

*Figura 38. Detalle del contacto irregular entre los niveles P.E.1 y P.E.2, observándose en este último a la izquierda del corte los depósitos tractivos de color naranja deformados por crioturbación (Foto Sergio Ripoll).*



*Figura 39. Detalle del contacto irregular entre los niveles P.E.1 y P.E.2 en la zona de acceso al interior de la cavidad, mostrando la deformación producida por crioturbación en el contacto entre ambos niveles (Foto Sergio Ripoll).*

En cuanto al nivel P.E.2, su génesis posiblemente esté relacionada con flujos densos de tipo *debris flow*, si bien los procesos post-sedimentarios detectados pueden haber desorganizado el sedimento por lo que su interpretación habría que considerarla con precaución. En la zona interna y hacia la base aparecen depósitos con pendiente deposicional hacia el interior del abrigo, cuya génesis hay que asociarla a procesos de decantación, arroyada difusa y flujos tractivos (Figura 38). Además en este nivel, fuera del ámbito de boca de la cavidad se documentan estructuras antrópicas bien conservadas, como hogares configurados por cantos. El nivel P.E.3 está muy desorganizado internamente por lo que su génesis habría que asociarla a proce-

sos de tipo *debris flow*, si bien también se observan procesos claros de arroyada difusa.

Estos tres niveles y sobre todo los dos superiores han sufrido procesos de deformación por crioturbación principalmente en la zona exterior a la altura de la boca de la cavidad (Figuras 28 y 39), con menor influencia hacia el E y W del depósito. El contacto entre los niveles 1 y 2 está muy afectado por esta deformación, que incluso en algunos puntos llega a afectar al contacto entre los niveles 2 y 3, que es muy irregular y que se presenta con diferencias de cota muy notables.

Al igual que en el caso anterior, la génesis del nivel P.E.4 es mixta, presentando características propias de depósitos desor-

NIVELES ANÁLISIS	1999 G+C	2000 G+C	2001 G+C+DRX	2002 G+C+MO+DRX	2003 G+C+DRX	2004 G+C+DRX
P.E.A						P.E.A-E = P.E.A'-O
P.E.1 (Nivel I)	P.E.1a.1					
	P.E.1a.2					
	P.E.1b.1					
	P.E.1b.2					
				P.E.int.1 sup. P.E.int.1 arcillas P.E.int.1 inf. P.E.G-11.1 bolsa gris (2) en sedimento rojo (1)		
P.E.2 (Nivel II)	P.E.2a					
	P.E.2b					
		P.E.2 costra				
				P.E.int.2 gris P.E.int. 2 limos rojos P.E.B-16.2 gris P.E.B-16.2 naranja		
						P.E.2 blanco
P.E.3 (Nivel III)	P.E.3					
P.E.4 (Nivel IV)	P.E.4 =		P.E.4a			
		P.E.4c =	P.E.4b			
P.E.5 (Nivel V)				P.E.D-7.5 techo P.E.D-7.5 base		
					P.E.6	
P.E.6 (Nivel VI)						P.E.6 gris
Alteración Pizarras				P.E.Alt.		
Conglomerado del abrigo		P.E.R.S (LD)				

G: Granulometría completa  
MO: Materia orgánica  
LD: Lámina delgada

C: Carbonatos  
DRX: Difracción de rayos X en la fracción fina  
= Muestras equivalentes o similares

Tabla 1. La Peña de Estebanvela. Muestras para análisis sedimentológicos

ganizados originados por procesos de tipo *debris flow*, así como características claras indicadoras de procesos de arroyada difusa. El nivel P.E.5 se caracteriza por la caída gravitacional de bloques de conglomerado y por procesos de arroyada difusa. En el nivel P.E.6 se detecta también una caída importante de bloques de conglomerado así como una ocupación humana destacable.

Como ya hemos visto anteriormente, para la realización del estudio sedimentológico de la secuencia litoestratigráfica descrita, además de los datos obtenidos en el propio yacimiento son necesarios una serie de análisis de laboratorio que permiten la cuantificación de las características intrínsecas de los

sedimentos. Para ello, las muestras de sedimentos y de la roca encajante tomadas en el campo han sido procesadas en el Laboratorio de Sedimentología, en el caso de los análisis texturales y de carbonatos, en el Laboratorio de Difracción de Rayos X, en el caso del análisis mineralógico, y en el Laboratorio de Preparación de Láminas Delgadas, en el caso de las muestras cementadas, los tres del Departamento de Geología del Museo Nacional de Ciencias Naturales. A continuación exponemos los resultados de los distintos análisis llevados a cabo, ilustrados convenientemente con cuadros numéricos, diagramas y curvas.

4.1. Análisis textural

4.1.1. Granulometría global

Mediante la granulometría global se han separado los sedimentos en las siguientes clases granulométricas: bloques (clastos con diámetros superiores a 10 cm), cantos (clastos con diámetros comprendidos entre 10 cm y 10 mm), gravas (clastos con diámetros comprendidos entre 10 mm y 2 mm), arenas (granos entre 2 mm y 62 micras), limos (granos entre 62 y 2 micras) y arcillas (partículas inferiores a 2 micras).

Teniendo en cuenta que unas muestras proceden de un corte estratigráfico más o menos continuo correspondiente al relleno situado en la zona externa del abrigo y que otras fueron tomadas en los cortes realizados en los sedimentos del interior de la cavidad, abordaremos su tratamiento gráfico de forma independiente, tomando como referencia principal la secuencia exterior cuyos datos se plasman en la tabla 2 y en los diagramas acumulativo de las Figuras 40 y 41. En ambos diagramas acumulativos se observan las variaciones en la vertical de las diferentes clases granulométricas en porcentajes en peso.

El diagrama acumulativo de la secuencia exterior (Figura 40) presenta un perfil en dientes de sierra, cuyas inflexiones corresponden a una serie de variaciones granulométricas de diferente significado sedimentológico. El diagrama se inicia con un nivel de alteración, P.E.Alt, correspondiente a la alteración del sustrato pizarroso en el que los tamaños predominantes son los cantos, las arenas y las arcillas. Este hecho se debe precisamente a la naturaleza de la muestra, dado que la alteración del sustrato se caracteriza por la presencia de clastos de pizarra con una matriz arenosa de naturaleza pizarrosa y abundantes arcillas.

El nivel más bajo conocido en la zona del sondeo, P.E.6, en donde no se ha llegado por el momento a la alteración del sustrato, comienza con un tramo situado en posición inferior, en el que los tamaños gruesos están ausentes, predominando las arenas casi en la misma proporción que la suma de limos y arcillas. Esta muestra fue obtenida en una zona fuertemente cenicienta, donde el predominio de los finos era observable, estando posiblemente en relación con el vaciado de estructuras de combustión antrópica. Dentro de este mismo nivel pero hacia su techo, su textura cambia, aumentando los cantos a costa de un descenso de arenas, limos y arcillas.

Este aumento de los gruesos se manifiesta claramente en el nivel P.E.5, cuya base está constituida por cantos y gravas mayoritariamente, dando lugar a un pico muy marcado en el diagrama, que se amortigua ligeramente ascendiendo en el nivel con aumento de arenas y limos.

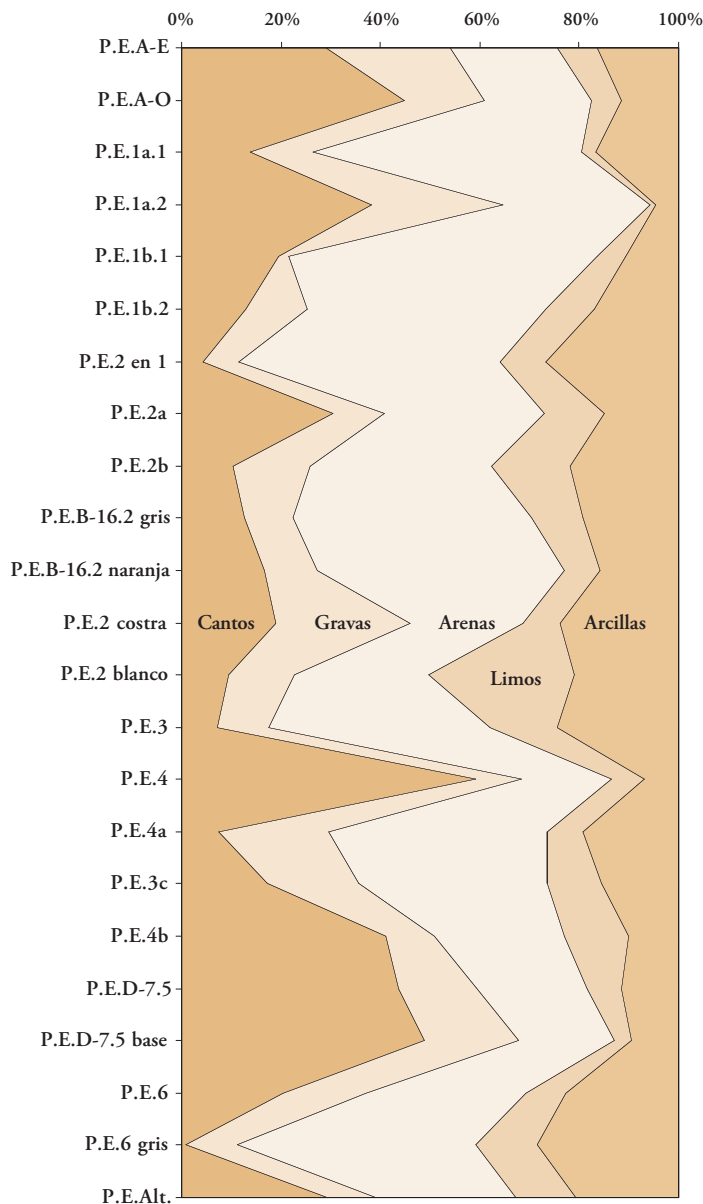


Figura 40. Diagrama acumulativo de la granulometría global del corte exterior de La Peña de Estebanvela.

NIVELES	MUESTRAS	CANTOS	GRAVAS	ARENAS	LIMOS	ARCILLAS
<b>CORTE EXTERIOR</b>						
P.E.A	P.E.A-E	29,15	24,93	21,64	7,76	16,52
	P.E.A-O	44,95	16,05	21,40	6,24	11,36
P.E.1	P.E.1a.1	13,74	12,79	54,05	2,81	16,61
	P.E.1a.2	38,17	26,57	29,41	1,25	4,61
	P.E.1b.1	19,48	2,01	62,11	5,65	10,76
	P.E.1b.2	12,90	12,31	47,96	9,79	17,05
	P.E.2 en 1	4,24	7,16	52,73	9,13	26,74
P.E.2	P.E.2a	30,39	10,30	32,44	11,96	14,92
	P.E.2b	10,39	15,59	36,51	15,56	21,94
	P.E.B-16.2 gris	12,75	9,74	47,92	10,43	19,15
	P.E.B-16.2 naranja	16,56	10,77	49,59	7,26	15,82
	P.E.2 costra	18,96	27,12	22,62	7,35	23,95
	P.E.2 blanco	9,47	13,11	27,22	29,36	20,84
P.E.3	P.E.3	7,11	10,29	44,69	13,45	24,45
P.E.4	P.E.4	59,10	9,27	18,18	6,45	7,00
	P.E.4a	7,34	22,31	43,80	7,29	19,26
	P.E.4c	17,13	18,50	38,03	10,93	15,41
	P.E.4b	41,19	9,78	26,13	12,82	10,09
P.E.5	P.E.D-7.5 techo	43,81	15,70	22,21	6,85	11,43
	P.E.D-7.5 base	48,94	18,86	19,36	3,27	9,57
P.E.6	P.E.6	20,33	16,88	32,03	8,15	22,62
	P.E.6 gris	0,85	10,49	47,93	12,41	28,32
Alteración	P.E.Alt.	29,38	9,83	27,92	12,31	20,55
<b>CORTE INTERIOR</b>						
P.E.1	P.E.Int.1 sup	18,55	10,71	45,11	9,86	15,77
	P.E.Int.1 arcillas	0,15	0,96	14,31	25,73	58,85
	P.E.Int.1 inf	0,00	0,82	33,68	27,83	37,67
P.E.2	P.E.Int.2 gris	9,74	6,60	44,36	11,79	27,52
	P.E.Int.2 limos rojos	0,81	1,02	40,06	15,38	42,73

Tabla 2. La Peña de Estebanvela. Granulometría global (porcentajes en peso).

El nivel P.E.4, se inicia rico en gruesos en su tramo basal, con fuerte presencia de cantos de tamaño medio de naturaleza conglomerática, en su tramo presenta un descenso de los gruesos muy notable, con fuerte incremento de las arenas, para cambiar bruscamente a techo, dando de nuevo un fuerte pico con aumento de cantos.

