

Anexo H-2

Informe de parámetros físico-químicos histórico

1 ANEXO: COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

En este Anexo se complementa el capítulo 6.1.8 de composición química. A continuación, se presentan y analizan los datos históricos de los parámetros fisicoquímicos in situ de oxígeno disuelto (O.D.) y SDT. Además, se presentan los parámetros fisicoquímicos de laboratorio de pH y conductividad eléctrica. Además, se muestran y analizan los elementos mayoritarios, minoritarios y trazas totales.

1.1 Sector La Punta – La Brava

1.1.1 Parámetros Fisicoquímicos *in situ*

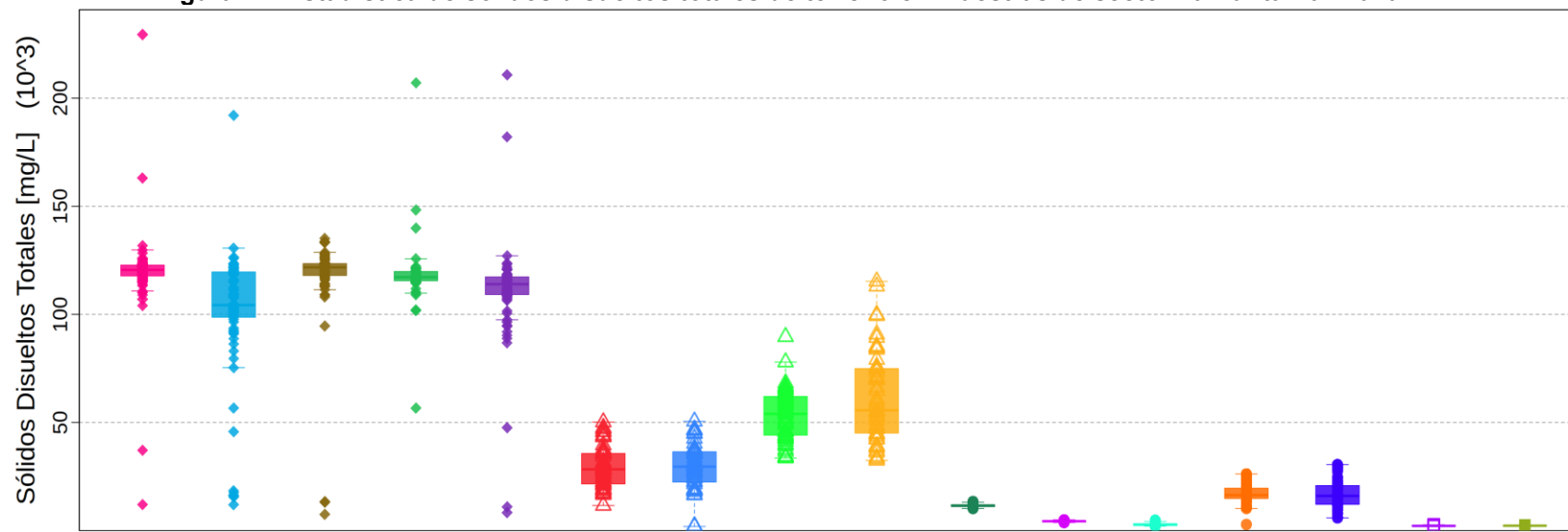
1.1.1.1 *Sólidos Disueltos Totales in situ*

En la Figura 1-1 y Figura 1-2 se presentan los resultados de SDT in situ en el Sector La Punta-La Brava, las cuales presentan un grado de estacionalidad, marcado en aguas superficiales.

Respecto a las aguas superficiales, se observan medianas entre 2.154 mg/l en el punto LM-16 y 55.630 mg/l en el punto LM-04, con las muestras superficiales intermedias con valores más elevados que las muestras de agua dulce, lo cual es consistente con la clasificación de estas aguas a partir de la CE.

Para las aguas subterráneas, se observa que existe un rango mucho más amplio en los SDT con medianas entre 2.242 mg/l en el pozo MP-09A y 120.700 mg/l en el pozo MP-01B, con las muestras subterráneas de salmuera las que poseen los valores más elevados, seguido de las aguas subterráneas salobres y finalmente por la muestra de agua dulce subterránea.

Figura 1-1 Estadística de sólidos disueltos totales de terreno en muestras de sector La Punta-La Brava.



	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	LM-16	MP-09A
N° Datos	82	81	82	52	83	54	50	51	53	79	75	76	80	56	53	48
RQ	4.926	20.910	5.425	4.150	8.194	13.978	13.893	17.900	29.850	880	346	775	4.752	8.542	224	100
Max	229.450	192.075	135.100	207.090	210.795	50.180	50.540	89.669	115.300	13.430	4.960	4.810	26.180	30.520	2.795	2.630
P75	122.752	119.600	123.500	119.775	117.350	35.666	36.456	62.035	74.950	11.975	4.462	3.156	19.600	20.765	2.332	2.296
Mediana	120.550	104.300	121.750	117.200	114.000	28.320	29.540	53.970	55.630	11.530	4.339	2.741	16.440	16.055	2.160	2.242
P25	117.825	98.690	118.075	115.625	109.156	21.688	22.562	44.135	45.100	11.095	4.116	2.382	14.848	12.222	2.108	2.195
Min	12.090	11.990	7.492	56.660	8.311	11.590	1.880	33.520	32.460	10.200	3.741	2.005	2.812	5.860	2.024	2.092

Salmuera

Intermedia

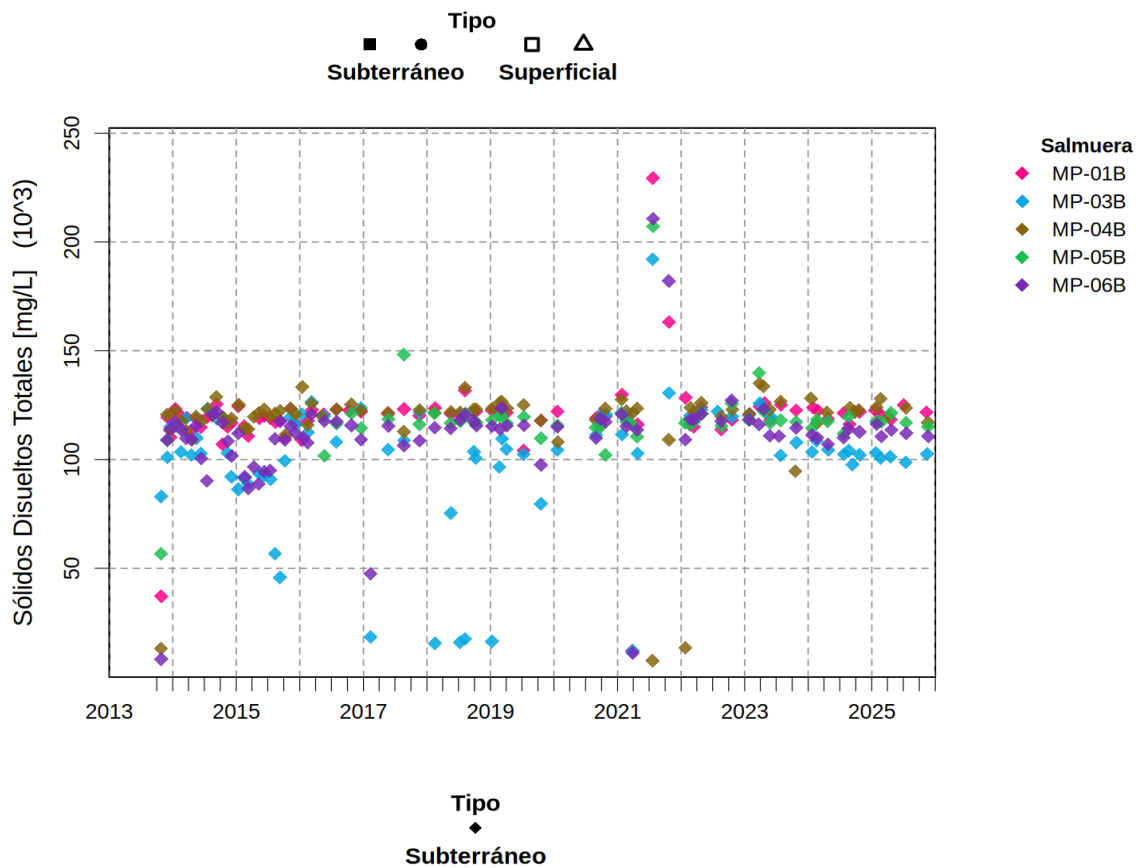
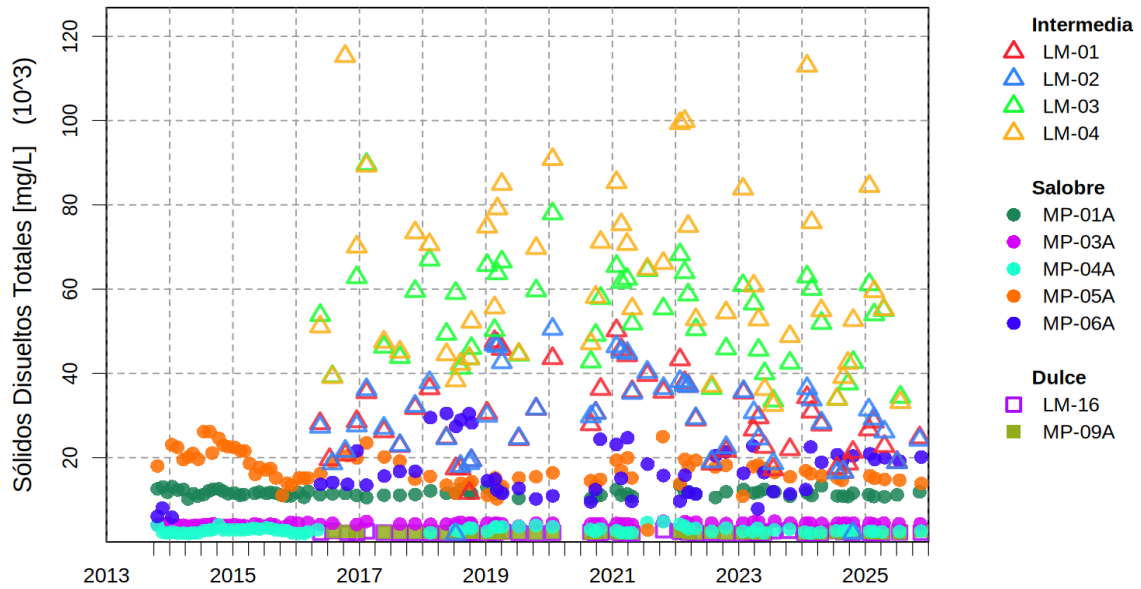
Salobre

Dulce

Período: oct-2013 - nov-2025

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-2 Variación temporal de sólidos disueltos totales de terreno en muestras de sector La Punta-La Brava. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



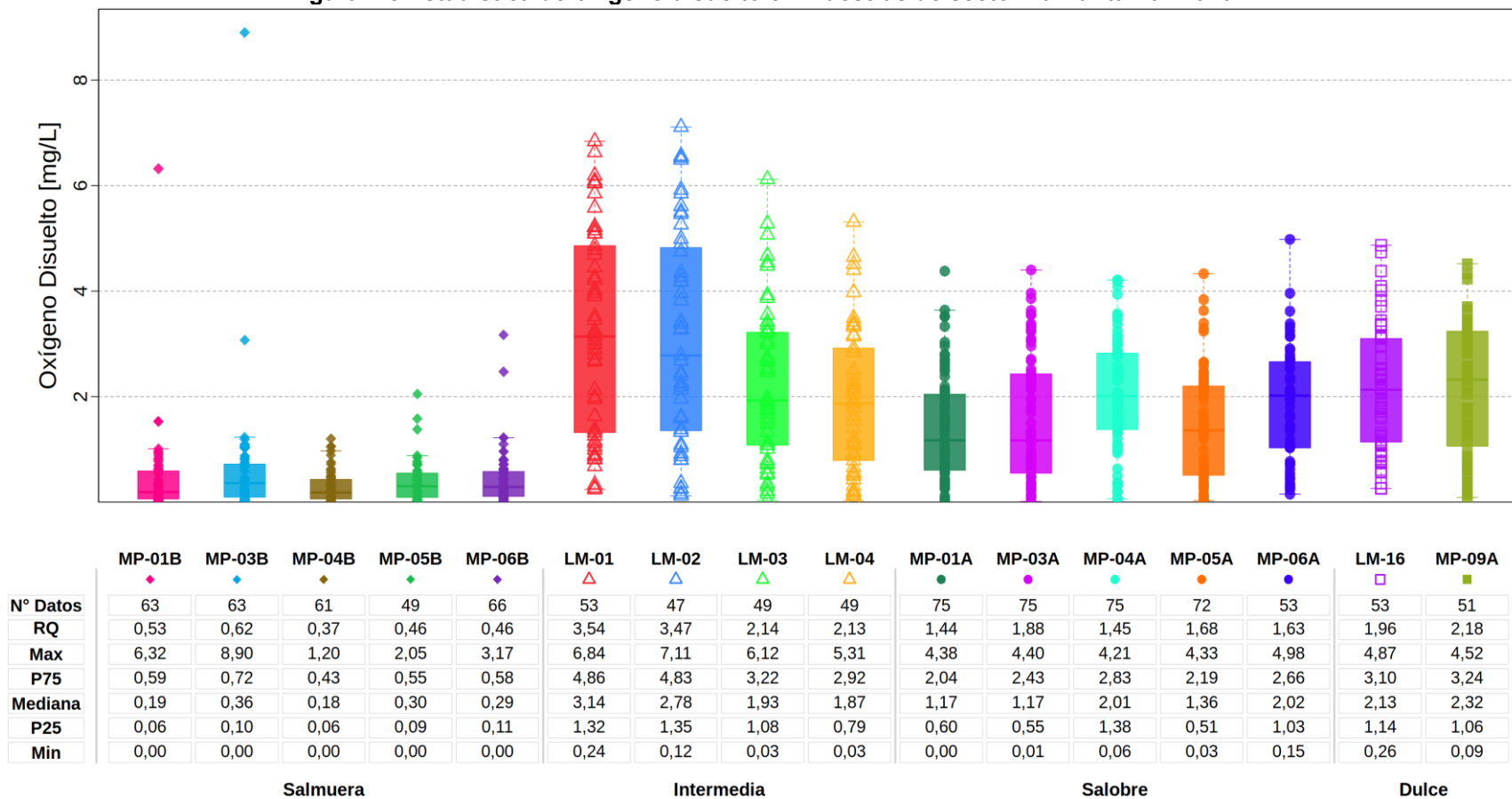
Fuente: Elaboración propia

1.1.1.2 *Oxígeno Disuelto in situ*

En la Figura 1-3 y Figura 1-4 se presentan los resultados de oxígeno disuelto situ en el Sector La Punta-La Brava, las cuales presentan un grado de estacionalidad leve. Respecto a las aguas superficiales, se observan medianas entre 1,87 mg/l en el punto LM-04 y 3,14 mg/l en el punto LM-01, sin una tendencia clara respecto al tipo de agua.

Para las aguas subterráneas, se observan valores en general más bajos con medianas entre 0,18 mg/l en el pozo MP-04B y 2,32 mg/l en el pozo MP-09A, con las muestras subterráneas de salmuera las que poseen los valores más bajos, seguido de las aguas subterráneas salobres y finalmente por la muestra de agua dulce subterránea.

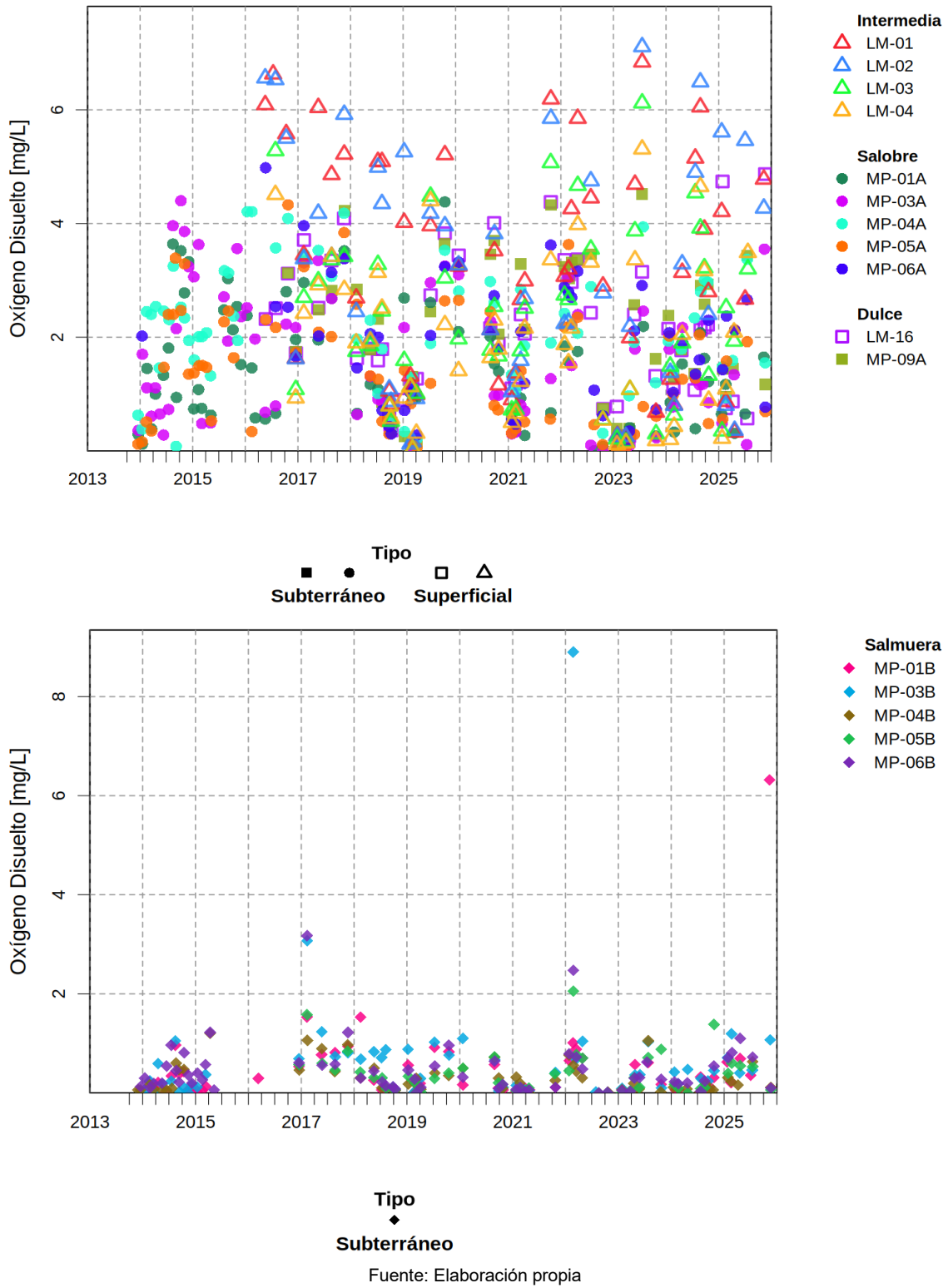
Figura 1-3 Estadística de oxígeno disuelto en muestras de sector La Punta-La Brava.



Período: nov-2013 - nov-2025

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-4 Variación temporal de oxígeno disuelto en muestras de sector La Punta-La Brava. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



1.1.2 Parámetros Físicoquímicos de laboratorio

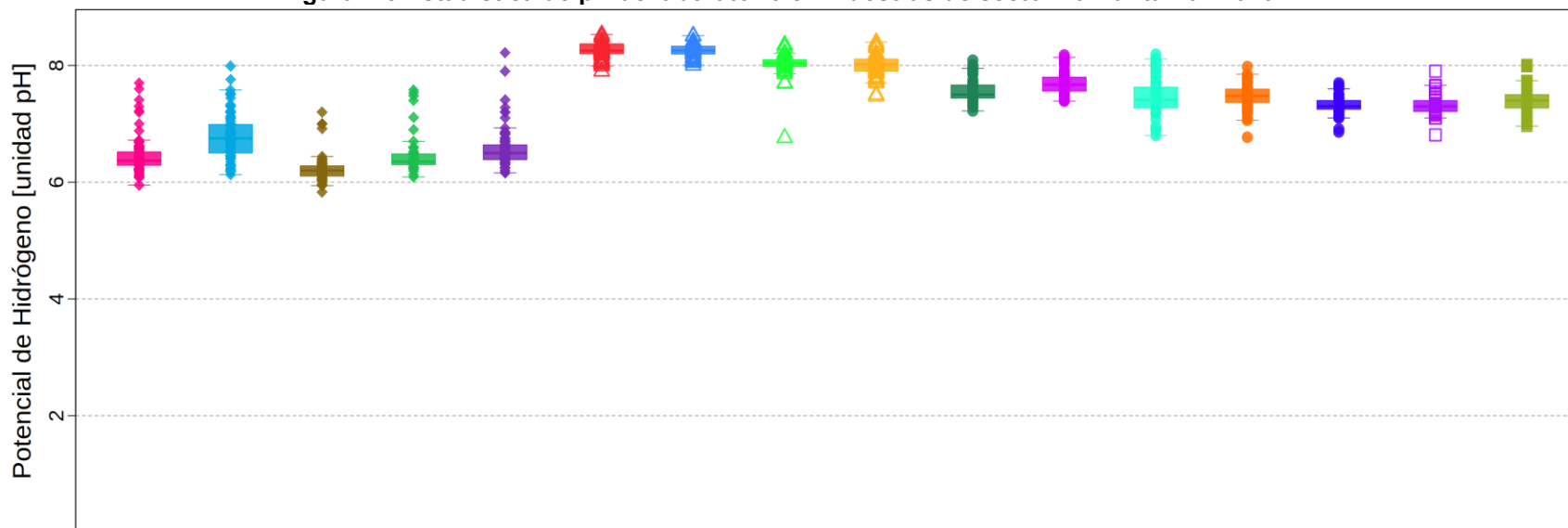
1.1.2.1 pH de Laboratorio

Los resultados de pH de laboratorio para el Sector La Punta-La Brava muestran un comportamiento distintivo entre aguas superficiales y subterráneas. En general, las muestras presentan un cierto grado de estacionalidad tanto en aguas superficiales como subterráneas. Dentro de las aguas superficiales se observan 2 tendencias. La primera de ellas corresponde a las aguas intermedias, las cuales presentan los pH más elevados del sector, con medianas entre 8,02 (LM-04) y 8,25 (LM-01 y LM-02). Por otro lado, el punto LM-16 (agua superficial dulce) posee una mediana de pH de 7,3.

Respecto a las aguas subterráneas, la tendencia general muestra que poseen valores de pH más bajos que las aguas superficiales, con 2 grupos marcados. Por un lado, se tienen las aguas subterráneas de salmuera con medianas entre 6,35 en el pozo MP-05B y 6,75 en el pozo MP-03B. Por otro lado, se tienen las aguas subterráneas salobres y dulce con medianas entre 7,3 (MP-06A) y 7,67 (MP-03A). Se identifica que las muestras subterráneas de aguas dulce y salobre poseen valores de pH marcadamente más elevados que las muestras subterráneas de salmuera.

Los resultados de pH medidos en laboratorio son un poco mayores en magnitud que los parámetros medidos *in situ*. Lo anterior es debido a que las condiciones del medio, temperatura y otros, hacen que varíen las concentraciones de los parámetros medidos en laboratorio, respecto a las medidas *in situ*. Las tendencias discutidas anteriormente se pueden observar en la Figura 1-5 y Figura 1-6

Figura 1-5 Estadística de pH de laboratorio en muestras de sector La Punta-La Brava.

