

# Facies y ambientes deposicionales de la Formación de Gordexola (Albiense, flanco sur del Anticlinorio de Bilbao, Vizcaya)

*Facies and depositional environments of the Gordexola Formation (Albian, south limb of the Bilbao anticlinorium, Vizcaya)*

M.C. Zuluaga, F. García Garmilla y J Arostegui

Dept. Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencias. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Ap. 644. 48080 Bilbao.

## ABSTRACT

*The facies organization of the Gordexola Formation (lower to middle Albian) has been studied in a sector along the south limb of Bilbao anticlinorium. Black shales deposited in basin environments constitute the background facies. The basal and intermediate carbonate breccias together with the general facies distributions, allow to draw a general by-pass margin model for the Gordexola basin.*

**Key words:** Lower-middle Albian, facies associations, black shales, carbonate breccias, slumps, marine restricted basin.

*Geogaceta*, 20 (2) (1996), 319-322  
ISSN: 0213683X

## Introducción

La Formación de Gordexola (Albiense inferior-medio) aflora en dirección NW-SE a lo largo del flanco sur del Anticlinorio de Bilbao, dentro del dominio tectosedimentario del Arco Vasco (Feuillée y Rat, 1971) (Fig. 1). La sedimentación de fondo está constituida por lutitas y margas negras y grises en las que se intercalan niveles de areniscas y limolitas. La unidad adquiere su máximo desarrollo en la transversal de Gordexola (Fig. 2) y reduce su espesor hacia el NW (Artzentales) y el SE (Orozko). El límite inferior viene dado por la primera aparición de brechas carbonatadas con cantos de caliza urgoniana, o bien por niveles de slump y olistolitos, que delatan la existencia de una importante ruptura sedimentaria en el Albiense inferior. El límite superior presenta rasgos de diacronía y coincide con la primera aparición de secuencias de lóbulos areniscosos deltaicos progradantes, típicos de la suprayacente Formación de Valmaseda.

## Asociaciones de facies y ambientes de depósito

Se han diferenciado cinco asociaciones principales de facies (Zuluaga *et al.*, 1991, 1992; Zuluaga, 1995):

**Asociación de lutitas negras y brechas carbonatadas:** Las brechas carbonatadas delimitan habitualmente el muro de la unidad, aunque también aparecen en posi-

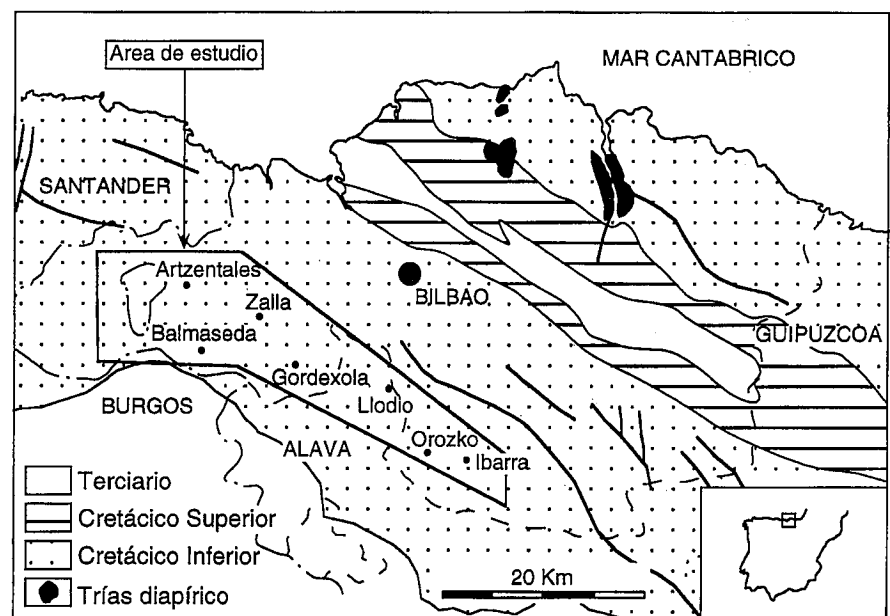


Fig. 1.- Localización geológica del área estudiada.