El siguiente nivel, P.E.3, presenta una composición granulométrica muy diferente, con una fuerte disminución de la frac-

ción canto, un ligero aumento de las gravas y una elevada presencia de arenas y limos.

El nivel P.E.2 presenta una cierta homogeneidad en sus tramos muestreados, con dos picos de gruesos en la muestra de la costra y en la del techo, y en general un fuerte predominio de las arenas sobre el resto de las clases granulométricas. Arenas y limos alcanzan su mayor proporción de la secuencia en la muestra P.E.2 blanco tomada fuera del sondeo, en la zona



externa de los hogares de los cuadros C-15 y C-16, hecho este que puede estar relacionado con las estructuras de combustión y su vaciado. En la costra la presencia de gruesos se debe precisamente a la existencia de agregados cementados que no se disgregaron en el proceso de lavado, aspecto este que hay que tener en consideración. La intrusión del nivel P.E.2 en el P.E.1 se caracteriza por un predominio de las arenas junto a limos y arcillas.

El nivel P.E.1, mayoritariamente arenoso, sufre un incremento en gruesos que va en detrimento de limos y arcillas, con un máximo de gravas y cantos hacia su parte media alta que coincide con el mínimo de limos y arcillas de toda la secuencia al que sigue un aumento de estos y de las arenas en un nivel laminado a techo.

El depósito que rellena la cicatriz erosiva que afecta a la secuencia exterior, denominado P.E.A, ofrece una composición granulométrica muy similar en las dos muestras que de él se tomaron, con un predominio de la suma de cantos y gravas sobre las arenas, limos y arcillas.

A la vista de lo anterior, los principales procesos que han intervenido en la génesis de los depósitos del corte externo son: caída gravitacional de fragmentos rocosos del techo de la cavidad, ya sean estos fragmentos de conglomerado o los propios clastos que los componen, arroyada difusa y flujos tractivos de baja energía con aportes de gravas, arenas y limos gruesos, y flujos densos con movilización de arcillas y limos que incluyen en su interior clastos en mayor o menor proporción.

El diagrama acumulativo de la secuencia interior (Figura 41) presenta menos inflexiones que el anterior, destacando la fuerte presencia de arenas, limos y arcillas frente a cantos y gravas.

El nivel P.E.2 tiene un contenido en arenas similar en sus dos muestras estudiadas, con abundantes limos y arcillas en el paquete de limos rojos, mientras que en gris aparecen cantos y gravas en detritos de las arcillas y, en menor medida, de los limos. El nivel P.E.1 comienza con arenas, limos y arcillas casi en igual proporción, disminuyendo las arenas a favor de las arcillas en el paquete arcilloso, para finalizar con una reaparición de la fracción canto, un aumento de las arenas y en menor medida de las gravas, acompañado de la disminución brusca de limos y arcillas. En el interior de la cavidad se manifiesta una sedimentación prácticamente carente de aportes clásticos con un predominio de la sedimentación de materiales finos por diferentes procesos, decantación en el caso de arcillas y limos.

#### 4.1.2. Granulometría de la fracción canto

La fracción canto, comprendida entre 1 y 10 cm, se divide para su estudio en fracciones centimétricas obteniendo nueve clases granulométricas. El resultado en porcentaje en peso aparece reflejado en la tabla 3.

En el diagrama acumulativo del corte exterior (Figura 42) se observa una gran variedad en la representación de las diferentes fracciones de los cantos en los niveles que componen la secuencia exterior, estando prácticamente ausentes en el tramo gris del nivel P.E.6. En el resto de niveles, únicamente están representadas las clases inferiores a 4 cm en la práctica totalidad de los niveles, con presencia de tamaños superiores en P.E.1b, P.E.2a, P.E.2 blanco, P.E.4c, P.E.4b, P.E.D-7.5 techo, P.E.D-7.5 base y P.E.6. La muestra P.E.6 gris carece de cantos, mientras que los fragmentos de pizarra de la alteración son inferiores a 6 cm. En general, la distribución de las clases

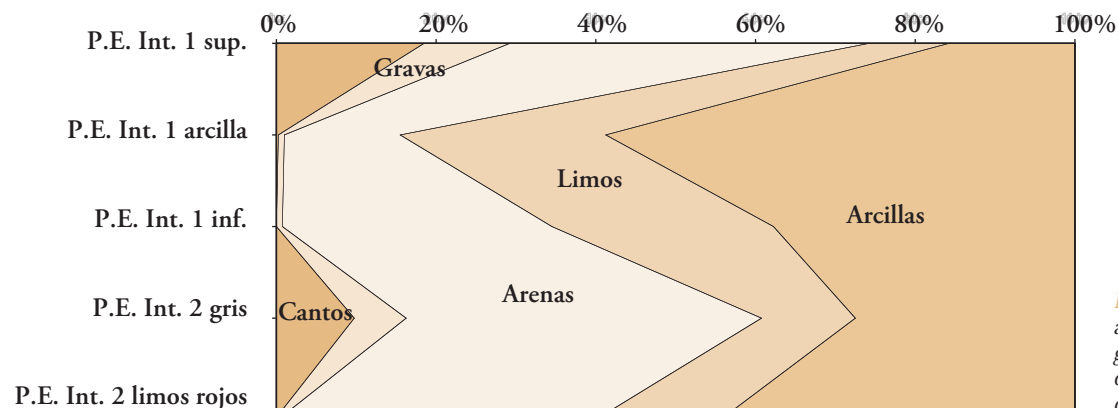


Figura 41. Diagrama acumulativo de la granulometría global del corte interior de La Peña de Estebanvela.

68 granulométricas de los cantos no sigue una pauta concreta, exceptuando los dientes de sierra que ofrece el borde izquierdo del diagrama (tamaños pequeños). En P.E.2a están representados los cantos de mayor tamaño.

El depósito que rellena la cicatriz erosiva que afecta a la secuencia exterior, P.E.A, se caracteriza por contener cantos de las fracciones inferiores a 5 cm, con una fuerte presencia del tamaño más pequeño (2-1 cm).

Lo mismo ocurre con la secuencia del corte interior (Figura 43), en la que los cantos aparecen únicamente representados

por las fracciones inferiores a 5 cm en la muestra P.E.Int.1 superior, con predominio del tamaño más pequeño en el resto de los niveles exceptuando las muestras centrales en la que no existe la fracción canto.

En cuanto a la fracción grava, comprendida entre 2 mm y 10 mm, con 3 clases granulométricas (2-4 mm, 4-8 mm y 8-10 mm), se observa una gran uniformidad en su distribución porcentual a lo largo de la secuencia, por lo que no aporta mas datos que los hasta aquí expuestos.

NIVELES	MUESTRAS	100-90	90-80	80-70	70-60	60-50	50-40	40-30	30-20	20-10
<b>CORTE EXTERIOR</b>										
P.E.A	P.E.A-E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,97	14,06	79,97
	P.E.A-O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,26	23,01	8,32	40,41
P.E.1	P.E.1a.1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,47	20,47	68,06
	P.E.1a.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,95	16,19	80,86
	P.E.1b.1	0,00	0,00	0,00	92,27	0,00	0,00	0,00	4,11	3,62
	P.E.1b.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38,90	17,82	43,28
	P.E.2 en 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
P.E.2	P.E.2a	19,88	0,00	21,83	0,00	0,00	0,00	15,57	17,82	24,90
	P.E.2b	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,50	15,37	59,13
	P.E.B-16.2 gris	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	70,36	11,83	17,81
	P.E.B-16.2 naranja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,31	35,40	44,29
	P.E.2 costra	0,00	0,00	0,00	0,00	13,19	30,98	0,00	20,01	35,81
	P.E.2 blanco	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,69	0,00	72,31
P.E.3	P.E.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,27	85,73
P.E.4	P.E.4	0,00	0,00	0,00	31,09	0,00	8,60	14,34	30,99	14,99
	P.E.4a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,10	92,90
	P.E.4c	0,00	0,00	0,00	0,00	19,94	0,00	23,32	16,91	39,84
	P.E.4b	0,00	0,00	0,00	0,00	21,19	18,12	25,81	22,21	12,67
P.E.5	P.E.D-7.5 techo	0,00	0,00	0,00	0,00	16,62	0,00	14,41	43,40	25,58
	P.E.D-7.5 base	0,00	0,00	0,00	19,74	0,00	4,56	5,94	38,50	31,27
P.E.6	P.E.6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,38	25,17	21,20	44,26
	P.E.6 gris	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alteración	P.E.Alt.	0,00	0,00	0,00	0,00	28,36	0,00	18,62	32,60	20,42
<b>CORTE INTERIOR</b>										
P.E.1	P.E.Int.1 sup	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65,59	3,61	5,85	24,95
	P.E.Int.1 arcillas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
	P.E.Int.1 inf	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P.E.2	P.E.Int.2 gris	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	P.E.Int.2 limos rojos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00

Tabla 3. La Peña de Estebanvela. Granulometría de la fracción canto (porcentajes en peso)

FIGURA 12

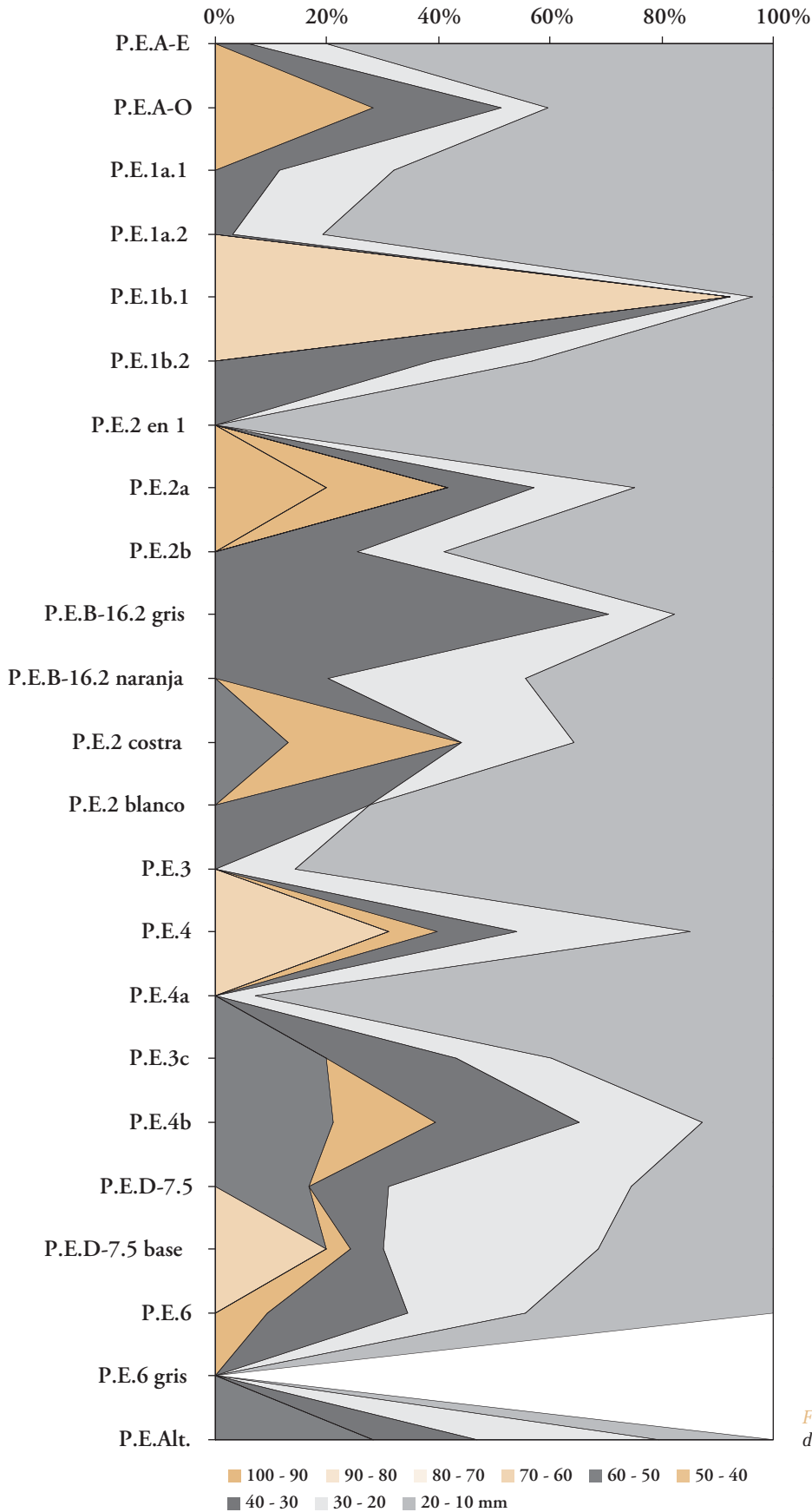


Figura 42. Diagrama acumulativo de la fracción canto del corte exterior de La Peña de Estebanvela.

