

ANEXOS

Anexo I: datos fisicoquímicos de las surgencias de Luchon

Tabla A.I. Datos fisicoquímicos de las surgencias de Luchón. Los valores de temperatura, conductividad y pH corresponden a las determinaciones realizadas en el campo en el caso del muestreo de 2019. En la primera columna se indica la fecha del muestreo, como aparece en las leyendas de los gráficos que se presentan en el trabajo. Estas fechas se corresponden con los trabajos que se indican al pie de la tabla. Se indica a la izquierda del nombre original de la surgencia o muestra, el código utilizado en este estudio.

Muestras	Surgencia	Temp	Conduct	pH	Alcal.	Cl	SO ₄ ²⁻	S ²⁻	F	SiO ₂	Al	Na	K	Ca	Mg	Li
		(°C)	(μS/cm)		mmol/l											
1984	L1: Forage 1	70.1	511	8.60	2.25	1.69	0.08	0.89	0.43	1.42	1.12E-03	4.33	0.12	0.09	1.60E-03	3.31E-02
	L2: Forage 2	65.1	480	8.60	2.29	1.49	0.17	0.83	0.33	1.21	9.30E-04	4.06	0.11	0.11	2.50E-03	3.31E-02
	L3:r.-Azémar	54.8	450	8.60	2.04	1.49	0.29	0.72	0.34	1.14	1.19E-03	3.55	0.11	0.22	4.94E-02	2.88E-02
	L4: Reine-Bayen	64.7	493	8.75	2.22	1.4	0.29	0.73	0.37	1.32	2.43E-03	4.00	0.12	0.13	1.03E-02	3.02E-02
	L5: Ferrugineuse	27.7	321	7.53	0.59	0.06	1.21		0.02	0.42	9.00E-04	0.33	0.07	1.13	3.05E-01	5.80E-03
	L6: Cantaloup 6	38.8	390	8.43	1.46	1.04	0.67	0.35	0.22	0.81	2.09E-03	2.30	0.08	0.54	1.52E-01	2.02E-02
	L7: Francois 1	19.8	275	6.97	0.43	0.62	0.88		0.13	0.76	2.45E-03	1.70	0.08	0.43	1.56E-01	1.44E-02
	L8: Pré I	56.0	524	8.77	2.34	1.58	0.21	0.81	0.42	1.50	2.35E-03	4.25	0.12	0.14	1.23E-02	3.46E-02
	L9: Bordeu 13	48.9	486	8.68	2.09	1.59	0.33	0.71	0.42	1.45	3.36E-03	4.15	0.12	0.13	8.20E-03	3.31E-02
	L10: Pré III-4	42.9	505	8.65	2.15	1.80	0.38	0.69	0.41	1.49	3.19E-03	4.24	0.12	0.17	1.23E-02	3.31E-02
	L11: Bordeu 7	38.2	417	8.75	1.98	1.41	0.33	0.64	0.32	1.14	9.30E-04	3.40	0.11	0.26	4.94E-02	2.30E-02
1983	L22: Forage1	70.1		8.78	2.58	1.52	0.04	0.88	0.46	1.16	3.71E-04	4.37	0.11	0.08	1.60E-03	3.60E-02
	L23:R.-Bayen	64.5		8.69	2.26	1.40	0.21	0.71	0.41	1.10	7.41E-04	4.13	0.11	0.11	6.20E-03	3.21E-02
	L24: Bordeu	46.8		8.81	1.92	1.22	0.42	0.46	0.34	1.01	3.37E-04	3.36	0.10	0.35	6.17E-02	2.60E-02
1993	L26: Forage 1	69.0		8.50	2.13	1.53	0.33	0.83		1.28	8.75E-04	4.27	0.10	0.06	5.50E-04	
	L27: Forage 2	65.1		8.55	2.25	1.47	0.36	0.82		1.25		4.21	0.10	0.07	2.80E-03	

Tabla A.I. Continuación.

