

Diferenciación geoquímica de los materiales en facies «Weald» de la Cuenca NE de Cameros (Soria - La Rioja)

Geochemical differentiation of «Weald» materials of Cameros Basin (Soria - La Rioja)

M.P.Mata Campo (*), M. C. Osácar Soriano, (*) y F. López Aguayo (**)

(*) Dpto. Ciencias de la Tierra. Cristalografía y Mineralogía. Univ. Zaragoza. Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza

(**) Dpto. Cristalografía, Mineralogía, Estratigrafía, Geodinámica, Petrología y Geoquímica. Fac. Ciencias del Mar. Univ. Cádiz. 11510 Pto. Real (Cádiz)

ABSTRACT

The Cameros Basin (NW of the Iberian Range) is mainly composed of very homogeneous silicic detrital materials in Weald facies. The occurrence of chloritoid, cookeite, pyrite and muscovite/paragonite is related to a cretacic very low grade metamorphism. The geochemical analysis of this materials displays differences linked to lithologic features; comparison between metamorphic and no metamorphic materials shows no main differences in the chemical contents, but in the relationships between elements.

Key words: Cameros Basin, Weald facies, Geochemistry, Very Low grade - Metamorphism.

Geogaceta, 20 (3) (1996), 670-673
ISSN: 0213683X

Introducción

La cuenca de Cameros se sitúa en la parte más noroccidental de la Cadena Ibérica. Constituye una cuenca extensional de edad Jurásico terminal - Cretácico inferior. El relleno lo forman más de 8000 m de sedimentos en facies «Weald». Tischer (1966) subdivide 5 grupos litoestratigráficos: Tera, Oncala, Urbión, Enciso y Oliván. Mas *et al.*, (1993) diferencian 6 secuencias de depósito (S.D.1 a S.D. 6). Plantea un interesante ejemplo de evolución tectono-térmica durante el Mesozoico y Terciario en la Cadena Ibérica. Después de una importante etapa de extensión y depósito, se produce la subsidencia térmica (con presencia de cloritoide y moscovita/paragonita) cuyo clímax está datado en 100 m.a. (Golberg *et al.*, 1988). Guiraud y Seguret (1984) consideran este metamorfismo como ligado a un adelgazamiento cortical en una cuenca de tipo pull-apart, mientras que Casquet *et al.*, (1992) lo consideran provocado por fluidos de carácter hidrotermal. Durante la etapa de metamorfismo, una ligera compresión origina pliegues laxos con esquistosidad asociada (Casas y Gil, 1996). En el Oligoceno-Mioceno se produce la inversión total de la cuenca, con

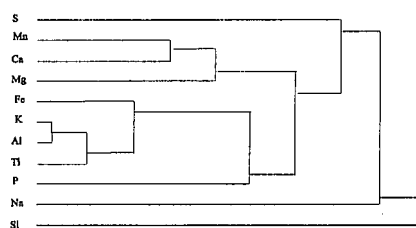


Fig.1.- Dendrograma de elementos mayores (N=56).

Fig.1.- Dendrogram of major elements (N=56).

un cabalgamiento de 25 Km y dirección Norte.

La naturaleza de las rocas es eminentemente siliciclástica, con predominio de pelitas sobre areniscas y conglomerados en los grupos o secuencias detríticas (Tera, Urbión y Oliván). También los grupos de carácter carbonatado (Oncala y Enciso) poseen fuerte influencia terrígena, con abundantes margas y pelitas acompañando a las calizas.

Las observaciones de campo, junto con los datos mineralógicos y petrográficos ponen de manifiesto la gran ho-

mogeneidad y monotonía existente en esta potente serie mesozoica. Este trabajo pretende establecer, si existe, la relación entre los rasgos geoquímicos principales y procesos geológicos tales como los relacionados con la diagénesis profunda o metamorfismo de bajo grado.

Mineralogía

La fracción detrítica, de composición bastante uniforme independientemente de los grupos o secuencias consideradas, está formada por:

* minerales principales: cuarzo, moscovita, biotita, feldespatos alcalinos y calcosódicos,

* minerales accesorios o subordinados: turmalina, circón y apatito.