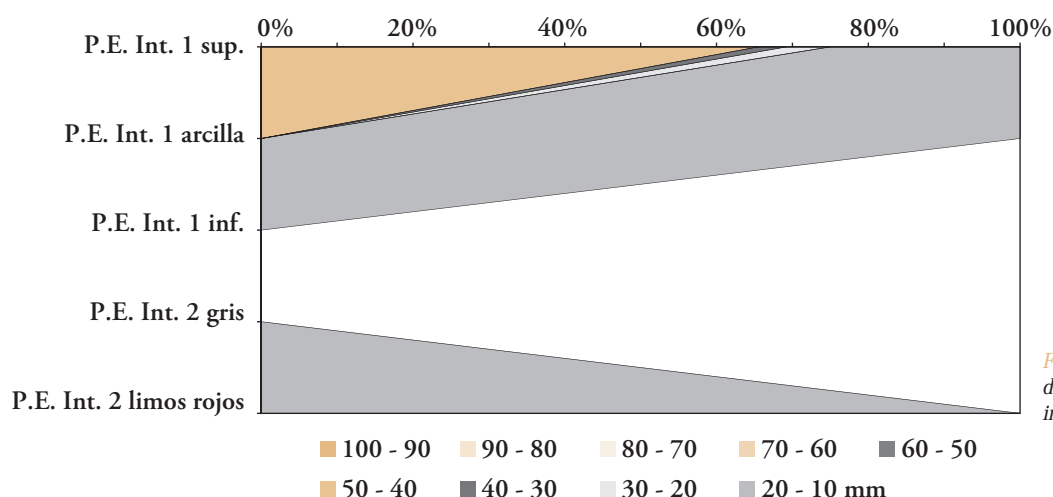


Figura 43. Diagrama acumulativo de la fracción canto del corte interior de La Peña de Estebanvela.

#### 4.1.3. Granulometría de la fracción inferior a 2 mm

La fracción inferior a 2 mm comprende tres clases granulométricas: arenas, limos y arcillas. La evolución de estas tres fracciones a lo largo de la secuencia estratigráfica puede observarse en la tabla 4 y en los diagramas acumulativos de las figuras 44 y 45.

En general, en el corte exterior (Figura 44) se observa una cierta uniformidad en la distribución porcentual de las tres fracciones inferiores a 2 mm a lo largo de la secuencia, con un mínimo de las arenas en la muestra blanca (P.E.2 blanco) del nivel P.E.2 acompañado de un máximo de los limos, así como en la costra del mismo nivel, con un máximo de las arcillas. Si se observa que hay un aumento de las arenas hacia el techo, alcanzando estas su máximo en la muestra P.E.1a.2 del nivel P.E.1 y en general, en todo este nivel. Este hecho indica un aumento de los procesos tractivos hacia el techo, mientras que en la parte media y baja de la secuencia los procesos hídricos predominantes corresponden a escorrentía superficial y flujos densos.

El depósito que rellena la cicatriz erosiva que afecta a la secuencia exterior, P.E.A, se caracteriza por una gran uniformidad en sus dos muestras con un reparto de arenas, limos y arcillas al 50%-15%-35%.

En el corte interior (Figura 45) son mayoritarios los limos y las arcillas frente a las arenas, con un mínimo de estas en la muestra arcillosa del nivel P.E.1 en la que predominan claramente los procesos de decantación sobre los de tracción. El máximo de arenas se da a techo del nivel P.E.1 indicando la presencia de procesos tractivos, que dominan sobre los de decantación. El resto de muestras tiene un reparto de fracciones muy equitativo, con preferencia de la decantación sobre la tracción, exceptuando la muestra gris de P.E.2 en la que las arenas superan el 50 % indicando una fuerte influencia de la tracción.

#### 4.1.4. Curvas granulométricas

Más explícitas son las curvas granulométricas, que plasman de manera probabilística la composición textural de cada una de las muestras, pudiéndose comparar entre sí para su agrupación en

NIVELES	MUESTRAS	ARENAS	LIMOS	ARCILLAS
<b>CORTE EXTERIOR</b>				
P.E.A	P.E.A-E	47,12	16,90	35,97
	P.E.A-O	54,87	16,01	29,12
P.E.1	P.E.1a.1	73,56	3,82	22,61
	P.E.1a.2	83,38	3,54	13,07
	P.E.1b.1	79,10	7,19	13,71
	P.E.1b.2	64,12	13,08	22,79
P.E.2	P.E.2 en 1	59,52	10,30	30,18
	P.E.2a	54,69	20,16	25,16
	P.E.2b	49,33	21,02	29,65
	P.E.B-16.2 gris	61,83	13,46	24,71
	P.E.B-16.2 naranja	68,24	9,99	21,77
	P.E.2 costra	41,94	13,64	44,42
	P.E.2 blanco	35,15	37,92	26,92
P.E.3	P.E.3	54,11	16,29	29,60
P.E.4	P.E.4	57,48	20,39	22,13
	P.E.4a	62,27	10,36	27,37
	P.E.4c	59,09	16,97	23,94
	P.E.4b	53,28	26,15	20,57
P.E.5	P.E.D-7.5 techo	54,86	16,91	28,23
	P.E.D-7.5 base	60,13	10,15	29,71
P.E.6	P.E.6	51,01	12,97	36,01
	P.E.6 gris	54,06	14,00	31,94
Alteración	P.E.Alt.	45,93	20,26	33,81
<b>CORTE INTERIOR</b>				
P.E.1	P.E.Int.1 sup	63,77	13,94	22,29
	P.E.Int.1 arcillas	14,47	26,02	59,51
	P.E.Int.1 inf	33,96	28,06	37,98
P.E.2	P.E.Int.2 gris	53,02	14,09	32,89
	P.E.Int.2 limos rojos	40,81	15,67	43,52

Tabla 4. La Peña de Estebanvela. Granulometría de la fracción < 2 mm (porcentajes en peso)



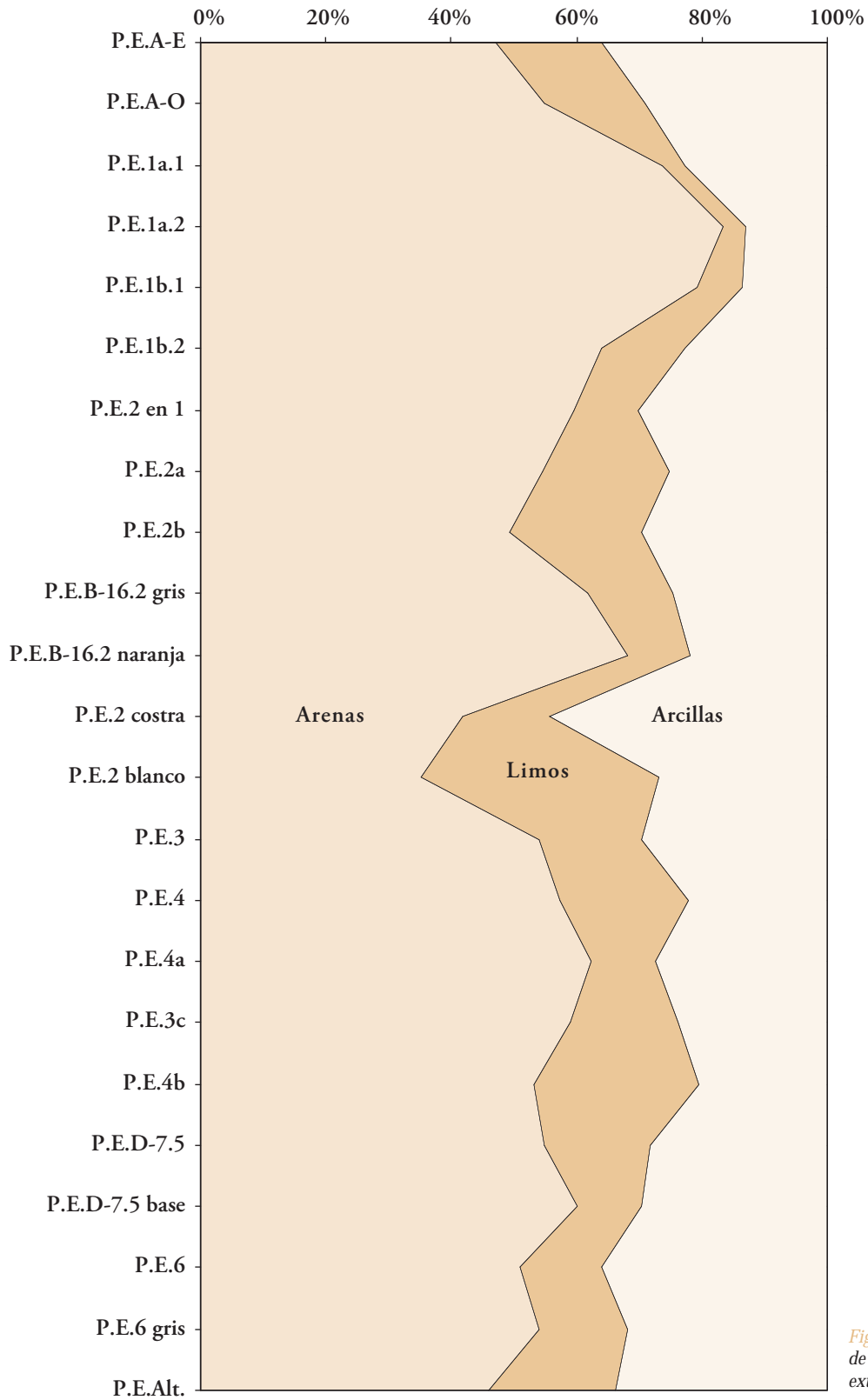


Figura 44. Diagrama acumulativo de la fracción fina del corte exterior de La Peña de Estebanvela.

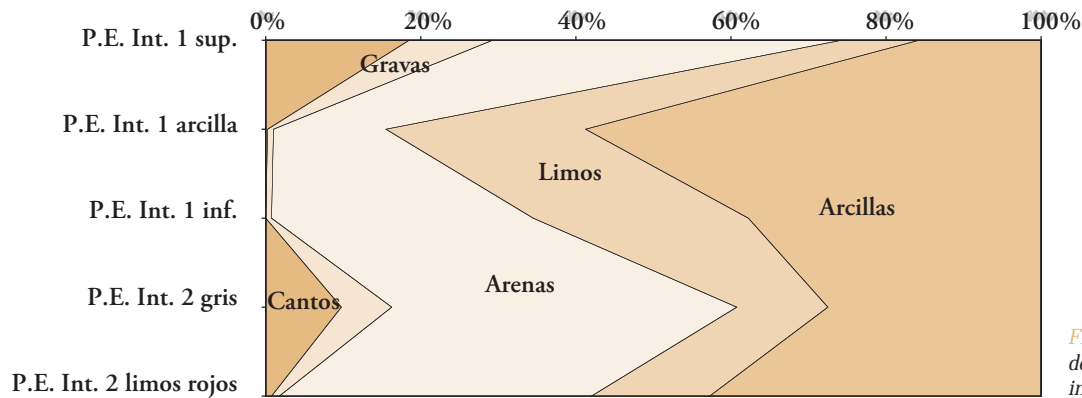


Figura 45. Diagrama acumulativo de la fracción fina del corte interior de La Peña de Estebanvela.

familias y obteniéndose los parámetros estadísticos que las definen (Inmann, 1952). El tratamiento informático de los datos proporcionados por las granulometrías lo hemos efectuado utilizando el programa CURGRA (Hernández Rodero *et al.*, 1987-88) que permite obtener rápidamente las curvas granulométricas y los parámetros estadísticos.

