalinidad, habiéndose identificado, como minerales, solamente goethita y hematites.

Los niveles lenticulares silíceos, radiolaritas en muchos casos, están desigualmente repartidos entre los niveles pizarrosos, si bien son más frecuentes a muro. Litológicamente se clasifican como radiolaritas con colofana abundante intermezclada con la matriz silícea; existe clorita y carbonatos en la parte central de los radiolarios y numerosas venillas de cuarzo.

En cuanto a los nódulos tienen como componente fundamental colofana, forma generalmente esférica, a veces lenticular y esporádicamente globular. Al sur de la zona estudiada se han encontrado tramos de hasta 1 m de espesor y 25 m de longitud de lechos silíceos bandeados, de pocos milímetros de espesor y con un contenido de P_2O_5 de hasta 0,12% (VAN VEEN, 1965). El tamaño medio está comprendido entre 3 y 5 cm de diámetro y su distribución está ligada a los niveles pizarrosos, tanto a los competentes y silíceos, ya de por sí débilmente fosfatados, como a los deleznable y "carbonosos". Al microscopio se observan radiolarios parcialmente sustituidos por colofana.

Accidentalmente aparecen nódulos areniscosos y ferruginosos de hasta 9 cm de diámetro, en los limos ocres y grises y en las pizarras verdosas a techo de las areniscas de la Ermita; están reconocidos como mineralizaciones ferruginosas, probablemente hematites ó goethita, con escasos granos de cuarzo.

Microscópicamente se observa que los nódulos son diversos, pero sin apreciarse una ley de variación. Hay nódulos con alto contenido en colofana de aspecto granulado y sólo presentan en su interior opacos diversos. En otros, los minerales opacos y, sobre todo, ferruginosos son importantes y tiñen prácticamente todo el nódulo, dejando ver colofana, en algunas zonas, y granos de cuarzo. Se han observado también algunos con un gran contenido en sílice microcristalina, presentando normalmente Raïolarios, tanto de naturaleza silíceo como fosfática. La característica común de todos ellos es el borde que se presenta a modo de costra, siendo mucho más opaco que el resto del nódulo. Por lo demás, en el interior de los mismos no se observa ningún tipo de estructura, ni radial, ni concéntrica.

Mineralógicamente (difracción de rayos X) se observa que los nódulos fosfatados presentan fluorapatito como mineral mayoritario, acompañado de cuarzo, y, en menor proporción, existen minerales arcillosos tipo ilita abierta y caolinita, así como fosfato secundario-hidratado-no identificable. En los nódulos ferruginosos ya se ha indicado que como minerales cuantificables sólo se han encontrado goethita y hematites.

3.1.7. FORMACION ALBA, CALIZA GRIOTTE, H₁₂^A

A techo de la F. Vegamián se sitúa concordantemente una unidad calcárea, la F. Alba ó caliza Griotte (COMTE, 1959). Está compuesta de unos limos y pizarras rojas inconfundibles, directamente sobre los limos grises y negros Vegamián y con unos niveles lidíticos intercalados.

En conjunto este tramo es deleznable, descansando sobre él un paquete de calizas rojas, nodulosas, produciéndose una transición gradual de las pizarras rojas, con nódulos calizos en la base, a calizas nodulosas, con niveles lenticulares de pi

zarras verdosas y arcillas y pizarras calcáreas en el techo. - Esta transición indica un final de los procesos diagenéticos y un transporte de limos en las pausas de la sedimentación de estas capas transgresivas. Las condiciones de depósito corresponderían a unas zonas neríticas, poco profundas, bajo condiciones oxidantes.

Litológicamente se clasifican como micritas, fauna abundante, recristalizaciones de calcita, y silicificación de la roca; hay numerosas grietas con óxidos de hierro.

Su potencia se evalúa en 25 m.

En cuanto a su datación KULLMANN (1961) y VAN ADRIJCHEN BOOGAERT (1967) le asignan Viseense Superior.

3.1.8. FORMACION CALIZA DE MONTAÑA, H^B

Esta formación corona los relieves abruptos de la zona estudiada.

Concordante y en transición gradual con las calizas nodulosas rojas de Viseense se encuentra un paquete potente de calizas micríticas grises, oscuras en tramos superiores, bien estratificadas y en bancos de hasta 40 cms de potencia. No se encuentran macrofósiles, pero se han datado como Namuriense -- las pizarras que se le superponen (KULLMANN, 1962), por tanto se considera la caliza de Montaña como Namuriense inferior.

La potencia total se evalúa en 200 m.

3.1.9. DERRUBIOS DE LADERA, Q1

En las laderas de los escarpes cuarcíticos, y especialmente calizos, los depósitos de bloques sueltos son muy heterogéneos, formándose franas, canchales, canturrales, etc. Los cantos son predominantemente calizos y la proporción de cantos, arenas y gravas están en función de las formaciones que se sitúan próximamente.

3.1.10. ALUVIAL, Q Al

En los valles en los que el encajamiento de la red actual está suficientemente marcado se han diferenciado aluviales. Se componen de conglomerados, arenas y arcillas, generalmente de color gris. Los conglomerados fundamentalmente son calizos y cuarcíticos. El tamaño de los cantos es muy variable aún en áreas muy reducidas, siendo los más corrientes el de grava y gravas gruesas, abundando todos los tamaños inferiores.

Dentro de esto existen intercalaciones donde los cantos rodados son de tamaño bloque, lo que implica una gran energía del medio.

Dentro de la red actual se presentan pequeños arroyos - que apenas si han movilizado los materiales circundantes.

3.2. CONSIDERACIONES ESTRATIGRAFICAS SOBRE LOS AFLORAMIENTOS ESTUDIADOS

Se describen ahora los rasgos estratigráficos que a escala local han parecido más significativos dentro de las diferenciaciones, que desde el punto de vista tectónico se -- han hecho en la unidad La Sobia-Bodón. Se agrupan de esta forma los afloramientos que por razones de metodología se defini-- nieron y muestrearon separadamente.

3.2.1. KLIPPE DE ARMADA

Comprende de N a S y de E a O los afloramientos:

- NO de Orones
- Peña Armada
- N de Utrero

Forma parte de la unidad cabalgante y constituye un Klippe o isleo tectónico de materiales cámbricos sobre materiales de la Cuenca carbonífera Central.

Un corte tipo en esta zona, a partir del frente de cabalgamiento, nos daría la siguiente secuencia: en la base las undomías y pizarras de las formaciones cámbricas Láncara-Ovillie a techo y concordantemente la cuarcítica de Barrios (ordovícica) y discordantemente, evidenciando una importante laguna estratigráfica, las areniscas de la Ermita del Devónico Superior. A techo y concordantemente aflora sin solución de continuidad los materiales carboníferos de la F. Vegamián, Alba y Caliza de Montaña.

Observamos como hecho sistemático la continuidad lateral de las pizarras de Vegamián, con una potencia media en torno a los 7 m y la aparición accidental, a techo de las areniscas de la Ermita, de unos niveles calizos grises, esparíticos y -tableados, con bancos de espesor medio de 10 cms, niveles lenticulares de sílex interestratificado de hasta 50 cms de espesor y 40-50 cm de longitud (tienen conchas muy abundantes de bivalvos y glauconita frecuente).