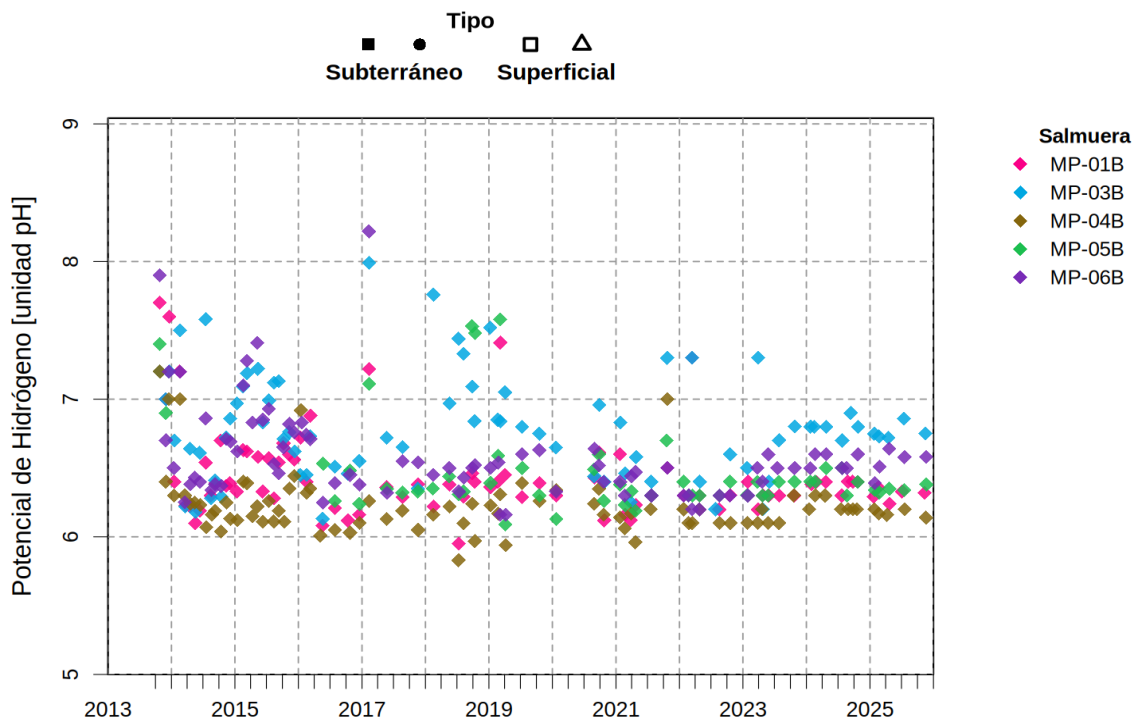
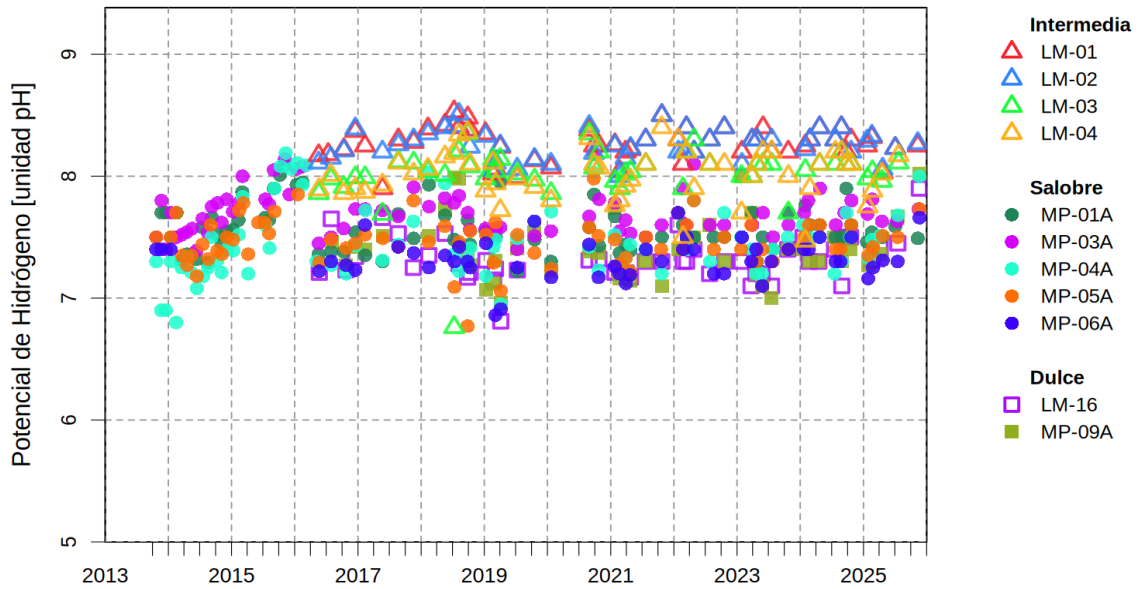


	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	LM-16	MP-09A
N° Datos	83	81	84	55	83	54	48	49	53	79	77	82	75	53	48	50
RQ	0,23	0,49	0,16	0,19	0,25	0,17	0,13	0,12	0,21	0,22	0,24	0,35	0,23	0,15	0,19	0,23
Max	7,70	7,99	7,20	7,58	8,22	8,53	8,51	8,35	8,40	8,09	8,18	8,19	7,98	7,70	7,90	8,02
P75	6,52	6,99	6,27	6,49	6,64	8,37	8,33	8,10	8,11	7,67	7,80	7,62	7,59	7,40	7,40	7,50
Mediana	6,37	6,75	6,20	6,35	6,50	8,25	8,25	8,04	8,02	7,50	7,67	7,41	7,48	7,30	7,30	7,40
P25	6,29	6,50	6,11	6,30	6,38	8,20	8,20	7,98	7,90	7,44	7,56	7,28	7,37	7,25	7,21	7,27
Min	5,95	6,13	5,83	6,09	6,16	7,90	8,00	6,76	7,47	7,22	7,39	6,80	6,77	6,86	6,81	6,96
	Salmuera					Intermedia				Salobre				Dulce		

Período: oct-2013 - nov-2025

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-6 Variación temporal de pH de laboratorio en muestras de sector La Punta-La Brava. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



Tipo
◆
Subterráneo

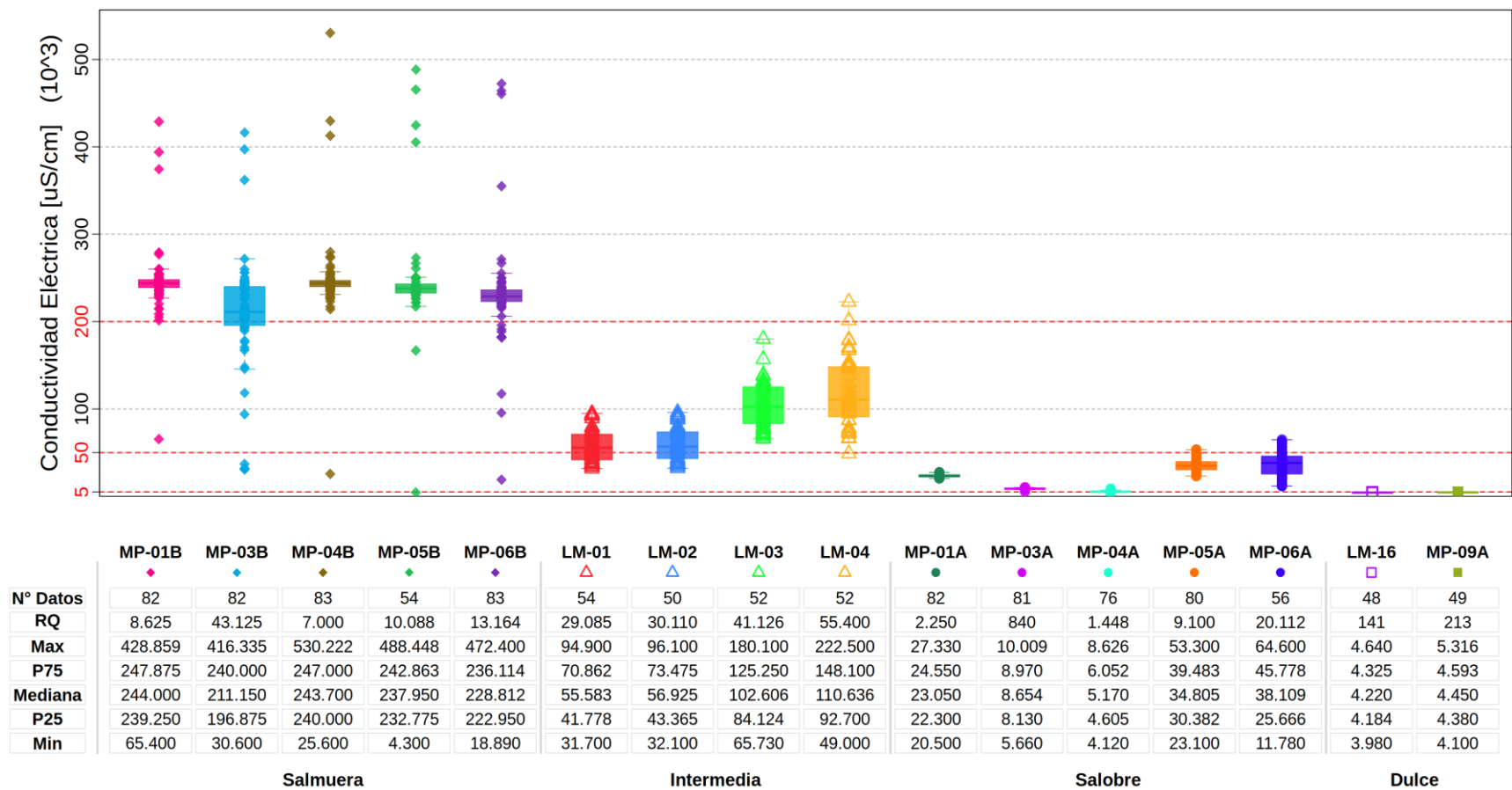
Fuente: Elaboración propia

1.1.2.2 Conductividad Eléctrica de Laboratorio

La conductividad eléctrica de laboratorio del sector La Punta-La Brava se puede observar en la Figura 1-7 y Figura 1-8. Por un lado, respecto a las aguas superficiales intermedias se tienen 2 grupos, los puntos LM-01 y LM-02 presentan valores de CE con medianas de 55.583 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 56.925 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que los puntos LM-03 y LM-04 presentan CE más elevadas con medianas de 102.606 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 110.636 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo estos 2 grupos aguas superficiales intermedias. Por otro lado, en el sur, el punto LM-16 (agua superficial dulce), ubicado en Tilopozo, presenta los menores valores de CE en comparación con el resto de las lagunas, registrando una mediana de 4.220 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Respecto a las aguas subterráneas, se observan 3 grupos principales. Los puntos de monitoreo de aguas subterráneas de salmuera presentan medianas que varían entre los 211.150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MP-03B) y los 244.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MP-01B). Por otro lado, las aguas subterráneas salobres muestran una CE con medianas entre 5.170 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MP-04A) y 38.109 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MP-06A). Finalmente, se tiene el pozo MP-09A (agua subterránea dulce) con una mediana de 4.420 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 1-7 Estadística de conductividad eléctrica de laboratorio en muestras de sector La Punta-La Brava.

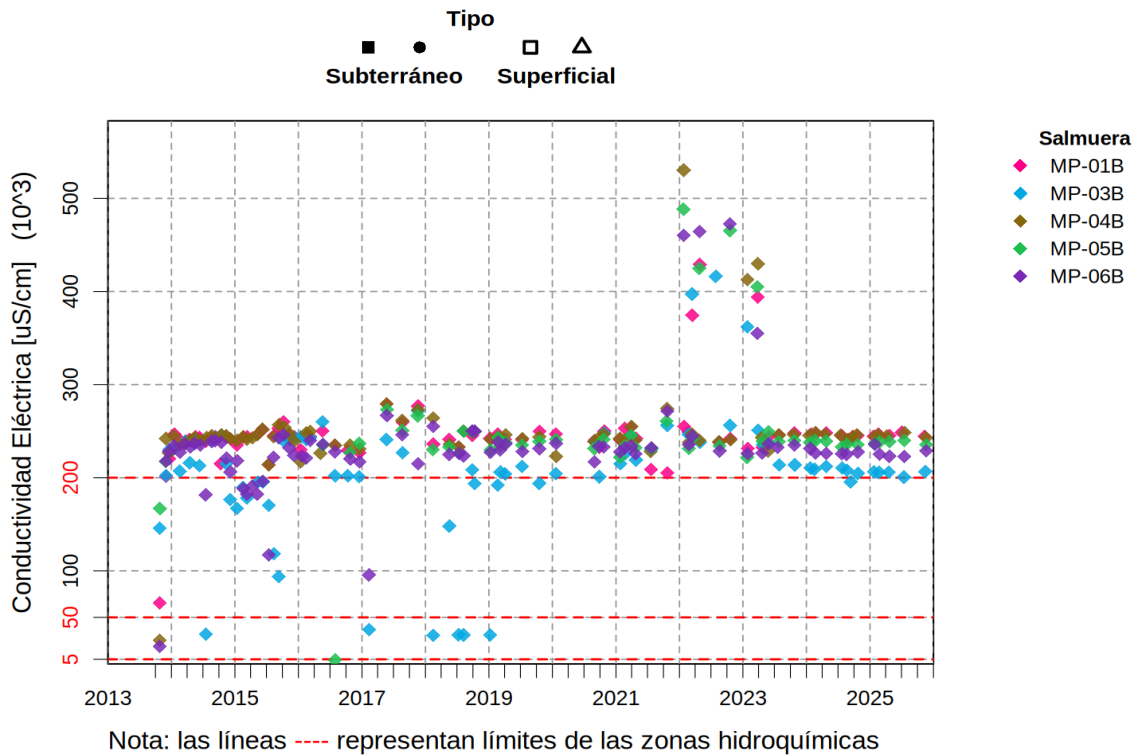
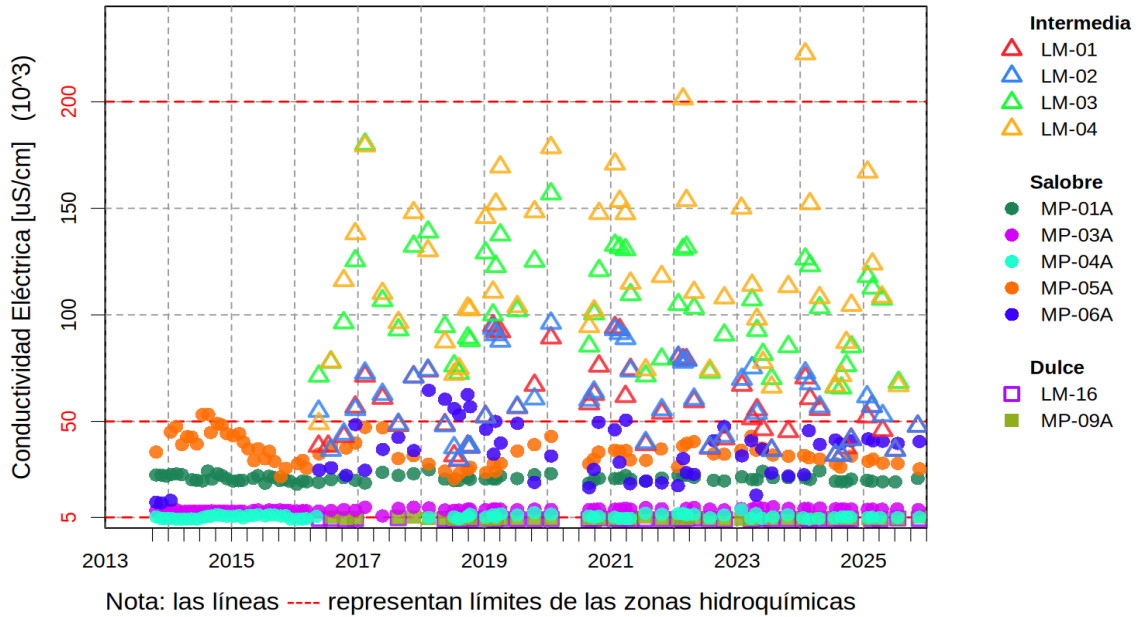


Nota: las líneas ---- representan límites de las zonas hidroquímicas

Período: oct-2013 - nov-2025

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-8 Variación temporal de conductividad eléctrica de laboratorio en muestras de sector La Punta-La Brava. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



Tipo
 ◆
 Subterráneo

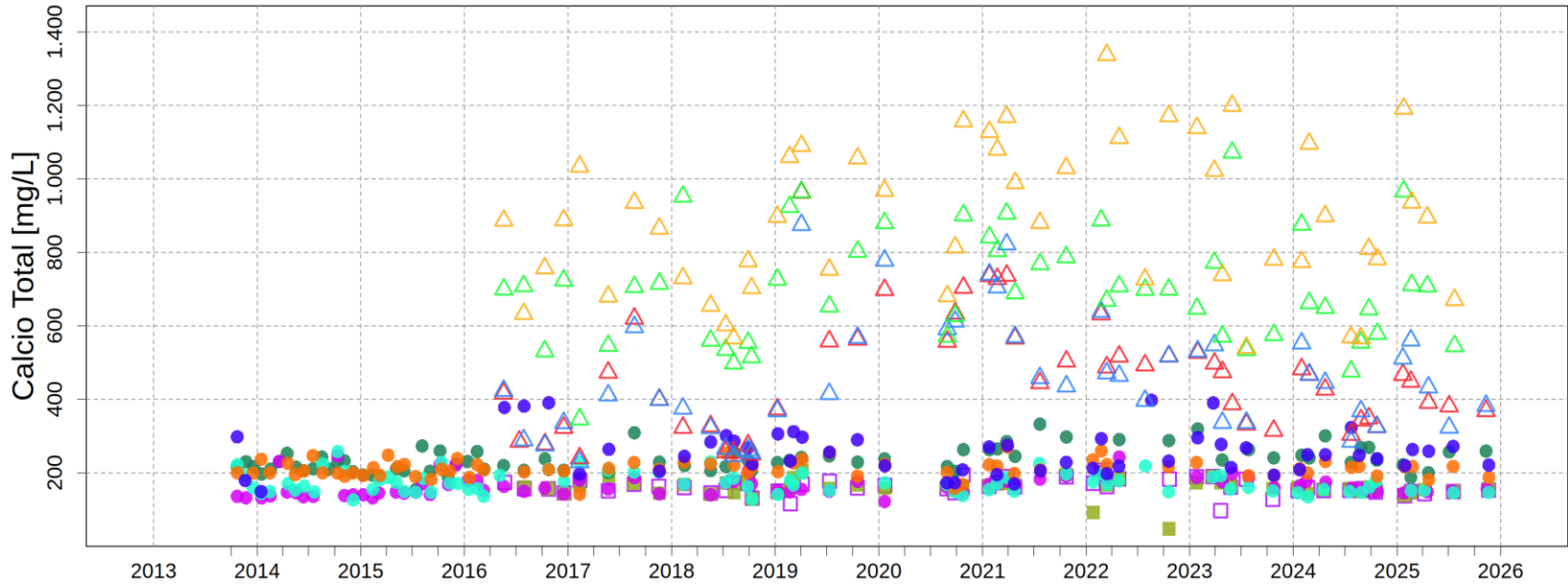
Fuente: Elaboración propia

1.1.3 Elementos Mayoritarios Totales

Los elementos mayoritarios totales analizados corresponden a calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), sodio (Na^+) y potasio (K^+). Una característica común a los cationes considerados es que los pozos que monitorean la salmuera en general presentan las mayores concentraciones, mientras que los pozos correspondientes a aguas dulce y salobres presentan valores semejantes a las concentraciones de las aguas superficiales. Se observa estacionalidad en aguas superficiales, difícil de observar en aguas subterráneas (a excepción de aguas de salmuera en calcio total)

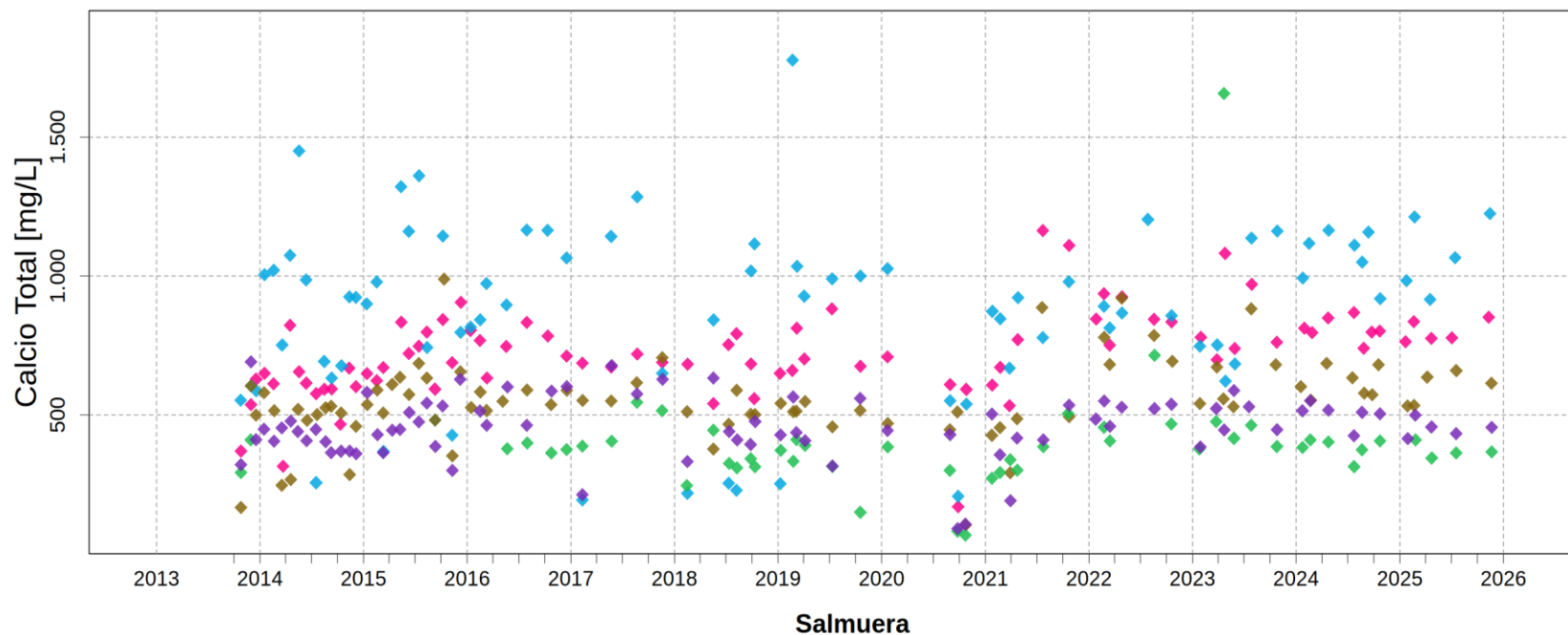
En el caso del calcio total se mantiene la tendencia que muestran las concentraciones de la fracción disuelta con un rango de variación para las aguas superficiales con medianas desde 160 mg/l en el punto LM-16 y 887 mg/l en el punto LM-04. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de calcio totales mayores que las aguas superficiales dulce. Las aguas subterráneas presentan un espectro levemente más amplio, con medianas desde 157 mg/l en el punto MP-03A y 920 mg/l en el punto MP-03B. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de calcio totales notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres y dulce. Las concentraciones de calcio total se observan en la Figura 1-9.

Figura 1-9 Variación temporal de calcio total en muestras de sector La Punta-La Brava. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia				Salobre					Dulce	
	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	LM-16	MP-09A
N° Datos	51	47	51	50	76	76	77	71	54	52	50
RQ	213	220	224	327	47	31	38	24	76	22	21
Max	963	875	1.072	1.337	332	246	258	270	397	207	205
P75	542	557	795	1.059	256	177	188	223	289	173	172
Mediana	448	433	699	887	230	158	169	210	249	160	161
P25	329	336	571	732	209	146	150	199	213	151	151
Min	240	229	346	540	154	122	126	142	149	97	48

Tipo
 ■ ● Subterráneo □ △ Superficial



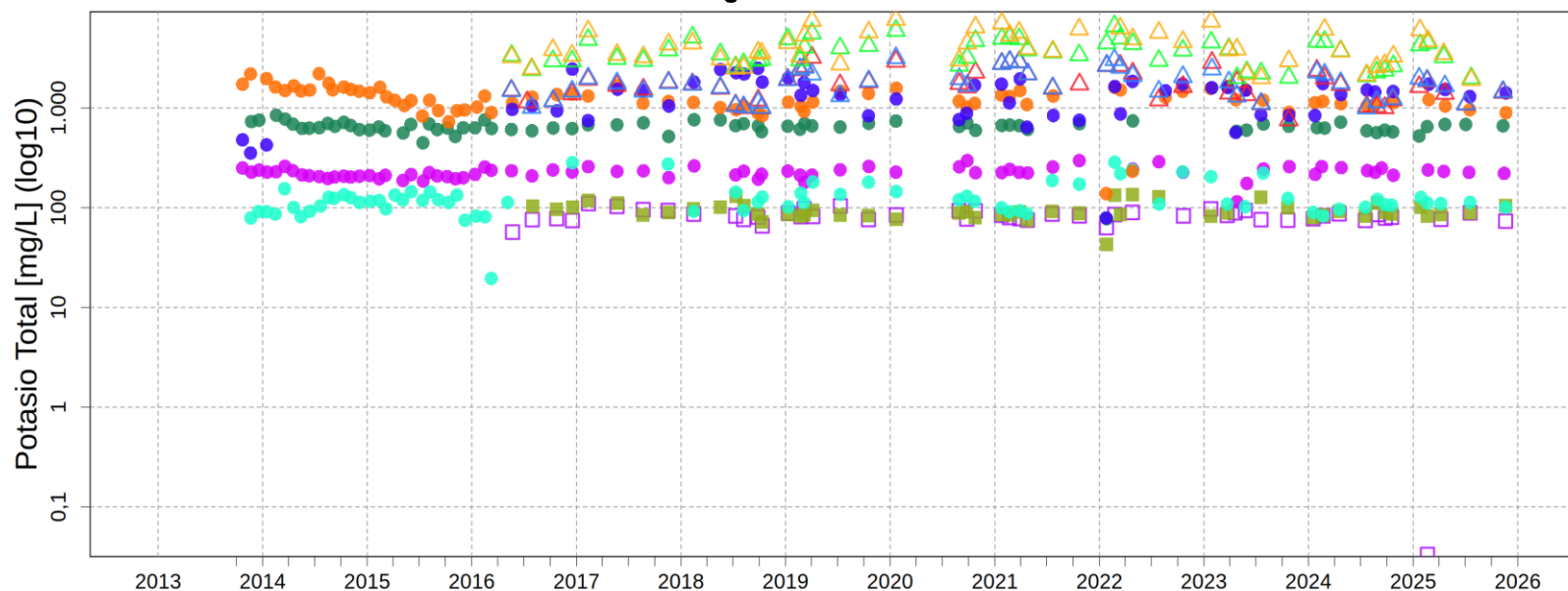
	MP-01B ◆	MP-03B ◆	MP-04B ◆	MP-05B ◆	MP-06B ◆
N° Datos	83	82	83	52	82
RQ	167	387	113	88	119
Max	1.165	1.778	989	1.657	691
P75	808	1.073	615	410	527
Mediana	721	920	540	381	451
P25	641	686	502	322	408
Min	170	194	104	68	90

Tipo
◆
Subterráneo

Fuente: Elaboración propia

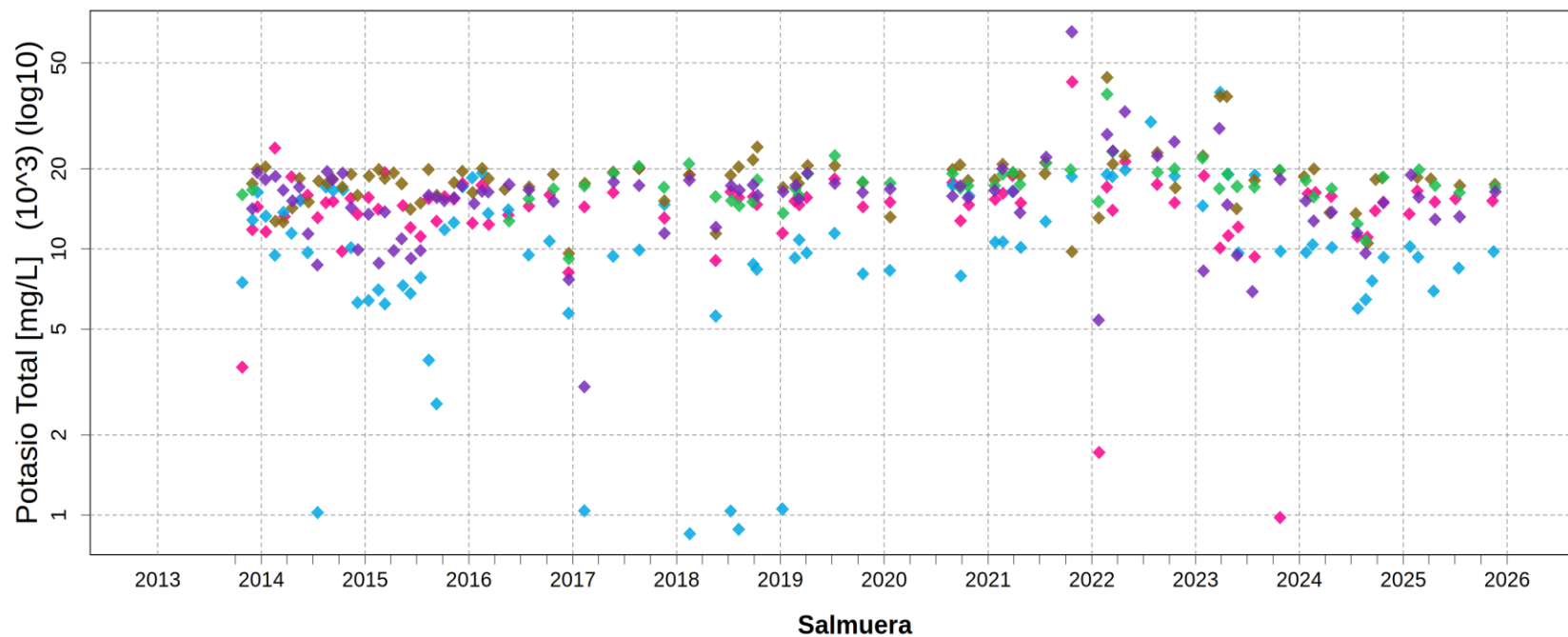
Para el caso del potasio total se presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 83 mg/l en el punto LM-16 y 3.812 mg/l en el punto LM-04. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de potasio total mayores que las aguas superficiales dulces. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con valores medianas entre 89 mg/l en el punto MP-09A y 18.363 mg/l en el punto MP-04B. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de potasio total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres y dulce. Las concentraciones de potasio total se observan en la Figura 1-10.