Las curvas granulométricas de los niveles muestreados en el yacimiento de la Peña de Estebanvela presentan en general una cierta homogeneidad (Figura 46), exceptuando las correspondientes a determinados niveles del corte de la zona interna del abrigo. Hemos diferenciado cuatro familias de curvas cuyas características son las siguientes:

- **Familia 1:** Comprende la mayoría de las muestras de la secuencia, tanto del corte externo como del interno (P.E.1a.1, P.E.1a.2, P.E.1b.2, P.E.2 en 1, P.E.2 gris, P.E.2 naranja, P.E.2 costra, P.E.3, P.E.4a, P.E.5 techo, P.E.5 base, P.E.6 gris, P.E.Alt, P.E.A.Este, P.E.A.Oeste, P.E.Int.1 sup y P.E.Int.2 gris), cuyas curvas se encuentran comprendidas entre las correspondientes a P.E.1a.2 por arriba y a P.E.2 costra por abajo (Figura 47). Las curvas de esta familia presentan una clasificación muy mala (entre 5.41 y 4.14), destacando las curvas del nivel P.E.A que son las que peor clasificación presentan de toda la secuencia. Se distinguen dos subfamilias que se diferencian básicamente en su tramo inicial. La primera (subfamilia 1a) (Figura 48) se caracteriza por presentar un primer tramo recto de suave pendiente que comprende la carga transportada por tracción (gravas y arenas), al que sigue un tramo más tendido correspondiente a la carga en suspensión (limos y arcillas). Estas curvas son indicativas de conglomerados arenoso-lutíticos, en medios de baja energía y escaso poder clasificatorio, asimilables a flujos densos. La subfamilia 1b (Figura 49) tiene una tendencia a la convexidad, con un primer tramo situado por encima del de la subfamilia 1a con trazado multisegmentado y un segundo tramo similar al de la subfamilia 1a. Este segundo grupo de curvas corresponde a conglomerados arenosos o arenas conglomeráticas con lutitas. Estas

curvas son indicativas de medios de cierta energía con escaso poder de clasificación asimilables a arroyada difusa o incluso flujos tractivos concentrados. La curva de la muestra P.E.2 costra es la que contiene más finos, por lo que indica la menor energía de la familia, mientras que la curva P.E.1a.2 es la que mejor clasificación y menos finos presenta, indicando la mayor energía del conjunto.

- **Familia 2:** Incluye siete curvas de muestras del corte externo (P.E.2a, P.E.2b, P.E.2 blanco, P.E.4, P.E.4b, P.E.4c y P.E.6) (Figura 50) que se caracterizan por presentar un primer tramo con mayor pendiente que en la familia 1 separado del segundo tramo por un escalón situado en la zona de transición entre saltación y la suspensión. Las curvas de esta familia presentan una clasificación mala y la mediana se encuentra situada en el tamaño arena, exceptuando la muestra P.E.2 blanco, cuyo valor es más fino. Corresponden a arenas lutíticas con gravas e indican medios de cierta energía con poco poder de clasificación asimilables a flujos densos con episodios de arroyada difusa.
- **Familia 3:** Comprende tres curvas del corte interno (P.E.Int.1 arcillas, P.E.Int.1 inf y P.E.Int.2 limos rojos) (Figura 51). Son curvas polimodales, que presentan cierta pendiente con un trazado multisegmentado correspondiente a mezcla de poblaciones granulométricas. Las curvas de esta familia presentan una clasificación mala y los valores de la mediana se sitúan en los limos excepto en P.E.Int.1 arcillas, que lo hace en las arcillas. Corresponden a lutitas arenosas carentes de gravas, depositadas en un medio de muy baja energía con predominio de los procesos de decantación en zonas encharcadas con aportes de arenas que llegan por tracción.
- **Familia 4:** Corresponde a una única curva del corte externo, la P.E.1b.1, indicativa de unas arenas con limos y arcillas (Figura 52). Comienza con un tramo de pendiente media que corresponde a una población transpor-

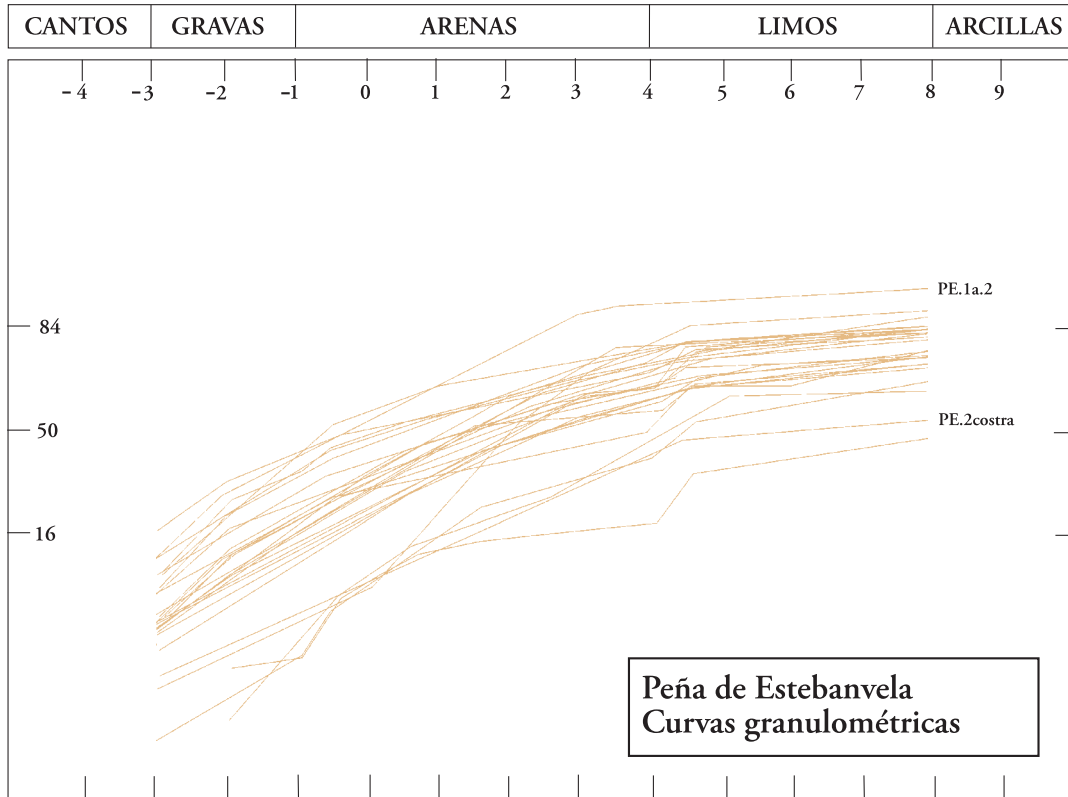


Figura 46. Curvas granulométricas de La Peña de Estebanvela.

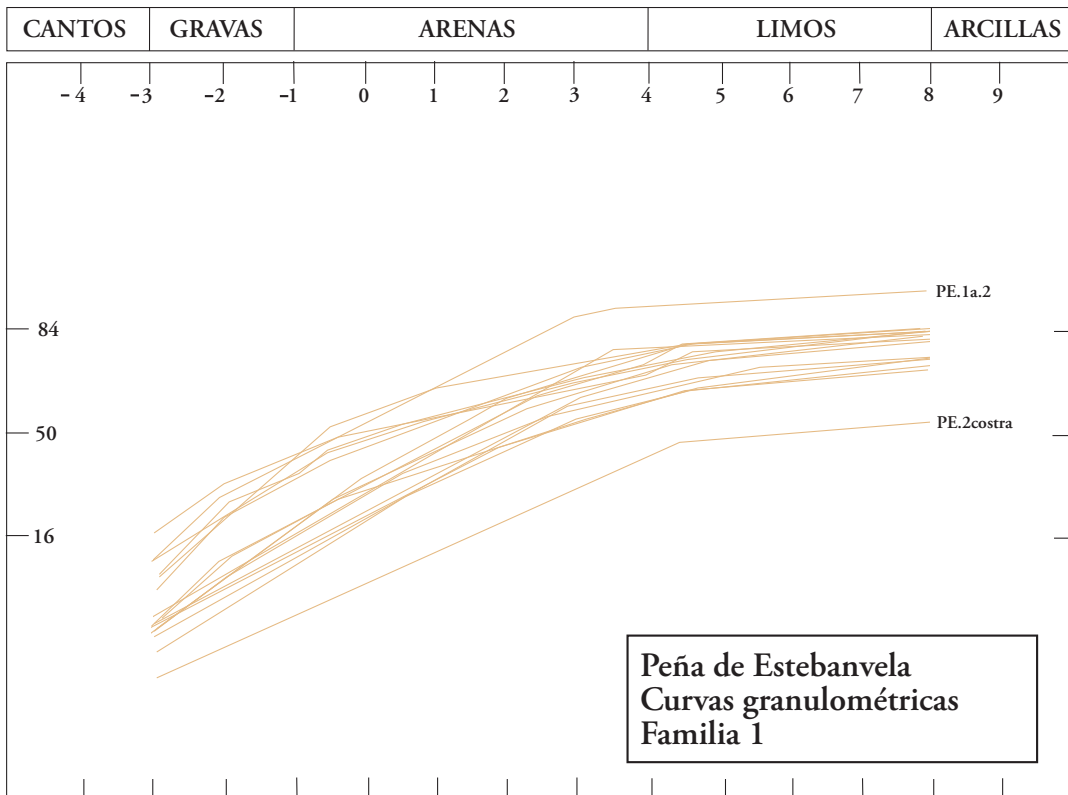


Figura 47. La Peña de Estebanvela. Curvas granulométricas de la familia 1.

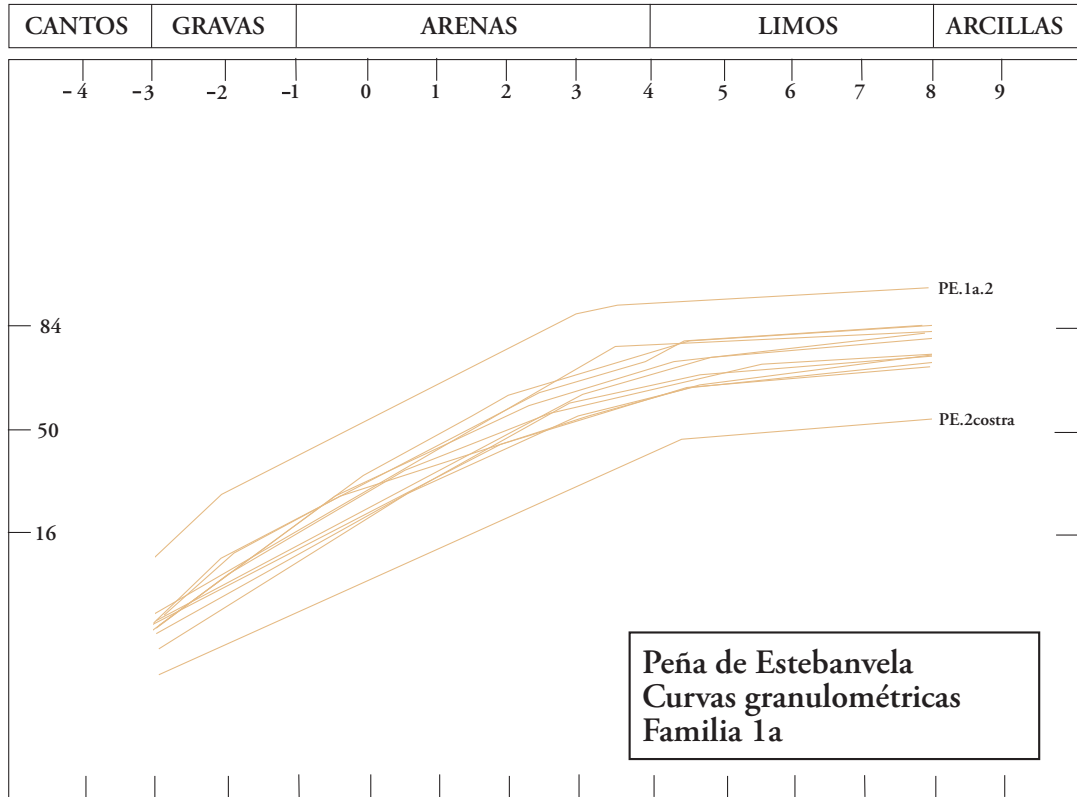


Figura 48. La Peña de Estebanvela. Curvas granulométricas de la familia 1a.