3.2.2. ESCAMA DE FORCADA

Comprende de E a O los afloramientos de:

- Pico Peñaruelo
- Valdehuesa
- Peña Forcada
- Forquela
- Collado de Canseco

La escama de Forcada de más de 30 kms de longitud, tiene una potencia total entre 500 y 800 m y aparece laminada por la falla de León.

Varias digitaciones entre las localidades de Valdehuesa y Rucayo fracturan el frente de cabalgamiento, dislocando el conjunto que se superpone a los depósitos de molasas del Estefaniense B.

El replegamiento de la escama de Forcada se encuadra en una tectónica tardía como consecuencia de la fracturación y - dislocación asociada a la falla de Valdehuesa, que hace desaparecer hacia el Oeste la cuarcita de Barrios, superponiendo directamente las areniscas de la Ermita sobre las formaciones Láncara-Oville, que constituyen la base de la escama.

Podemos decir que tanto el replegamiento como la fracturación afectan intensamente a la continuidad de la F. Vegamián. Esta no sólo se encuentra interrumpida sino engrosada - considerablemente, así con una potencia media de 8,9 m, ya de por sí abultada, se llega en el afloramiento de Peña Forcada a valores de hasta 24,3 m.

En Collado de Canseco se observa un aumento significativo de los niveles silíceos (líditas), que intercalados entre las pizarras de Vegamián aparecen profusamente replegadas.

En los afloramientos de Forquela y Peña Forcada aparecen tramos calizos grises y tableados a techo de la arenisca de la Ermita y a muro de las pizarras de Vegamián. Se consideran Devónicos y litológicamente como esparitas con restos de Equinodermos y Briozoos.

3.2.3. ESCAMA DE BODÓN

Comprende de E a O los afloramientos de:

- Valdecastillo .
- El Villarín
- Peña de la Braña
- SE de Tolibia de Abajo
- N del Pico Bodón .

- Mina de la Providencia
- Millaró
- S de Camplongo

La escama de Bodón, de más de 40 km de longitud, tiene una potencia total aproximada de 2.000 m y, en contraste con la escama de Forcada, el despegue se ha realizado en la base de la F. la Herrería (Georgiense). Dicha escama, que en conjunto se encuentra plegada, anticlinal de Valdehuesa, se interrumpe en la falla del Porma y en el extremo occidental de la escama de Bodón está en contacto fallado con materiales westfalienses, formado ocasionalmente el límite de las Leónidas.

Al O de la localidad de Millaró la F. la Vid decrece como resultado de la laguna estratigráfica del Devónico Superior, desapareciendo en la Mina de la Providencia por una fractura que hace aflorar las pizarras de Formigoso.

El conjunto está fuertemente fracturado, aunque la continuidad de afloramientos de la F. Vegamián es notable, la potencia media es de 4 m y no se observan repliegues importantes a nivel de afloramiento.

En el afloramiento del SE de Tolibia de Abajo la F. Vegamián es marcadamente monótona y las distinciones entre los niveles litológicos es problemática. Se observa una desaparición de limos y pizarras verdosas.

En el afloramiento de Valdecastillo se observa, a techo de los limos negros y pizarras carbonosas y a muro de los limos rojos Griotte, la existencia de unos niveles de margas y margocalizas, nodulosas gris-azuladas, probablemente lentejones. En este afloramiento y al E de la localidad de Valdecastillo, se han localizado mineralizaciones ferruginosas (goethita posiblemente, de aspecto nodular y de hasta 8 cm de diámetro) incluidas dentro de los niveles limosos pardos y negros.

3.3. TECTONICA

Como ya se dijo en el capítulo de Geología, el área estudiada se enclava dentro de la zona Cantábrica de LOTZE (1945), en la región de "Pliegues y Mantos" de JULIVERT (1967) y, al estar situada al S de la falla de León y al O de la falla del Porma, en la unidad La Sobia-Bodón de MARCOS (1968).

Se distinguen dentro de esta unidad una serie de escamas como la de Forcada y Bodón y accidentes tectónicos importantes como el klippe de Armada, la falla de León y la del Porma.

Excepto en la escama de Bodón, en que el despegue se efectúa a partir de la F. La Herrería, en el resto de las estructuras cabalgantes aquel se realiza en la base de la F. Láncara, hecho que se encuentra enmascarado por la existencia de pliegues posteriores longitudinales a la estructura. La formación de estos pliegues de dirección E-O está relacionada según diversos autores con la fase astúrica; sin embargo pueden ser coetáneos con el emplazamiento de los mantos, deformando claramente a estos. La fase principal del plegamien-

to sería anterior al Estefaniense B-C, pero el hecho de que - estos materiales ocupen en determinados lugares los núcleos de pliegues longitudinales indica que el plegamiento continúa aún después del depósito de estos.

Se observan pliegues transversales dispuestos en abanico, que serán posteriores a los longitudinales, ya que los forman. El hecho de que se interfirieran mutuamente indica que se originaron cuando los longitudinales no habían acabado de formarse.





En cuanto a fracturas se observan de dos tipos, de direcciones E-O, como la de León "decrochement" sinextral (DESSITTER, 1962), que es posterior al emplazamiento de los mantos y en general a su plegamiento, y las de dirección aproximada N 160° E, como la del Porma y Valdehuesa que, consideradas hercínicas, cortan y desplazan respectivamente las escamas estudiadas.

De cualquier forma, dado que el trabajo realizado es específico de la F. Vegamián, los accidentes tectónicos, que a escala de afloramiento puedan afectarla, están muy localizados y son de escasa entidad, así hay una red de pequeñas fracturas que desplazan las pizarras y repliegues que aumentan su potencia.

Como hecho anómalo y reiteradamente repetido, se observa un cambio significativo en los buzamientos de la caliza Griotte, en los niveles directamente a techo de las pizarras de Vegamián; estos aparecen volcados sobre las pizarras, hecho que asociamos, más que a replegamientos o fracturas, a basculamientos gravitacionales, a favor de la plasticidad y escasa competencia de la F. Vegamián; ver fig. 3.



Fig. 3

-  Caliza Montaña
-  Caliza nodulosa Griotte
-  Pizarras Vegamián
-  Arenisca de la Ermita



La estructura general del área estudiada, es pues una -
estructura de mantos y escamas deformadas por un conjunto de
pliegues entrecruzados.

4. ESTUDIOS ANALITICOS

En el "levantamiento" de columnas estratigráficas se han diferenciado las características litológicas, observables de "visu", para poder facilitar la localización de niveles fosfatados. Estas observaciones han sido completadas con estudios petrográficos, difracción de rayos X y fluorescencia de rayos X (contenido en P).

4.1. ESTUDIOS PETROGRAFICOS

Los datos obtenidos a través del estudio microscópico - de la muestra, en lámina delgada, ya han sido incluidos en la descripción estratigráfica del capítulo 3. Los resultados correspondientes a cada muestra se incluyen en el anexo correspondiente.

4.2. ESTUDIOS MINERALOGICOS (DIFRACCION DE RAYOS X)

Se han estudiado varios nódulos, y los resultados obtenidos al igual que con los análisis anteriores, se han incluido en el capítulo 3, aunque se describan para cada muestra individualmente.

5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Las 1.008 muestras tomadas se han analizado para fósforo, en el Instituto Geológico y Minero de España. El método empleado ha sido de fluorescencia por rayos X. Se adjuntan los listados con los contenidos en P (tanto por ciento).