Muestras	Surgencia	Temp	Conduct	pH	Alcal.	Cl	SO ₄ ²⁻	S ²⁻	F	SiO ₂	Al	Na	K	Ca	Mg	Li
		(°C)	(μS/cm)		mmol/l											
1991	L13: Lapade	10.0	133	8.00	1.44	0.04	0.07			0.13		0.07		0.70	4.11E-02	
	L14: F3	67.8	473	8.57	1.64	1.44	0.41	0.86	0.44	1.36		4.13	0.10	0.08		
	L15: Pres 2	64.4	475	8.79	1.29	1.49	0.66	0.87	0.45	1.36		4.09	0.09	0.08		
	L16: Richard	47.2	374	8.85	1.03	0.93	0.84	0.56	0.31	0.96		3.07	0.07	0.27	6.17E-02	
	L17: Blanche	40.3	316	8.57	0.64	0.68	0.81	0.36	0.24	0.92		2.22	0.06	0.31	6.99E-02	
	L18: Reine	58.7	414	8.86	1.26	1.21	0.54	0.629	0.36	1.09		3.567	0.064	0.175	3.29E-02	
	L19: Bordeu	48.5	425	8.56	1.08	1.33	0.78	0.789	0.41	1.26		3.697	0.084	0.175	2.06E-02	
	L20: F8	74	497	8.5	1.47	1.55	0.36	0.900	0.45	1.44		4.132	0.090	0.070		
2019	L21: Ferrugineus	27.7	321	7.53	0.59	0.06	1.21	0.000	0.02	0.42		0.331	0.064	1.128	3.04E-01	
	L28: Reine	42.3	544	9.19	2.18	1.42	0.35		0.400	1.28	9.63E-04	4.12	0.103	0.083	3.00E-03	2.95E-02
	L29: Pré-I	22.3	560	9.48	2.33	1.51	0.40		0.430	1.33	8.25E-04	4.15	0.186	0.070	5.76E-04	3.08E-02
	L30: Arroyo	11.7	297	7.74	1.96	0.11	0.34		0.015	0.14	1.88E-04	0.24	0.021	1.115	7.34E-02	8.65E-04
	L31: Río Piqué	8.8	175	7.48	1.38	0.05	0.17		0.033	0.09	7.66E-04	0.16	0.014	0.606	4.84E-02	
	L32: Lago	12.2	198.4	7.83	1.16	0.27	0.10		0.008	0.20	3.29E-04	0.34	0.037	0.577	4.62E-02	2.16E-03

1984: Criaud y Vuataz (1984)

1983: Criaud and Vuataz (1984)

1993: Alaux Negrel (1993)

1991: Iundt *et al.* (1991)

2019: Este trabajo.

Anexo II: resultados de especiación-solubilidad

Tabla A.II. Algunos resultados de los cálculos de especiación-solubilidad obtenidos con el código PHREEQC y la base de datos termodinámicos WATEQ4F. Se indican los valores de balance de cargas expresados como porcentaje de error, los valores de molalidad de las especies de mayor interés por su papel en el tamponamiento del pH y los resultados de los índices de saturación de la calcita y la presión parcial de CO₂ (en atmósferas).

Año	Muestra	pH	T (°C)	% error	Log (H ₄ SiO ₄)	Log (H ₃ SiO ₄ ⁻)	Log (H ₂ SiO ₄ -2)	Log (HCO ₃ ⁻)	Log (CO ₃ -2)	IS Calcita	Log pCO ₂
1984	L1: Forage 1	8.6	70.1	2.27	-2.93	-3.61	-7.09	-2.91	-4.33	0.14	-3.39
	L2: Forage 2	8.6	65.1	-0.77	-2.99	-3.71	-7.28	-2.85	-4.28	0.21	-3.37
	L3: R.-Azémar	8.6	54.8	-2.04	-3.00	-3.83	-7.59	-2.90	-4.35	0.37	-3.50
	L4: Reine	8.75	64.7	-0.73	-2.98	-3.56	-6.98	-2.92	-4.20	0.36	-3.59
	L5: Ferrugineuse	7.53	27.7	3.40	-3.38	-5.61	-11.07	-3.25	-5.92	-0.69	-2.97
	L6: Cantaloup 6	8.43	38.8	-2.73	-3.12	-4.29	-8.58	-2.97	-4.67	0.32	-3.52
	L7: Francois 1	6.97	19.8	1.15	-3.12	-6.03	-12.29	-3.38	-6.70	-1.89	-2.59
	L8: Pré I	8.77	56	0.45	-2.91	-3.55	-7.12	-2.89	-4.17	0.33	-3.65
	L9: Bordeu 13	8.68	48.9	-0.85	-2.90	-3.71	-7.51	-2.90	-4.30	0.14	-3.63
	L10: Pré III-4	8.65	42.9	-2.63	-2.88	-3.78	-7.74	-2.86	-4.32	0.18	-3.61
	L11: Bordeu 7	8.75	38.2	-1.79	-3.00	-3.86	-7.84	-2.90	-4.28	0.39	-3.77
1991	L13: Lapade	8	10	-2.91	-3.89	-5.95	-11.51	-2.85	-5.27	-0.20	-3.14
	L14: F3	8.57	67.8	1.65	-2.94	-3.67	-7.22	-3.11	-4.56	-0.15	-3.57
	L15: Pres 2	8.79	64.4	-1.58	-2.98	-3.51	-6.90	-3.45	-4.69	-0.35	-4.17
	L16: Richard	8.85	47.2	-1.11	-3.10	-3.76	-7.43	-3.37	-4.61	0.14	-4.28
	L17: Blanche	8.57	40.3	-1.57	-3.08	-4.10	-8.21	-3.53	-5.09	-0.31	-4.21
	L18: Reine	8.86	58.7	2.62	-3.08	-3.60	-7.03	-3.32	-4.51	0.15	-4.15
	L19: Bordeu	8.56	48.5	-1.60	-2.95	-3.88	-7.80	-3.39	-4.91	-0.34	-4.00
	L20: F8	8.5	74	3.08	-2.91	-3.66	-7.18	-3.22	-4.74	-0.32	-3.57
	L21: Ferrugineuse	7.53	27.7	2.96	-3.38	-5.61	-11.07	-3.24	-5.92	-0.68	-2.97
1983	L22: Forage1	8.78	70.1	1.40	-3.06	-3.55	-6.86	-2.86	-4.10	0.27	-3.51
	L23: Reine-Bayen	8.69	64.5	1.34	-3.05	-3.69	-7.18	-2.87	-4.21	0.28	-3.49
	L24: Bordeu	8.81	46.8	0.68	-3.07	-3.77	-7.49	-2.92	-4.20	0.64	-3.79
1993	L26: Forage 1	8.5	69	1.95	-2.96	-3.74	-7.35	-2.87	-4.40	-0.14	-3.26
	L27: Forage 2	8.55	65.1	0.31	-2.97	-3.74	-7.36	-2.84	-4.32	-0.02	-3.31
2019	L28: Reine	9.19	42.3	-2.97	-3.05	-3.42	-6.86	-2.89	-3.81	0.34	-4.17
	L29: Pré-I	9.48	22.3	-5.86	-3.03	-3.39	-7.06	-2.87	-3.65	0.30	-4.59
	L30: Arroyo	7.74	11.7	-2.41	-3.86	-6.14	-11.89	-2.72	-5.36	-0.14	-2.74
	L31: Río La Pique	7.48	8.8	-9.87	-4.05	-6.65	-12.77	-2.86	-5.82	-0.82	-2.64
	L32: Lago	7.83	12.2	-0.27	-3.70	-5.89	-11.55	-2.94	-5.51	-0.51	-3.05