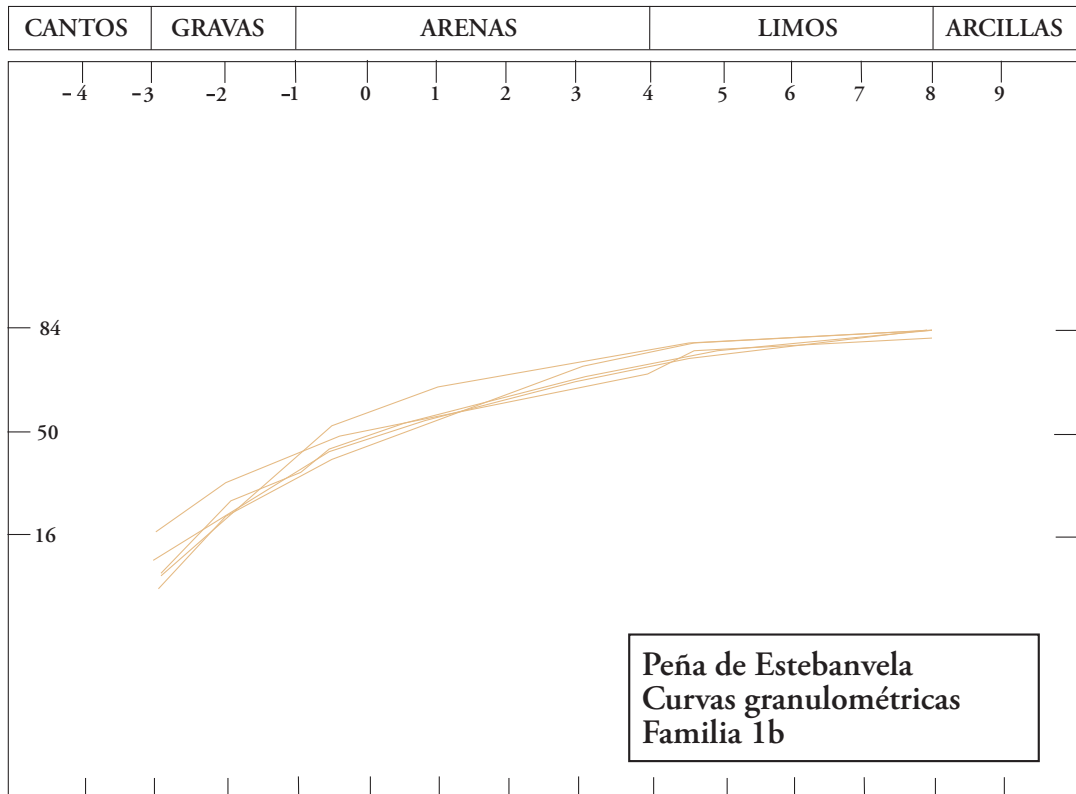


Figura 49. La Peña de Estebanvela. Curvas granulométricas de la familia 1b.

FAMILIA	MUESTRAS	MEDIANA	MEDIA	CLASIFICACIÓN	ASIMETRÍA	
Familia 1	P.E.A-E	1,08	2,78	5,41	0,08	
	P.E.A-O	0,81	2,96	5,17	0,42	
	P.E.1a.1	1,71	3,6	4,49	0,41	
	P.E.1a.2	-0,36	-0,28	2,58	0,13	
	P.E.1b.2	1,98	3,64	4,45	0,37	
	P.E.2 en 1	2,52	4,13	4,14	0,39	
	P.E.B-16.2 gris	2,11	3,76	4,4	0,37	
	P.E.B-16.2 naranja	1,52	3,53	4,56	0,44	
	P.E.2 costra	2,22	3,14	5,16	0,17	
	P.E.3	2,69	3,92	4,31	0,28	
	P.E.4a	1,28	3,16	4,97	0,38	
	P.E.D-7.5 techo	1,19	3,09	5,03	0,38	
	P.E.D-7.5 base	8,08	3	5,09	-1*	
	P.E.6 gris	2,66	3,91	4,38	0,29	
	P.E.Alt.	3,19	3,72	4,57	0,12	
	P.E.Int.1 sup	1,95	3,68	4,42	0,39	
	P.E.Int.2 gris	2,91	4,16	4,15	0,3	
	Familia 2	P.E.2a	2,54	3,63	4,5	0,24
		P.E.2b	1,37	3,51	4,69	0,45
P.E.2 blanco		4,34	3,66	4,52	-0,15	
P.E.4		1,72	3,27	5,1	0,3	
P.E.4b		2,1	3,46	4,54	0,3	
P.E.4c		1,46	4,15	5,75	0,46	
P.E.6		2,19	3,41	4,88	0,25	
Familia 3	P.E.Int.1 arcillas	9,79	6,33	2,31	-1,5*	
	P.E.Int.1 inf	4,75	4,9	3,52	0,04	
	P.E.Int.2 limos rojos	4,56	5,16	3,32	0,1	
Familia 4	P.E.1b.1	1,96	2,42	1,78	0,25	

Tabla 5. La Peña de Estebanvela. Parámetros estadísticos por familias

tada por arrastre (gravas y arenas gruesas), al que sigue un tramo de fuerte pendiente asimilable a una población transportada por rodadura (arenas medias). Siguen dos tramos de menor pendiente que corresponden a poblaciones transportadas por saltación (arenas finas y limos gruesos). La curva termina con un tramo muy tendido correspondiente a la población transportada en suspensión (limos), a la que hay que unir la población no representada que alcanzaría el 100 % y que sería la de las arcillas. Es la curva que presenta una mejor clasificación (pobre), con un aspecto sigmoidal, cuyo tramo central corresponde a las arenas. El valor de la mediana se sitúa dentro de la fracción arena y la media en un tamaño ligeramente inferior. Es la curva que indica la energía más alta y el mejor poder clasificador de las estudiadas. Corresponde a un flujo tractivo canalizado, posiblemente un medio fluvial de moderada energía.

Comparando las curvas de la alteración del sustrato y de las dos muestras del nivel P.E.6 (Figura 53) se observa que las tres presentan grandes semejanzas, lo que es indicativo de una gran influencia del sustrato en los niveles más bajos de la secuencia. Este hecho podría ser indicativo de la proximidad del sustrato en la cata donde más se ha profundizado en la secuencia, de la que proceden las muestras del nivel P.E.6.

En conjunto, la asimetría es positiva en la práctica totalidad de las curvas, desplazándose hacia los tamaños gruesos, que nos habla de procesos de cierta energía, excepto en la muestra P.E.2 blanco en la que es negativa, con un desplazamiento hacia los finos indicativo de procesos de decantación, si bien con la precaución derivada del posible origen antrópico de los sedimentos blancos que constituyen esta muestra. Los valores de la asimetría de P.E.5base y P.E.Int.1 arcillas son anómalos y en ambos casos las muestras se caracterizan por la abundancia de arcillas.



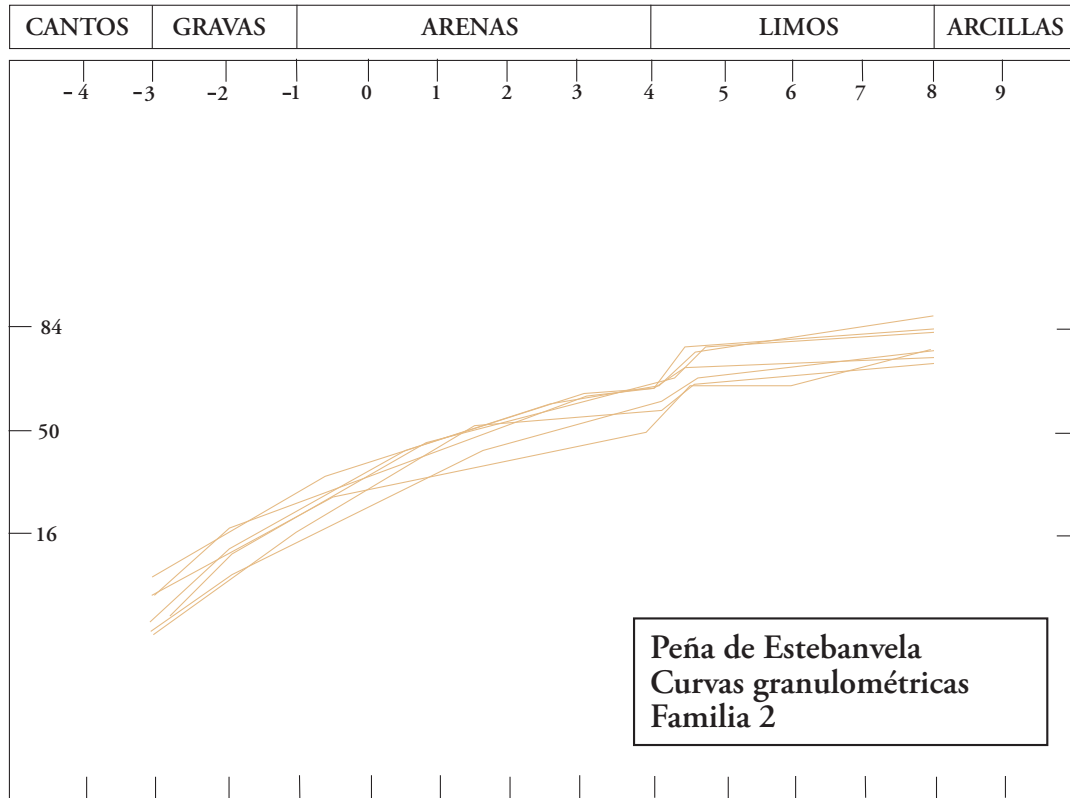


Figura 50. La Peña de Estebanvela. Curvas granulométricas de la familia 2.

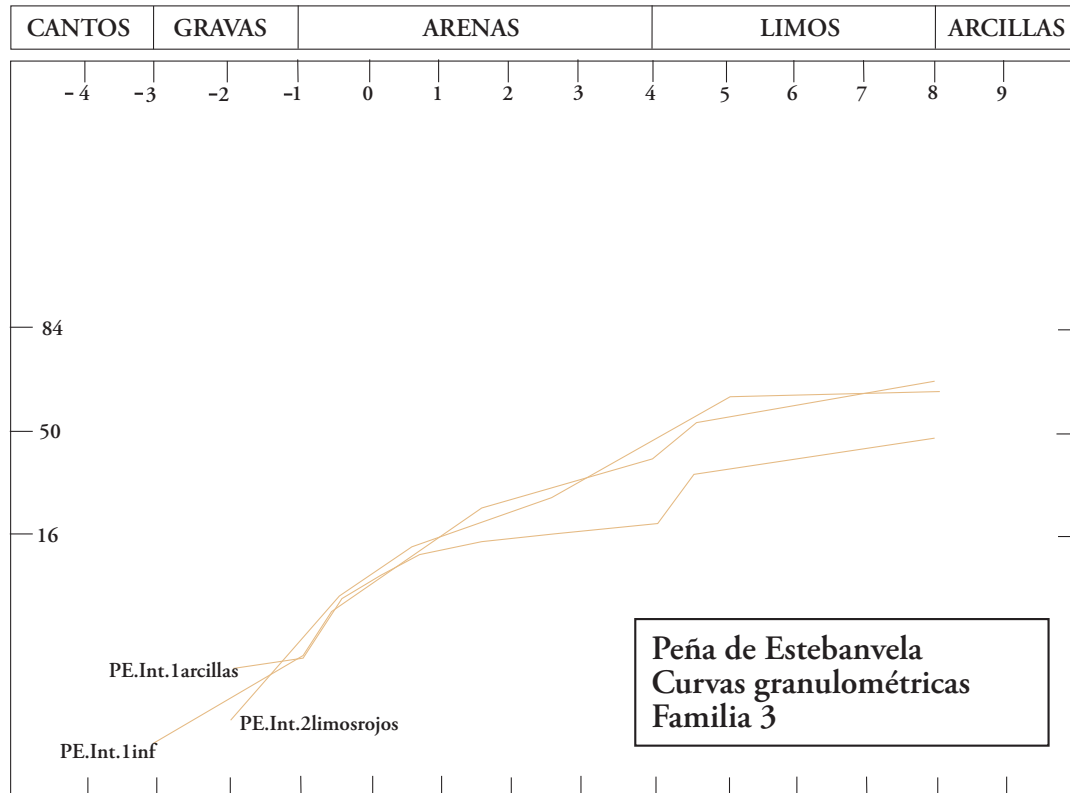


Figura 51. La Peña de Estebanvela. Curvas granulométricas de la familia 3.