Figura 1-10 Variación temporal de potasio total en muestras de sector La Punta-La Brava. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia				Salobre					Dulce	
	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	LM-16	MP-09A
N° Datos	53	49	53	50	74	76	75	80	55	50	50
RQ	990	850	1.602	2.489	83	30	37	448	870	12	16
Max	3.205	3.179	6.626	7.680	844	297	285	2.210	2.497	110	135
P75	2.189	2.173	4.548	5.611	691	239	136	1.492	1.731	89	101
Mediana	1.675	1.780	3.618	3.812	654	226	114	1.194	1.446	83	89
P25	1.199	1.323	2.946	3.122	608	209	99	1.044	861	76	85
Min	756	996	1.989	1.917	78	114	20	138	79	0	43

Tipo
 ■ ● Subterráneo □ △ Superficial



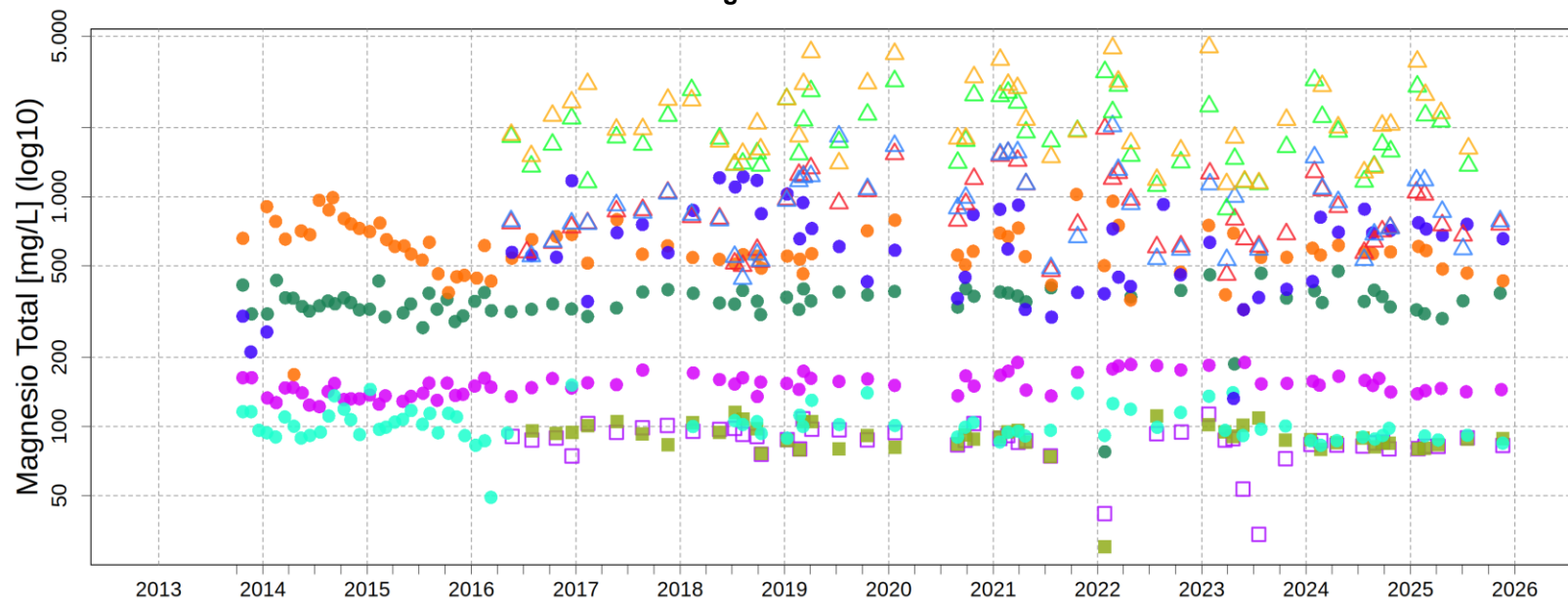
	MP-01B ♦	MP-03B ♦	MP-04B ♦	MP-05B ♦	MP-06B ♦
N° Datos	83	82	81	53	82
RQ	3.238	7.014	2.912	3.206	4.297
Max	42.383	38.720	44.104	38.147	65.478
P75	16.153	14.652	19.900	19.230	17.584
Mediana	14.970	10.001	18.363	17.280	15.884
P25	12.915	7.638	16.988	16.024	13.286
Min	978	851	9.619	9.195	3.032

Tipo
 ♦
 Subterráneo

Fuente: Elaboración propia

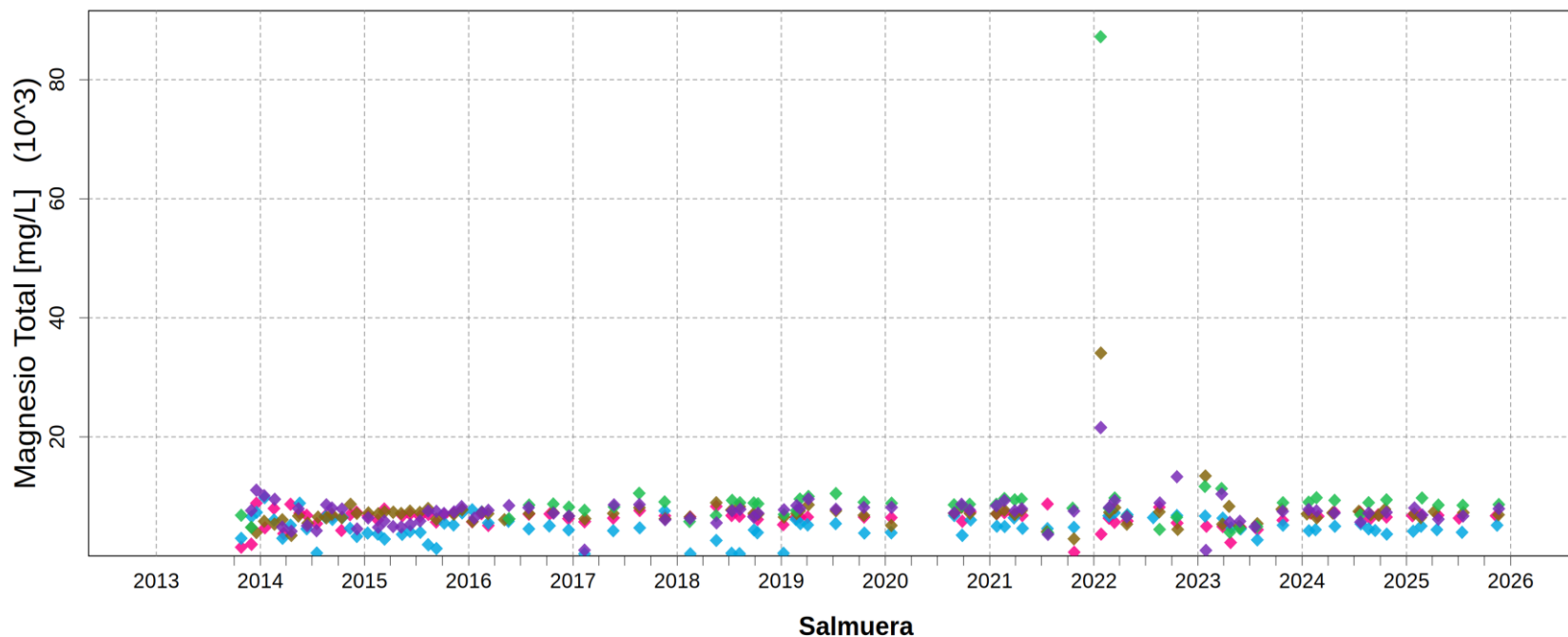
Para el magnesio total se tiene un rango de variación para las aguas superficiales con medianas entre 87 mg/l en el punto LM-16 y 2.043 mg/l en el punto LM-04. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de magnesio total mayores que las aguas superficiales salobres y dulce. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas entre 90 mg/l en el punto MP-09A y 8.676 mg/l en el punto MP-05B. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de magnesio total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres y dulce. Las concentraciones de magnesio total se observan en la Figura 1-11.

Figura 1-11 Variación temporal magnesio total en muestras de sector La Punta-La Brava. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia				Salobre					Dulce	
	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	LM-16	MP-09A
N° Datos	54	49	53	51	76	78	75	79	55	50	48
RQ	458	532	926	1.392	58	23	19	183	409	12	13
Max	1.982	2.032	3.494	4.480	475	190	151	1.024	1.222	113	115
P75	1.118	1.171	2.339	3.009	381	162	111	694	826	94	97
Mediana	811	892	1.794	2.043	351	151	99	575	656	87	90
P25	660	639	1.413	1.617	323	139	91	512	417	82	84
Min	458	440	883	1.136	78	122	49	168	132	34	30

Tipo
 ■ ● Subterráneo □ △ Superficial



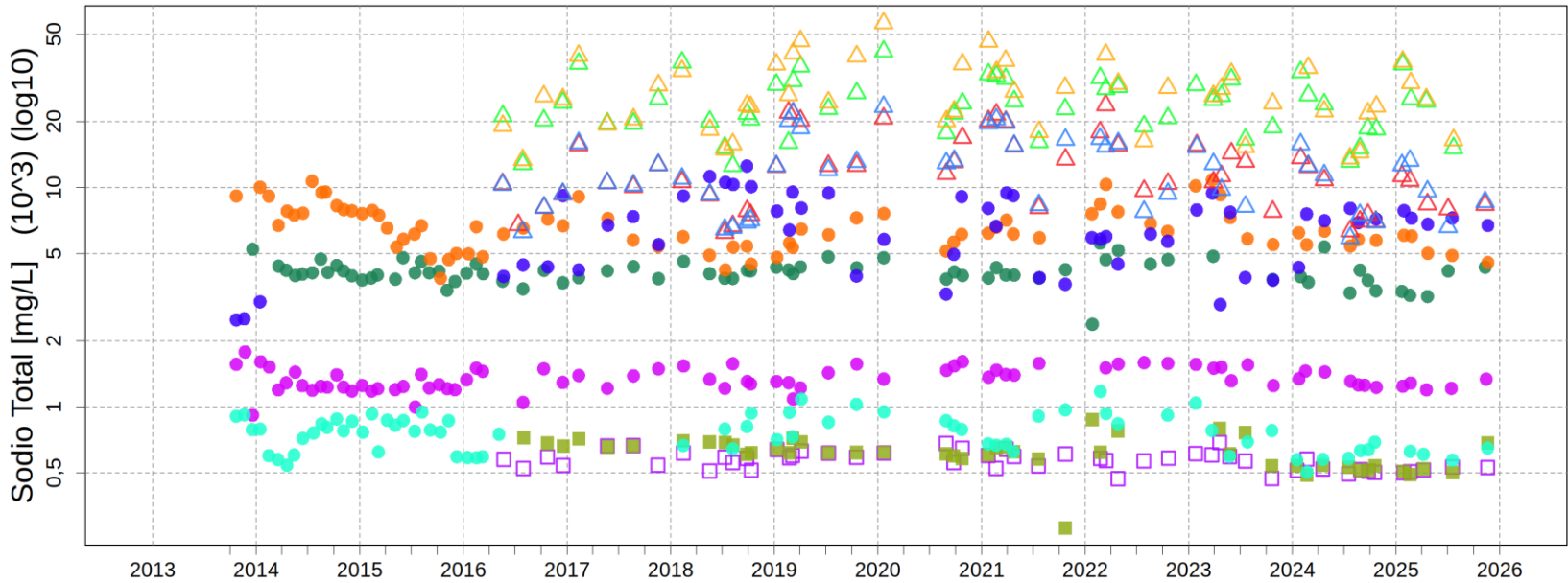
	MP-01B ◆	MP-03B ◆	MP-04B ◆	MP-05B ◆	MP-06B ◆
N° Datos	82	82	82	54	81
RQ	1.181	2.196	1.107	2.297	1.937
Max	8.867	9.779	34.058	87.219	21.575
P75	7.034	6.102	7.519	9.409	8.135
Mediana	6.669	4.726	7.096	8.676	7.522
P25	5.853	3.906	6.412	7.112	6.198
Min	648	369	2.880	3.881	961

Tipo
 ◆
 Subterráneo

Fuente: Elaboración propia

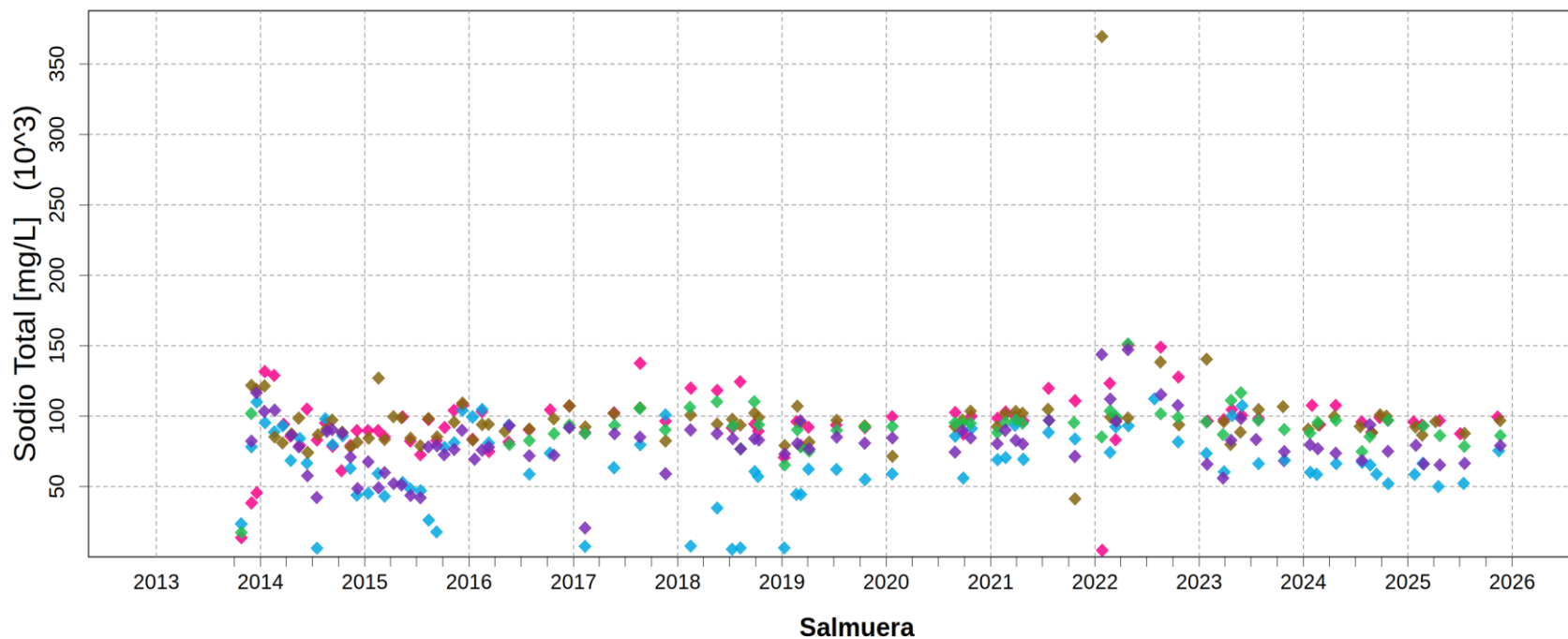
El sodio total presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 577 mg/l en el punto LM-16 y 26.098 mg/l en el punto LM-04. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de sodio total mayores que las aguas superficiales dulces. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 619 mg/l en el punto MP-09A y de 95.826 mg/l en el punto MP-01B. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de sodio total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres y dulce. Las concentraciones de sodio total se observan en la Figura 1-12.

Figura 1-12 Variación temporal sodio total en muestras de sector La Punta-La Brava. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia				Salobre					Dulce	
	LM-01 △	LM-02 △	LM-03 △	LM-04 △	MP-01A ●	MP-03A ●	MP-04A ●	MP-05A ●	MP-06A ●	LM-16 □	MP-09A ■
N° Datos	53	49	52	49	75	79	72	80	56	52	47
RQ	7.106	7.200	10.406	13.985	485	260	234	2.136	3.631	82	144
Max	23.779	23.375	41.805	56.200	5.583	1.779	1.175	10.845	12.540	688	876
P75	15.460	15.530	29.402	34.065	4.338	1.490	865	7.605	8.044	605	684
Mediana	11.288	12.030	24.115	26.098	4.090	1.330	775	6.265	6.769	577	619
P25	8.354	8.330	18.997	20.080	3.853	1.230	631	5.469	4.413	523	540
Min	6.227	5.888	12.570	13.367	2.380	916	504	3.856	2.492	470	281

Tipo
 ■ ● Subterráneo □ △ Superficial



	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	83	82	82	54	81
RQ	16.473	32.111	13.040	10.004	17.906
Max	150.314	112.304	369.385	151.180	147.255
P75	103.023	85.476	100.895	97.103	89.200
Mediana	95.826	66.576	95.516	93.560	79.675
P25	86.550	53.365	87.855	87.100	71.294
Min	4.700	5.486	41.113	17.559	20.700

Tipo
 ♦
 Subterráneo

Fuente: Elaboración propia

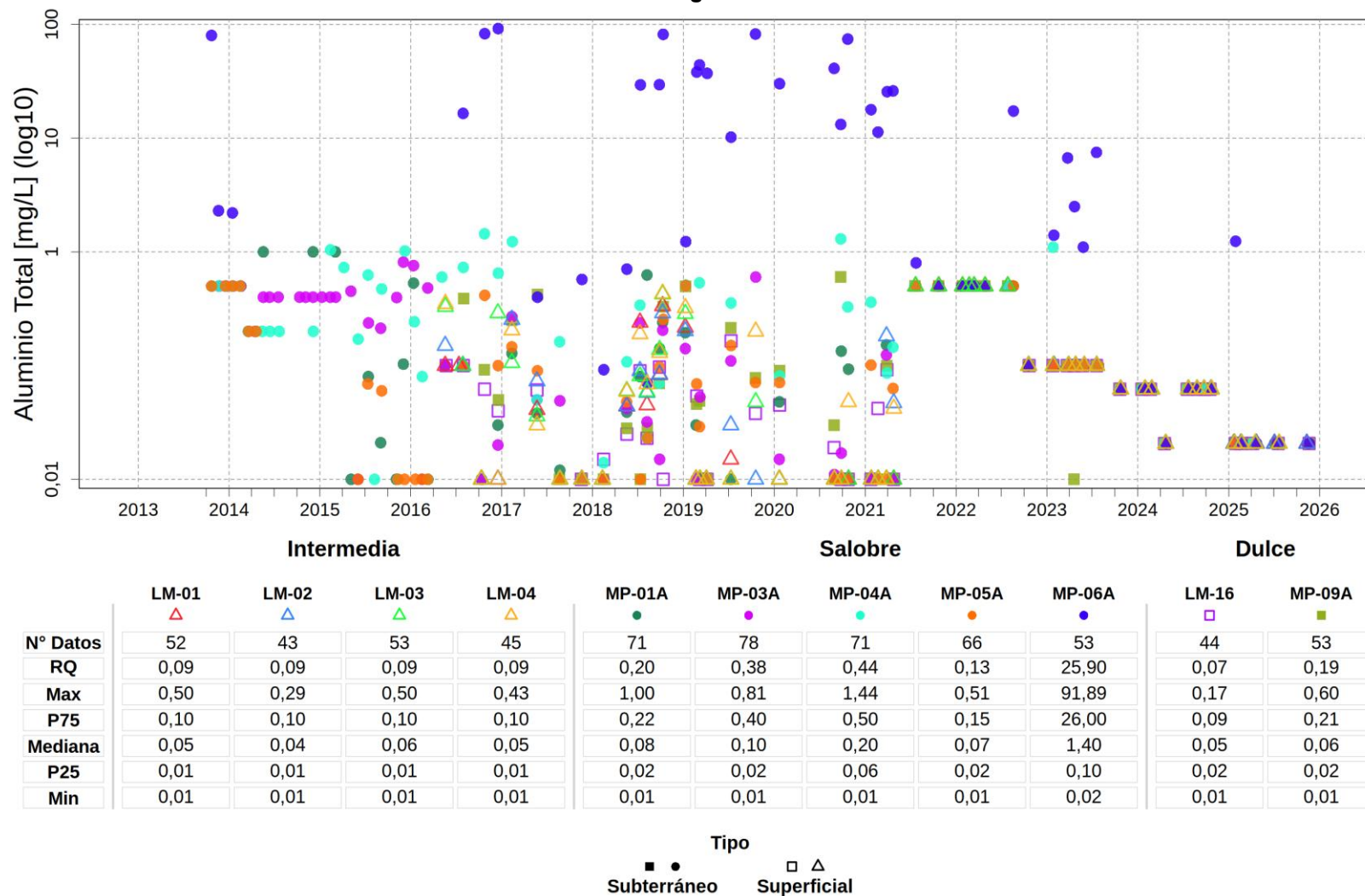
En 2025, los valores de calcio, potasio, magnesio y sodio total se mantienen dentro del rango histórico.

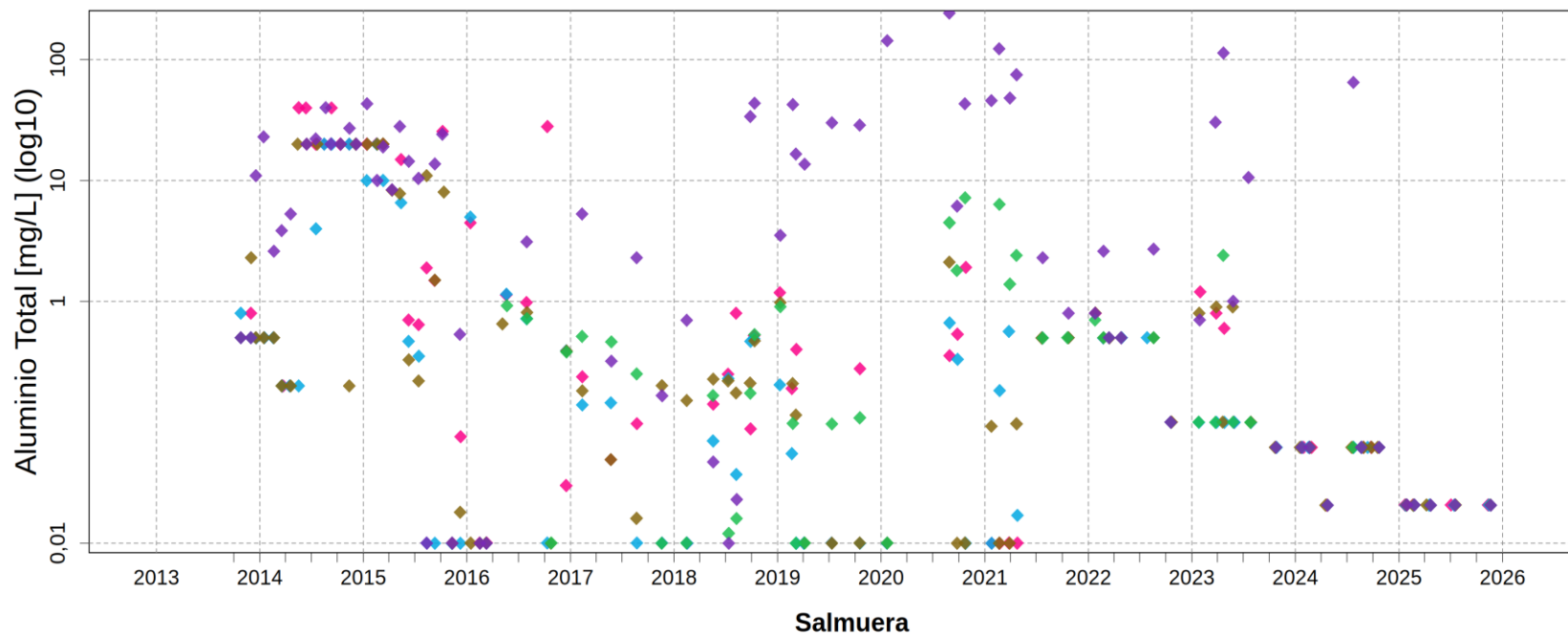
1.1.4 Elementos Minoritarios y Trazas Totales

Dentro de los elementos minoritarios y trazas comprometidos a analizar en su concentración total se encuentran: aluminio (Al), arsénico (As), boro (B), hierro (Fe), litio (Li), silicio (Si) y estroncio (Sr). Respecto del comportamiento temporal de estos parámetros en 2025 en general se mantienen dentro de su variación natural, la cual presenta estacionalidad en algunos de los elementos presentados (como el caso del litio y el boro en aguas superficiales).