Fig. 1.- Geological location of the studied area.

ción intermedia. Se componen de cantos calizos de hasta 15 cm de diámetro y margocalizos de hasta más de medio metro. Todos ellos contienen típicas microfacies urgonianas: mudstones, wackestones, grainstones y packstones con orbitolínidos, miliólidos y abundantes bioclastos. Pueden ser tanto ortobrechas como parobrechas, y su asociación no cíclica con lutitas negras lleva a pensar en esporádicos episodios de flujos

de derrubios, que debieron acontecer con rapidez, dada la ausencia de granoclasificación (Fig. 3a). La composición de los cantos es muy variada: calizas arrecifales, calizas margosas, bioclastos fragmentados e intraclastos fangosos. En ellos pueden encontrarse corales dolomitizados, corales escleractínidos silicificados con perforaciones ("borings") y rellenos geopetales con pellets fecales en la base (Fig. 3b), forami-

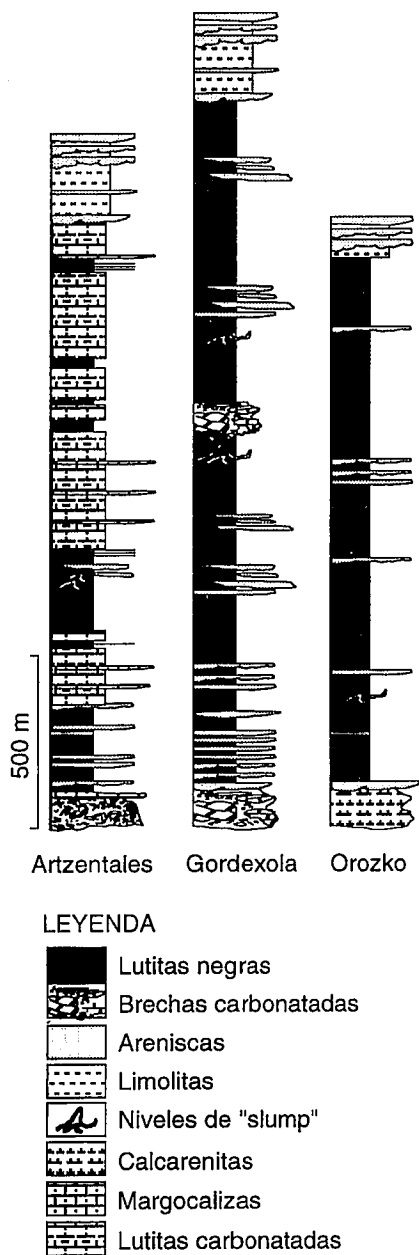


Fig. 2.- Secciones estratigráficas de la Formación de Gordexola.

Fig. 2.- Stratigraphic sections of the Gordexola Formation.

níferos silicificados, textuláridos, orbitolínidos, fragmentos de rudistas perforados, fragmentos y radiolas de equínidos, restos de peloides algales, intraclastos, cortoides y cuarzo detrítico.

La mayoría de las brechas estudiadas presentan microfácies muy similares que hacen pensar en un origen común a partir de plataformas urgonianas. Sin embargo, las parabrechas de Llodio debieron proceder de una roca madre micrítica. Mientras los cantos de las brechas encontradas en otros cortes parecen reflejar una procedencia comparativamente proximal, los de la brecha de Llodio incluyen facies afines a las de talud

de cuenca, sugiriendo que importantes fenómenos de retrabajamiento pudieron afectar a facies de talud relativamente profundas. Con ello, las brechas de Llodio podrían asimilarse al tipo "slope-derived lime breccia" (brechas carbonatadas procedentes del talud, McIlreath y James, 1984).

**Asociación de lutitas negras y areniscas de lóbulo/flujos de derrubios:** Está caracterizada por intercalaciones de areniscas de hasta 3 m de espesor, que presentan bases erosivas con cantos lutíticos, estructuras de carga, inyecciones de arcilla en la base ("flame structures") (Fig. 3c), y estructuras de muro ("grooves" y "flutes") que marcan una procedencia de los aportes netamente meridional (N200). En ocasiones, se pueden observar niveles de areniscas que «on-lapan» (se superponen sellando) cuerpos irregulares producidos por flujos de derrubios (Fig. 3d). Sucesivos aportes deltaicos procedentes del S, unidos a inestabilidad pulsátil de la cuenca debieron ser los mecanismos más conciliables con la asociación de facies descrita.