Para la numeración de las muestras se ha seguido la normativa del Plan Magna, esto es:

Primero dos cifras, que corresponden a la numeración del Mapa Topográfico Militar (E: 1:50.000). Después las iniciales de la Empresa y del Técnico que toma las muestras y por último la numeración de ellas del nº 2.000 al 3.039.

5.1. IDENTIFICACION

Independiente de las Unidades Estratigráficas el total del área, con afloramientos Vegamián, se ha dividido en tres zonas. Sobre estas se ha realizado geología a E. 1:25.000. Para su más fácil identificación se han situado en el plano n° 4 a escala 1:200.000. Sobre este plano, y para una clara visión del conjunto, se han colocado todos los afloramientos y situado, aproximadamente, los perfiles estratigráficos realizados. A cada perfil, y dentro de cada plano parcial, se ha asignado un número.

A continuación se da una relación de la numeración de las muestras de cada zona, de la denominación de los perfiles y de las muestras contenidas en cada uno de ellos. Hay que aclarar que cada denominación puede abarcar numerosos perfiles dependiendo de la longitud del afloramiento.

NUMERACIONES USADAS EN PLANOS Y FICHAS

DENOMINACION DE LAS MUESTRAS			N° DE PLANO	N° DE COLUMNA	P (%)	NOMBRE DE LOS PERFILES Y AFLORAMIENTOS			
Hoja 1/50.000	Empresa y Técnico	N° muestra							
1407-IBGD-2867	a	1407-IBGD-2877	1	1	0,34	a	2,22	Forquela	A
1407-IBGD-3020	a	1407-IBGD-3029	1	1	0,46	a	2,18	Forquela	B
1407-IBGD-3000	a	1407-IBGD-3019	1	1	0,06	a	2,37	Forquela	C
1407-IBGD-2984	a	1407-IBGD-2998	1	1	0,06	a	2,23	Forquela	D
1407-IBGD-2968	a	1407-IBGD-2982	1	1	0,06	a	3,27	Forquela	E
1407-IBGD-2953	a	1407-IBGD-2967	1	1	0,05	a	1,88	Forquela	F
1407-IBGD-2937	a	1407-IBGD-2951	1	1	0,05	a	1,97	Forquela	G
1407-IBGD-2733	a	14 7 IBGD-2754	1	2	0,05	a	1,68	Valdehuesa	A
1407-IBGD-2755	a	1407-IBGD-2764	1	2	0,07	a	2,38	Valdehuesa	B
1407-IBGD-2766	a	1407-IBGD-2781	1	2	0,06	a	1,82	Valdehuesa	C
1407-IBGD-2828	a	1407-IBGD-2840	1	2	0,15	a	1,88	Valdehuesa	D
1407-IBGD-2801	a	1407-IBGD-2811	1	2	0,08	a	2,14	Valdehuesa	E
1407-IBGD-2782	a	1407-IBGD-2800	1	2	0,05	a	1,42	Valdehuesa	F
1407-IBGD-2812	a	1407-IBGD-2827	1	2	0,05	a	1,31	Valdehuesa	G
1407-IBGD-2852	a	1407-IBGD-2866	1	2	0,08	a	2,00	Valdehuesa	H
1407-IBGD-2841	a	1407-IBGD-2851	1	2	0,06	a	1,25	Valdehuesa	I
1407-IBGD-2560	a	1407-IBGD-2575	1	3	0,06	a	2,07	Pico Peñaruelo	A
1407-IBGD-2218	a	1407-IBGD-2230	1	3	0,06	a	2,54	Pico Peñaruelo	B
1407-IBGD-2204	a	1407-IBGD-2217	1	3	0,08	a	2,28	Pico Peñaruelo	C

DENOMINACION DE LAS MUESTRAS			N° DE PLANO	N° DE COLUMNA	P (%)		NOMBRE DE LOS PERFILES Y AFLORAMIENTOS		
Hoja 1/50.000	Empresa y Técnico	N° muestra							
1407-IBGD-2193	a	1407-IBGD-2203	1	3	0,11	a	0,87	Pico Peñaruelo	D
1407-IBGD-2882	a	1407-IBGD-2896	1	4	0,12	a	2,95	Peña Forcada	A
1407-IBGD-2917	a	1407-IBGD-2936	1	4	0,08	a	3,75	Peña Forcada	B
1407-IBGD-2897	a	1407-IBGD-2916	1	4	0,06	a	2,59	Peña Forcada	C
1407-IBGD-2091	a	1407-IBGD-2102	1	5	0,12	a	1,65	NO de Orones	A
1407-IBGD-2102	a	1407-IBGD-2112	1	5	0,10	a	1,35	NO de Orones	B
1407-IBGD-2073	a	1407-IBGD-2075	1	5	0,05	a	0,21	NO de Orones	C
1407-IBGD-2076	a	1407-IBGD-2089	1	5	0,06	a	2,43	NO de Orones	D
1407-IBGD-2143	a	1407-IBGD-2149	1	5	0,20	a	1,51	NO de Orones	E
1407-IBGD-2150	a	1407-IBGD-2160	1	5	0,10	a	2,29	NO de Orones	F
1407-IBGD-2183	a	1407-IBGD-2192	1	6	0,06	a	1,39	Peña Armada	A
1407-IBGD-2113	a	1407-IBGD-2126	1	7	0,15	a	3,28	Norte de Utrero	A
1407-IBGD-2173	a	1407-IBGD-2182	1	7	0,08	a	1,39	Norte de Utrero	B
1407-IBGD-2163	a	1407-IBGD-2172	1	7	0,09	a	1,20	Norte de Utrero	C
1407-IBGD-2468	a	1407-IBGD-2480	1	8	0,08	a	1,65	Valdecastillo	A
1407-IBGD-2513	a	1407-IBGD-2524	1	8	0,09	a	1,90	Valdecastillo	B
1407-IBGD-2525	a	1407-IBGD-2536	1	8	0,06	a	0,81	Valdecastillo	C
1407-IBGD-2494	a	1407-IBGD-2512	1	8	0,04	a	0,88	Valdecastillo	D
1407-IBGD-2483	a	1407-IBGD-2493	1	8	0,04	a	0,54	Valdecastillo	E
1407-IBGD-2481	a	1407-IBGD-2482	1	8				Valdecastillo	F
1407-IBGD-2425	a	1407-IBGD-2434	1	8	0,06	a	5,69	Valdecastillo	G