Respecto del aluminio total, presenta concentraciones para las aguas superficiales con medianas entre 0,02 mg/l (LM-01) y 0,05 (LM-04 y LM-16). Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 0,06 mg/l en el punto MP-09A y 4,57 mg/l en el punto MP-06B. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de aluminio total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres y dulce, a excepción del punto MP-06A. Las concentraciones de aluminio total se observan en la Figura 1-13.

Figura 1-13 Variación temporal de aluminio total en muestras de sector La Punta-La Brava. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.





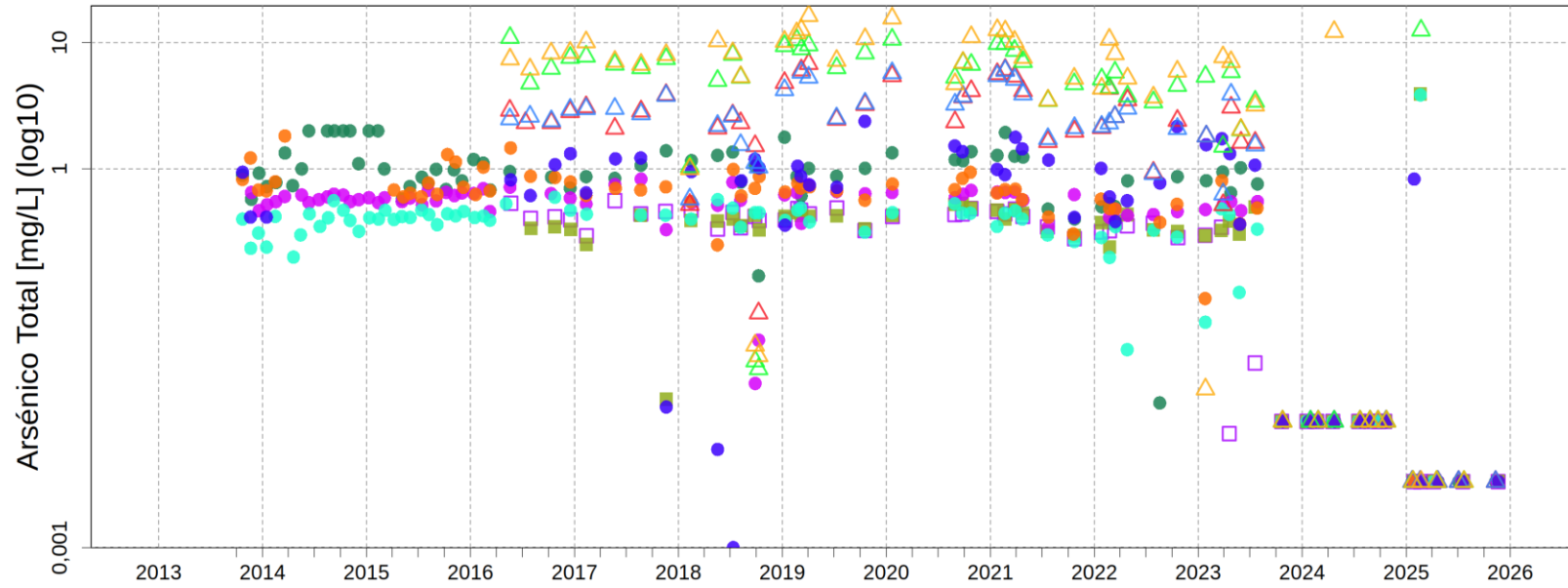
	MP-01B ◆	MP-03B ◆	MP-04B ◆	MP-05B ◆	MP-06B ◆
N° Datos	83	79	82	53	78
RQ	0,99	0,48	0,73	0,44	23,65
Max	40,00	20,00	20,00	7,19	242,00
P75	1,05	0,50	0,76	0,50	23,86
Mediana	0,40	0,10	0,20	0,11	4,57
P25	0,06	0,02	0,03	0,06	0,20
Min	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Tipo
 ◆
 Subterráneo

Fuente: Elaboración propia

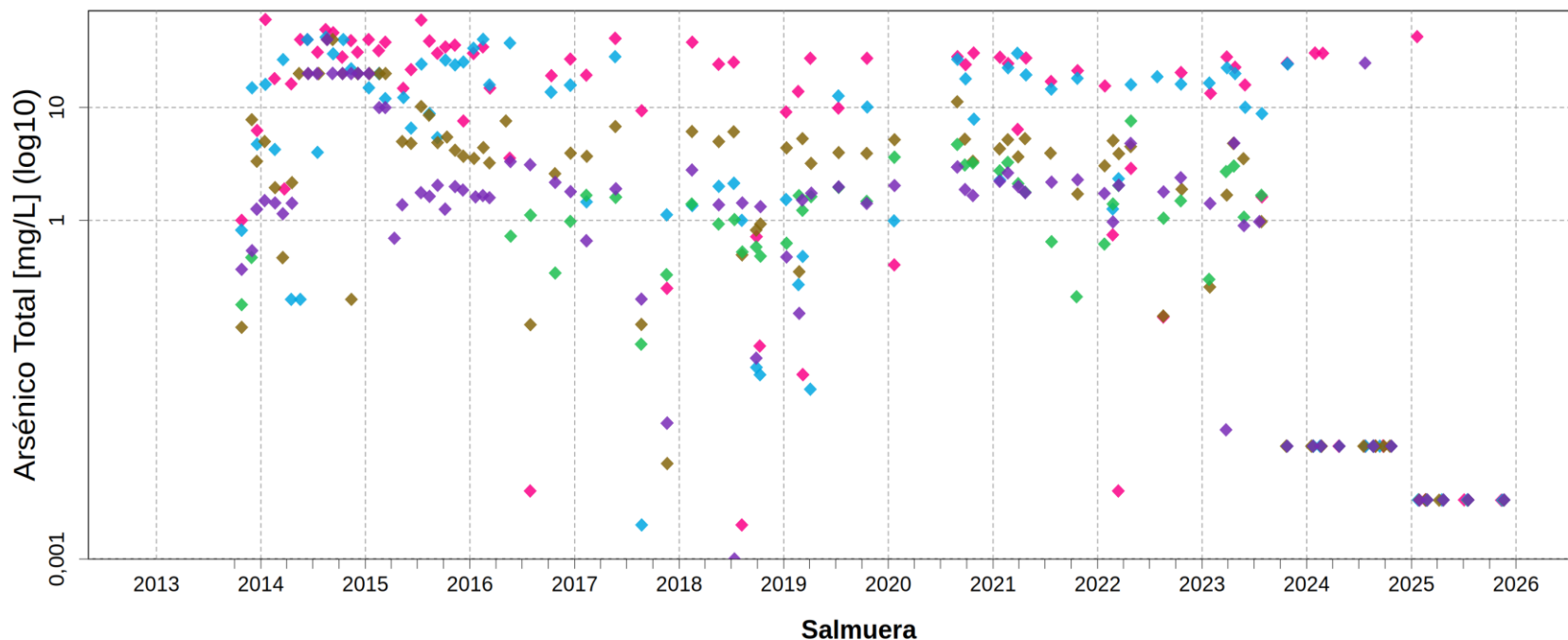
Respecto del arsénico total, presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 0,35 mg/l en el punto LM-16 y 6,83 mg/l en el punto LM-04. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de arsénico total mayores que las aguas superficiales dulces. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 0,35 mg/l en el punto MP-09A y 19,89 mg/l en el punto MP-01B. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de arsénico total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres y dulce. Las concentraciones de arsénico total se observan en la Figura 1-14.

Figura 1-14 Variación temporal de arsénico total en muestras de sector La Punta-La Brava. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia				Salobre					Dulce	
	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	LM-16	MP-09A
N° Datos	53	49	53	52	81	79	79	69	54	53	52
RQ	3,15	2,61	6,56	9,37	0,58	0,20	0,16	0,36	1,05	0,43	0,25
Max	6,80	6,00	12,50	16,30	2,00	0,83	3,85	1,82	2,38	0,56	3,93
P75	3,22	3,24	7,60	10,12	1,16	0,63	0,45	0,77	1,15	0,44	0,43
Mediana	2,31	2,30	5,30	6,83	0,87	0,55	0,40	0,66	0,79	0,35	0,34
P25	0,07	0,63	1,04	0,76	0,57	0,43	0,29	0,41	0,10	0,01	0,18
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tipo
 ■ ● Subterráneo □ △ Superficial



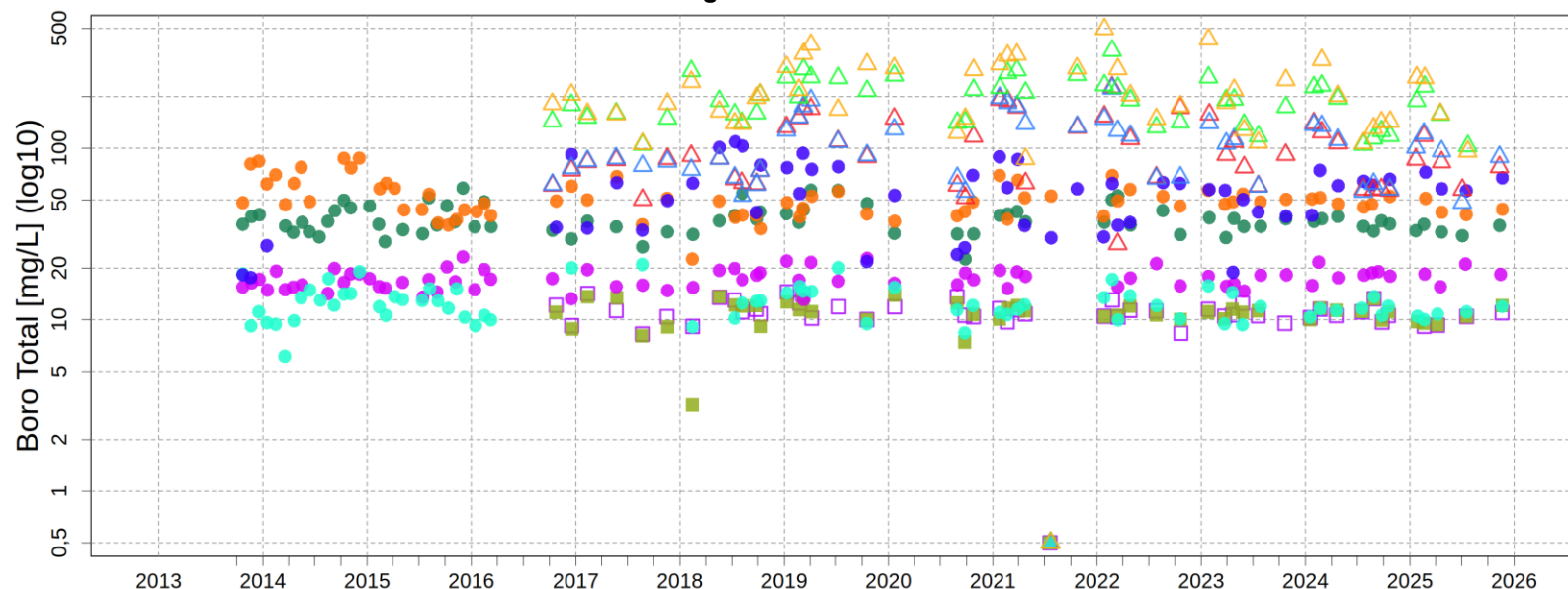
	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	82	81	83	53	82
RQ	28,63	19,18	4,87	1,37	1,64
Max	60,00	42,00	40,00	7,59	40,00
P75	30,32	20,00	5,28	1,67	2,21
Mediana	19,89	10,07	3,70	1,02	1,63
P25	1,69	0,82	0,41	0,30	0,57
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tipo
 ♦
 Subterráneo

Fuente: Elaboración propia

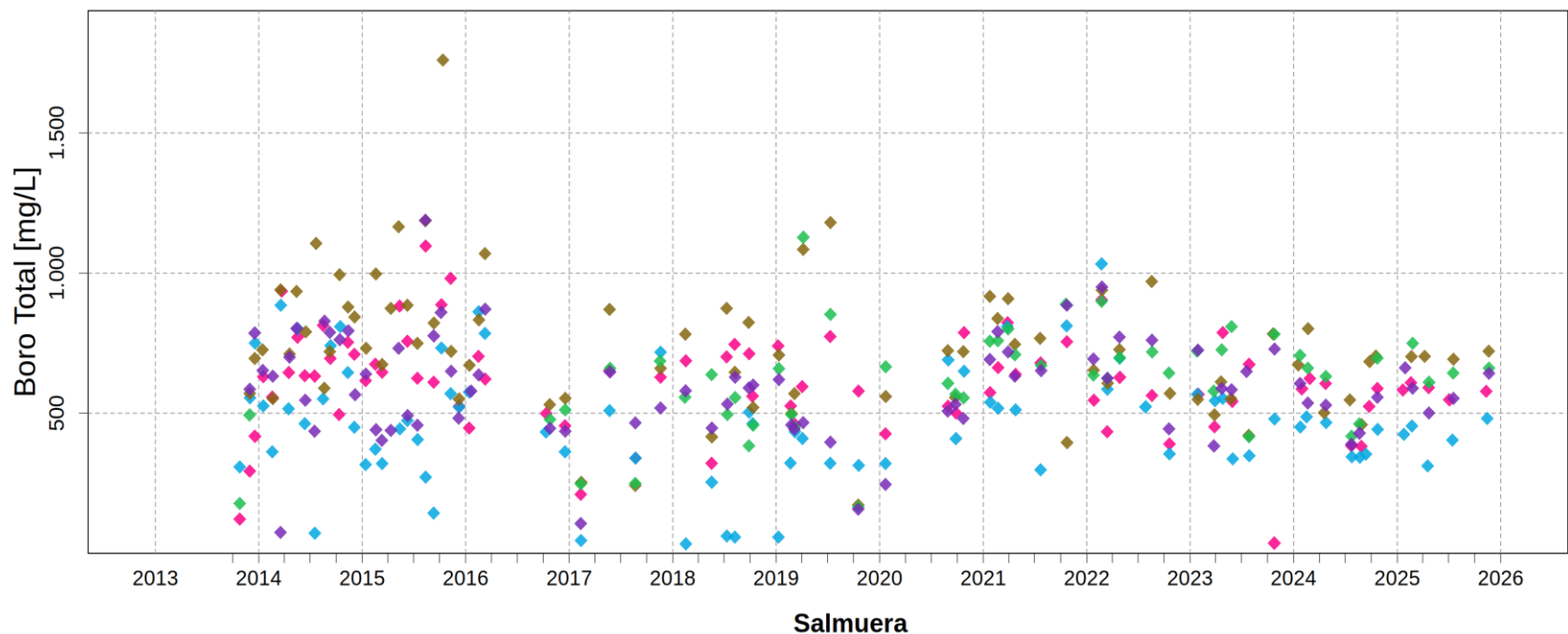
Respecto del boro total, presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 10,8 mg/l en el punto LM-16 y 197 mg/l en el punto LM-04. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de boro total mayores que las aguas superficiales dulces. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 11,07 mg/l en el punto MP-09A y 716 mg/l en el punto MP-04B. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de boro total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres y dulce. Las concentraciones de boro total se observan en la Figura 1-15.

Figura 1-15 Variación temporal de boro total en muestras de sector La Punta-La Brava. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia				Salobre					Dulce	
	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	LM-16	MP-09A
N° Datos	52	48	51	49	76	74	73	74	53	50	48
RQ	69,82	66,38	88,66	146,50	8,43	3,15	3,74	13,97	33,98	1,54	2,02
Max	226,79	223,07	370,73	496,50	58,53	23,24	21,00	87,50	109,00	14,50	13,90
P75	132,25	133,88	230,50	289,50	41,45	18,75	14,10	56,67	69,50	11,83	12,02
Mediana	86,95	93,55	190,75	197,00	37,00	17,18	11,95	48,73	57,98	10,80	11,07
P25	62,43	67,50	141,84	143,00	33,02	15,60	10,36	42,71	35,52	10,29	10,00
Min	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	22,60	17,60	0,50	0,50

Tipo
 ■ ● Subterráneo □ △ Superficial



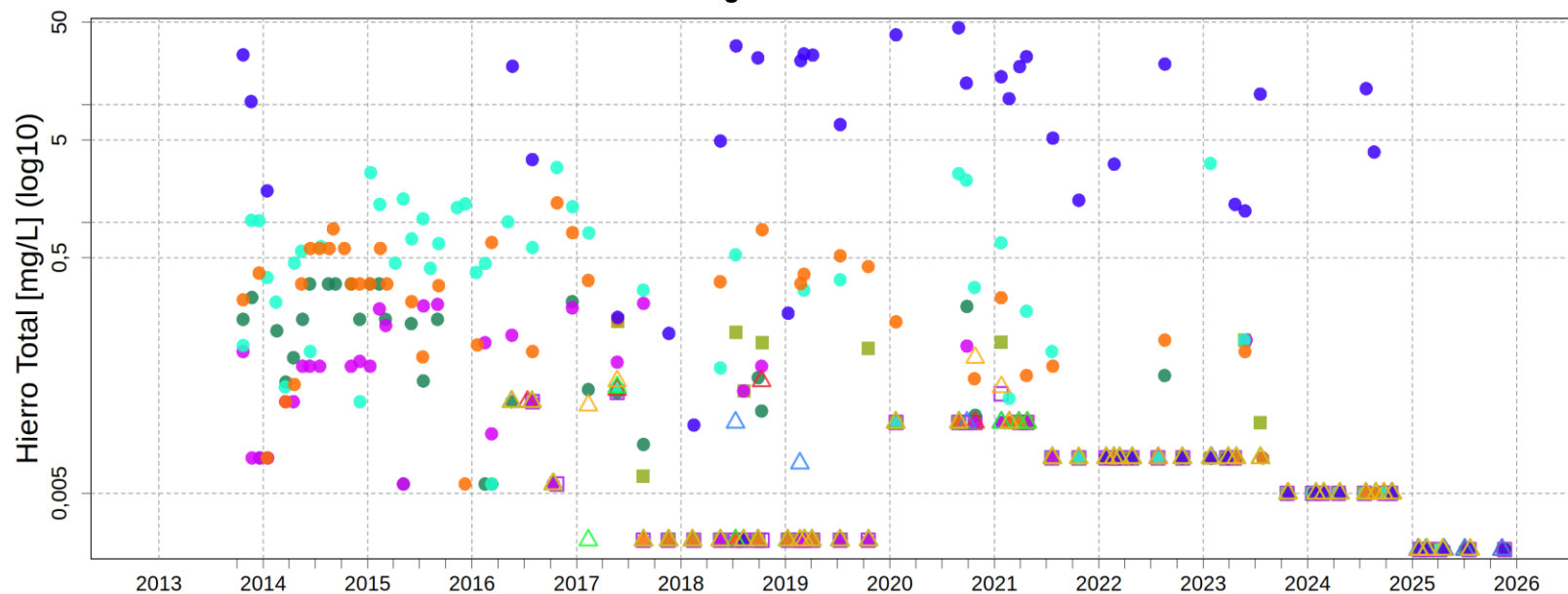
	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	81	80	80	52	80
RQ	176	216	283	216	229
Max	1.097	1.033	1.760	1.128	1.189
P75	701	558	850	711	695
Mediana	611	458	716	640	589
P25	525	342	568	496	466
Min	37	34	172	165	74

Tipo
 ♦
 Subterráneo

Fuente: Elaboración propia

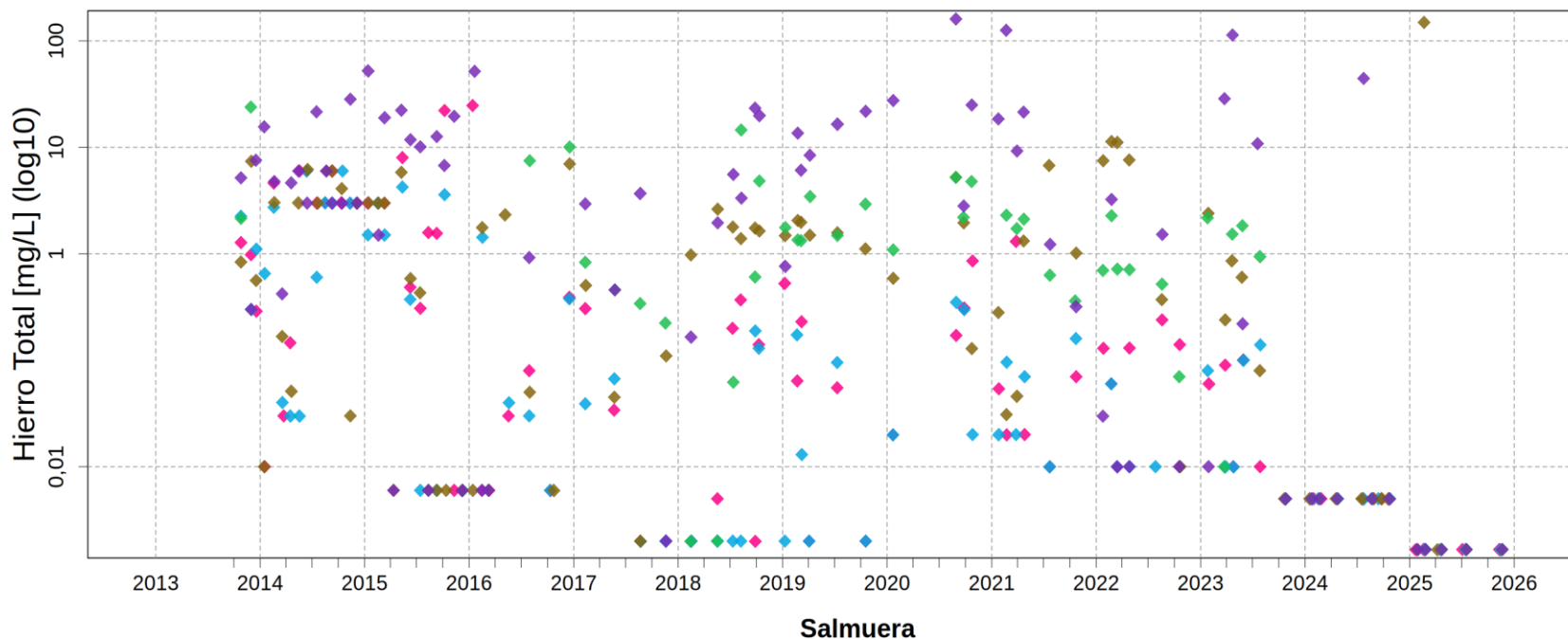
Respecto del hierro total, presenta concentraciones para las aguas superficiales con medianas de 0,01 mg/l para todos los puntos. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 0,01 mg/l (MP-01A, MP-03A y MP-09A) y 3,12 mg/l en el punto MP-06B. Las concentraciones de hierro total se observan en la Figura 1-16

Figura 1-16 Variación temporal de hierro total en muestras de sector La Punta-La Brava. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia				Salobre					Dulce	
	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	LM-16	MP-09A
N° Datos	47	43	47	46	75	71	75	72	49	46	47
RQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,06	0,61	0,29	17,19	0,01	0,02
Max	0,04	0,03	0,04	0,07	0,30	0,20	3,16	1,46	44,90	0,04	0,14
P75	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,06	0,62	0,30	17,20	0,01	0,02
Mediana	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08	0,04	1,85	0,01	0,01
P25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tipo
 ■ ● Subterráneo □ △ Superficial