Los minerales neoformados durante los procesos de diagénesis - metamorfismo, se agrupan en las siguientes asociaciones:

- moscovita + clorita ± paragonita ± interestratificados moscovita / paragonita ± cloritoide ± rectorita ± rutilo ± pirita ± cookeita

- moscovita + clorita ± pirofilita ± cookeita ± pirita ± albíta

- moscovita + clorita ± corrensita ± pirita

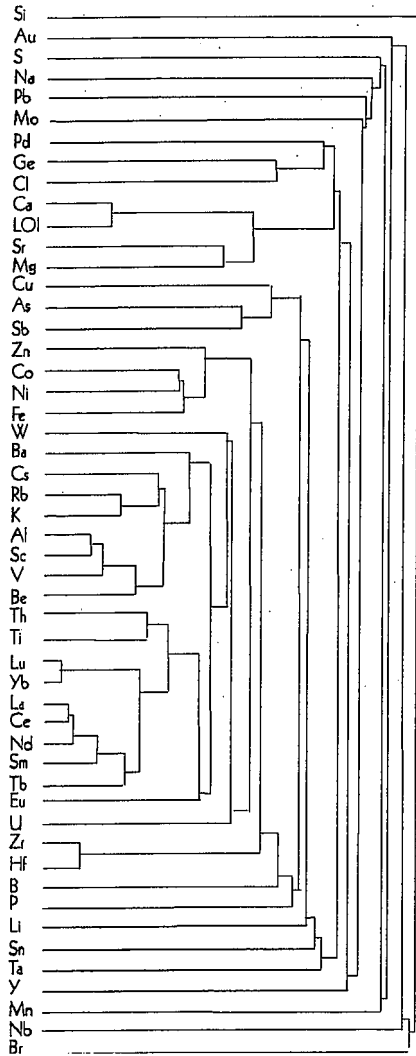


Fig. 2.- Dendrograma del total de los elementos analizados (N=56).

Fig. 2.- Dendrogram of all analyzed elements. (N=56).

Análisis geoquímico

Se han seleccionado, para análisis geoquímico de elementos mayores y trazas, 56 muestras repartidas entre todos los grupos litoestratigráficos y que incluyen las asociaciones minerales descritas. Por tipos litológicos incluyen: 10 metareniscas (A), 31 metapelitas (P) y 15 margas (M). Estos datos han sido sometidos a análisis estadístico por medio del programa SYSTAT.

Se han establecido las correlaciones entre las variables analizadas en el conjunto total de las 56 muestras analizadas. Mediante análisis clúster (utilizando como distancia el coeficiente de correlación de Pearson y el método del

centroide como procedimiento de enlace) se han puesto de manifiesto las relaciones entre ellas agrupando, por una parte elementos mayores, y por otra todos los elementos analizados. (Fig. 1 y 2). En el caso de los elementos mayores el bloque del Al, vendría condicionado por la abundancia de filosilicatos, mientras que el del Ca lo sería por la presencia de margas. Para el total de los elementos analizados un primer grupo, con el Al y el K, incluye elementos que se concentran en los filosilicatos durante los procesos de meteorización, depósito y diagénesis, y el segundo en importancia, con las T.R., son elementos considerados como inmóviles y concentrados en el material heredado de la fuente.

Otras asociaciones (Hf-Zr, Ca-Sr-Mg) pueden explicarse también en función de la composición mineralógica; el bloque Fe-Ni-Co-Zn representa una asociación esperable por el comportamiento de estos elementos, pero seguramente resalta por su concentración en la pirita. En la Fig. 3 se representan gráficamente los 3 grupos litológicos descritos respecto a las dos funciones discriminantes calculadas con los elementos mayores. El factor 1 permite separar las margas (M) del resto de muestras silicatadas, mientras que el factor 2 separa las metareniscas (A).

Para establecer las posibles diferencias geoquímicas inducidas por el metamorfismo se han dividido las muestras en dos grupos, según presenten asociaciones mineralógicas características de metamorfismo o no. Sobre cada uno de los bloques se han realizado las mismas pruebas que sobre el conjunto de las muestras. Metamórficas : 19 muestras (3A, 13P, 3M); no metamórficas : 37 muestras (7A, 18P, 12M).