Las facies areniscosas de la Formación de Gordexola aparecen generalmente en secuencias de carácter granocreciente, aunque no faltan los intervalos canalizados con los granos más gruesos en la base. En los términos más bajos de cada secuencia se observan múltiples rasgos erosivos, tales como un muro marcadamente irregular, con abundantes cantos lutíticos englobados - "black shale soft clasts"- (cantos "blandos" de pizarras negras). En general, estos niveles suelen ser masivos, y pueden asimilarse a las facies C.1.1 de Pickering *et al.*, (1986), consistentes en arenas fangosas desorganizadas ("disorganized muddy sands"). El proceso de transporte debió consistir en corrientes de turbidez de muy alta densidad ligadas a procesos de flujos de derrubios.

Las turbiditas en secuencias de progradación de lóbulos son relativamente frecuentes hacia las partes media y superior del corte de Gordexola. Se componen de secuencias de Bouma incompletas (Bouma, 1962), o con los intervalos Tc y Td escasamente representados. Las formas "aboudinadas" de los techos así como las estructuras de deformación, como las de inyección y "en llama" ("flame structures") se deben a fenómenos de carga sobre materiales licuefactados. En la base de los intervalos Ta de la secuencia de Bouma, son frecuentes los "groove marks" y "flute marks"; las medidas de paleocorrientes sobre estos últimos indican una procedencia meridional de los detritos (N200). Gómez Pérez (1994) menciona un intervalo areniscoso de origen turbidítico situado entre 90 y 150 m. de la base de la unidad y le otorga el carácter de

Miembro ("Areniscas de Aranguren") dentro de la Formación de Gordexola. En su opinión este sistema turbidítico presenta una sucesión vertical distal-proximal-distal ("thickening upwards-thinning upwards"), es decir, progradación inicial, seguida de retrogradación de un pequeño abanico turbidítico.

Algunos bancos de arenisca tienen potencias superiores al metro y presentan su base canalizada. Procesos de depósito rápido provocados por corrientes de alta densidad debieron ser responsables de su decantación. También se observan masas de material "slumpizado" recubiertas en "onlap" por areniscas de tamaño de grano grueso (Fig. 3d). En efecto, la base de estos cuerpos arenosos se adapta a la topografía del fondo existente y compensa a la horizontal las topografías irregulares preexistentes.

**Asociación de lutitas negras y "slumps":** En la sección de Gordexola, se detectan seis episodios de "slumps" lutíticos y/o arenoso-lutíticos. Las estructuras de deformación hidroplástica del sedimento son frecuentes: "boudinage" sedimentario, charnelas de "slump" con planos axiales subhorizontales y estructuras "ball and pillow". Los niveles de "slump" muestran una vergencia media N280. Pueden ser asimilados a los tipos «unequal-folds» y «overfolds with decollement» de Allen (1984). Estas estructuras parecen indicar una paleopendiente en sentido SE-NW, localizándose los subambientes más profundos en el sector de Gordexola. Es de notar que esta sección, que se corresponde con el depocentro de la Cuenca, es la más rica en estructuras de este tipo, al predominar la sedimentación original lutítico-arenosa. En cambio, hacia los bordes NW y SE, las facies indicativas de inestabilidad ligada a fuertes pendientes consisten en acumulaciones de carácter brechoide carbonatado (Orozko) y de ruditas arcillosas intraformacionales (Artzentales).

Se encuentran en la Formación de Gordexola diversos tipos de "slumps", desde los que albergan bloques relativamente compactos pero desorganizados, hasta agrupaciones de sedimentos fragmentados muy contorsionados, plegados o fallados sinsedimentariamente en estado plástico. En concreto, éstos últimos indicarían un estadio de avance o progresión mayor que los primeros, con un mayor reciclaje y grado de plastificación de los detritos. Mezclan litologías lutíticas y arenosas en proporciones variables, pero recuerdan muchas veces la alternancia original de litologías, indicando que su proceso de depósito ha implicado una cierta cohesión interna de la masa deslizada.