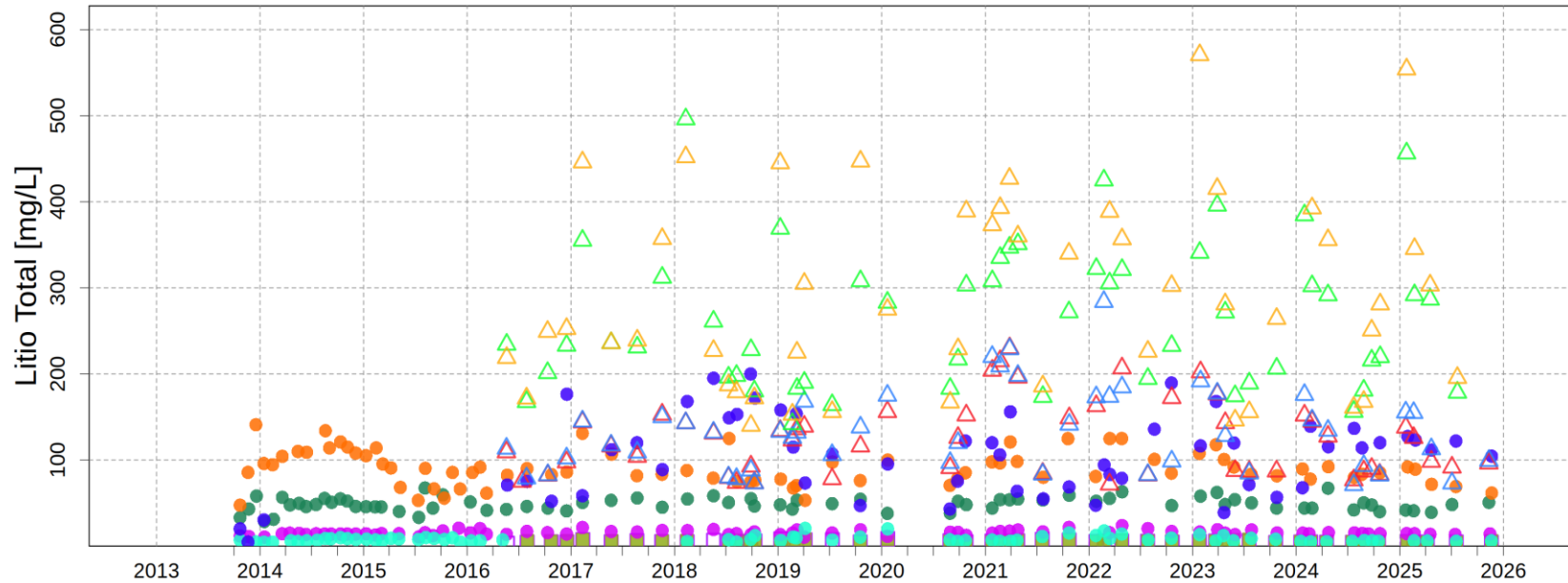
	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	83	79	83	50	80
RQ	0,69	0,32	2,81	2,14	15,81
Max	24,81	6,00	149,60	23,90	160,00
P75	0,69	0,32	2,81	2,17	15,82
Mediana	0,07	0,03	0,60	0,77	3,12
P25	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tipo
 ♦
 Subterráneo

Fuente: Elaboración propia

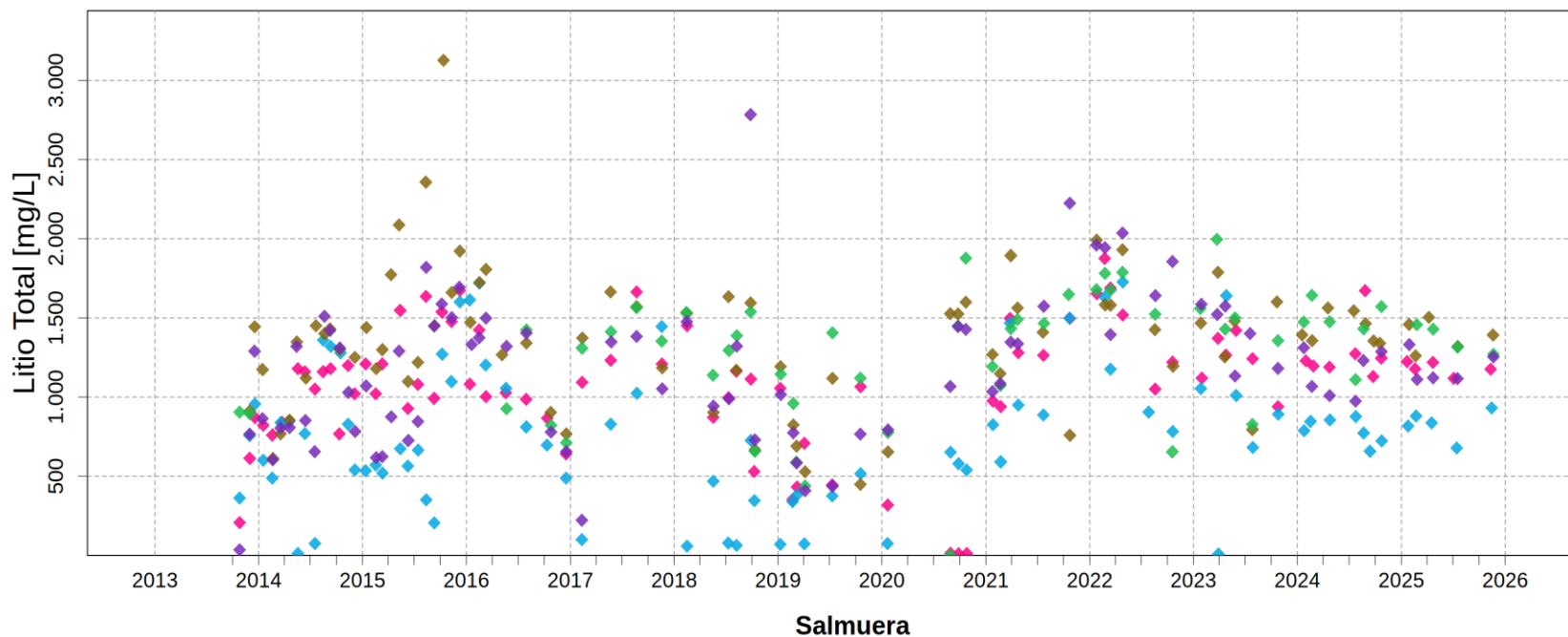
Respecto del litio total, presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 5 mg/l en el punto LM-16 y 269,6 mg/l en el punto LM-04. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de litio total mayores que las aguas superficiales dulces. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 5,49 mg/l en el punto MP-09A y 1.410 mg/l en el punto MP-05B. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de litio total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres y dulce. Las concentraciones de litio total se observan en la Figura 1-17.

Figura 1-17 Variación temporal de litio total en muestras de sector La Punta-La Brava. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia				Salobre					Dulce	
	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	LM-16	MP-09A
N° Datos	53	50	53	50	75	77	71	79	56	53	49
RQ	61,75	70,74	117,51	180,60	9,85	2,81	3,04	24,41	65,67	1,46	1,29
Max	230,00	283,85	496,00	570,56	67,43	23,83	20,50	141,00	200,00	8,57	8,18
P75	148,75	164,88	312,00	369,75	53,95	16,90	9,02	102,46	136,06	5,98	6,02
Mediana	123,00	130,12	236,00	269,60	48,20	14,99	7,12	87,80	111,75	5,00	5,49
P25	87,00	94,14	194,49	189,15	44,10	14,09	5,98	78,05	70,39	4,53	4,72
Min	71,73	71,05	142,00	140,00	28,60	10,50	4,43	47,50	4,69	3,06	4,11

Tipo
 ■ ● Subterráneo □ △ Superficial



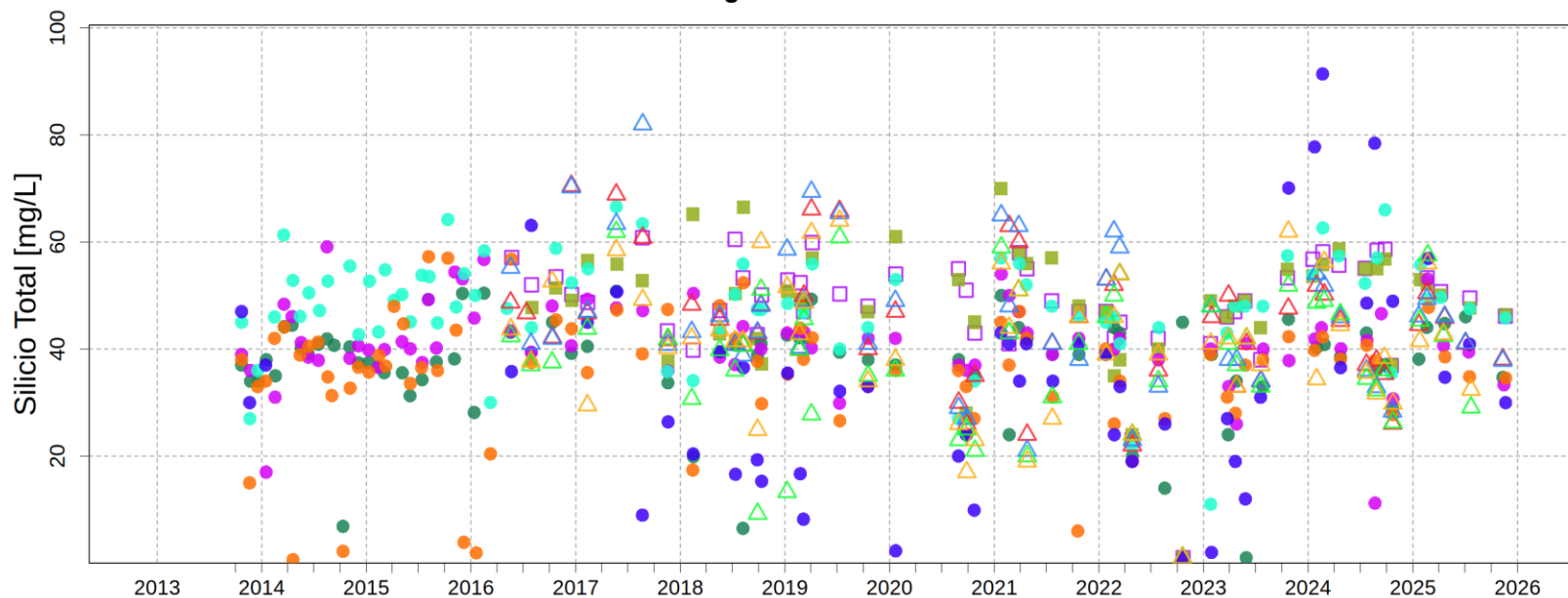
	MP-01B ◆	MP-03B ◆	MP-04B ◆	MP-05B ◆	MP-06B ◆
N° Datos	83	82	82	54	83
RQ	322	437	387	436	575
Max	1.876	1.727	3.128	1.996	2.784
P75	1.256	954	1.563	1.518	1.424
Mediana	1.131	772	1.392	1.410	1.232
P25	934	518	1.176	1.082	848
Min	10	8	450	2	35

Tipo
◆
Subterráneo

Fuente: Elaboración propia

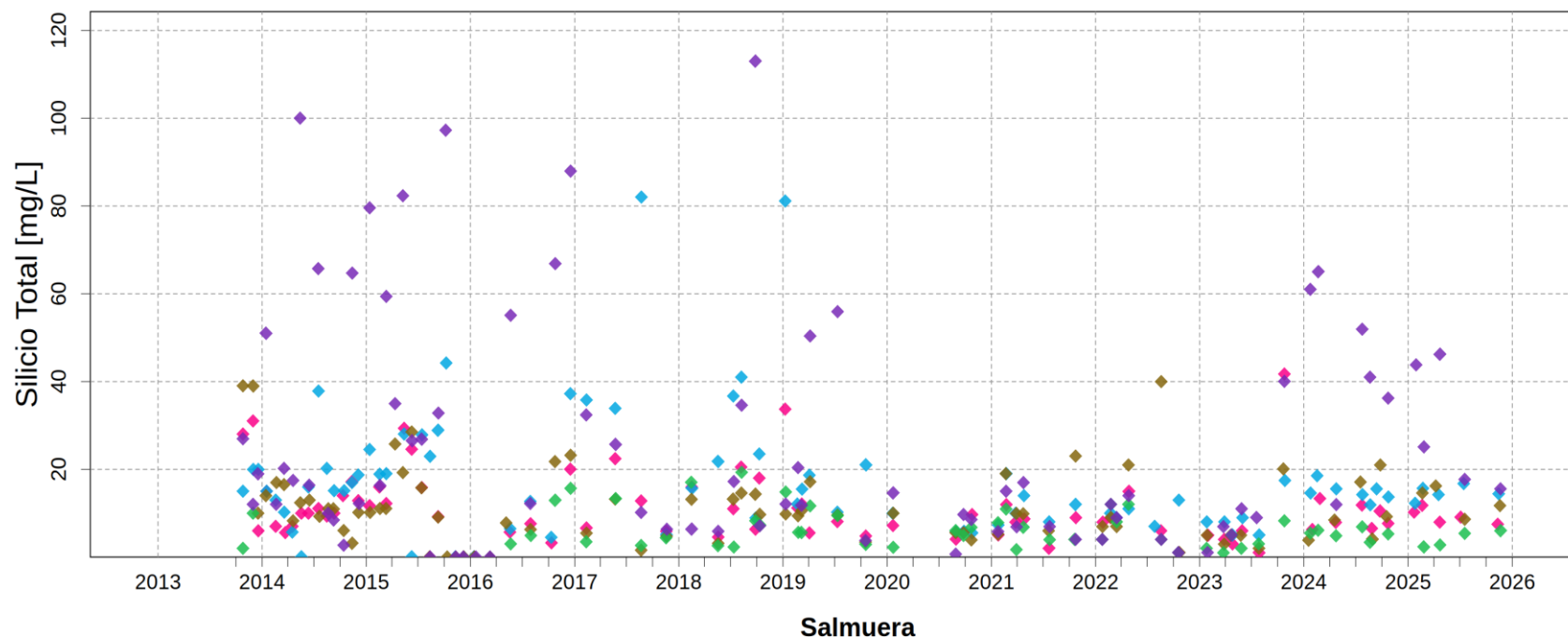
Respecto del silicio total, presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 39,9 mg/l en el punto LM-03 y 50,1 mg/l en el punto LM-16. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de silicio total levemente menores que las aguas superficiales dulces. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 5,32 mg/l en el punto MP-05B y 48 mg/l en el punto MP-04A. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de silicio total menores a las de aguas subterráneas salobres y dulce. Las concentraciones de silicio total se observan en la Figura 1-18.

Figura 1-18 Variación temporal de silicio total en muestras de sector La Punta-La Brava. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia				Salobre					Dulce	
	LM-01 △	LM-02 △	LM-03 △	LM-04 △	MP-01A ●	MP-03A ●	MP-04A ●	MP-05A ●	MP-06A ●	LM-16 □	MP-09A ■
N° Datos	52	50	51	52	80	75	79	81	52	51	51
RQ	12,03	14,71	14,62	15,08	7,23	6,22	9,95	9,30	21,18	9,00	9,92
Max	70,49	82,00	61,90	64,00	50,80	59,10	66,60	57,26	91,40	60,80	70,00
P75	50,05	52,71	46,26	48,83	42,23	44,09	53,95	42,00	41,00	54,50	55,42
Mediana	45,40	44,59	39,90	41,50	39,00	40,20	48,00	37,00	33,50	50,10	49,30
P25	38,02	38,00	31,64	33,75	35,00	37,87	44,00	32,70	19,82	45,50	45,50
Min	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,64	1,00	1,00	1,00

Tipo
 ■ ● Subterráneo □ △ Superficial



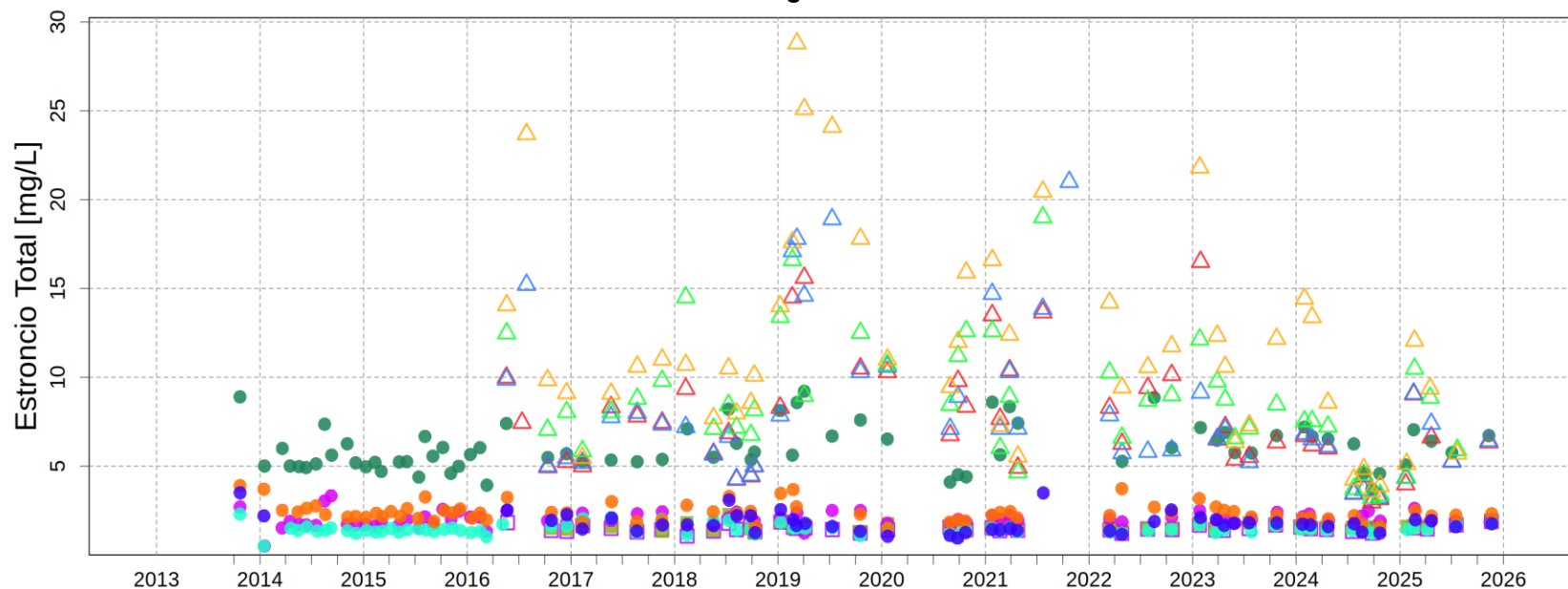
	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	81	81	81	54	82
RQ	6,32	10,06	9,39	5,19	32,06
Max	41,76	82,00	40,00	19,30	113,00
P75	12,20	19,00	14,59	8,19	39,09
Mediana	9,00	14,42	9,86	5,32	15,29
P25	5,88	8,94	5,20	3,00	7,03
Min	0,03	0,03	0,03	1,00	0,03

Tipo
 ♦
 Subterráneo

Fuente: Elaboración propia

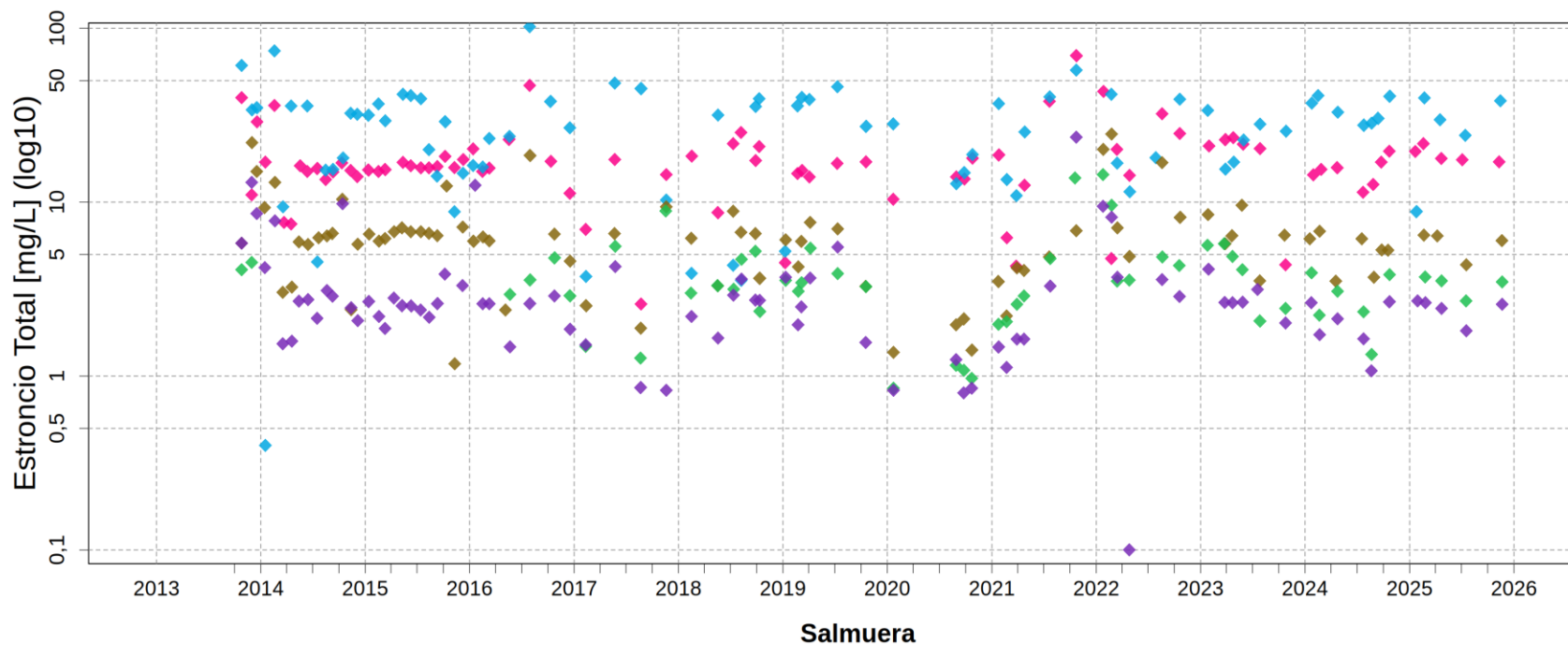
El estroncio total presenta un rango de variación para las aguas superficiales con medianas entre 1,46 mg/l en el punto LM-16 y 10,59 mg/l en el punto LM-04. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de estroncio total mayores que las aguas superficiales dulces. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas entre 1,42 mg/l en el punto MP-04A y máximos de 28,48 mg/l en el punto MP-03B. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de estroncio total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres y dulce. Las concentraciones de estroncio total se observan en la Figura 1-19.

Figura 1-19 Variación temporal de estroncio total en muestras de sector La Punta-La Brava. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia				Salobre					Dulce	
	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	LM-16	MP-09A
N° Datos	49	48	47	50	73	71	73	69	50	47	45
RQ	4,09	3,72	3,47	5,93	1,54	0,49	0,20	0,48	0,58	0,17	0,20
Max	16,50	21,00	19,01	28,80	9,21	3,33	2,30	3,90	3,50	1,89	2,28
P75	9,35	9,32	10,38	14,04	6,72	2,26	1,52	2,59	1,99	1,56	1,68
Mediana	6,75	7,11	8,45	10,59	5,74	1,95	1,43	2,34	1,71	1,46	1,58
P25	5,26	5,60	6,90	8,12	5,18	1,77	1,32	2,11	1,41	1,39	1,48
Min	2,96	3,23	3,22	3,56	3,71	0,50	0,50	1,50	0,95	1,06	1,07

Tipo
 ■ ● Subterráneo □ △ Superficial



	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	83	81	83	54	82
RQ	5,73	22,42	2,62	2,16	1,43
Max	69,56	102,14	24,68	14,36	23,68
P75	19,86	37,89	6,83	4,64	3,26
Mediana	16,20	28,48	6,19	3,50	2,61
P25	14,13	15,47	4,21	2,49	1,83
Min	2,60	0,40	1,18	0,85	0,10

Tipo
 ♦
 Subterráneo

Fuente: Elaboración propia

1.2 Sector Peine

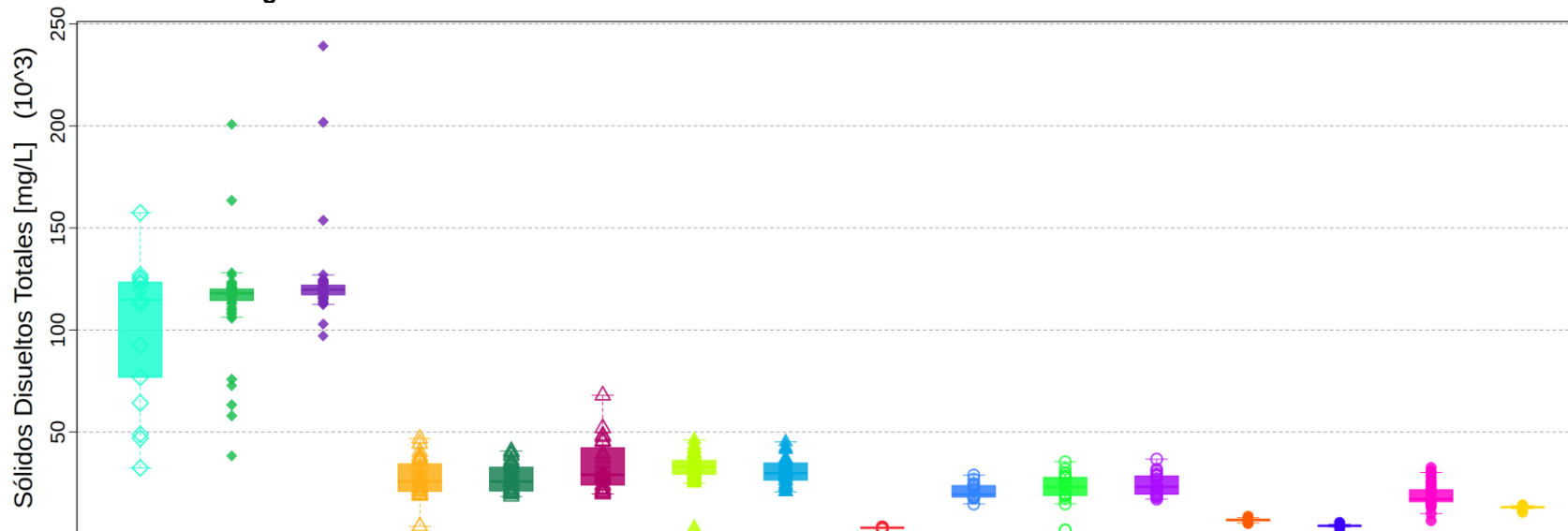
1.2.1 Parámetros Fisicoquímicos *in situ*

1.2.1.1 *Sólidos Disueltos Totales in situ*

En la Figura 1-20 y Figura 1-21 se presentan los resultados de SDT *in situ* en el Sector Peine, las cuales presentan un grado de estacionalidad, marcado en aguas superficiales. Respecto a las aguas superficiales, se observan medianas entre 3.061 mg/l en el punto Anterepresa Tilomonte y 114.800 mg/l en el punto LM-17, con la muestra superficial de salmuera con los valores más elevados, seguido de las muestras de agua intermedia, luego salobre y finalmente de agua dulce, lo cual es consistente con la clasificación de estas aguas a partir de la CE.