El análisis clúster de las correlaciones entre elementos mayores presenta un carácter diferencial: para el grupo de metamorfismo aparece la asociación S-Fe,

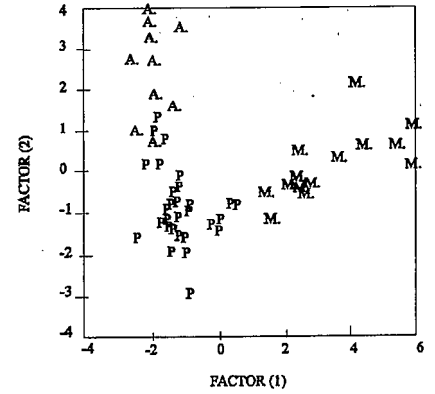


Fig. 3.- Diagrama de dispersión de los tres tipos litológicos diferenciados según las dos funciones discriminantes calculadas con los elementos mayores. A: metareniscas, P: pelitas, M: margas.

Fig. 3.- Dispersion diagram for the three lithological groups in the two major elements calculated discriminant functions. A: sandstones, P: pelites, M: marls.

condicionada por la pirita, y el grupo Ti-Al-K-Na-Mg (Fig. 4.a y b). Dada la influencia de la litología en las correlaciones entre elementos las diferencias podrían deberse al mayor porcentaje de margas entre las muestras no metamórficas. Por ello se han establecido las correlaciones entre las muestras no metamórficas no margosas. El resultado sigue presentando diferencias parecidas (Fig. 4c). Para el clúster de elementos mayores y trazas la principal diferencia es la asociación del Li al grupo del Fe, por su presencia en minerales metamórficos (Fig. 5, a y b).

Se ha calculado la probabilidad de que los valores medios de las variables para muestras metamórficas y no metamórficas pertenezcan a la misma población. Los resultados aparecen en la Tabla 1, donde se han marcado aquellos valores de pro-

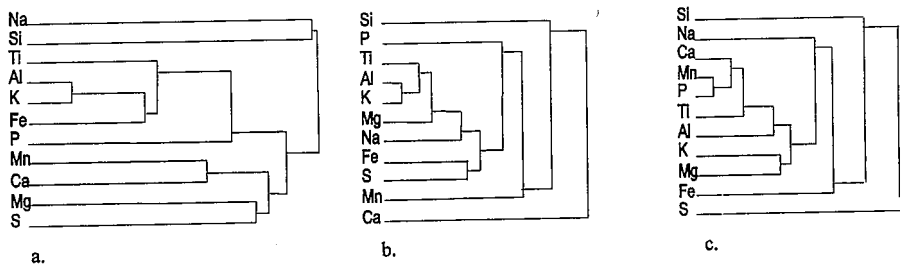


Fig. 4.- Dendrogramas de elementos mayores: a) muestras metamórficas (N=19), b) muestras no metamórficas (N=37), c) muestras no metamórficas silíceas (N=25).

Fig. 4.- Dendrogram of major elements: a) metamorphic samples (N=19), b) non-metamorphic samples (N=37), c) silicic non-metamorphic samples (N=25).