DENOMINACION DE LAS MUESTRAS			N° DE PLANO	N° DE COLUMNA	P (%)		NOMBRE DE LOS PERFILES Y AFLORAMIENTOS		
Hoja 1/50.000	Empresa y Técnico	N° muestra							
1407-IBGD-2435	a	1407-IBGD-2446	1	8	0,28	a	1,10	Valdecastillo	H
1407-IBGD-2413	a	1407-IBGD-2423	1	8	0,07	a	0,22	Valdecastillo	I
1407-IBGD-2400	a	1407-IBGD-2412	1	8	0,07	a	2,62	Valdecastillo	J
1407-IBGD-2375	a	1407-IBGD-2388	1	8	0,08	a	1,61	Valdecastillo	K
1407-IBGD-2720	a	1407-IBGD-2731	1	8	0,14	a	2,51	Valdecastillo	L
1407-IBGD-2367	a	1407-IBGD-2374	1	8	0,02	a	2,10	Valdecastillo	LL
1407-IBGD-2347	a	1407-IBGD2356	1	8	0,15	a	1,83	Valdecastillo	M
1407-IBGD-2357	a	1407-IBGD-2366	1	8	0,11	a	1,63	Valdecastillo	N
1407-IBGD-2340	a	1407-IBGD-2346	1	8	0,10	a	0,85	Valdecastillo	O
1407-IBGD-2329	a	1407-IBGD-2339	1	8	0,05	a	0,71	Valdecastillo	P
1407-IBGD-2311	a	1407-IBGD-2312	1	8	0,06	a	0,09	Valdecastillo	Q
1407-IBGD-2294	a	1407-IBGD-2310	1	8	0,06	a	2,43	Valdecastillo	R
1407-IBGD-2287	a	1407-IBGD-2293	1	8	0,05	a	0,36	Valdecastillo	S
1407-IBGD-2128	a	1407-IBGD-2136	1	8	0,05	a	0,79	Valdecastillo	T
1407-IBGD-2313	a	1407-IBGD-2328	1	8	0,09	a	2,07	Valdecastillo	U
1407-IBGD-2246	a	1407-IBGD-2255	2	1	0,04	a	0,19	El Villarín	A
1407-IBGD-2231	a	1407-IBGD-2245	2	2	0,03	a	6,16	Peña de la Braña	A
1407-IBGD-2271	a	1407-IBGD-2286	2	3	0,02	a	0,38	SE de Tolibia de Abajo	A
1407-IBGD-2256	a	1407-IBGD-2270	2	3	0,06	a	5,38	SE de Tolibia de Abajo	B
1407-IBGD-2537	a	1407-IBGD-2547	2	4	0,08	a	1,59	N del Pico Bodón	A
1407-IBGD-2549	a	1407-IBGD-2558	2	4	0,13	a	1,70	N del Pico Bodón	B

DENOMINACION DE LAS MUESTRAS			N° DE PLANO	N° DE COLUMNA	P (%)		NOMBRE DE LOS PERFILES Y AFLORAMIENTOS	
Hoja 1/50.000	Empresa y Técnicos	N° muestra						
1407-IBGD-2591	a	1407-IBGD-2604	2	5	0,07	a 2,29	Collado de Canseco	A
1407-IBGD-2605	a	1407-IBGD-2622	2	5	0,25	a 2,30	Collado de Canseco	B
1407-IBGD-2696	a	1407-IBGD-2699	2	5	0,06	a 0,53	Collado de Canseco	C
1407-IBGD-2577	a	1407-IBGD-2591	2	5	0,11	a 4,18	Collado de Canseco	D
1407-IBGD-2705	a	1407-IBGD-2719	2	5	0,03	a 4,50	Collado de Canseco	E
1407-IBGD-2623	a	1407-IBGD-2629	2	5	0,10	a 0,95	Collado de Canseco	F
1407-IBGD-2630	a	1407-IBGD-2647	2	5	0,05	a 2,97	Collado de Canseco	G
1407-IBGD-2648	a	1407-IBGD-2663	2	5	0,13	a 3,57	Collado de Canseco	H
1407-IBGD-2664	a	1407-IBGD-2677	2	5	0,05	a 2,97	Collado de Canseco	I
1407-IBGD-2678	a	1407-IBGD-2686	2	5	0,07	a 1,02	Collado de Canseco	J
1407-IBGD-2689	a	1407-IBGD-2694	2	5	0,09	a 1,08	Collado de Canseco	K
1307-IBGD-2458	a	1307-IBGD-2467	3	1	0,13	a 1,99	Mina Providencia	A
1307-IBGD-2447	a	1307-IBGD-2457	3	2	0,06	a 1,90	Millaró	A
1307-IBGD-2390	a	1307-IBGD-2399	3	2	0,09	a 1,70	Millaró	B
1307-IBGD-2058	a	1307-IBGD-2072	3	2	0,04	a 0,89	Millaró	C
1307-IBGD-2046	a	1307-IBGD-2057	3	2	0,06	a 1,56	Millaró	D
1307-IBGD-2035	a	1307-IBGD-2045	3	3	0,11	aa 1,61	S de Camplongo	A
1307-IBGD-2024	a	1307-IBGD-2033	3	3	0,13	a 0,90	S de Camplongo	B
1307-IBGD-2000	a	1307-IBGD-2009	3	3	0,06	a 2,10	S de Camplongo	C
1307-IBGD-2010	a	1307-IBGD-2020	3	3	0,16	a 3,01	S de Camplongo	D

5.2. CORRELACION ESTRATIGRAFICA

Los resultados obtenidos se han tratado de dos formas: la primera gráficamente, junto a la descripción litológica, en las columnas estratigráficas. En la segunda se ha realizado un estudio estadístico de la totalidad de las muestras y de las zonas parciales.

Por condiciones de continuidad e independencia, el estudio, tanto gráfico como estadístico, se ha realizado en tres zonas correspondientes con los tres distintos afloramientos de Vegamián existentes en la zona:

- 1.- Klippe de Armada
- 2.- Escama de Forcada
- 3.- Escama de Bodón

1.- KLIPPE DE ARMADA

Se localiza en la parte oriental del área, su perfil es cerrado en torno a una parte del Pantano del Porma.

Los afloramientos Vegamián tienen una longitud aproximada de 9 km y una potencia media de 7 m. Se han realizado tres columnas con 10 perfiles y tomado un total de 104 muestras. La denominación de las columnas es la siguiente: Norte de Utrero, Peña Armada y NO de Orones.

En todos los perfiles se ha encontrado algún tramo anómalo cuya potencia varía de 1,5 a 8 m y una ley normal entre el 1 y el 2% de P. La situación de los enriquecimientos es muy variable, unas veces a techo, otras a muro y otras en el centro de las pizarras Vegamián. La mayoría de las veces no hay nódulos fosfatados; las zonas de más alto contenido corresponden a pizarras lidíticas.

El perfil A, de la columna denominada N de Utrero, presenta una potencia de 8 m y una Ley media en toda su longitud de 1,6% de P. Son pizarras negras lidíticas.

2.- ESCAMA DE FORCADA

Los afloramientos Vegamián presentan una continuidad muy irregular a lo largo de la escama de Forcada. Se extiende en una longitud total de unos 30 km, aunque realmente no superan los 18 km debido a su discontinuidad. La potencia media es de unos 9 metros.

Se han realizado 34 perfiles dentro de 5 columnas, denominadas de E a O: Pico Peñaruelo, Valdehuesa, Peña Forcada, Forquela y Collado de Canseco. El total de muestras tomadas es de 492.

Exceptuando la columna más occidental, Collado de Canseco, en la que algunos perfiles no presentan contenido apreciable en fósforo y otros superan el 3%; en el resto de ellas los contenidos presentan uniformidad, variando entre el 1 y 2%

de P, aunque el perfil A de Pico Peñaruelo llega al 3,5% en un tramo de 4 metros.

Se puede generalizar diciendo: los enriquecimientos en P se presentan en una potencia variable entre 1 y 8 m aunque lo normal está entre 2 y 5 m. Los contenidos en fósforo varían del 1 al 2%, pero en 4 perfiles son inferiores al 0,5% y en dos de ellos superiores al 3%. La zona anómala se encuentra en el tramo medio y medio inferior, es decir a centro y a muro de la Formación. Los valores mayores coinciden, por lo general, con nódulos fosfatados, aunque su distribución es muy irregular.