Para las aguas subterráneas, se observa que existe un rango mucho más amplio en los SDT con medianas entre 3.994 mg/l en el pozo MP-08A y 119.850 mg/l en el pozo MPS-CB, donde las muestras subterráneas de salmuera son las que poseen los valores más elevados, seguido de las aguas subterráneas salobres y finalmente por la muestra de agua dulce subterránea.

Figura 1-20 Estadística de sólidos disueltos totales de terreno en muestras de sector Peine



	LM-17	MPS-AB	MPS-CB	LM-07	LM-09	LM-10	MPS-AA	PP-02	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-08	MP-07A	MP-08A	PP-01	PP-03
N° Datos	17	66	67	31	33	27	66	52	63	15	21	19	46	41	52	50
RQ	46.735	5.250	4.800	13.528	11.730	18.339	6.808	8.215	209	5.700	8.960	9.020	756	373	5.568	480
Max	157.430	200.850	239.200	46.750	40.690	67.960	46.150	45.120	3.423	28.854	35.360	36.670	8.615	5.626	32.500	14.190
P75	123.500	120.050	122.000	34.408	32.760	42.304	36.085	34.695	3.158	23.775	27.800	28.485	7.266	4.241	21.442	13.340
Mediana	114.800	118.050	119.800	25.670	25.740	29.080	32.910	29.835	3.061	19.350	23.040	23.120	6.886	4.009	17.135	13.160
P25	76.765	114.800	117.200	20.880	21.030	23.965	29.278	26.480	2.949	18.075	18.840	19.465	6.509	3.868	15.875	12.860
Min	32.370	38.300	97.100	3.768	18.440	19.530	3.200	20.580	2.393	14.750	1.807	17.160	5.248	2.389	6.630	10.740

Salmuera

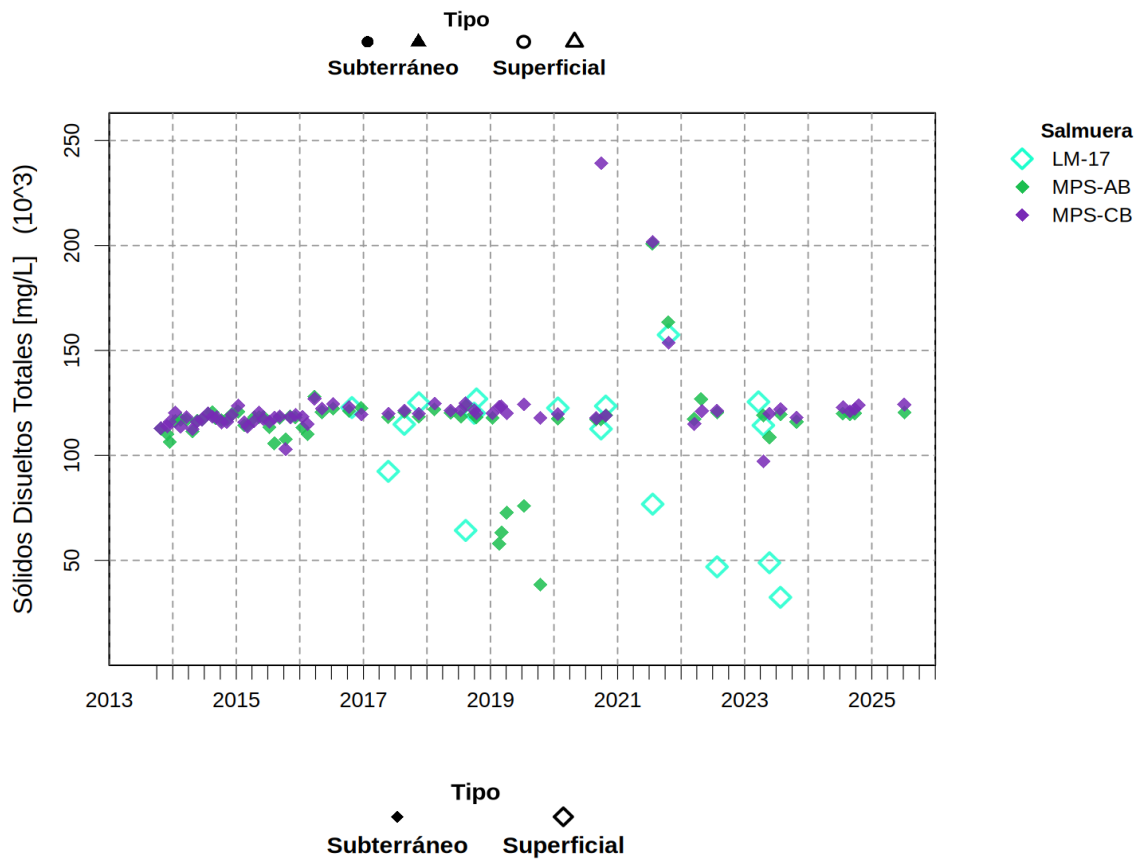
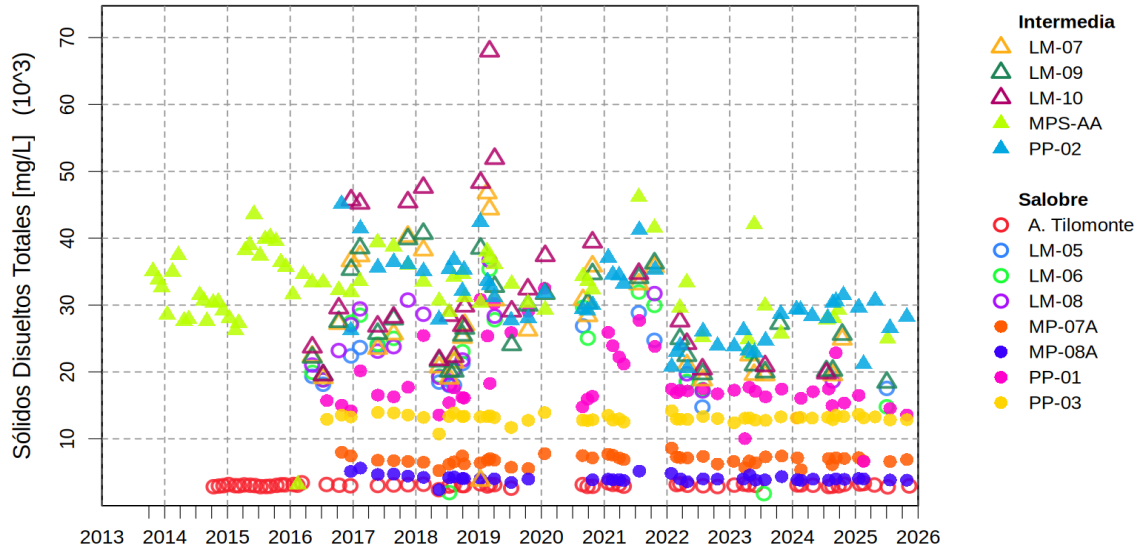
Intermedia

Salobre

Período: oct-2013 - nov-2025

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-21 Variación temporal de sólidos disueltos totales de terreno en muestras de sector Peine. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



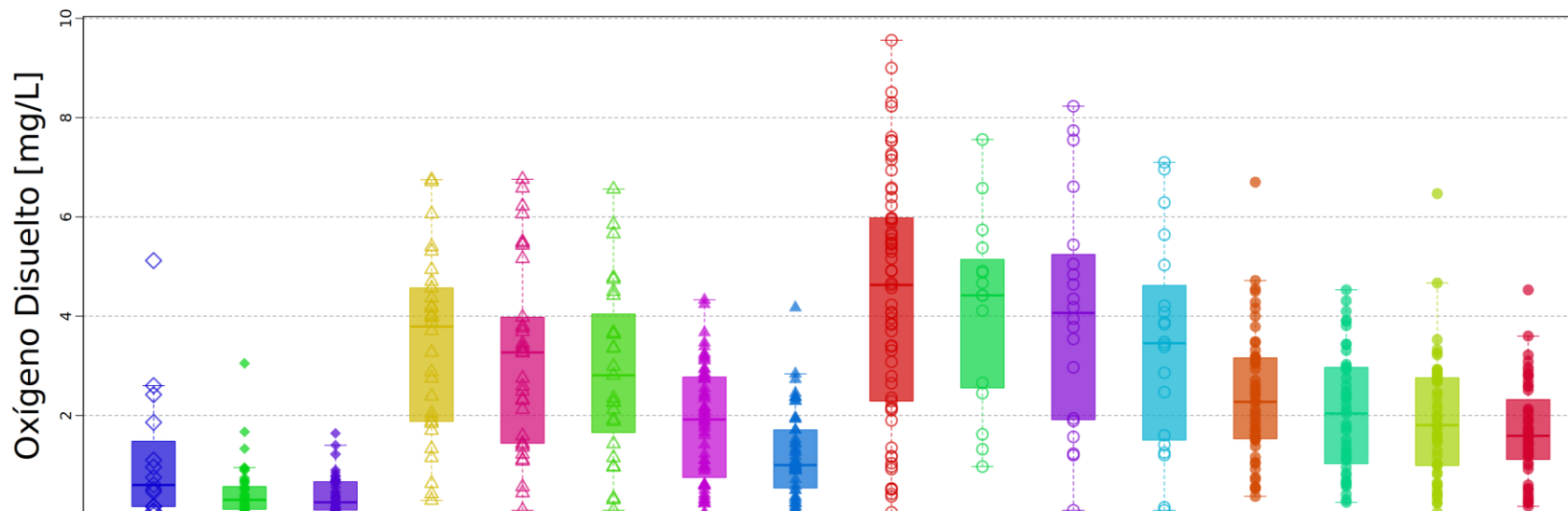
Fuente: Elaboración propia

1.2.1.2 *Oxígeno Disuelto in situ*

En la Figura 1-22 y Figura 1-23 se presentan los resultados de oxígeno disuelto situ en el Sector Peine, las cuales presentan un grado de estacionalidad leve. Respecto a las aguas superficiales, se observan medianas entre 0,6 mg/l en el punto LM-17 y 4,63 mg/l en el punto Antrepresa Tilomonte. La tendencia general muestra que el agua superficial de salmuera presenta las menores concentraciones de oxígeno disuelto y las aguas superficiales salobres los valores más elevados.

Para las aguas subterráneas, se observan valores en general más bajos con medianas entre 0,25 mg/l en el pozo MPS-CB y 2,27 mg/l en el pozo MP-07A. La tendencia general muestra que el agua subterránea de salmuera presenta los valores más bajos, seguido de las aguas subterráneas salobres e intermedias.

Figura 1-22 Estadística de oxígeno disuelto en muestras de sector Peine.



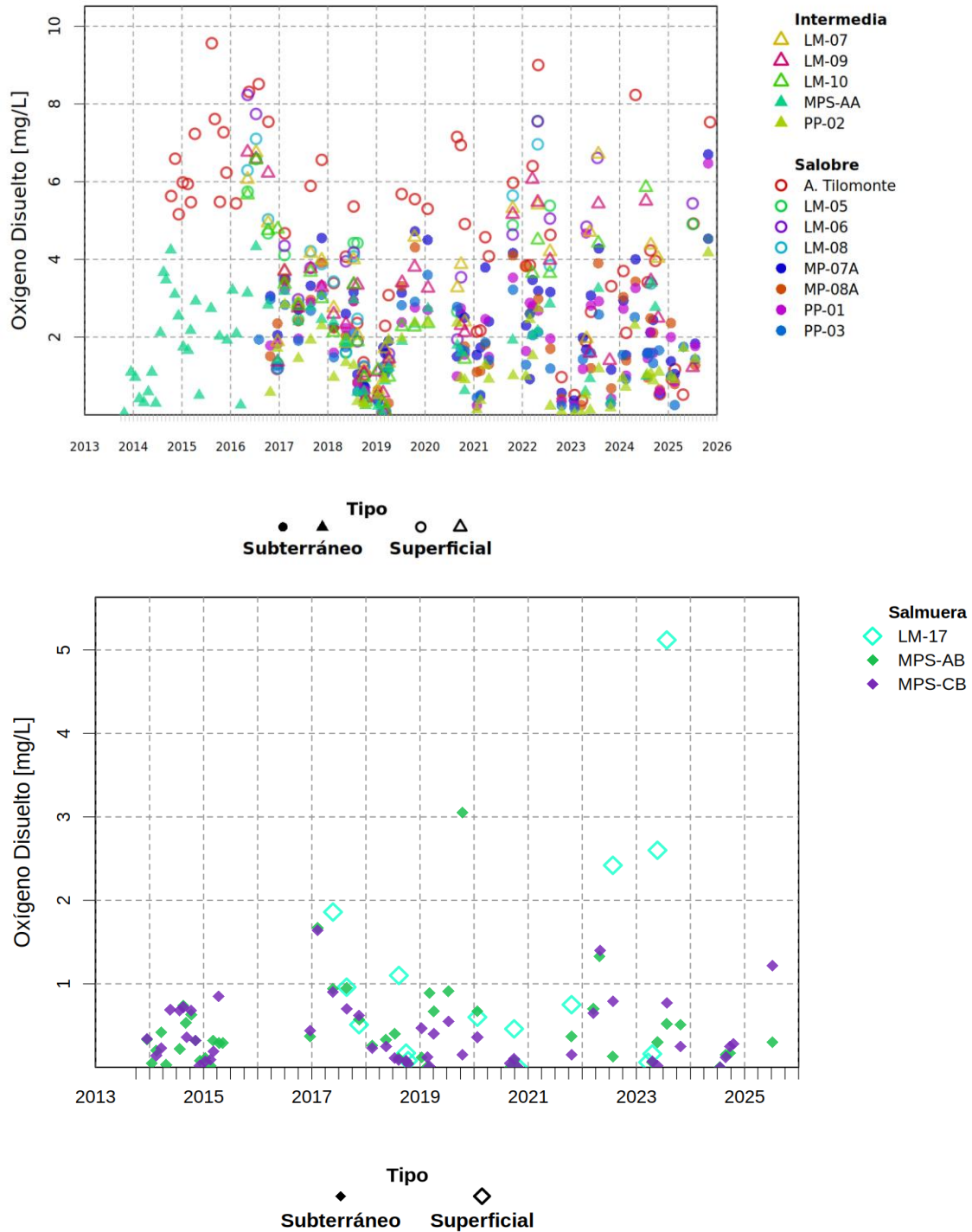
	LM-17	MPS-AB	MPS-CB	LM-07	LM-09	LM-10	MPS-AA	PP-02	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-08	MP-07A	MP-08A	PP-01	PP-03
N° Datos	15	49	48	30	34	27	60	51	65	15	20	20	50	43	50	51
RQ	1,31	0,46	0,56	2,62	2,46	2,39	1,96	1,17	3,69	2,59	3,22	2,86	1,63	1,94	1,76	1,20
Max	5,12	3,05	1,64	6,75	6,76	6,56	4,33	4,17	9,56	7,56	8,23	7,10	6,70	4,53	6,47	4,53
P75	1,48	0,57	0,66	4,52	3,93	4,04	2,77	1,71	5,98	5,14	5,15	4,42	3,16	2,97	2,75	2,32
Mediana	0,60	0,30	0,25	3,79	3,27	2,81	1,92	1,00	4,63	4,42	4,06	3,46	2,27	2,04	1,81	1,59
P25	0,17	0,11	0,10	1,90	1,48	1,65	0,82	0,54	2,29	2,56	1,93	1,55	1,53	1,03	0,99	1,11
Min	0,00	0,00	0,00	0,29	0,09	0,09	0,02	0,03	0,05	0,97	0,09	0,09	0,37	0,25	0,05	0,17
	Salmuera			Intermedia					Salobre							

Período: Oct-2013 - Nov-2025

* Se retira del grafico un valor de 12 mg/l (07-07-2025) del punto MPS-AA para observar mejor las tendencias gráficas

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-23 Variación temporal de oxígeno disuelto en muestras de sector Peine. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



* Se retira del grafico superior un valor de 12 mg/l (07-07-2025) del punto MPS-AA para observar mejor las tendencias gráficas
 Fuente: Elaboración propia

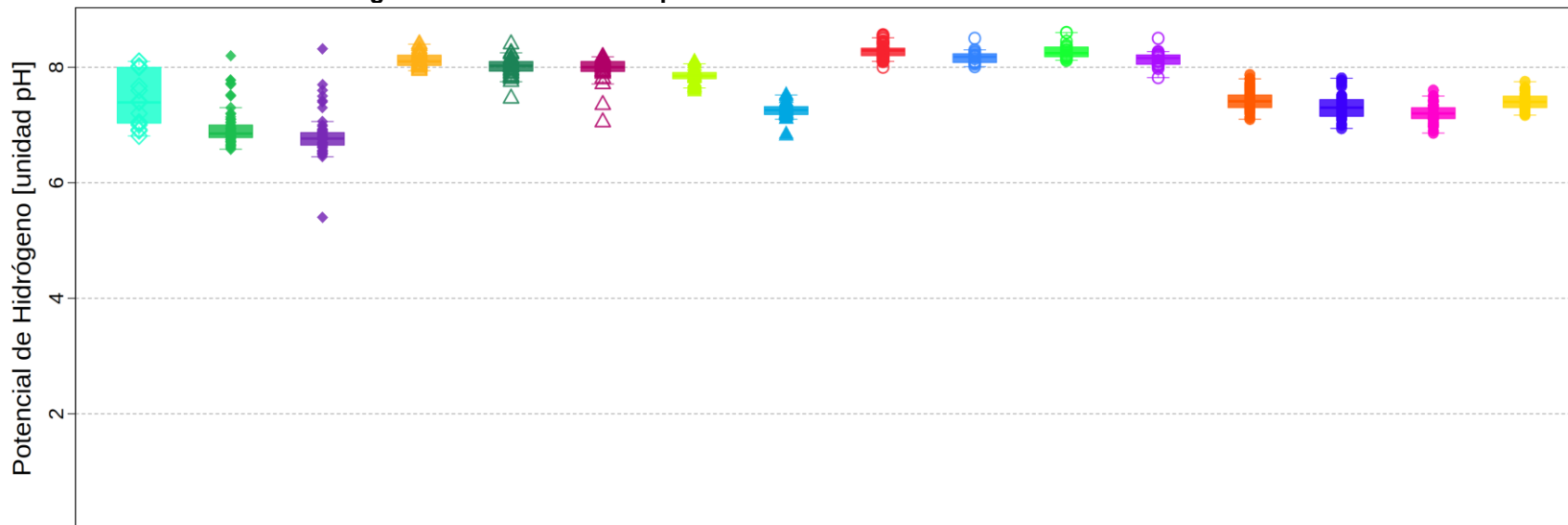
1.2.2 Parámetros Físicoquímicos de laboratorio

1.2.2.1 pH de Laboratorio

Los resultados de pH de laboratorio para el Sector Peine muestran, en general, un cierto grado de estacionalidad tanto en aguas superficiales como subterráneas. Dentro de las aguas superficiales se observan 2 tendencias. La primera de ellas corresponde a las aguas intermedias y salobres, las cuales presentan los pH más elevados del sector, con medianas entre 8 (LM-10) y 8,29 (Antepresa Tilomonte); y la segunda al punto LM-17 (agua superficial de salmuera) posee una mediana de pH de 7,39.

Respecto a las aguas subterráneas, la tendencia general muestra que poseen valores de pH más bajos que las aguas superficiales, con 2 grupos marcados. Por un lado, se tienen las aguas subterráneas de salmuera con medianas entre 6,76 en el pozo MPS-CB y 6,85 en el pozo MPS-AB; y por el otro, se tienen las aguas subterráneas salobres e intermedia con medianas entre 7,2 (PP-01) y 7,85 (MPS-AA). Se identifica que las muestras subterráneas de aguas salobres e intermedia poseen valores de pH marcadamente más elevados que las muestras subterráneas de salmuera. Los resultados de pH medidos en laboratorio son un poco mayores en magnitud que los parámetros medidos in situ. Lo anterior es debido a que las condiciones del medio, temperatura y otros, hacen que varíen las concentraciones de los parámetros medidos en laboratorio, respecto a las medidas in situ. En general, las muestras presentan un cierto grado de estacionalidad tanto en aguas superficiales como subterráneas. Las tendencias discutidas anteriormente se pueden observar en la Figura 1-24 y Figura 1-25

Figura 1-24 Estadística de pH de laboratorio en muestras de sector Peine.



	LM-17 ◇	MPS-AB ◆	MPS-CB ◆	LM-07 △	LM-09 △	LM-10 △	MPS-AA ▲	PP-02 ▲	A. Tilomonte ○	LM-05 ○	LM-06 ○	LM-08 ○	MP-07A ●	MP-08A ●	PP-01 ●	PP-03 ●
N° Datos	17	67	68	29	34	27	62	50	74	15	20	19	50	43	48	52
RQ	0,97	0,22	0,22	0,18	0,17	0,17	0,11	0,14	0,13	0,15	0,16	0,16	0,22	0,29	0,19	0,20
Max	8,10	8,20	8,32	8,40	8,40	8,18	8,10	7,52	8,56	8,50	8,60	8,50	7,87	7,81	7,60	7,75
P75	8,00	7,00	6,87	8,21	8,10	8,10	7,91	7,32	8,33	8,23	8,34	8,21	7,52	7,44	7,30	7,50
Mediana	7,39	6,85	6,76	8,10	8,02	8,00	7,85	7,26	8,29	8,18	8,25	8,16	7,41	7,30	7,20	7,40
P25	7,03	6,78	6,65	8,03	7,93	7,92	7,80	7,18	8,20	8,08	8,19	8,05	7,30	7,15	7,11	7,30
Min	6,81	6,58	5,40	7,94	7,46	7,05	7,57	6,81	8,00	8,01	8,12	7,82	7,10	6,94	6,86	7,17

Salmuera

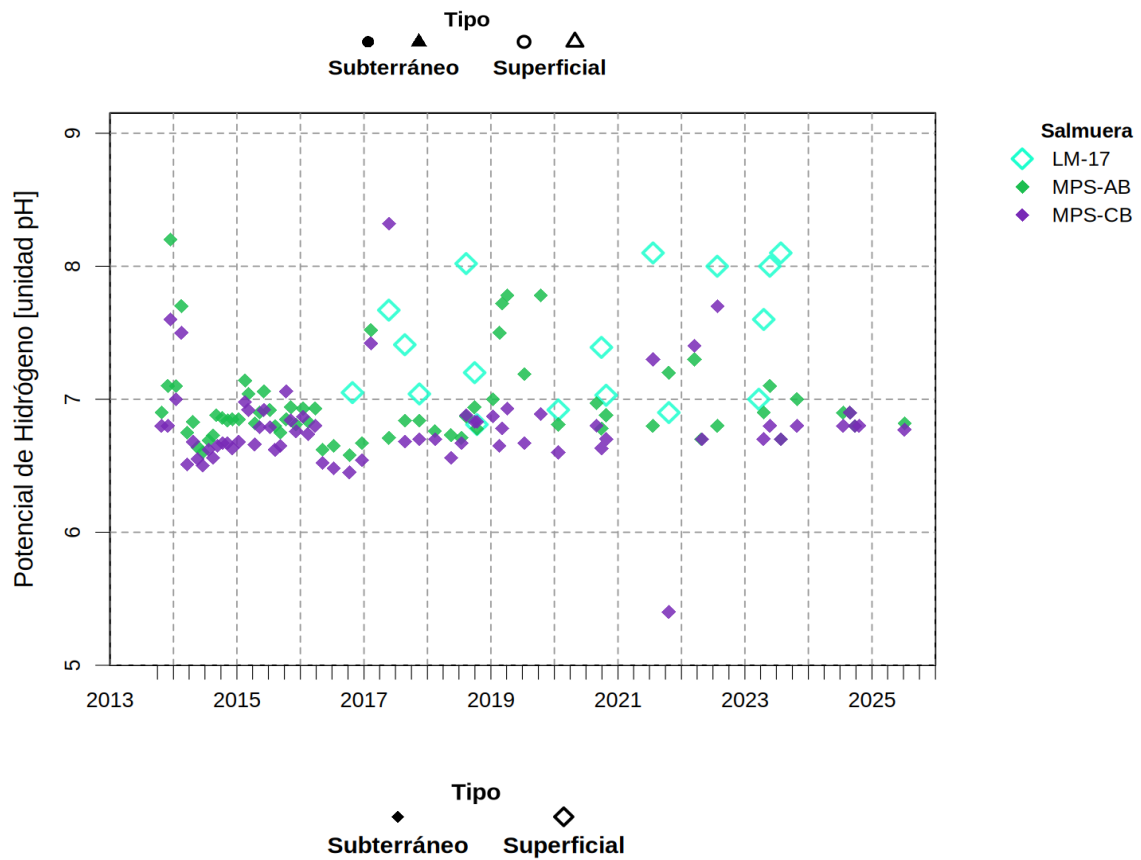
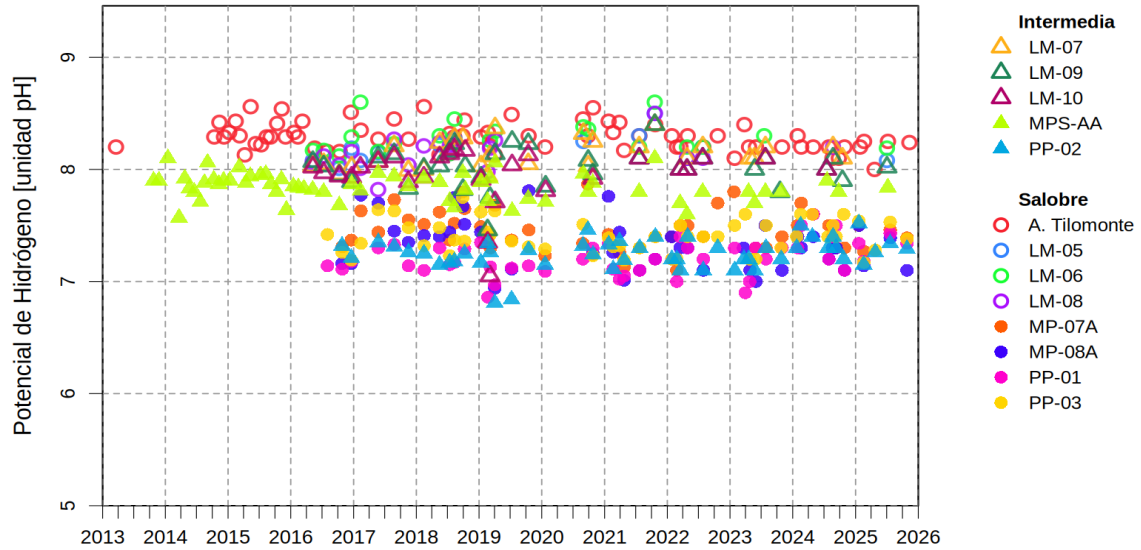
Intermedia