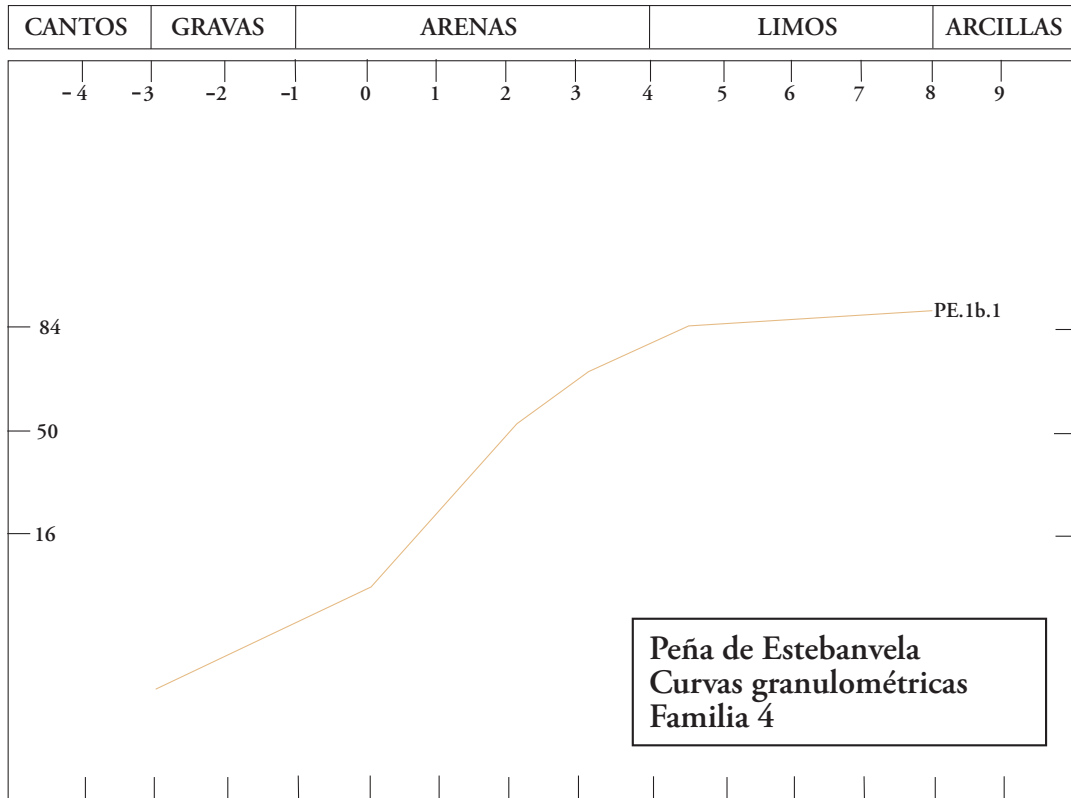


Figura 52. La Peña de Estebanvela. Curvas granulométricas de la familia 4.

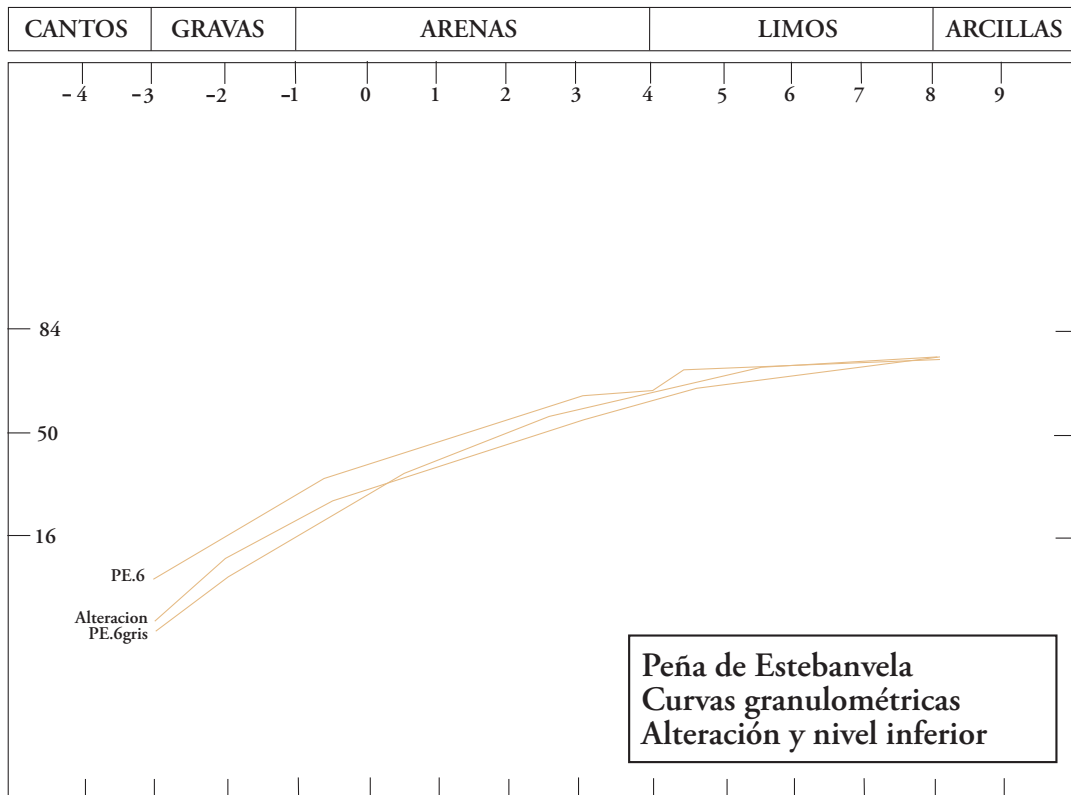


Figura 53. La Peña de Estebanvela. Curvas granulométricas de la alteración del sustrato y del nivel inferior.

## 78 4.2. Carbonatos y materia orgánica

Los resultados de los análisis de carbonatos expresados en porcentajes en peso frente al residuo insoluble se presentan en la tabla 6 y en el diagrama acumulativo de las figuras 54 y 55.

Los carbonatos están bien representados en la secuencia exterior de La Peña de Estebanvela en porcentajes superiores al 30%, con valores máximos en las muestras P.E.D-7.5base (67,5%), P.E.2 blanco (61%) y P.E.2a (64%), y valores mínimos en el nivel basal de alteración P.E.Alt (11%) y en las muestras P.E.6 (15%), P.E.4b (21,5%) y P.E.3 (27%), observándose de muro a techo un suave aumento de los carbonatos con los tres máximos reseñados. Los materiales de la unidad P.E.A mantienen los valores de carbonatos citados, próximos al 30%, mientras que en la secuencia interior se encuentran rondando el 40%, de forma similar a lo que ocurre en los niveles equivalentes de la secuencia exterior. El valor mínimo corresponde a las pizarras alteradas de la base de la secuencia y a sedimentos próximos a ella como los de la muestra P.E.6. Los carbonatos del resto de la secuencia hay que atribuirlos a la presencia de partículas carbonatadas finas y muy finas producto de la desintegración de la roca de las paredes y visera del abrigo, aportadas tanto durante la formación del depósito, como en una fase posterior de infiltración y arrastre vertical de partículas carbonatadas.

En cuanto a la materia orgánica, los datos con los que contamos son fragmentarios pues solamente se realizaron estos análisis en el año 2002, en las muestras del corte interior y en algunos niveles muestreados ese año del corte exterior. Los resultados aparecen en la tabla 7 y ofrecen unos valores de materia orgánica inferiores 1,5% en todas las muestras exceptuando las dos superiores del nivel P.E.1int, en donde alcanzan valores de 8,5 y 5,5%.

## 4.3. Mineralogía de la fracción fina

El análisis mineralógico por difracción de Rayos X (DRX) de la fracción global de los diferentes niveles muestreados se plasma en la tabla 8. El estudio presenta la salvedad de que no se cuenta con datos analíticos de las muestras obtenidas en los años 1999, 2000 y 2001, por lo que, por el momento, carecemos de información sobre la mineralogía del nivel 1 del corte exterior.

Todas las muestras analizadas se caracterizan por presentar cuarzo, calcita, illita y caolinita con variaciones que en algunos casos son notables. Además también aparecen dolomita y feldespato potásico-plagioclasa (microclina) en baja proporción muchas de las muestras y hematites y clorita en un pequeño número y muy baja proporción. Como es lógico, en la alteración del sustrato predominan los minerales silicatados (cuarzo,

NIVELES	MUESTRAS	% EN PESO
<b>CORTE EXTERIOR</b>		
P.E.A	P.E.A-E	30
	P.E.A-O	38,5
P.E.1	P.E.1a.1	41
	P.E.1a.2	37
	P.E.1b.1	33
	P.E.1b.2	39
	P.E.2 en 1	32,5
	P.E.2a	64
P.E.2	P.E.2b	32
	P.E.B-16.2 gris	41
	P.E.B-16.2 naranja	32,5
	P.E.2 costra	43
P.E.3	P.E.2 blanco	61
	P.E.3	27
	P.E.4	33
	P.E.4a	35,5
P.E.4	P.E.4c	31
	P.E.4b	21,5
	P.E.5 P.E.D-7.5 techo	34,5
	P.E.D-7.5 base	67,5
P.E.6	P.E.6	15
	P.E.6 gris	39,5
Alteración	P.E.Alt.	11
<b>CORTE INTERIOR</b>		
P.E.1	P.E.Int.1 sup	38
	P.E.Int.1 arcillas	35
	P.E.Int.1 inf	40
	P.E.2 P.E.Int.2 gris	39
	P.E.Int.2 limos rojos	36,5

Tabla 6. La Peña de Estebanvela. Carbonatos

45,2%; feldespato potásico-plagioclasa, 7,04%; illita, 24,48% y caolinita, 15,08 %) frente a los carbonatados (calcita y dolomita), que en conjunto sólo alcanzan el 9 %, siendo uno de los dos únicos puntos de la secuencia donde aparece clorita en un porcentaje mínimo (1 %). En el resto de las muestras la composición mineralógica es bastante homogénea y se corresponde con la naturaleza de los materiales que configuran las paredes y techo del abrigo Sin considerar la alteración, en el corte exterior los valores del cuarzo oscilan entre 33,94%, 33,76% y

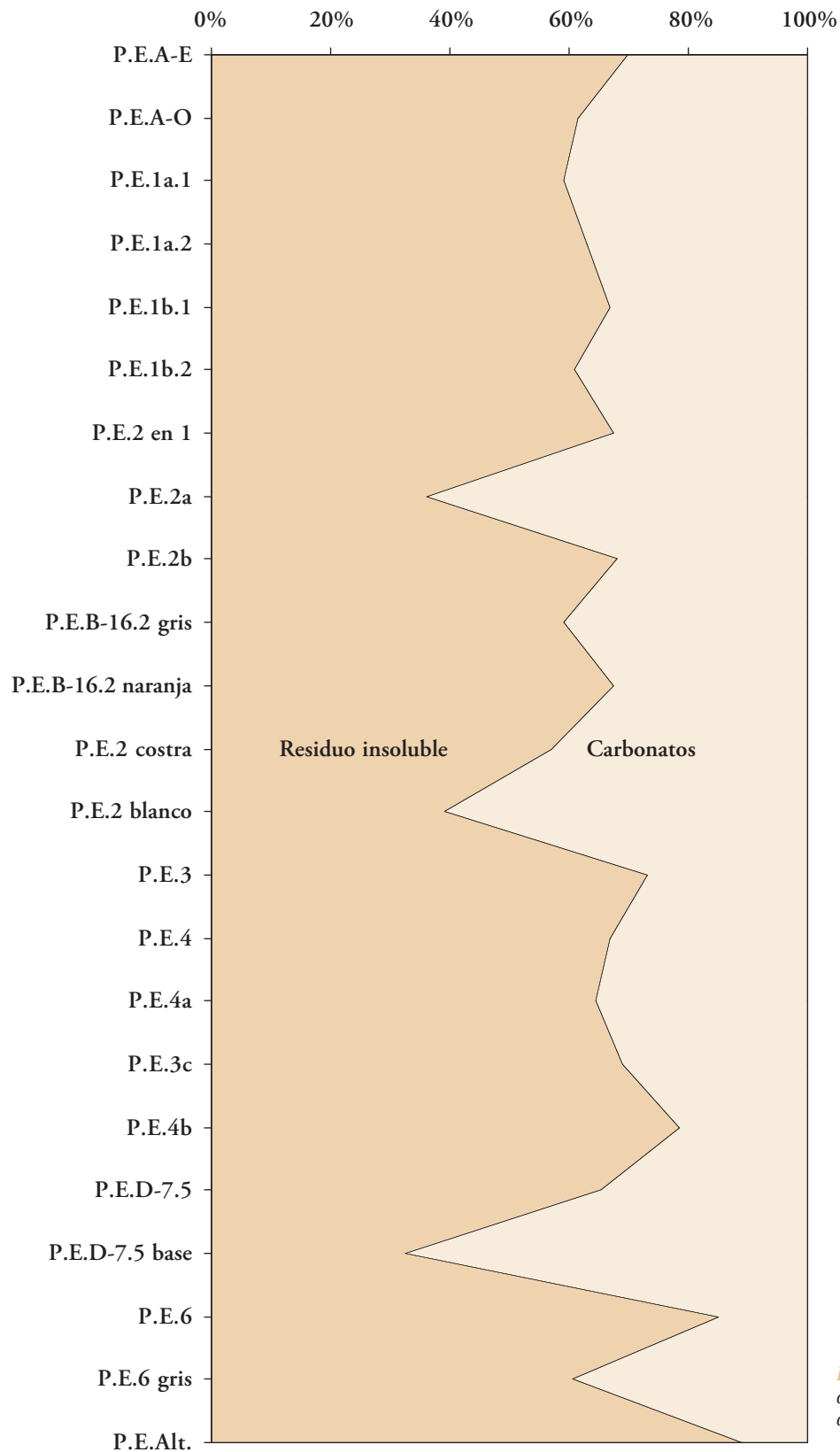


Figura 54. Diagrama acumulativo de los carbonatos del corte exterior de La Peña de Estebanvela.