### Asociación de lutitas negras, contouritas y estructuras lenticulares:

Esta asociación de facies constituye la sedimentación de fondo ("background") de la unidad. Se compone de arcillas y margas negras en las que se intercalan láminas milimétricas, o de 1 cm. de espesor como máximo, de areniscas y limolitas finamente laminadas. Representa los subambientes más distales, pero no necesariamente los más profundos, de la Formación de Gordexola. De hecho, algunos cantos blandos de arcillas negras parecen sugerir retrabajamiento del sustrato fangoso por corrientes de fondo. La asociación representa claramente a depósitos de talud siliciclástico en condiciones estables. Los escasos aportes arenosos tendrían inicialmente un origen continental, si bien las contouritas son interpretables como depósitos formados por procesos de retrabajamiento por la acción de corrientes de fondo (Zuluaga *et al.*, 1992). Las contouritas (término introducido por Hollister y Heezen, 1972) pueden ser lutíticas y arenosas. En el caso que nos ocupa, son esencialmente de tipo arenoso (Fig. 3e), si bien no faltan en algunos niveles finas intercalaciones milimétricas de arcillas negras. Normalmente, el espesor de cada capa no supera los 3 cm. Las estructuras paralelas observables en ellas son laminaciones paralelas y cruzadas de bajo ángulo, que parecen distinguirse con mayor nitidez cuanto mayor es tamaño de grano. La tendencia general que presentan es una gradación inversa en la mitad inferior y normal en la superior, con lo que los contactos con las lutitas negras infra- y suprayacentes son, en general, difusos y transicionales. No deben confundirse con los nivelillos centimétricos en los que se aprecia un ligero carácter erosivo en el muro, que son interpretables como facies de "levee".

**Asociación de lutitas negras y concentraciones de orbitolínidos:** Esta asociación de facies es exclusiva de la parte más alta de la Formación de Gordexola y se corresponde con los tramos superiores de las denominadas "Lutitas de Orozko" por Fernández Mendiola (1987). Está caracterizada por ciclos de somerización ("shallowing-upwards cycles") lutita/arenisca/"lag" (depósito residual de conchas de orbitolínidos), que sugieren mecanismos de progradación de pequeñas barras de arena dentro de una llanura fangosa relativamente somera e intensamente afectada por bioturbación. El sistema deltaico debió ser más bien distal en el área de Gordexola durante el Albiense medio, a juzgar por la escasez de estructuras canaliformes observadas. La sedimentación de fondo de esta asociación de facies es nuevamente lutítica, complementada por las intercalaciones de arenisca de unos pocos cm. hasta casi 0.5 m de espesor