Salobre

Período: mar-2013 - nov-2025

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-25 Variación temporal de pH de laboratorio en muestras de sector Peine. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



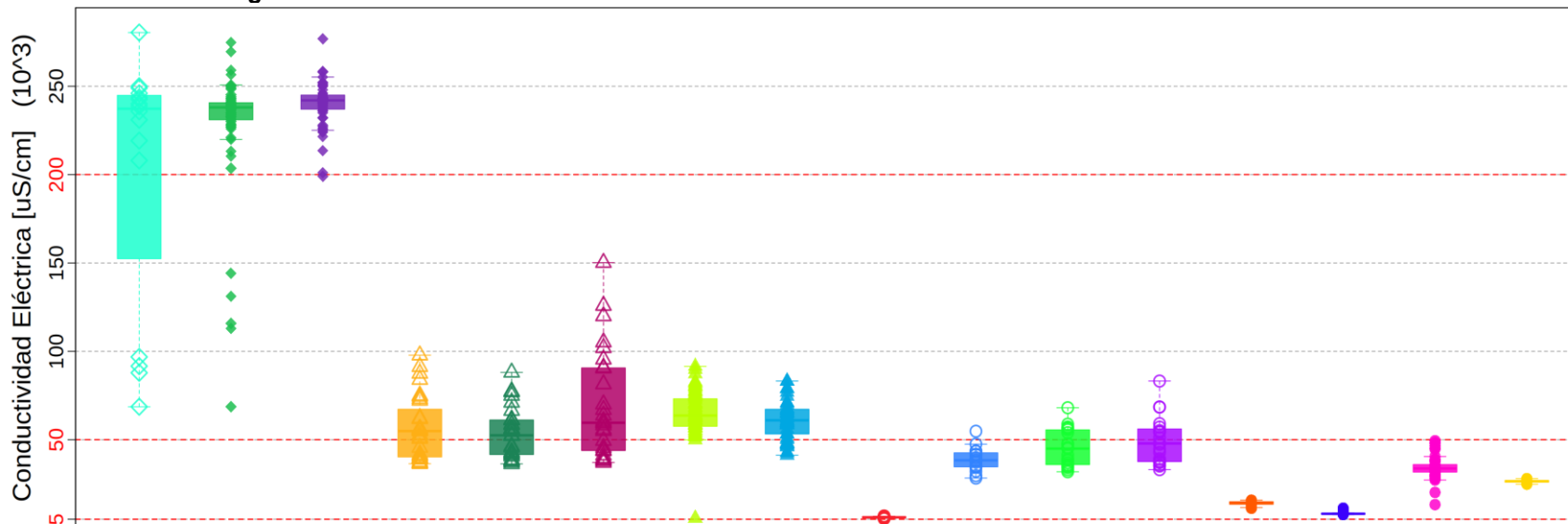
Fuente: Elaboración propia

1.2.2.2 Conductividad Eléctrica de Laboratorio

La conductividad eléctrica de laboratorio del sector Peine se puede observar en la Figura 1-26 y Figura 1-27 donde se tienen 4 comportamientos en puntos de monitoreo de aguas superficiales. Por un lado, se tienen los puntos LM-05, LM-06 y LM-08, que muestran medianas de CE entre 38.364 $\mu\text{S/cm}$ (LM-05) y 47.500 $\mu\text{S/cm}$ (LM-08), correspondientes a aguas salobres. Por otra parte, el punto de monitoreo Anterepresa Tilomonte posee CE menores, con una mediana de 6.110 $\mu\text{S/cm}$, el cual es notoriamente menor al resto de los puntos de monitoreo superficiales salobres. Los puntos de aguas superficiales intermedias (LM-07, LM-09 y LM-10) poseen medianas de CE entre 52.505 $\mu\text{S/cm}$ (LM-09) y 59.606 $\mu\text{S/cm}$ (LM-10). Finalmente, se tiene el punto LM-17, el cual posee una mediana de 235.837 $\mu\text{S/cm}$ (agua de salmuera).

Respecto a los puntos de monitoreo subterráneos, se destacan 3 comportamientos generales. Por un lado, se tienen los puntos de agua de salmuera MPS-AB y MPS-CB, los cuáles presentan medianas de CE de 238.000 $\mu\text{S/cm}$ y 242.000 $\mu\text{S/cm}$. Por otro lado, los puntos MPS-AA y PP-02 presentan medianas de CE de 63.700 $\mu\text{S/cm}$ y 61.000 $\mu\text{S/cm}$. Finalmente, los pozos PP-01, PP-03, MP-07A y MP-08A poseen medianas de CE entre 8.052 $\mu\text{S/cm}$ en el pozo MP-08A y 33.500 $\mu\text{S/cm}$ en el pozo PP-01.

Figura 1-26 Estadística de conductividad eléctrica de laboratorio en muestras de sector Peine.



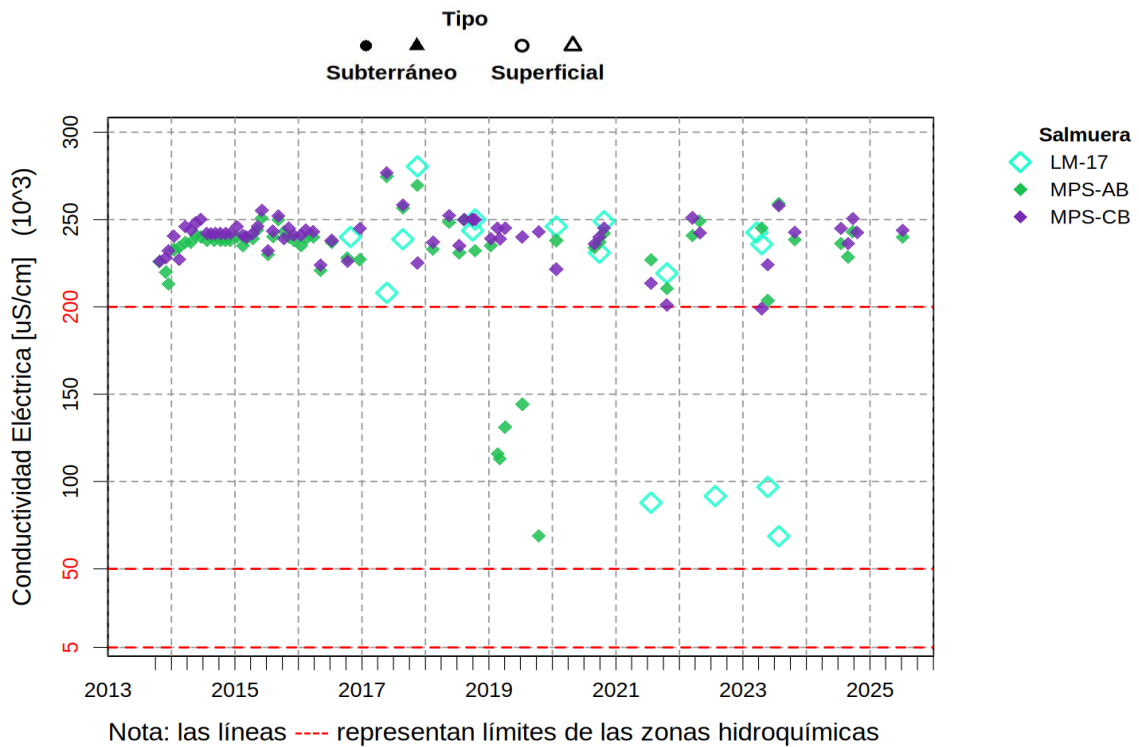
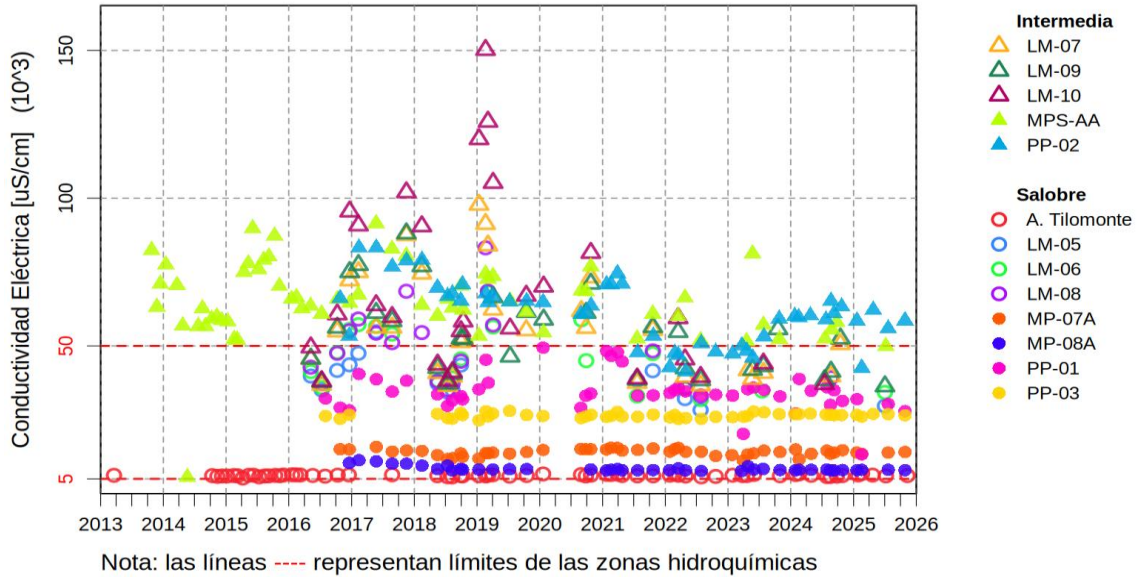
	LM-17	MPS-AB	MPS-CB	LM-07	LM-09	LM-10	MPS-AA	PP-02	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-08	MP-07A	MP-08A	PP-01	PP-03
N° Datos	16	65	66	31	32	28	64	51	70	15	21	20	50	42	48	48
RQ	64.065	9.686	7.750	26.990	19.421	46.609	15.086	14.007	300	7.950	19.700	17.800	1.409	406	4.119	894
Max	280.400	274.700	276.800	97.800	88.100	150.200	91.500	83.200	6.821	54.800	68.100	83.200	15.820	11.300	49.400	28.000
P75	244.275	240.686	245.000	67.250	61.200	90.575	72.925	67.250	6.285	42.600	55.600	55.600	14.904	8.347	35.919	26.892
Mediana	237.268	238.000	242.000	54.900	52.505	59.606	63.700	61.000	6.110	38.364	45.000	47.910	14.130	8.102	33.750	26.545
P25	180.210	231.000	237.250	40.260	41.779	43.966	57.840	53.243	5.984	34.650	35.900	37.800	13.495	7.941	31.800	25.998
Min	68.656	68.700	198.997	36.400	36.340	37.080	5.580	41.261	5.280	28.312	31.860	33.075	11.170	7.643	13.300	24.800
	Salmuera			Intermedia					Salobre							

Nota: las líneas ---- representan límites de las zonas hidroquímicas

Período: mar-2013 - nov-2025

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-27 Variación temporal de conductividad eléctrica de laboratorio en muestras de sector Peine. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



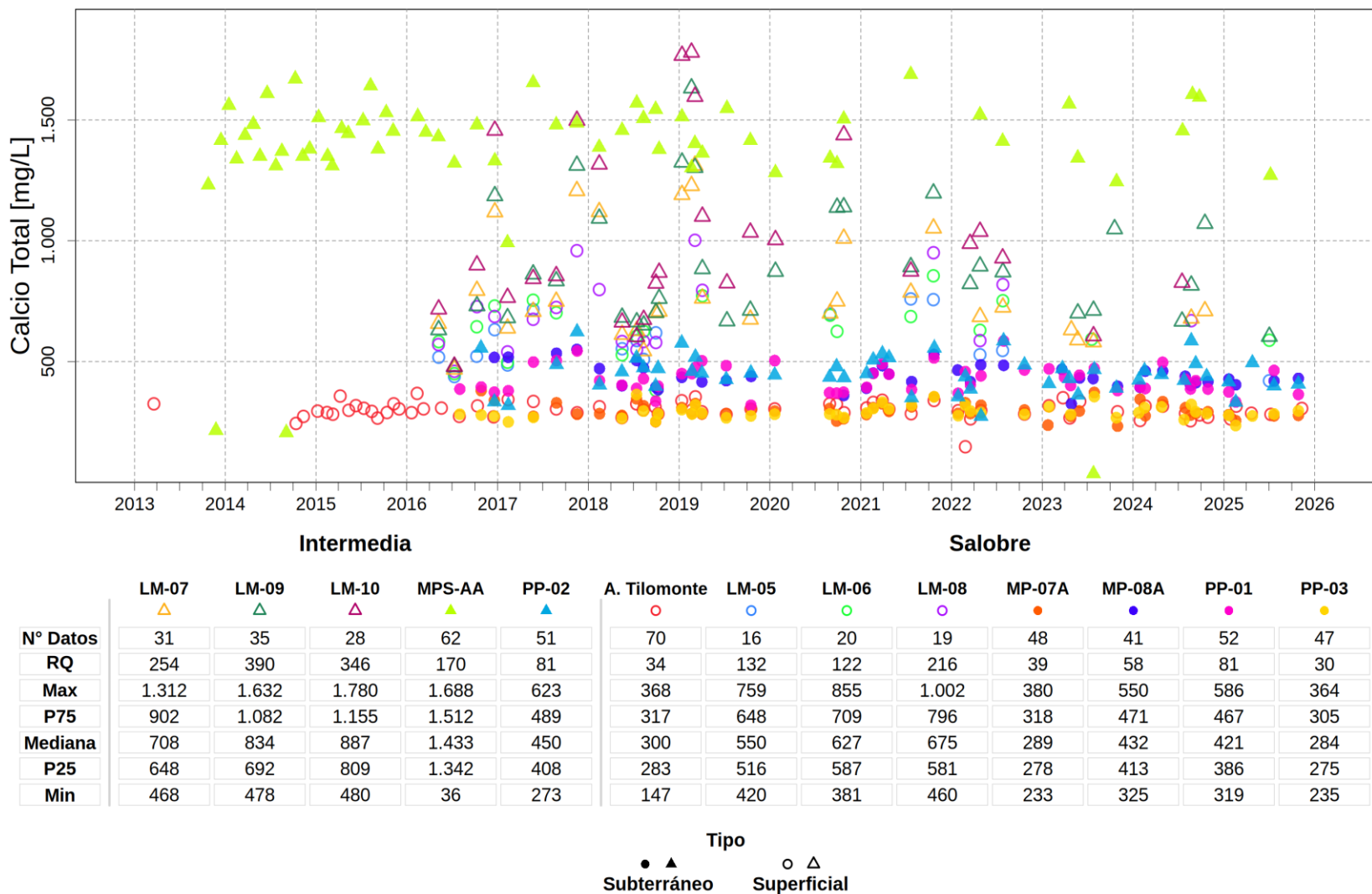
Fuente: Elaboración propia

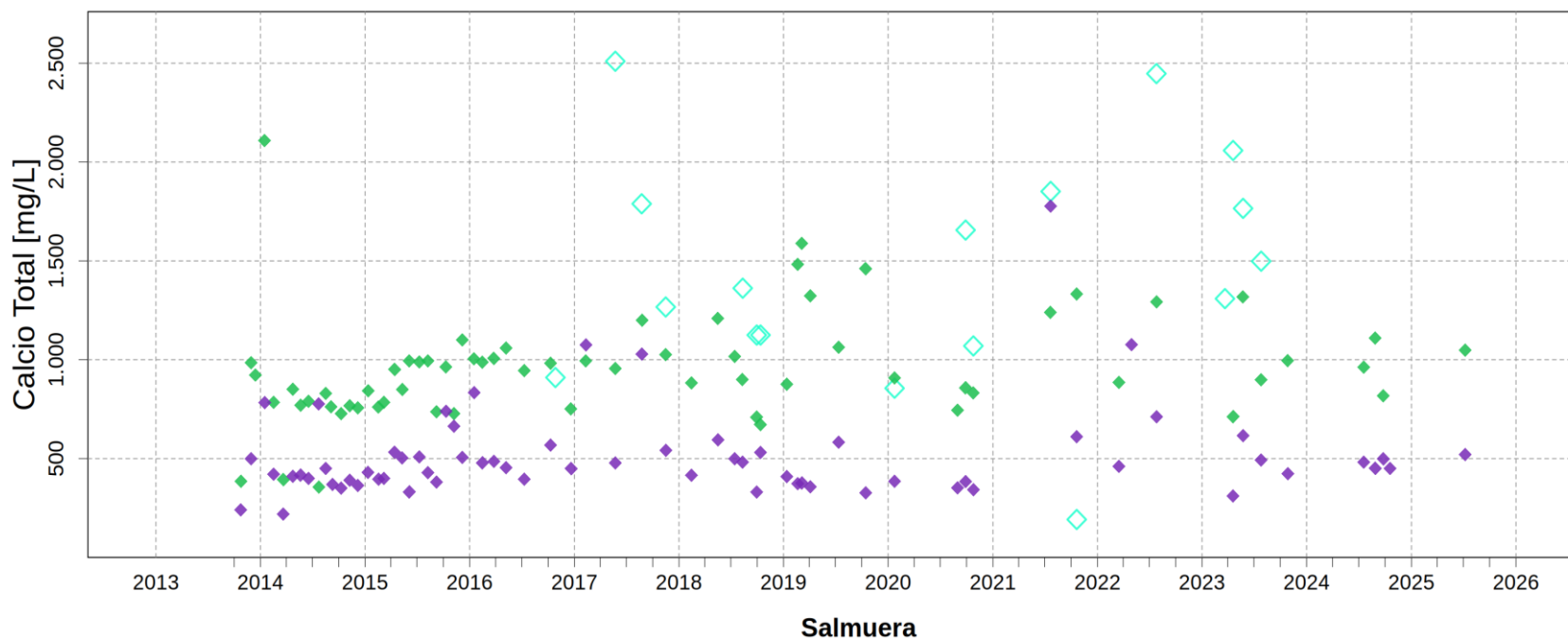
1.2.3 Elementos Mayoritarios Totales

Los elementos mayoritarios totales analizados corresponden a calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), sodio (Na^+) y potasio (K^+). Una característica común a los cationes considerados es que los pozos que monitorean la salmuera en general presentan las mayores concentraciones, mientras que los pozos correspondientes a aguas dulce y salobres presentan valores semejantes a las concentraciones de las aguas superficiales. Las muestras presentan cierta estacionalidad, particularmente en las concentraciones de calcio total.

En el caso del calcio total se mantiene la tendencia que muestran las concentraciones de la fracción disuelta con un rango de variación para las aguas superficiales con medianas desde 300 mg/l en el punto Anterepresa Tilomonte y 1.362 mg/l en el punto LM-17. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de calcio totales mayores que las aguas superficiales salobres. Las aguas subterráneas presentan un espectro levemente más amplio, con medianas desde 284 mg/l en el punto PP-03 y 1.436 mg/l en el punto MPS-AA. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de calcio totales similares a aguas subterráneas intermedias. Las concentraciones de calcio total se observan en la Figura 1-28.

Figura 1-28 Variación temporal de calcio total en muestras de sector Peine. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.





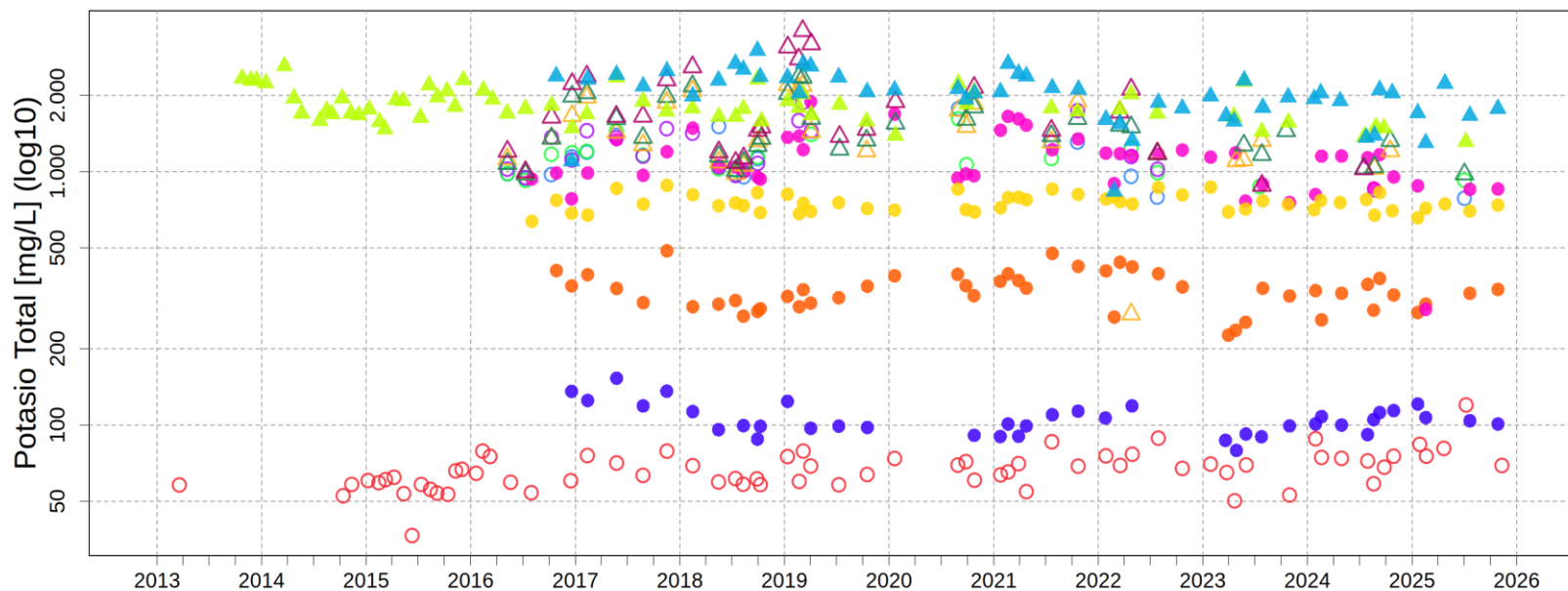
	LM-17 ◇	MPS-AB ◆	MPS-CB ◆
N° Datos	17	66	67
RQ	664	238	144
Max	2.510	2.109	1.778
P75	1.789	1.024	532
Mediana	1.362	934	451
P25	1.125	785	388
Min	192	356	220

Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

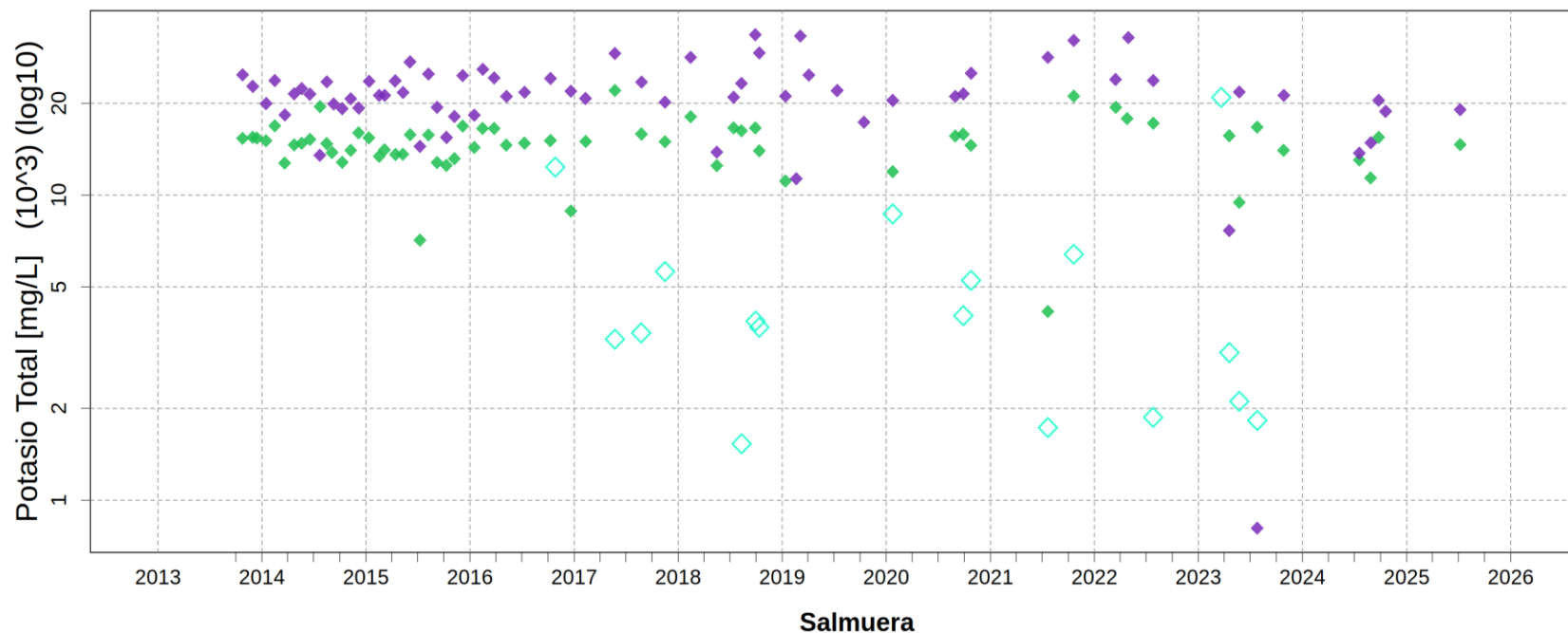
Para el caso del potasio total se presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 66 mg/l en el punto Anterepresa Tilomonte y 3.688 mg/l en el punto LM-17. La muestra superficial de salmuera presenta mayores concentraciones de potasio total que el resto de las aguas superficiales. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con valores medianas entre 101 mg/l en el punto MP-08A y 21.460 mg/l en el punto MPS-CB. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de potasio total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres e intermedias. Las concentraciones de potasio total se observan en la Figura 1-29