3.- ESCAMA DE BODÓN

Partiendo de la Falla del Porma y prácticamente paralelas al anterior se encuentran las pizarras de Vegamián a lo largo de la escama de Bodón en dos afloramientos de considerable longitud. El primero de 17,5 km y el segundo de 6,7 km, separados ambos por unos 9 km en los que no se han localizado. La potencia media es de unos 4 metros.

Se han realizado 37 perfiles dentro de 8 columnas denominadas, de E a O: Valdecastillo; El Villarín; Peña de la Braña; SE de Tolibia de Abajo; N del Pico Bodón; Mina de la Providencia; Millaró y Sur de Camplongo. El total de muestras tomadas ha sido de 412.

La distribución del fósforo es muy arbitraria y distinta de los afloramientos anteriormente estudiados. Hay varios perfiles en los que los valores de fósforo son inferiores al 0,5% y otros con valores puntuales superiores al 3%. Se puede considerar en el total de los perfiles una media de 1 m de anomalía con 1,5% de P.

El aumento de contenido en fósforo se localiza preferentemente en dos lugares: hacia el centro de los perfiles, coincidiendo con niveles nodulosos de 1 a 2 m de potencia y a muro de Vegamián en niveles finos de 0,10 m de pizarras negras.

5.3. ESTUDIO ESTADISTICO

Para el estudio estadístico se ha seguido la misma norma que para la correlación estratigráfica, es decir agrupar las columnas por afloramientos independientes. Primero se ha estudiado el área en conjunto y después cada uno de los afloramientos.

Gráficamente (curvas de frecuencias normales y acumuladas, recta de Henry) y numéricamente se han estudiado los resultados analíticos obtenidos, global e individualmente.

5.3.1. DIAGRAMA GENERAL

En este diagrama se incluyen los 81 perfiles realizados y las 1.0008 muestras analizadas procedentes de ellos.

DIAGRAMA GENERAL

ZONA DE SOMIÉDO - PAJARES

(CONTENIDO EN % P)

Nº DE MUESTRAS	1008
VALOR MINIMO	0,009
VALOR MAXIMO	11,95
MODA	0,15 - 0,6
MEDIA	0,768
DESVIACION TIPICA	1,07
COEFICIENTE VARIACION	1,393

%

0,01

2

3

4

5

6

8

0,1

2

3

4

5

6

8

1

2

3

4

5

6

8

10

2

3

4

5

6

8

100

2

3

4

5

6

8

100

2

3

4

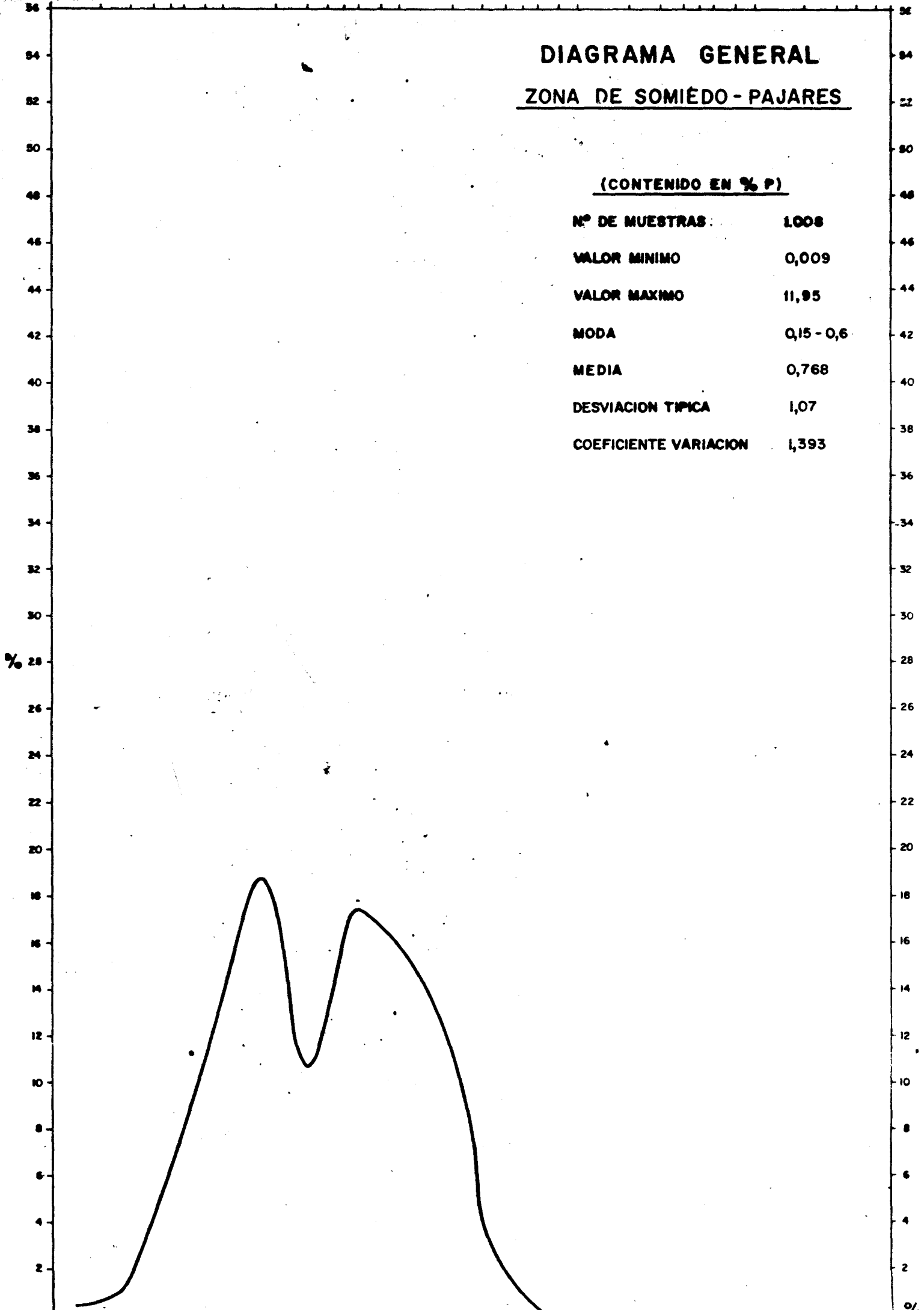
5

6

8

100

%



Datos de la curva de frecuencia normales:

n° de muestras	1.008
valor mínimo	0,009%
valor máximo	11,95 %
moda	0,15%-0,6%
media	0,768%
desviación típica	1,07 %
coeficiente variación	1,393

Hay dos poblaciones claramente diferenciadas, una entre 0,02 y 0,3% de fósforo y otra entre 0,3 y 6,5% de P. La primera corresponde a muestras tomadas fuera de Vegamián y a algunos perfiles de esta formación; la segunda pertenece a muestras con mineralización, todas ellas dentro del Vegamián.

El 50% de los valores se encuentran entre 0,02 y 0,3; el 34% entre 0,3 y 1% del P, y el 16% restante entre 1 y 6,5% de P; haciendo constar que por encima del 3% de P sólo hay un 4% de muestras, que representan 36 del total.