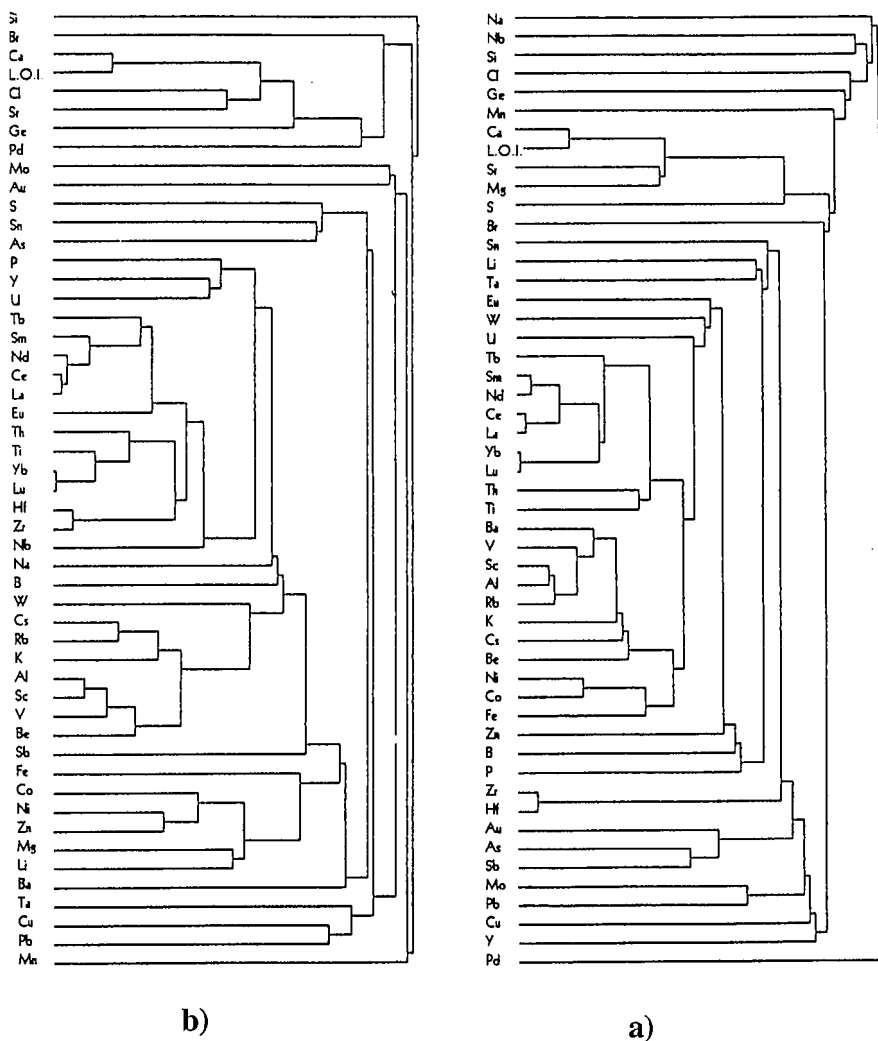


Fig. 5.- Dendrogramas del total de los elementos analizados: a) las muestras no metamórficas (N=37), b) las muestras metamórficas (N=19).

Fig. 5.- Dendrogram of all analyzed elements: a) non metamorphic samples (N=37), b) metamorphic samples (N=19).

babilidad inferior al 10%. Los elementos de las Tierras Raras, a excepción del Eu, y otros que, por considerarse como fijos, son indicadores de origen son los que presentan probabilidades mayores. Algunas de las variables que se separan (Li, Mg) son las que ya presentaban una asociación distinta en el clúster. El Mg viene condicionado por la concentración de margas entre las muestras no metamórficas. La diferencia en el Li es insensible a la inclusión o no de las margas, pero no responde a una mayor concentración en las muestras metamórficas ya que su media es menor. El Na no presenta, aparentemente ninguna diferencia. S y Fe, característicos de la presencia de piritas, tampoco presentan diferencias notables.

Con el conjunto de estas variables de probabilidad inferior al 10% se ha realizado un análisis discriminante. Los resultados de la comparación de las medias multivariantes (T de Hotelling) son de una probabilidad de 0.5%. Sin embargo el gráfico que representa los puntos de cada grupo frente a sus correspondientes valores según la función clasificadora muestran que existen solapamientos entre ambos grupos (Fig. 6).

Conclusiones

La homogeneidad observada en estos materiales sobre el terreno se manifiesta también en los datos geoquími-

cos. La composición química permite diferenciar los tipos litológicos de forma muy aproximada a la establecida por las técnicas clásicas.

Las diferencias entre las muestras afectadas por metamorfismo y las otras es pequeña. No se han apreciado diferencias substanciales en las concentraciones en los elementos sino mas bien entre las relaciones entre ellos. El Li, que se liga a cloritas por el metamorfismo (cookeita), presenta un comportamiento diferencial, aunque el promedio de su contenido es menor que en el conjunto de las muestras no metamórficas. El Na si presenta comportamiento distinto, ya que se liga a los que caracterizan el metamorfismo: Li, Fe y S.

El S, marcador de la presencia de piritas en el metamorfismo, presenta contenidos superiores y una esperable asociación con el Fe, pero la dispersión de los contenidos es similar, si se compara con la media correspondiente, y muy alta (del orden de 4 veces la media).

Aunque existe un predominio de metapelitas en las muestras con asociaciones mineralógicas metamórficas la influencia geoquímica es pequeña, por lo cual parece más verosímil suponer que son otros factores también ligados al tipo de material (porosidad, permeabilidad, competencia), los que han facilitado el desarrollo de estos minerales.