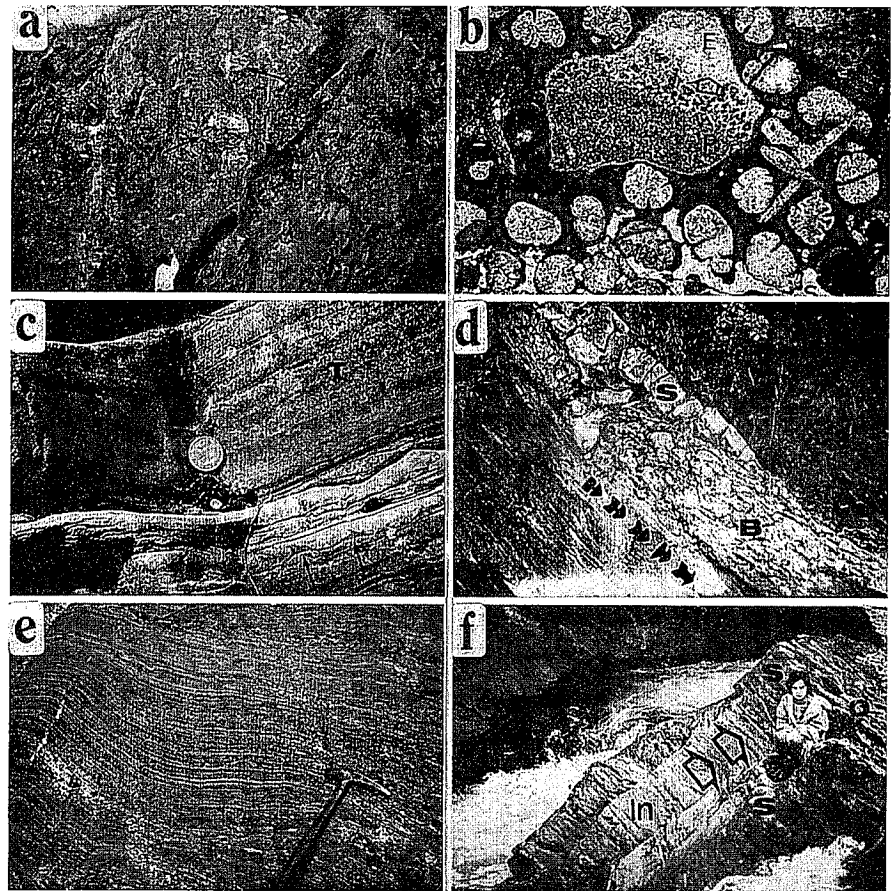


Fig. 3.- a) Brecha basal de la Formación de Gordexola en Llodio. Las flechas señalan cantos que superan los 50 cm de diámetro. b) Perforación con relleno geopetal en un coral escleractínido de la brecha basal. p: micrita peloidal, E: esparita, S: silicificación. Luz normal. Anchura de foto: 5.2 mm. c) Turbidita (T) mostrando laminación paralela. Las flechas marcan estructuras «en llama» en los niveles infrayacentes. d) Areniscas (S) «onlapando» niveles de «slump» (B). Las flechas indican el sentido de «onlap». Anchura de foto: 9 m. e) Contouritas que constituyen la sedimentación de fondo. f) Secuencia de somerización (indicada por las flechas). lu: lutitas negras, S: areniscas, O: concentración de orbitolínidos a techo.

Fig. 3.- a) The basal breccia of the Gordexola Formation at Llodio. Arrows mark the boulders up to 50 cm in diameter. b) boring with geopetal infilling in a scleractinid coral framestone from the basal breccia. p: peloidal micrite, E: sparite, S: silicification. PPL. Photo width: 5.2 mm. c) A turbidite bed (T) showing parallel lamination. Arrows mark flame structures in the underlying beds. d) Sandstones (S) onlapping slumped beds (B). Arrows mark the onlap sense. Photo width: 9 m. e) Contourites constitute the background sediments. f) Shallowing-upwards sequence (marked by arrows). lu: black shales, S: sandstones, O: orbitolinid concentrations at the top.

y concentraciones de orbitolínidos, fragmentos de ostreidos y equínidos en algunos niveles lutíticos y/o arenosos. La organización secuencial tiende a dibujar pequeños ciclos granocrecientes a escala métrica: lutita-arenisca-"lag" de orbitolínidos (Fig. 3f).

La asociación de facies prelude la somerización que caracteriza el inicio del depósito de la Formación de Valmaseda en este sector. El incremento en facies clásticas gruesas hacia el techo es indicativo de esta tendencia ("shallowing upwards"), que debió culminar con la instauración de ambientes de llanura de mareas ("tidal flat"), en los que no faltaban concentraciones de microfósiles, así como fragmentos de conchas

de macrofauna (ostreidos y equínidos), cuya falta de ciclicidad lleva a pensar en depósitos producidos por la acción de tormentas ("storm beds").

### Discusión. La cuenca de Gordexola

La distribución espacial y temporal de las asociaciones de facies anteriormente descritas aporta algunas claves para la elaboración del modelo de cuenca de la Formación de Gordexola. El predominio de la sedimentación lutítica en el depocentro y la concentración de facies indicativas de fuertes pendientes y taludes inestables (brechas y flujos de derrubios) hacia los márgenes NW