5.3.2. KLIPPE DE ARMADA

Las muestras de esta curva tienen una distribución similar a la curva general. Es también bimodal, diferenciándose claramente la zona estéril de la mineralizada.

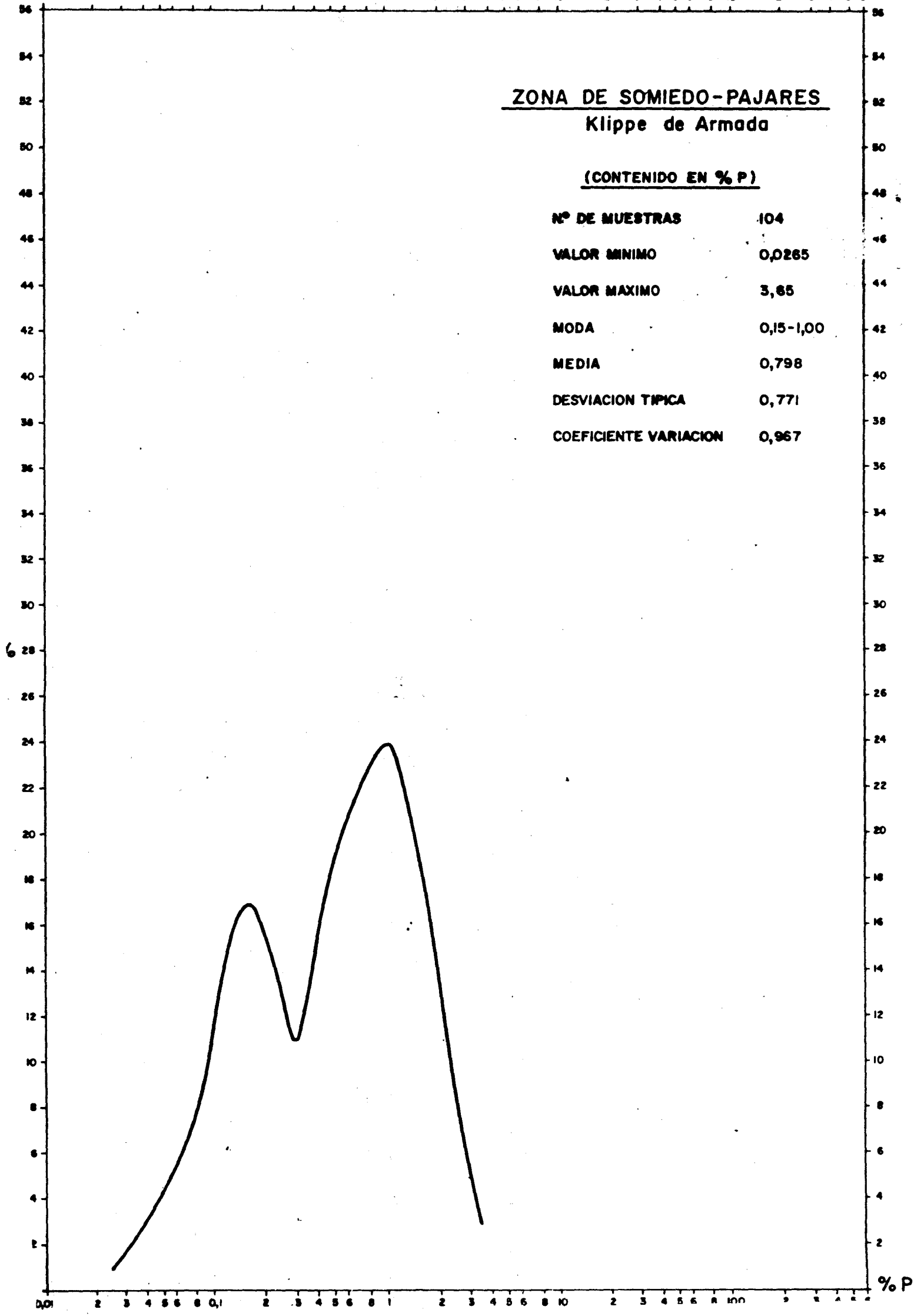
Datos de la curva de frecuencias normales:

n° de muestras	104
valor mínimo	0,0265%
valor máximo	3,65 %
moda	0,15%-1,00%
media	0,797 %
desviación típica	0,771 %
coeficiente variación	0,967

ZONA DE SOMIEDO-PAJARES
Klippe de Armada

(CONTENIDO EN % P)

Nº DE MUESTRAS	104
VALOR MINIMO	0,0265
VALOR MAXIMO	3,85
MODA	0,15-1,00
MEDIA	0,798
DESVIACION TIPICA	0,771
COEFICIENTE VARIACION	0,967



La primera población comprende valores entre 0,03% y 0,3% de P y supone un 40% del total de las muestras; la segunda incluye el 60% restante. En esta segunda, el 15% de los valores se encuentran alrededor del 2% de P, y el último 3% alrededor del 3,5% de P. Este último tanto por ciento representa sólo 3 muestras.

5.3.3. ESCAMA DE FORCADA

Igual que las curvas anteriores esta es también bimodal, teniendo mayor número de muestras en la zona mineralizada que en la estéril.

Datos de la curva de frecuencia normales:

n° de muestras	492
valor mínimo	0,009%
valor máximo	6,65%
moda	0,16%-0,6%
media	0,705%
desviación típica	0,925%
coeficiente variación	1,312

Los valores de la primera curva, constituida por el 61,5% de las muestras, comprenden entre el límite de detección y 0,3% de P. La segunda, formada por el 38,5% de las muestras, comprende valores entre 0,3 y 6,65% de P.