Anexo III: Calibrados geotermométricos

Tabla A.III. Calibrados seleccionados para los diferentes geotermómetros usados en este trabajo. Las funciones geotermométricas proporcionan la temperatura en grados centígrados. La unidad de concentración usada en las diferentes expresiones es mol/kg.

Geotermómetro	Calibrado	Autores
SiO ₂ -quartz	$T = \frac{1315}{5.205 - \log(\text{SiO}_2)} - 273.15$	Truesdell (1976)
	$T = \frac{1309}{5.19 - \log(\text{SiO}_2)} - 273.15$	Fournier, (1977) y Fournier and Potter (1982)
SiO ₂ -chalcedony	$T = \frac{1032}{4.69 - \log(\text{SiO}_2)} - 273.15$	Fournier, (1977) y Fournier and Potter (1982)
	$T = \frac{1112}{4.91 - \log(\text{SiO}_2)} - 273.15$	Arnórsson <i>et al.</i> (1983)
Na-K	$T = \frac{1217}{1.483 + \log(\text{Na}/\text{K})} - 273.15$	Fournier (1979)
	$T = \frac{1190}{1.35 + \log(\text{Na}/\text{K})} - 273.15$	Michard (1990)
Ca-K	$T = \frac{3030}{3.94 + \log(\text{Ca}/\text{K})} - 273.15$	Michard (1990)
Na-K-Ca	$T = \frac{1647}{\log(\text{Na}/\text{K}) + \beta \left[\log \left(\sqrt{\text{Ca}}/\text{Na} \right) + 2.06 \right] + 2.47} - 273.15$	Fournier y Truesdell (1973)
Li	$T = \frac{2258}{1.44 + \log(\text{Li})} - 273.15$	Fouillac y Michard (1981)

Anexo IV: Matrices de correlación

Tablas A.IV. Coeficientes de correlación para la selección de elementos conservativos. Sólo se han evaluado los coeficientes de correlación en los muestreos con suficientes muestras como para hacer un tratamiento estadístico significativo y con los que, además, tuviesen, al menos, una muestra representativa del polo termal y otras más frías.

Datos de Criaud y Vuataz (1984)					
	Na	Cl	Li	F	SiO ₂
Na	1				
Cl	0.98303811	1			
Li	0.9695233	0.9607135	1		
F	0.996029	0.98417462	0.97153763	1	
SiO ₂	0.97897941	0.95781826	0.94685242	0.98079435	1
PROMEDIO DE COEFICIENTE DE CORRELACIÓN					
Na	Cl	Li	F	SiO ₂	
0.98189245	0.97143612	0.96215671	0.9831339	0.96611111	
Datos de Criaud y Vuataz (1983)					
	Na	Cl	Li	F	SiO ₂
Na	1				
Cl	0.99429547	1			
Li	0.99819899	0.99773438	1		
F	0.99724104	0.99692955	0.99980019	1	
SiO ₂	0.98989689	0.99918026	0.99419672	0.99299236	1
PROMEDIO DE COEFICIENTE DE CORRELACIÓN					
	Na	Cl	Li	F	SiO ₂
	0.9949081	0.99703491	0.99748257	0.99674078	0.99406656
Datos de Iundt et al. (1991)					
	Na	Cl		F	SiO ₂
Na	1				
Cl	0.99217552	1			
F	0.9978247	0.99630101		1	
SiO ₂	0.98089595	0.97877697		0.98615579	1
PROMEDIO DE COEFICIENTE DE CORRELACIÓN					
	Na	Cl		F	SiO ₂
	0.99029872	0.9890845		0.99342716	0.9819429