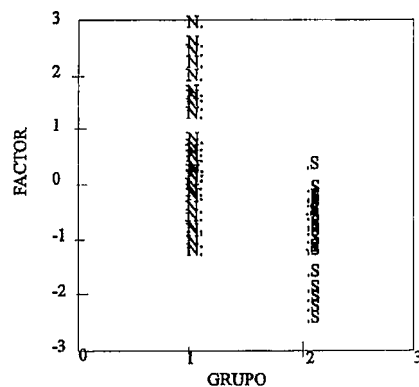


Fig. 6.- Representación de las 56 muestras analizadas frente a la función discriminante que separa metamórficas (S, grupo1) de no metamórficas (N, grupo2). Las variables utilizadas para el cálculo de la función son las que aparecen en negrita en la Tabla 1.

Fig. 6.- The 56 analyzed samples over the discriminant function separating metamorphic (S, group 1) from no metamorphic (N, group2). Variables used in calculating the function are those in bold type in Table 1.

La diferencia entre materiales metamórficos y no, puede deberse, mas que a diferencias en la composición, a la actuación o no de un proceso que ha distribuido los componentes en fases minerales distintas. El S es un caso especial, porque presenta unos rangos de concentración muy amplios independientemente de la existencia o no de metamorfismo.

Referencias

- Casas, A.M. & Gil, A. (1996) *Bull. Geol. Soc. Am.* (submitted)
- Casquet, A.; Galindo, C.; González-Casado, J.M.; Alonso, J.M.; Mas, J.M.; Rodas, M.; Golberg, J. M.; Guiraud, M.; Maluski, H.; y Seguret, M. (1988). *C.R. Acad. Sci. Paris.* 307, 521-527.
- Guiraud, M. & Seguret, M. (1984). In: *Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Publ.* 37, 159-175.
- Mas, J.R.; Alonso, A. & Guimerà, J. (1993). *Bol. Soc. Geol. Esp.*, 6, 129-144.
- Tischer, G. (1966). *Not. Com. Inst. Geol. y Min. de España.* 81, 53-78.

Tabla 1.- Medias (x) y desviaciones típicas (s) de los elementos analizados para el conjunto de las muestras metamórficas (19) y no metamórficas (37), y para ambos grupos eliminando las margas (16 y 25 respectivamente); junto a ellas la probabilidad (PROB) de que ambas medias provengan de la misma población. Los valores están dados en ppm salvo los de los elementos mayores que son porcentajes del óxido correspondiente.

Table 1.- Means (x) and standard deviations (s) of analyzed elements in the group of metamorphic (19) and no metamorphic (37) samples, and in the same groups excluding marls analysis (16 and 25 respectively); beside them the probability (PROB) for both means belonging to the same population. Values are in ppm excepting for the major elements which are percentages of the oxide.