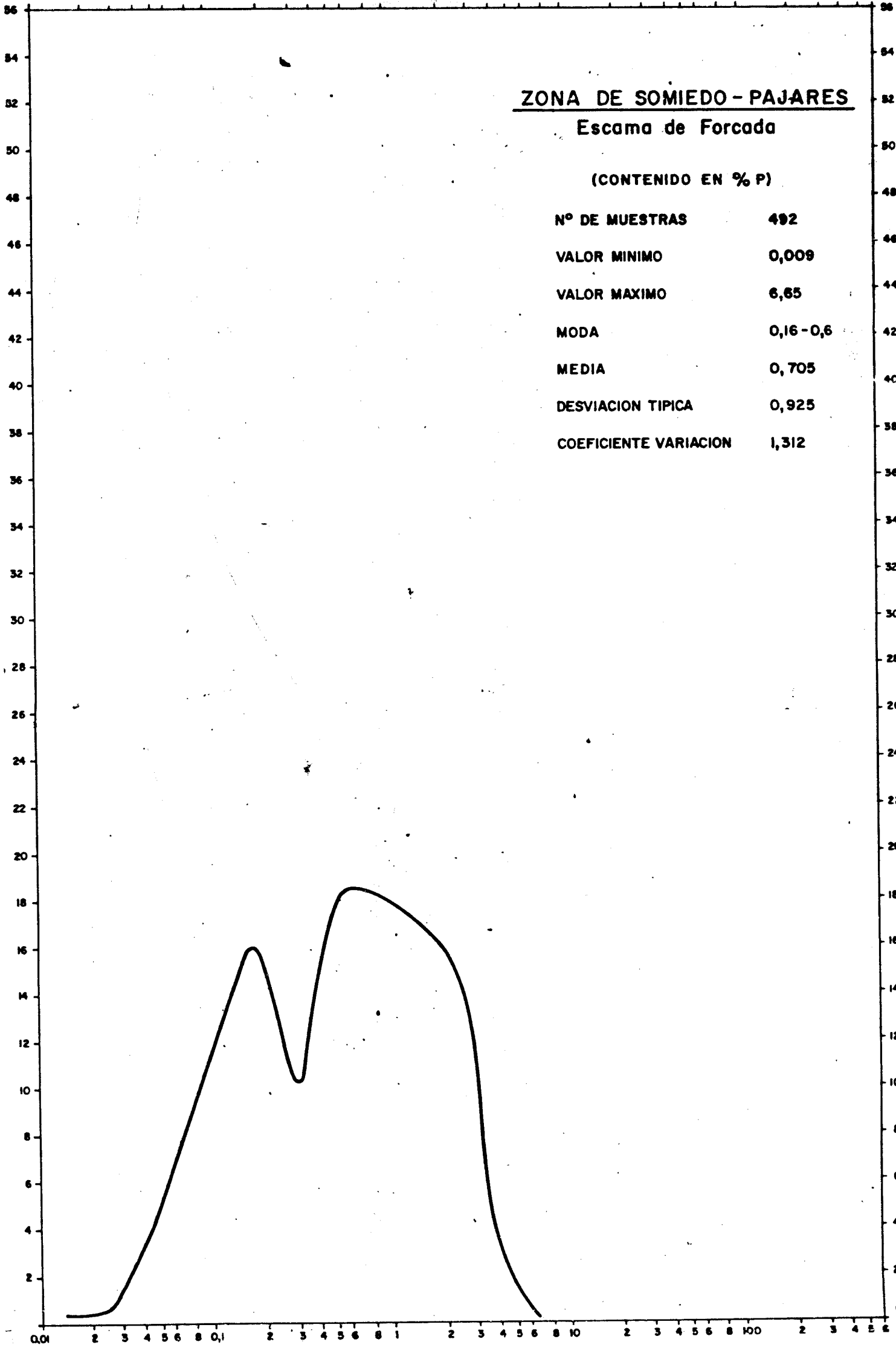
La diferencia de esta curva con las anteriores tiene una explicación sencilla, es debido a la menor y más irregular potencia de los afloramientos Vegamián. Las anomalías se refieren a perfiles sin relación con los de su entorno, es decir son puntuales dentro de la formación.

ZONA DE SOMIEDO - PAJARES

Escama de Forcada

(CONTENIDO EN % P)

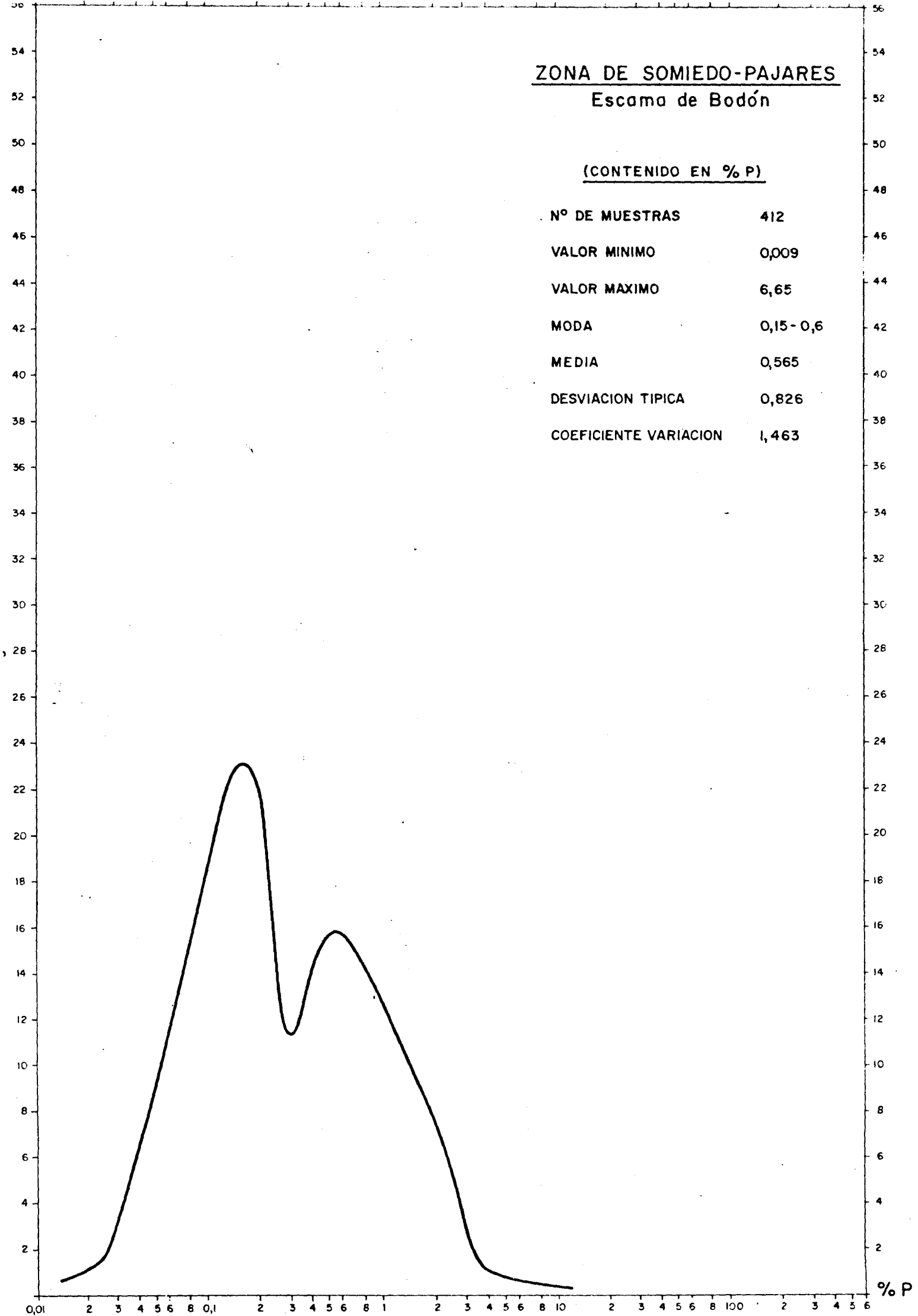
Nº DE MUESTRAS	492
VALOR MINIMO	0,009
VALOR MAXIMO	6,65
MODA	0,16 - 0,6
MEDIA	0,705
DESVIACION TIPICA	0,925
COEFICIENTE VARIACION	1,312



ZONA DE SOMIEDO-PAJARES
Escama de Bodón

(CONTENIDO EN % P)

Nº DE MUESTRAS	412
VALOR MINIMO	0,009
VALOR MAXIMO	6,65
MODA	0,15- 0,6
MEDIA	0,565
DESVIACION TIPICA	0,826
COEFICIENTE VARIACION	1,463



5.3.4. ESCAMA DE BODON.

Vuelve a repetirse la bimodalidad en esta curva, con la diferencia del aumento de muestras en la zona estéril con respecto a la mineralizada.