NIVELES	MUESTRAS	% EN PESO
<b>CORTE EXTERIOR</b>		
P.E.2	P.E.2 en 1	1
	P.E.B-16.2 gris	0
	P.E.B-16.2 naranja	0
P.E.5	P.E.D-7.5 techo	0
	P.E.D-7.5 base	1,5
<b>CORTE INTERIOR</b>		
P.E.1	P.E.Int.1 sup	8,5
	P.E.Int.1 arcillas	5,5
	P.E.Int.1 inf	1
P.E.2	P.E.Int.2 gris	0,5
	P.E.Int.2 limos rojos	0,5

Tabla 7. La Peña de Estebanvela. Materia orgánica

35,11% de las muestras P.E.A.Este, P.E.2 gris y P.E.4b y 13,05% y 17,82% de las muestras P.E.2 blanco y P.E.5 base. En el corte interior el cuarzo alcanza valores altos en las muestras P.E.Int.1 arcillas (38,2%) y P.E.int.2 limos rojos (34,52%). La calcita tiene su máximo (43,79%) en P.E.6 gris y su mínimo (1%) en P.E.2 blanco, muestra esta última que presenta el máximo de dolomita de toda la secuencia (68,94%). La dolomita esta ausente en el nivel P.E.4 con otro máximo, además del citado, en la base del nivel P.E.5 (42,47%) y mínimos en el nivel P.E.2. En el corte interno está ausente por completo la

dolomita en todas las muestras estudiadas lo que contrasta con su presencia en el corte exterior. Los feldespatos potásicos-plagioclasas se mantienen en todas las muestras sobre valores inferiores a 10%, con un máximo de 12,46% en P.E.4a. La hematites únicamente aparece representada en dos muestras del corte interno en proporción inferior al 2 %. La clorita, que aparece en la alteración lo vuelve a hacer en una de las muestras del nivel P.E.6, con un 3%, lo que indica influencia del sustrato en este nivel. La illita aparece en toda la secuencia con un máximo en el corte interno y varios mínimos en el interno. Algo parecido le sucede a la caolinita con mínimos en el corte externo, donde también tiene su máximo.

Entre los minerales silicatados, el cuarzo y el feldespato potásico-plagioclasa proceden de la desintegración de la roca que configura el abrigo, unos paraconglomerados con matriz arenosolútica en la que se encuentran los minerales citados. El resto de silicatos corresponde a los minerales del grupo de las arcillas entre los que aparecen la illita, la caolinita y la clorita. La aparición de illita y caolinita en el yacimiento se debe también a la desintegración de la matriz de los conglomerados, que contienen ambos minerales. La clorita procede de la alteración de las rocas esquistosas que en el yacimiento se encuentran en la base de la secuencia y también en los cantos de pizarras y esquistos del conglomerado.

A la vista de lo anterior se observa que, en general, la secuencia presenta una cierta homogeneidad con pequeñas variaciones, condicionada fuertemente por la naturaleza del sustrato, patente en el nivel P.E.6, y sobre todo, por la composición de los conglomerados polimícticos que componen el techo y las paredes de la cavidad.



Figura 55. Diagrama acumulativo de los carbonatos del corte interior de La Peña de Estebanvela.



NIVELES	MUESTRAS	FELDSPK--							
		CUARZO	CALCITA	DOLOMITA	PLAGIOCLASA (MICROCLINA)	HEMATITES	CLORITA	ILLITA	CAOLINITA
<b>CORTE EXTERIOR</b>									
P.E.A	P.E.A-Este	33,94	34,83	4	5	0	0	18,86	5
	P.E.A-Oeste	26,63	37,02	5	5	0	0	22,79	5
P.E.2	P.E.B-16.2 gris	33,76	27,05	2,81	4,87	0	0	15,76	18,75
	P.E.B-16.2 naranja	30,07	22,49	5,26	3,01	0	0	25,25	13,92
	P.E.2 blanco	13,05	1	68,94	1	0	0	14,32	4
P.E.4	P.E.4 a	27,24	34,57	0	12,46	0	0	15,67	10,07
	P.E.4 b	35,11	15,75	0	3,97	0	0	29,01	16,16
P.E.5	P.E.D-7.5 techo	30,4	18,3	12,07	4,85	0	0	20,92	13,46
	P.E.D-7.5 base	17,82	14,97	42,47	4,38	0	0	11,25	9,11
P.E.6	P.E.6	27,51	9,55	10,25	5	0	3	22,73	23,0
	P.E.6-Gris	28,68	43,79	5	5	0	0	16,79	2
Alt.	P.E.ALT	45,2	5	4	7,04	0	1	24,48	15,08
<b>CORTE INTERIOR</b>									
P.E.1	P.E.int.1 sup	18,16	17,25	0	3,75	1,71	0	39,98	19,14
	P.E.int.1 arcillas	38,21	20,51	0	4,61	0	0	21,96	14,71
	P.E.int.1 inf	21,19	37,63	0	1,97	0	0	26,69	12,52
P.E.2	P.E.int. 2 gris	30,82	27,45	0	4,71	1,36	0	21,25	14,41
	P.E.int. 2 limos rojos	34,52	27,11	0	3,61	0	0	27,94	6,81

Tabla 8. La Peña de Estebanvela. Mineralogía de la fracción < 0,062 mm (DRX) en %.

## 5. INTERPRETACIÓN GEOARQUEOLÓGICA: UN RELLENO COMPLEJO EN UN ABRIGO SINGULAR

A la vista de todo lo expuesto anteriormente y desde el punto de vista geoarqueológico podemos extraer una serie de conclusiones básicamente referidas a la reconstrucción de los procesos de formación y transformación del abrigo rocoso y sus depósitos. Para lograr esta interpretación abordaremos los siguientes aspectos: génesis, desarrollo y evolución del abrigo y la cavidad, por un lado, e interpretación de los depósitos que los rellenan y que corresponden al yacimiento arqueológico, por otro.

### 5.1. Génesis, desarrollo y evolución del abrigo y la cavidad

El abrigo rocoso y la cavidad que configuran el espacio en el que se encuentra el yacimiento de La Peña de Estebanvela tienen su origen en la combinación de una serie de factores que condicionaron su formación y posterior desarrollo, que exponemos a continuación:

- En primer lugar, las características petrológicas de las rocas que constituyen el techo y paredes del abrigo y la cavidad, por un lado, y el fondo de ambas, por otro. Las primeras son unos paraconglomerados miocenos con una matriz arenoso-arcillosa carbonatada por epigénesis, característica esta que permite la karstificación de los citados conglomerados. Presentan una geometría tabular y una disposición subhorizontal. Las segundas son las pizarras silúricas que configuran la paleotopografía con paleovalles y umbrales muy marcados, sobre la que descansan los conglomerados y que se comportan de forma impermeable.
- En segundo lugar, la situación geomorfológica en la que se encuentran abrigo y cavidad. Se trata de un sistema de escarpe – ladera producido por el encajamiento durante el Pleistoceno del río Agujejo en los materiales anteriores, fundamentalmente en los conglomerados, dando como resultado un escarpe vertical labrado en los conglomerados de hasta 15 m de desnivel, al que sigue una ladera regularizada con una pendiente que oscila entre el 33,33 % y el 42,5 %, que enlaza con la superficie horizontal de los restos de una pequeña terraza fluvial, muy modificada por la carretera, situada 3 m por encima de la llanura de inundación del citado río.
- En tercer lugar, las características geomorfológicas de la ladera desarrollada sobre los materiales conglomeráticos miocenos al N del abrigo, entre el escarpe y el cerro

inmediatamente superior situado a la cota de 1.129 m, cuya pendiente es próxima al 10 %. Esta superficie recoge las aguas de escorrentía que bajan desde el cerro Matilla, que penetran en los conglomerados a través de las fisuras y fracturas que estos presentan.

La combinación de estos tres factores ha conducido a la génesis, desarrollo y evolución del abrigo y la cavidad según la siguiente secuencia de acontecimientos:

- Encajamiento durante el Pleistoceno del río Agujejo en los materiales conglomeráticos miocenos llegando a afectar a las pizarras silúricas del basamento, dando lugar a un cañón fluvial. El río Agujejo desarrolla un trazado meandriforme que progresivamente ensancha el cañón dejando las marcas de este trazado en las orillas rocosas de morfología cóncavo-convexas. En una de estas orillas cóncavas producida por la erosión fluvial es donde se generará el abrigo. Durante esta fase de encajamiento comenzará la formación de la cavidad por procesos de disolución de los carbonatos de la matriz cementada de los conglomerados y de los tramos carbonatados arenoso-lutíticos. El progresivo encajamiento dará lugar a la apertura de la cavidad en la ladera, configurando su abertura un abrigo rocoso. Procesos similares de formación de abrigos rocosos se ha documentado en Legintxiki (Navarra) (Nuín, 1988-89, 1994; Jordá Pardo, 2005) y en las balmas del curso medio del Segre (Peña y González, 1999), si bien en estos casos la formación del abrigo se produce por procesos de *piping* en laderas de valles en las que alternan capas resistentes y capas de materiales detríticos sin consolidar.
- Prosigue el encajamiento fluvial dejando escasos depósitos por debajo de la cota del abrigo, de los que actualmente resta una estrecha franja a la altura de la carretera, y comienza la regularización de la vertiente también por debajo de la cota del abrigo, afectando fundamentalmente a los materiales del basamento.
- Ocupación antrópica del abrigo y de la cavidad al final del Pleistoceno superior y desarrollo de los depósitos que los rellenan. Continúa la regularización de la vertiente. Colmatación total del abrigo y casi total de la cavidad.
- Reactivación erosiva durante el Holoceno, con retroceso de la cornisa del escarpe y por tanto del techo del abrigo

dando lugar a caída de grandes bloques de conglomerado. A la vez, desarrollo de procesos de incisión en la ladera regularizada dando lugar a barrancos que cortan los depósitos de vertiente, alcanzando las pizarras en algunos puntos. Estos barrancos se generan en la caída de puntos de concentración de aguas de escorrentía recogida en la ladera del cerro Matilla, aguas que caen a la ladera saltando el escarpe, haciendo que este retroceda. Uno de estos puntos se encuentra en la vertical del abrigo, por lo que sus depósitos han sido cortados por uno de los barrancos generados. Este hecho, la disección de los depósitos del abrigo por un barranco, es el que condicionó el descubrimiento del yacimiento. Además, en épocas de elevada pluviosidad la cavidad y el abrigo han funcionado y funcionan como surgencia kárstica.

## 5.2. Interpretación de los depósitos

Una vez generados la cavidad y el abrigo, a finales del Pleistoceno superior se produjo el relleno de ambos a la vez que ambos eran ocupados por un grupo humano magdaleniense. La secuencia comienza con la Unidad basal, constituida por los materiales de la alteración de las pizarras silúricas, que se encuentran inmediatamente debajo. Esta alteración, de carácter tropical, tuvo lugar a finales del Cretácico, y sobre ella descansan, por un lado, los conglomerados miocenos que ocupan grandes extensiones, y por otro, los depósitos pleistocenos, restringidos a la zona del abrigo.

En cuanto a los depósitos pleistocenos, en general presentan una gran uniformidad, debida en gran parte a que la mayoría de sus componentes detríticos proceden de aportes autóctonos gravitacionales, pero por sus características sedimentológicas, se pueden articular en tres unidades informales de carácter litoestratigráfico, cuya interpretación se plasma en la tabla 9 y que de muro a techo son:

- Unidad inferior: Comprende los niveles P.E.6, P.E.5, P.E.4 y P.E.3. Los dos primeros niveles y sobre todo el P.E.6, presentan una cierta influencia del nivel basal de alteración, que no está tan presente en los dos restantes, los cuales tienen grandes similitudes sedimentológicas, con algunas variaciones de carácter muy local. Todos ellos se caracterizan por una gran desorganización interna y por una génesis mixta, en la que intervienen procesos de caída gravitacional de bloques de conglomerado y cantos de este, procesos de tipo *debris flow* y procesos de arroyada difusa. Esta unidad presenta un marcado carácter progradante, de forma que los depósitos del nivel P.E.4 que hacia el O se superponen a los del nivel P.E.5, hacia el E se apoyan directamente sobre el sustrato piza-

roso, estando ausentes los niveles infrayacentes de esta unidad, que aparecen restringidos a una zona deprimida al O del abrigo, donde se ha realizado el sondeo. Esto es indicativo de una expansión en el relleno del abrigo de tal forma que los niveles más altos ocupan cada vez mayores superficies.