	no metamórficas (n=37)		metamórficas (n=19)		PROB	no metamórficas (n=25)		metamórficas (n=16)		PROB
	x	s	x	s		x	s	x	s	
Al ₂ O ₃ %	13.97	6.44	15.67	8.41	0.446	14.90	6.83	17.52	7.52	0.268
As	16.41	29.12	6.11	5.71	0.044	19.32	34.38	6.44	6.01	0.079
Au	4.89	5.75	6.68	6.17	0.299	5.04	6.41	6.63	5.58	0.409
B	127.19	75.82	90.16	36.71	0.017	122.44	62.42	93.50	28.11	0.051
Ba	482.78	264.34	631.79	358.10	0.120	531.16	273.73	648.19	304.31	0.222
Be	4.57	2.38	5.74	2.94	0.144	4.68	2.67	6.25	2.84	0.087
Br	3.32	1.25	2.84	0.69	0.068	3.44	1.39	2.81	0.66	0.059
CaO%	6.97	9.16	5.46	12.35	0.641	1.58	2.22	0.85	1.05	0.166
Ce	71.14	28.73	80.95	47.63	0.418	77.72	28.45	92.56	42.41	0.230
Co	9.03	5.87	12.58	14.25	0.309	8.40	6.23	13.88	15.06	0.184
Cs	13.87	10.13	13.53	10.81	0.910	14.44	11.40	15.13	10.92	0.848
Cu	25.46	56.86	11.36	9.46	0.150	27.27	68.38	10.59	8.78	0.240
Eu	1.08	0.50	1.30	0.76	0.265	1.02	0.45	1.44	0.73	0.050
Fe ₂ O ₃ %	4.51	2.76	5.50	4.48	0.383	4.44	2.96	6.14	4.58	0.200
Ge	10.24	1.19	11.63	3.27	0.088	10.08	0.40	11.13	1.89	0.045
Hf	5.54	3.11	5.68	3.02	0.724	6.52	3.11	6.13	2.73	0.671
K ₂ O%	2.65	1.60	2.31	1.40	0.412	2.78	1.75	2.61	1.29	0.724
La	36.52	15.16	42.44	24.56	0.345	39.71	14.46	48.48	21.77	0.168
Li	83.05	72.05	53.05	37.94	0.046	95.76	81.93	59.88	37.52	0.065
L.O.I.	8.94	7.64	7.20	8.97	0.476	4.56	2.25	4.06	2.54	0.529
Lu	0.35	0.14	0.41	0.21	0.259	0.37	0.15	0.45	0.18	0.194
MgO%	1.63	1.70	0.79	0.47	0.008	1.00	0.72	0.87	0.46	0.513
MnO%	0.08	0.07	0.05	0.05	0.106	0.06	0.05	0.05	0.04	0.465
Mo	1.22	0.71	1.05	0.23	0.209	1.24	0.83	1.06	0.25	0.325
Na ₂ O%	1.08	0.61	0.88	0.48	0.182	1.24	0.65	0.96	0.46	0.120
Nb	31.95	29.25	24.42	10.67	0.169	31.76	16.10	26.69	9.99	0.221
Nd	31.41	12.59	34.21	20.09	0.584	33.60	12.70	39.06	17.94	0.300
Ni	24.05	13.88	29.00	20.53	0.353	23.24	14.98	32.69	19.81	0.115
P ₂ O ₅ %	0.10	0.05	0.14	0.28	0.617	0.10	0.05	0.15	0.30	0.524
Pb	13.24	14.69	10.26	9.82	0.371	14.12	16.82	10.31	9.80	0.366
Pd	1.46	1.26	2.21	1.81	0.118	1.52	1.50	2.13	1.67	0.249
Rb	146.78	87.81	153.11	98.19	0.815	158.44	94.90	173.06	93.27	0.630
S%	0.14	0.42	0.67	2.53	0.369	0.10	0.30	0.75	2.77	0.361
Sb	3.56	3.32	2.18	1.60	0.041	3.65	3.48	2.41	1.60	0.132
Sc	10.29	5.49	12.49	7.16	0.250	10.62	6.19	13.92	6.60	0.119
SiO ₂ %	59.27	19.06	60.99	19.08	0.750	68.48	13.07	65.68	14.99	0.544
Sm	6.11	2.45	6.31	3.80	0.841	6.42	2.55	7.18	3.47	0.460
Sn	13.46	4.20	12.74	7.09	0.539	13.60	4.41	13.00	4.35	0.671
Sr	241.87	307.78	155.11	153.31	0.165	116.68	144.01	124.94	90.67	0.823
Ta	1.14	0.35	1.16	0.38	0.827	1.20	0.41	1.19	0.40	0.924
Tb	0.80	0.27	0.92	0.37	0.228	0.83	0.27	0.98	0.37	0.175
Th	11.89	5.20	12.47	6.55	0.739	13.16	5.48	14.00	5.70	0.644
TiO ₂ %	0.65	0.25	0.77	0.34	0.204	0.74	0.23	0.85	0.25	0.188
U	3.68	1.55	3.44	1.93	0.643	3.62	1.58	3.51	2.03	0.864
V	83.35	43.57	106.95	59.79	0.138	85.96	47.27	118.50	56.20	0.065
W	4.57	1.41	5.32	1.77	0.119	4.92	1.50	5.69	1.66	0.145
Y	38.27	67.52	38.68	29.21	0.975	30.60	19.70	41.63	29.96	0.205
Yb	2.37	0.97	2.74	1.42	0.319	2.56	1.05	3.04	1.23	0.206
Zn	59.73	39.39	77.57	56.80	0.231	64.84	43.72	85.40	57.44	0.232
Zr	198.22	123.16	222.63	126.16	0.494	246.36	118.70	243.69	109.90	0.942