Datos de la curva de frecuencias normales:

n° de muestras	412
valor mínimo	0,009%
valor máximo	6,65 %
moda	0,15%-0,6%
media	0,565%
desviación típica	0,826%
coeficiente de variación	1,463%

La primera curva, constituida por el 61,5% de las muestras, comprende los valores entre el límite de detección y 0,3% de P; la segunda, formada por el 38,5% de las muestras, comprende valores entre 0,3 y 6,65% de P.

La diferencia de esta curva con las anteriores, tiene una explicación sencilla, es debida a la menor y más irregular potencia de los afloramientos Vegamián. Las anomalías se refieren a perfiles sin relación con los de su entorno, es decir son puntuales dentro de la formación.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de revisar todos los resultados de los análisis químicos junto con los datos que se han ido acumulando a lo largo del Proyecto, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

1°.- La longitud total de la Formación Vegamián, aflorante en el ámbito de este trabajo, tiene una longitud total, aproximada de 50 km.

2°.- La potencia media de la formación es de 6,6 metros.

3°.- La potencia media de las áreas enriquecidas en P es de 2,8 metros.

4°.- La ley media de los enriquecimientos es de 1,50% de fósforo.

5°.- Los valores anómalos se han considerado a partir del 1% de contenido en P, con un mínimo de 1 m de potencia y con un mínimo de dos muestras.

6°.- Las anomalías se pueden presentar en cualquier punto de la Formación aunque parecen más repetitivas en el centro y en el muro.

7°.- Los valores mayores están asociados a pizarras nodulosas o a pizarras lidíticas o simplemente pizarras negras.

8°.- Las potencias y leyes de los afloramientos del klippe de Armada y de la Escama de Forcada son mucho más uniformes que el de la Escama de Bodón.

9°.- Como norma, los accesos a la Formación Vegamián son difíciles, la mayoría de las veces sólo se puede llegar andando a ellos.

10°.- Se considera que el muestreo realizado ha sido suficiente para conocer la presencia y variación de fosfatos en todos los afloramientos.

Hay que tener en cuenta la considerable longitud de estos afloramientos y sus variaciones de Ley y potencia. La posibilidad de aprovechamiento, de los niveles fosfatados, es difícil, considerando que no todo el Vegamián presenta mineralización y que entre dos perfiles consecutivos la posición de las anomalías no suele correlacionarse. Sería preciso un desmuestre muy detallado y próximo, para poder delimitar todas las variaciones tanto de terrenos como de contenidos, y de esta forma aislar perímetros con un máximo previsible de 4% de fósforo en zonas de difícil acceso, emplazadas en torno a las 36 muestras más interesantes (3 a 6% de P).

7. BIBLIOGRAFIA

- ADRICHEM BOOGAERT, H.A. VAN (1967).- Devonian and Lower Carboniferous Conodonts of the Cantabrian Mountains (Spain) and their stratigraphic application-Leidse Geol. Meded., vol. 39, pp. 129-192, 68 figs, 3 láms, Leiden.
- CAYEUX LUCIEN (1939).- Etudes des gites minéraux de la France. Les phosphates de chaux sédimentaires de France. Ministère des travaux Publics. Serv. Carte Geol. de la France et des topographies souterraines.
- COMTE, P. (1937).- La Série Cambrienne et Silurienne du León. C.R. Ac. Sc., t. 204, pp. 604-606. París.
- COMTE, P. (1959).- Recherches sur les terrains anciens de la Cordillere Cantabrique. Mem. Inst. Geol. Min. Esp., t. 60, pp. 1-440, 6 fig., 1 map. Madrid.
- DAVIDSON, C.F. and ATKIN, D. (1953).- On the occurrence of uranium in phosphate rock. C.R. 19 th. Sees. Int. Geol. Congr. Algiers, Sec. 11, n° 11.
- EVERS, H.J. (1967).- Geology of the Leonides between the Bernesga and Porma rivers, Cantabrian Mountains, NO Spain, Leidse Geol. Meded, + 41, pp. 83-151, 77 figs., 6 láms. París.
- HECKEL PHILIP, H. (1977).- Origin of phosphatic black shale facies in Pennsylvanian Ciclothems of Mid-continent North America. The Amer. Assoc. of Petroleum Geolog. Bull., V. 61, n° 7.
- HIGGINS, A.C.; WAGNER-GENTIS, C.H.T. & WAGNER, R.H. (1964).- Basal Carboniferous Strata in part of Northern León, - NO Spain: Stratigraphy, conodont and goniatite faunas. Bull. Soc. Belge. Geol. t. LXXII, fas. 2, pp. 205-248, 5 figs., 5 láms. Bruselas.

- JULIVERT, M. (1967).- La ventana del Río Monasterio y la terminación meridional del Manto del Ponga. Trabajos de Geología, nº 1, Universidad de Oviedo, pp. 59-76, fig. 1, map. Oviedo.
- JULIVERT, M.; PELLO, J. & FERNANDEZ, L. (1968).- La estructura del Manto de Somiedo (Cordillera Cantábrica). Trabajos de Geología, nº 2, Universidad de Oviedo, pp. 1-43, 15 figs., 1 map. Oviedo.
- KULLMANN, J. (1961).- Die Goniátiten des Unterkarbons in Kantabrischen Gebirge (nord Spanien) I Stratigraphie. Palaontologie der U.O. Goniátitina Hyatt. Nenes Ib. Geol. Palaout Abh, vol. 113, nº 3, pp. 219-326, 12 figs., láms. 19-23. Stuttgart.
- LOTZE, F. (1945).- Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. Geotekt. Forsch, Heft. 6, pp. 78-92, Berlín (Trad. en Publ. Extr. Geol. Esp., t. 5, pp. 149-166, Madrid, 1950).
- MARCOS, A. (1968).- La tectónica de la Unidad de la Sobia-Bodón. Trabajos de Geología, nº 2, Universidad de Oviedo, pp. 59-87, 11 figs., 2 maps. Oviedo.
- MIKELVEY, V.E. (1955).- Uranium in phosphate rock. Proc. Int. Cont. Peace ful uses atom. U.N.N.Y. Energy.
- MILLER, L.J. (1964).- The origen of sedimentary phosphate deposits. Econ. Geol. 59.
- PELLO, J. & PHILIPOT, A. (1967).- Sur la presence du Llanvirn au Puerto Sueve (Zone orientale des Asturies, NW de l'Espagne). C.R. Somm. Soc. Geol. Fr., Fasc. 4, pp. 156-157. París.

- RIOS, J.M. (1969-70).- Estudios de los criaderos y yacimientos de las rocas fosfáticas del mundo y de su génesis. Cursillo de geología aplicada al estudio de los yacimientos minerales y su prospección.
- SITTER, L.U. DE (1962).- The structure of the southern slope of the Cantabrian Mountains. Leidse Geol. Meded., t. 26, pp. 255-264, 3 láms., f. t. Leiden.
- VEEN, J. VAN (1965).- The tectonic and Stratigraphic history of the Cardaño area, Cantabrian mountains Northwet - Spain. Leidse Geol. Meded., t. 35, pp. 45-104, 39 figs. 2 láms., fot. Leiden.
- WILKINSON, A.F. (1977).- Guía para una geología y prospección de los fosfatos. Rev. Dir. General de Geol. y Minas - (Ministerio Recursos Naturales y Energéticos). Quito-Ecuador.