- Unidad media: Comprende el nivel P.E.2, cuyas características son sensiblemente diferentes a las de los niveles infrayacentes, dentro de la homogeneidad general. Su coloración grisácea, con tramos blanquecinos, contrasta fuertemente con los tonos rojizos, anaranjados y marrones del resto de los niveles. Su formación se debe a flujos densos de tipo *debris flow*, a los que hay que unir en la zona interna y hacia la base procesos de decantación, arroyada difusa y flujos tractivos. Además hay que añadir las aportaciones antrópicas en esta unidad, que presentan gran importancia en la composición del depósito, el de mayor influencia antrópica de la secuencia.
- Unidad superior: Comprende el nivel P.E.1, que también presenta notables diferencias con respecto a los anteriores niveles. Su génesis se debe a flujos laminares de baja energía y cierta extensión lateral, del tipo de arroyada difusa con momentos en los que predominan procesos tractivos (P.E.1b.1) de tipo fluvial canalizado, ambos en relación con el funcionamiento de la cavidad y el abrigo como surgencia en momentos de elevado régimen pluviométrico. Además en el interior de la cavidad los depósitos se deben a procesos de encharcamientos con decantación de arcillas y aportes de materiales gruesos, e incluso a flujos densos que movilizan materiales lutíticos. Esta unidad aparece culminada por un depósito o Unidad superficial, mayoritariamente constituido por fragmentos del conglomerado del techo del abrigo (nivel P.E.0).

Los materiales de la Unidad superior e incluso el techo de la Unidad media, se encuentran afectados por procesos postdeposicionales generados por crioturbación principalmente en la zona exterior a la altura de la boca de la cavidad, con menor influencia hacia el E y O del depósito. El resultado es que el contacto entre los niveles 1 y 2 está muy deformado por acción de la crioturbación, llegando a afectar en algunos puntos al contacto entre los niveles 2 y 3. Estos procesos de crioturbación están bien documentados en los cortes del yacimiento, tanto por proyecciones en forma de cuña del nivel P.E.2 en el P.E.1, como por fragmentos del nivel P.E.1, que sin desorganizarse, aparecen englobados dentro del nivel P.E.2. Los procesos de crioturbación observados en los depósitos del abrigo de La Peña de Estebanvela son similares a los des-

UNIDADES	NIVELES	PROCESOS NATURALES	PROCESOS ANTRÓPICOS	CRONOLOGÍA
Unidad erosiva	P.E.A	Erosión y removilización	Restos antrópicos removilizados	Holoceno
Unidad superficial	P.E.0	Aportes gravitacionales autóctonos Crioturbación de los niveles P.E.1 y P.E.2	Sin acción antrópica	
Unidad superior	P.E.1	Aportes gravitacionales autóctonos, flujos tractivos, arroyada difusa, decantación y coladas de barro	Acción antrópica importante	Pleistoceno superior final
Unidad media	P.E.2	Debris flow, decantación, arroyada difusa y flujos tractivos	Acción antrópica importante con estructuras de combustión	
	P.E.3	Arroyada difusa, debris flow	Acción antrópica importante	
	P.E.4	Arroyada difusa, debris flow	Acción antrópica débil	
Unidad inferior	P.E.5	Aportes gravitacionales autóctonos, arroyada difusa, flujos densos	Acción antrópica débil	
	P.E.6	Aportes gravitacionales autéctonos moderados, arroyada difusa, flujos densos. Acción antrópica Influencia de la alteración	Acción antrópica débil con estructuras de combustión	
Unidad basal	Alteración	Alteración tropical	-	Cretácico superior final
Sustrato pizarroso	Pizarras	-	-	Silúrico

Tabla 9. La Peña de Estebanvela. Interpretación geoarqueológica de los depósitos

critos en otros yacimientos peninsulares como la Cueva del Cierro (El Carmen, Ribadesella, Asturias) (Hoyos, 1981), en obras sobre procesos postdeposicionales en yacimientos arqueológicos (Wood y Johnson, 1978) y en tratados actualizados de Geomorfología Climática (Gutiérrez Elorza, 2003).

Con posterioridad a la sedimentación de la secuencia y a la actuación de los procesos de crioturbación, tiene lugar una de erosión – sedimentación que se detecta en los perfiles del sondeo realizado en los cuadros C-7 y D-7, en los que se observa una cicatriz erosiva rellena por materiales muy similares a los de la secuencia, pues se trata de la removilización de estos. Este proceso tuvo lugar durante el Holoceno, en un momento por ahora impreciso, y tuvo su origen en la acción del agua de escorrentía que cae por la cornisa del abrigo, afectando a los sedimentos de la secuencia. Este proceso es similar al detectado por nosotros en el Abrigo de los Enebrales (Tamajón, Guadalajara). Estos depósitos, que no presentan continuidad lateral, los englobamos en la Unidad erosiva.

En otro capítulo trataremos de integrar la interpretación geoarqueológica de la secuencia con las dataciones radiocarbónicas en un intento de situar de forma más precisa en el tiempo los diferentes procesos y su interpretación en términos paleoclimáticos.

A la vista de lo anterior, lo primero que llama la atención es la gran homogeneidad existente en los depósitos del relleno del abrigo que presentan diferencias notables con respecto a los que rellenan la cavidad, si bien en ambos casos el origen de los sedimentos es mayoritariamente autóctono, con una mayor presencia de los sedimentos autóctonos en la zona del abrigo. Este hecho puede estar en relación con una mayor influencia climática en la zona del abrigo que produzca la caída de los cantos del conglomerado por procesos crioclásticos, si bien la caída de los cantos también puede estar relacionada con la disolución de la matriz carbonatada que los engloba. El resto de procesos detectados responden a flujos laminares y tipo *debris flow*, cuyo desarrollo está relacionado con variaciones en la escorrentía superficial y subterránea, ya sea por aumento de las precipitaciones o por procesos de deshielo. Destaca la presencia a techo de la secuencia de un flujo claramente canalizado de tipo fluvial, asociado a la circulación hídrica por la cavidad en los momentos finales de su relleno, en los que actúa como surgencia, en una época de abundantes aportes hídricos. Finalmente, destaca la importante crioturbación que afecta a la unidad media y superior y que responde a un momento, posterior a la sedimentación de ambas, en el que existe suficiente agua para empapar los sedimentos que componen ambas unidades y unas temperaturas suficientemente

---

bajas para permitir que el conjunto de agua y sedimento se hiele, produciéndose las deformaciones citadas; es sin duda el momento más frío representado en la secuencia.

En general, a lo largo de toda la secuencia observamos un predominio de los procesos naturales (*N transforms*) frente a los procesos culturales de origen antrópico (*C transforms*) (Schiffer, 1987), que se manifiestan, fundamentalmente en zonas muy localizadas, mediante la existencia de estructuras de combustión bien delimitadas, apenas afectadas por procesos naturales. La Unidad media, que genéticamente presenta una alta participación de los procesos antrópicos, se encuentra muy disturbada por los procesos naturales postsedimentarios que hemos visto anteriormente. Los niveles de la Unidad inferior presentan una escasa influencia de los procesos antrópicos, exceptuando los restos de estructuras de combustión localizados en el nivel basal.

## Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento a los directores del proyecto de investigación y de las excavaciones arqueológicas en La Peña de Estebanvela, Drs. Carmen Cacho Quesada, Sergio Ripio López y Francisco Muñoz, tanto por confiarme la realización de este trabajo como por las fructíferas charlas mantenidas en el campo sobre las características e interpretación de los depósitos del yacimiento y por sus acertadas observaciones. Los diferentes análisis han sido llevados a cabo gracias a la buena disposición del Departamento de Geología del Museo Nacional de Ciencias Naturales y en especial de Angelines Fernández, del Laboratorio de Sedimentología, y de Rafael González, del de Difracción de Rayos X, a los que agradezco su excelente trabajo.



---

86 **BIBLIOGRAFÍA**

- ALONSO, GAVILÁN, G., ARMENTEROS, I., CARBALLEIRA, J., CORROCHANO, A., HUERTA, P. y RODRÍGUEZ, J.M. (2004): "Cuenca del Duero". En J.A. Vera (ed.), *Geología de España*, Sociedad Geológica de España – Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, pp. 550-556.
- ARMENTEROS, I., CORROCHANO, C., ALONSO-GAVILÁN, G., CARBALLEIRA, J. y RAMOS, J.M. (2002): "Duero basin (northern Spain)". En W. Gibbons and T. Moreno (eds), *Geology of Spain*, Geological Society of London, pp. 309-315.
- CABRERA CEÑAL, R., CRESPO RAMÓN, J.L., GARCÍA DE LOS RÍOS COBO, J.I. y MEDIAVILLA MANZANAL, B. y ARMENTEROS, I. (1997): "Síntesis Cartográfica". *Mapa Geológico y Minero de Castilla y León a Escala 1:400.000*. SIEMCALSA y Junta de Castilla y León, Valladolid.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. (1994): "Introducción a la Geomorfología española". En M. Gutiérrez Elorza (coord.), *Geomorfología de España*, Editorial Rueda, Madrid, pp. 1-22.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. (2001): *Geomorfología Climática*. Ediciones Omega, Barcelona.
- HERNÁNDEZ RODERO, M.F., CHICHARRO, P.M. y BENITO, R. (1987-88): "Representación de curvas granulométricas por ordenador". *El Geólogo*, 26-27, pp. 53-55.
- HOYOS GÓMEZ, M. (1981): "La cronología paleoclimática del Würm reciente en Asturias. Diferencias entre los resultados sedimentológicos y palinológicos". *Programa Internacional de Correlación Geológica, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid*, pp. 63-75.
- INMANN, D.L. (1952): "Measures for describing the size distribution of sediments". *Journal of Sedimentary Petrology*, 22, pp. 125-145.
- JORDÁ PARDO, J.F. (1994): "Geoarqueología y Arqueometría: algunos resultados de su aplicación al estudio del registro arqueológico de la provincia de Zamora". *NVMANTIA. Arqueología en Castilla y León*, 5, pp. 219-235.
- JORDÁ PARDO, J.F. (2005): "El registro arqueológico kárstico durante el Pleistoceno superior final en los Pirineos: geoarqueología, geodinámica y sedimentación". En M. Cura, N. Sóler y J. Maroto (coords.), *Praehistoria Pyrenaica. II Congrés Internacional Història dels Pirineus*. U.N.E.D. Centre Associat de la UNED Girona, pp. 129-159.
- NOZAL MARTÍN, F. y RUBIO PASCUAL, F. (2001): *Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Ayllón (404) 20-16*. Segunda serie. Instituto Tecnológico Geominero de España. Documento provisional noviembre 2001.
- NUIN, J. (1988-89): "Paleolítico superior final en Leginpea (Etxauri, Navarra). Un yacimiento al aire libre". *Zephyrus*, XLI-XLII, pp. 479-491.
- NUIN, J. (1994): "El valle de Etxauri (Navarra): paisaje y arqueología en la Sierra de Sarvil y génesis, ocupación y erosión del yacimiento paleolítico - epipaleolítico de Legintxiki". En J.F. Jordá Pardo (ed.), *Geoarqueología (Actas de la 20 Reunión Nacional de Geoarqueología. I.T.G.E., Madrid, 14-16, diciembre, 1992)*. I.T.G.E. - AEQUA, Madrid, pp. 229-244.
- PEÑA MONNÉ, J.L. y GONZÁLEZ PÉREZ, J.R. (1999): "Evolució dels abrics de gres a la vall mitjana del riu Segre (sector oriental de la Depressió de l'Ebre)". *Geoarqueologia i Quaternari litoral. Memorial M.P. Fumanal*, Universitat de València, pp. 217-227.
- PÉREZ-GONZÁLEZ, A., MARTÍN SERRANO, A. y POL MÉNDEZ, C. (1994): "Depresión del Duero". En M. Gutiérrez Elorza (coord.), *Geomorfología de España*, Ed. Rueda: 351-388.
- SCHIFFER, M.B. (1987): *Formation Processes of the Archaeological Record*. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- WOOD, W.R. y JOHNSON, D.L. (1978): "A survey of disturbance processes in archaeological site formation". *Advances in Archaeological Method and Theory*, 1, Academic Press, Nueva York, pp. 315-381.