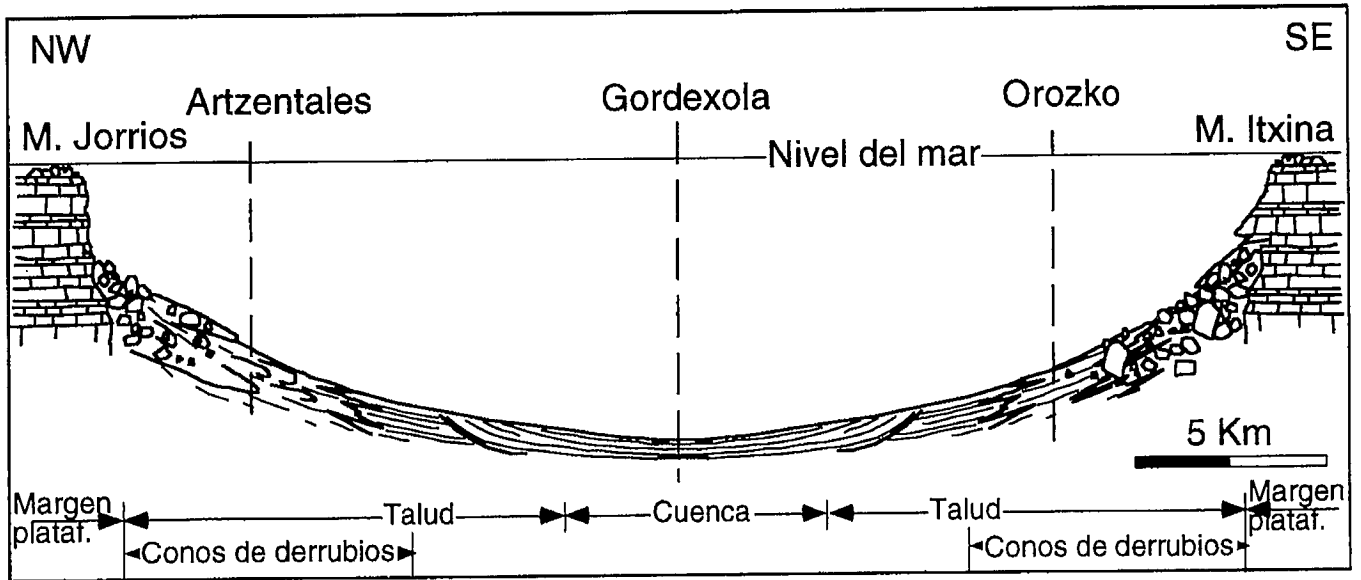


Fig. 4.- Modelo de cuenca sugerido para la Formación de Gordexola.

Fig. 4.- Basin model suggested for the Gordexola Formation.

y SE de la cuenca permiten establecer un primer modelo general de la cuenca de Gordexola (Fig. 4). A grandes rasgos, el modelo podría asimilarse a un «by-pass margin» (borde con circulación de sedimentos clásticos), limitado por los macizos urgonianos de Jorrios al NW e Itxina al SE. Un problema adicional lo plantearían las brechas presentes en diferentes niveles estratigráficos en el sector central de la cuenca (Gordexola). Se puede debatir sobre un posible origen meridional para las mismas, pues la tectónica sinsedimentaria de la cuenca de Gordexola dio lugar a la creación de surcos N-S en los que se acumularon los detritos más gruesos (Aranburu *et al.*, 1994). La interpretación de las paleocorrientes medidas es más favorable a una procedencia meridional de los detritos. En todo caso, un estudio más detallado de los afloramientos urgonianos así como los testigos de sondeos en el norte de Burgos contribuiría a esclarecer este problema.

**Agradecimientos**

Este trabajo ha sido financiado por el Plan de Perfeccionamiento del Profesorado de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.

**Referencias**

Allen, J.R.L. (1984). *Developments in Sedimentology* No.30 Elsevier, Amsterdam.  
 Aranburu, A.; Gómez Pérez, I.; Fernández Mendiola, P.A. y García Mondéjar, J. (1994). *Geogaceta*, 16, 82-85.  
 Bouma, A. (1962). *Sedimentology of some flysch deposits*. Elsevier, Amsterdam. 168 pp.  
 Fernández Mendiola, P.A. (1987). *Kobie* 16. 7-184.  
 Feuillée, P. y Rat, P. (1971). *Histoire Structurale du Golfe de Gascogne*. Technip (Paris).

V. 1-V. 48.  
 Gómez Pérez, I. (1994). *Tesis Doctoral, Inéd.*, Univ. País Vasco. 443 pp.  
 Hollister, C.D. y Heezen, B.C. (1972). In A.L. Gordon (ed.) «*Studies in Physical Oceanography*. 2» New York, 37-66.  
 McIlreath, I.A. y James, N.P. (1984). *Geoscience Canada Reprint Series* 1, 245-257.  
 Pickering, K.T.; Stow, D.A.V.; Watson, M y Hiscott, R.N. (1986). *Earth Sci. Rev.* 22, 75-174.  
 Zuluaga, M.C.; Arostegui, J.; García Garmilla, F. y Velasco F. (1991). *6th IAS Regional Meeting, Bergen* (Norway). 66.  
 Zuluaga, M.C.; Arostegui, J.; García Garmilla, F. y Velasco F. (1992). *Bol. Soc. Esp. Min.* 15, 113-122.  
 Zuluaga, M.C. (1995). *Tesis Doctoral, Inéd.*, Univ. País Vasco. 332 pp.