Figura 1-29 Variación temporal de potasio total en muestras de sector Peine. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia					Salobre							
	LM-07	LM-09	LM-10	MPS-AA	PP-02	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-08	MP-07A	MP-08A	PP-01	PP-03
N° Datos	31	35	28	63	52	69	16	19	20	50	39	49	52
RQ	683	449	1.039	348	577	15	345	190	426	77	17	285	86
Max	2.202	2.368	3.596	2.612	3.005	120	1.773	1.616	1.873	487	153	1.889	883
P75	1.800	1.619	2.240	1.996	2.353	74	1.302	1.194	1.449	377	113	1.220	793
Mediana	1.325	1.362	1.644	1.772	2.055	66	1.053	1.127	1.149	340	101	1.135	748
P25	1.117	1.170	1.200	1.648	1.776	59	957	1.005	1.023	300	96	935	707
Min	274	977	881	1.312	837	37	785	874	848	226	79	286	636

Tipo
 ● ▲ Subterráneo ○ △ Superficial



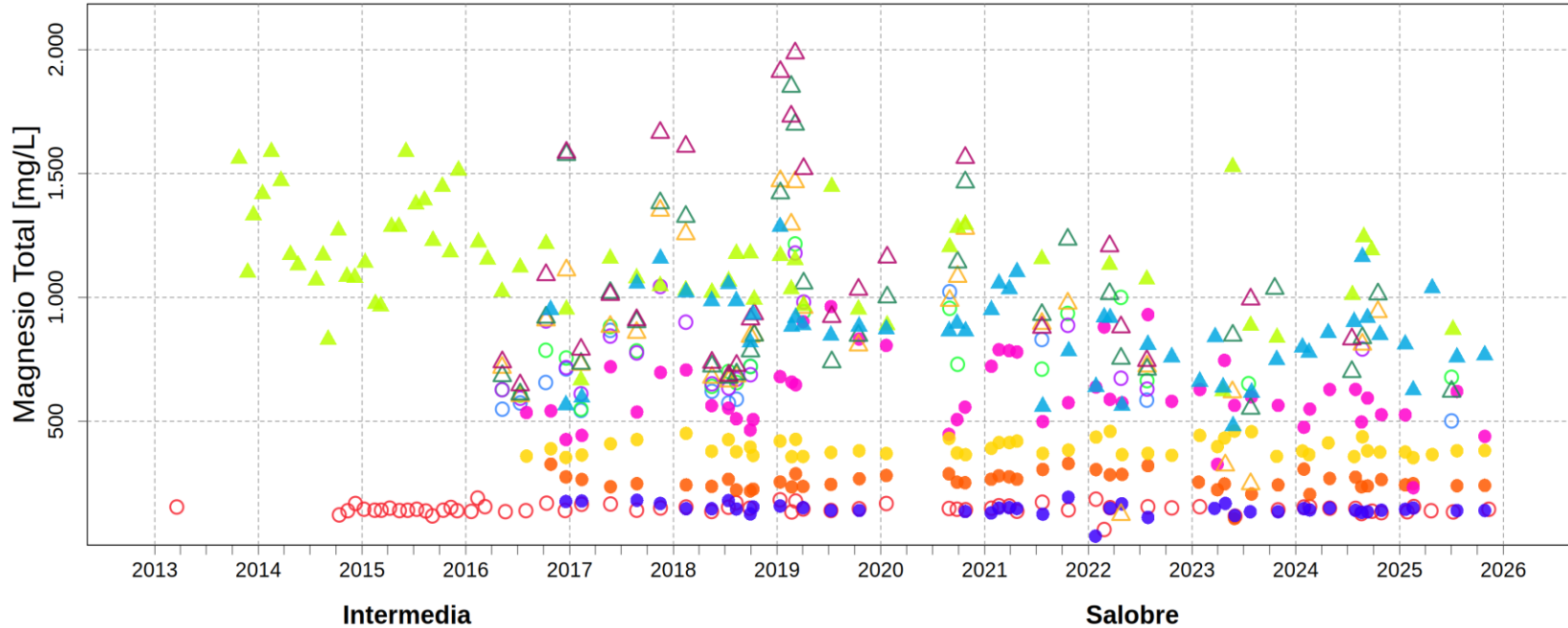
	LM-17 ◇	MPS-AB ◆	MPS-CB ◆
N° Datos	17	62	67
RQ	3.507	2.341	4.670
Max	20.892	22.020	33.520
P75	5.617	15.954	24.020
Mediana	3.688	14.975	21.460
P25	2.110	13.613	19.350
Min	1.532	4.155	810

Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

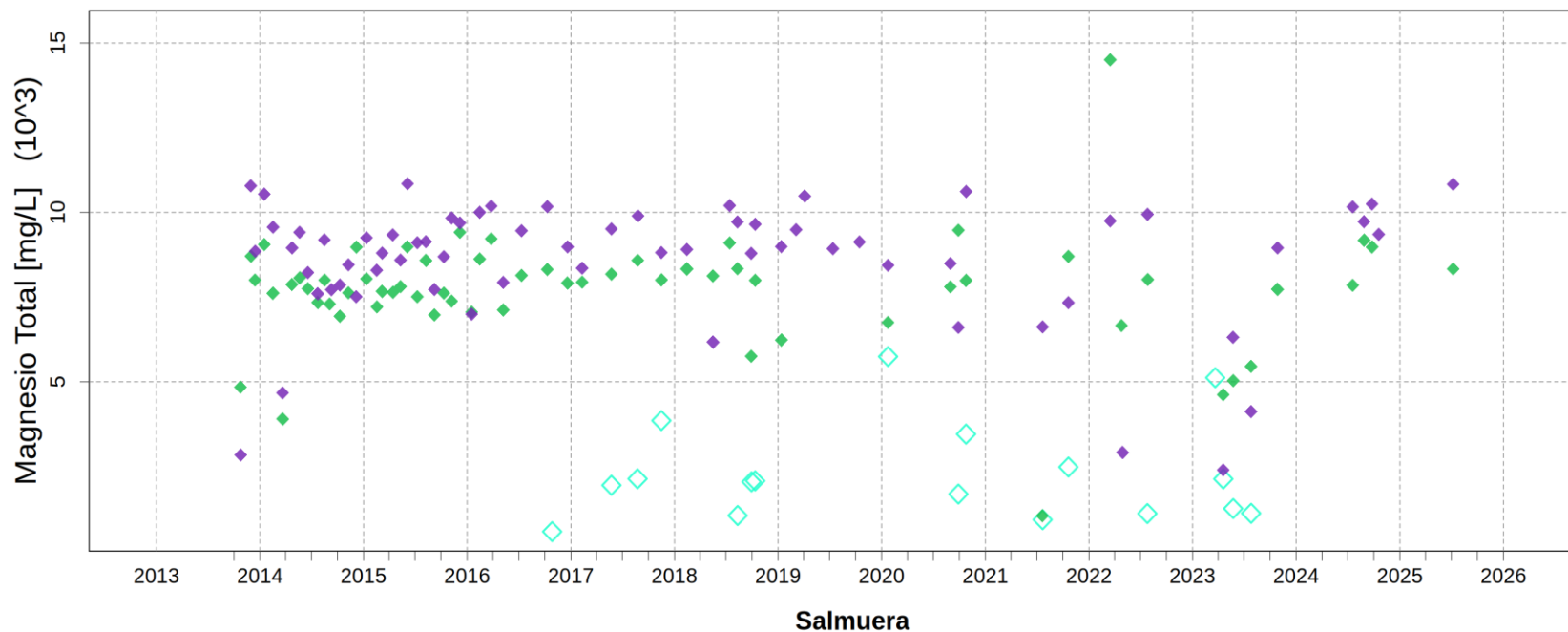
Para el magnesio total se tiene un rango de variación para las aguas superficiales con medianas entre 145 mg/l en el punto Antepresa Tilomonte y 2.048 mg/l en el punto LM-17. La muestra superficial de salmuera presenta concentraciones de magnesio total mayor que las aguas superficiales intermedias y salobres. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas entre 147 mg/l en el punto MP-08A y 8.986 mg/l en el punto MPS-CB. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de magnesio total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres e intermedias. Estas concentraciones se observan en la Figura 1-30.

Figura 1-30 Variación temporal magnesio total en muestras de sector Peine. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia					Salobre							
	LM-07	LM-09	LM-10	MPS-AA	PP-02	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-08	MP-07A	MP-08A	PP-01	PP-03
N° Datos	31	35	28	63	51	68	14	21	19	48	41	52	51
RQ	336	372	709	250	186	16	145	226	251	39	15	178	54
Max	1.470	1.851	1.986	1.588	1.285	190	1.023	1.216	1.179	329	193	963	460
P75	1.036	1.100	1.530	1.276	950	155	719	882	894	277	151	700	420
Mediana	858	901	963	1.153	864	146	605	721	717	254	147	578	381
P25	699	728	821	1.026	764	139	574	656	642	238	136	522	366
Min	123	551	646	622	481	63	501	549	593	107	36	232	353

Tipo
 ● ▲ Subterráneo ○ △ Superficial



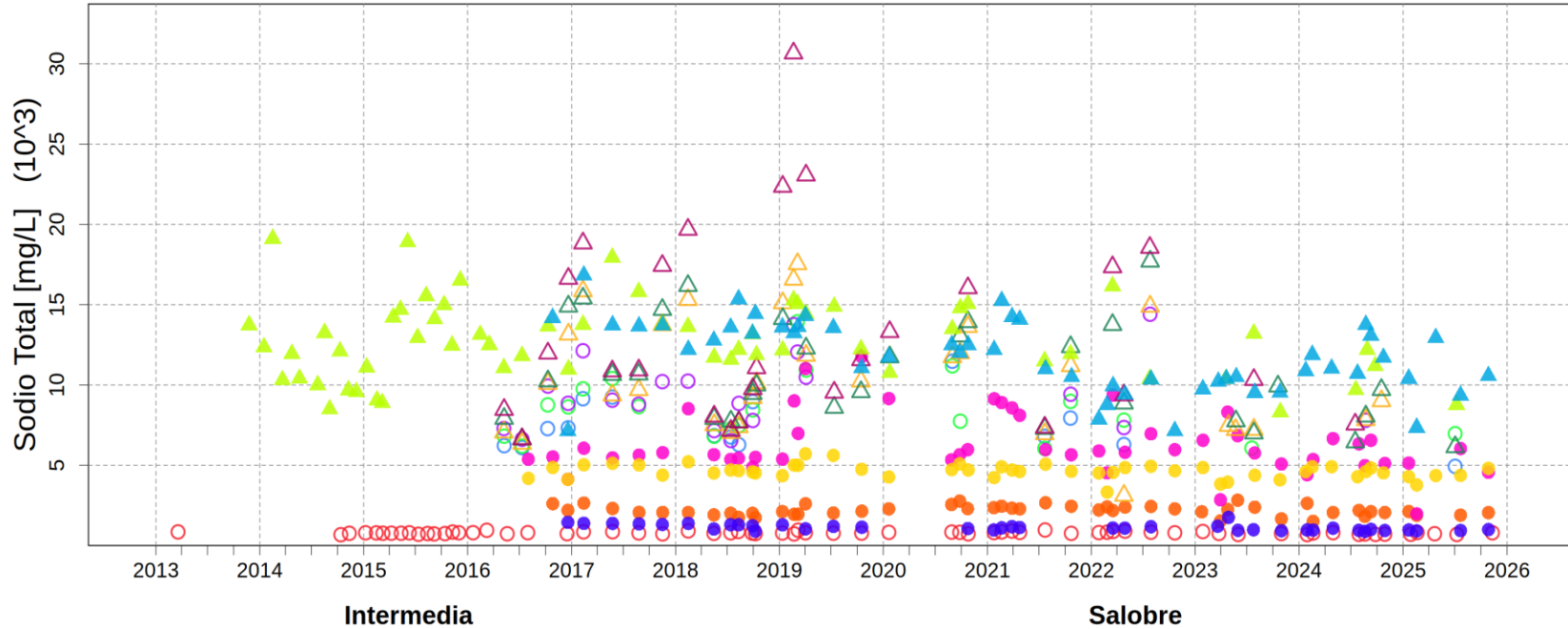
	LM-17	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	17	62	67
RQ	1.367	1.031	1.646
Max	5.745	14.508	10.849
P75	2.484	8.341	9.720
Mediana	2.048	7.926	8.986
P25	1.116	7.310	8.074
Min	577	1.049	2.394

Tipo
 ◆ Subterráneo
 ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

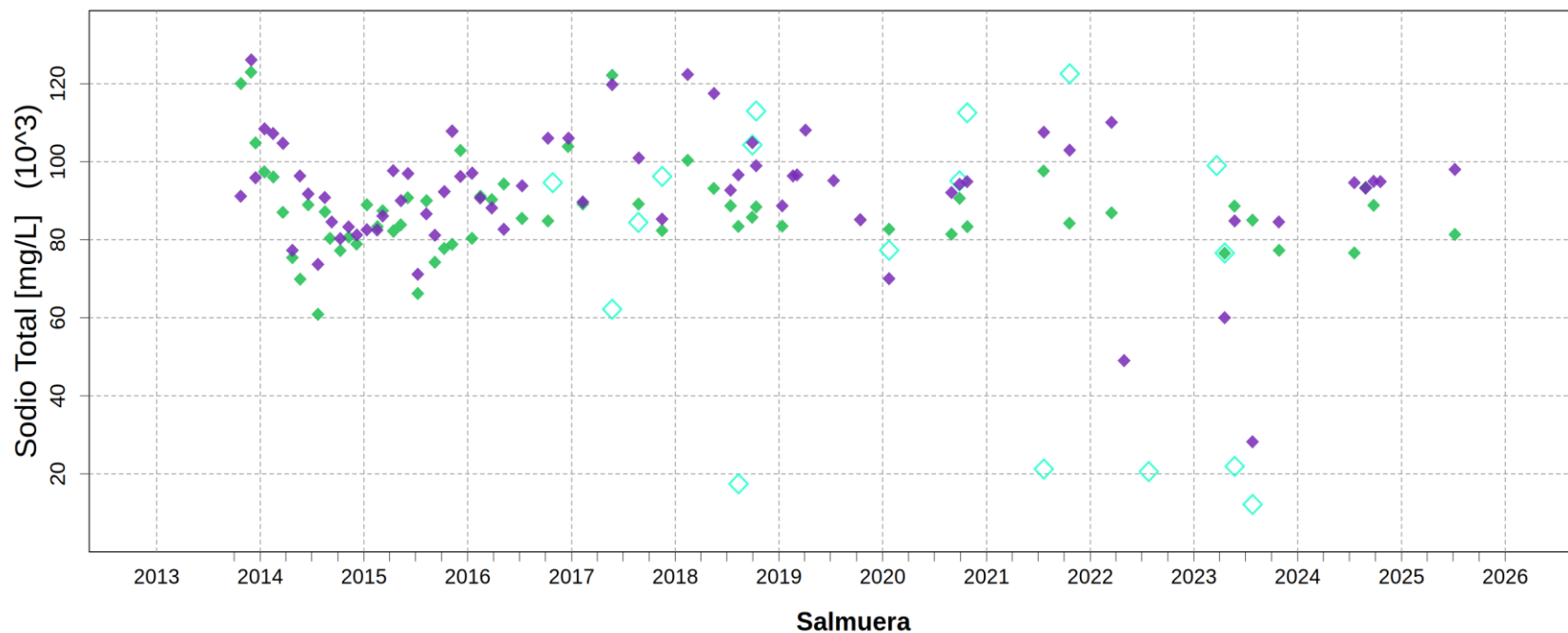
El sodio total presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 787 mg/l en el punto Anterepresa Tilomonte y 84.460 mg/l en el punto LM-17, siendo la muestra superficial de salmuera las que presenta concentraciones de sodio total mayores que las aguas superficiales intermedias y salobres. Las aguas subterráneas de este sector presentan un espectro levemente más amplio, con medianas de 1.086 mg/l en el punto MP-08A y de 93.800 mg/l en el punto MPS-CB. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de sodio total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres e intermedias. Las concentraciones de este parámetro se observan en la Figura 1-31.

Figura 1-31 Variación temporal sodio total en muestras de sector Peine. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia					Salobre							
	LM-07	LM-09	LM-10	MPS-AA	PP-02	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-08	MP-07A	MP-08A	PP-01	PP-03
N° Datos	31	33	27	61	52	68	15	20	20	51	39	51	52
RQ	5.963	5.140	8.473	3.157	3.234	82	2.169	2.246	2.621	376	293	1.537	536
Max	17.538	17.700	30.660	19.118	16.830	969	11.480	13.936	14.404	2.820	1.753	11.758	5.710
P75	13.391	13.040	17.388	14.217	13.610	825	8.452	9.173	10.301	2.392	1.262	6.899	4.906
Mediana	10.078	9.920	11.059	12.356	11.948	787	6.840	8.130	8.956	2.182	1.088	5.788	4.639
P25	7.428	7.900	8.915	11.060	10.377	744	6.283	6.927	7.680	2.016	969	5.362	4.370
Min	3.115	6.141	6.637	8.318	7.141	676	4.933	6.052	6.539	1.510	879	1.971	3.325

Tipo
 ● ▲ Subterráneo ○ △ Superficial



	LM-17 ◇	MPS-AB ◆	MPS-CB ◆
N° Datos	17	60	67
RQ	77.105	9.457	13.488
Max	122.558	122.998	126.120
P75	99.024	90.682	98.491
Mediana	84.460	86.352	93.800
P25	21.918	81.225	85.003
Min	12.158	60.900	28.245

Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

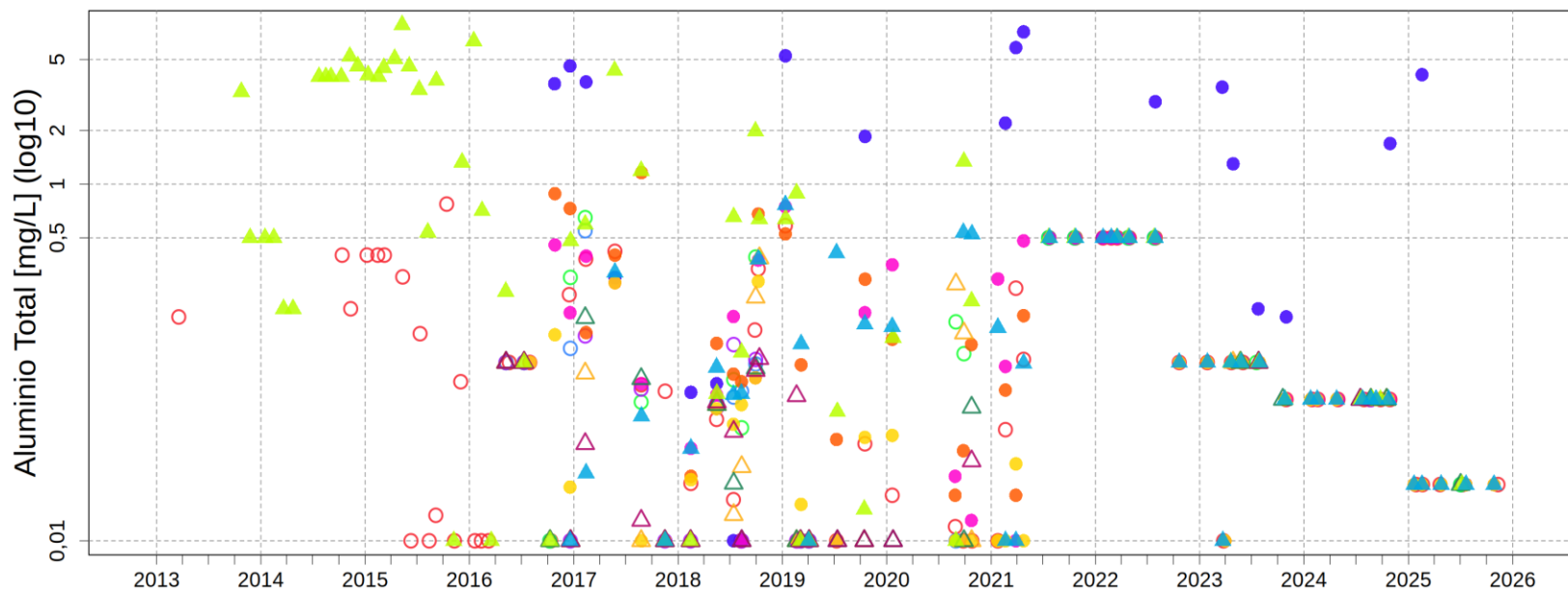
En 2025, los valores de calcio, potasio, magnesio y sodio total se mantienen dentro del rango histórico.

1.2.4 Elementos Minoritarios y Trazas Totales

Dentro de los elementos minoritarios y trazas comprometidos a analizar en su concentración total se encuentran: aluminio (Al), arsénico (As), boro (B), hierro (Fe), litio (Li), silicio (Si) y estroncio (Sr). Respecto del comportamiento temporal de estos parámetros en 2025 en general se mantienen dentro de su variación natural, la cual presenta estacionalidad en algunos de los elementos presentados (como el caso del litio y el boro en aguas superficiales).

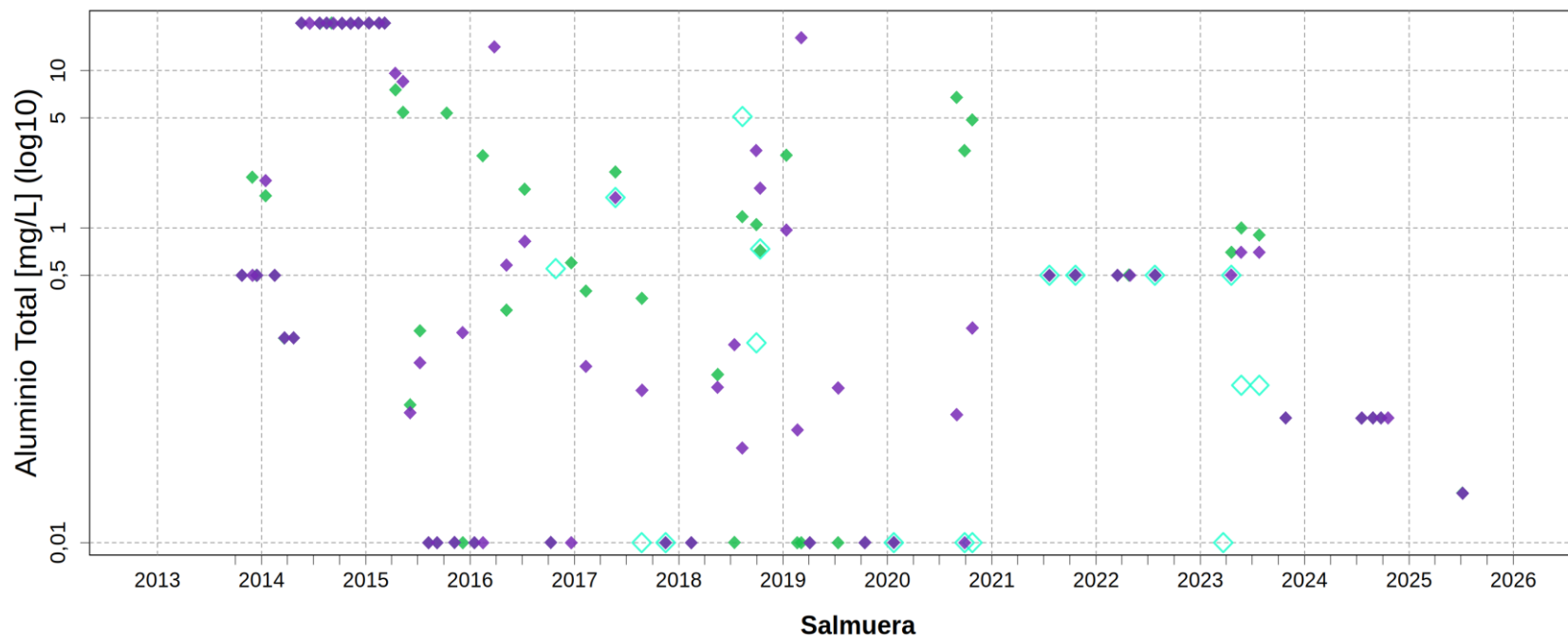
Respecto del aluminio total, presenta concentraciones para las aguas superficiales con medianas entre 0,02 mg/l para el punto LM-09 y 0,19 mg/l en el punto LM-17. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 0,03 mg/l en el punto PP-03 y 0,5 mg/l (MPS-AB y MPS-CB). Los puntos analizados no presentan una tendencia clara respecto a las concentraciones de aluminio total, sin embargo, las aguas de salmuera tienden a presentar los valores más elevados. Las concentraciones de aluminio total se observan en la Figura 1-32.

Figura 1-32 Variación temporal de aluminio total en muestras de sector Peine. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia					Salobre							
	LM-07	LM-09	LM-10	MPS-AA	PP-02	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-08	MP-07A	MP-08A	PP-01	PP-03
N° Datos	25	27	21	63	48	70	15	20	15	50	38	52	44
RQ	0,09	0,06	0,06	3,26	0,30	0,24	0,44	0,36	0,09	0,34	2,05	0,29	0,05
Max	0,39	0,18	0,10	7,82	0,77	0,77	0,55	0,65	0,14	1,16	7,14	0,75	0,28
P75	0,10	0,07	0,07	3,34	0,33	0,26	0,50	0,42	0,10	0,37	2,11	0,31	0,06
Mediana	0,06	0,02	0,03	0,50	0,08	0,06	0,10	0,10	0,06	0,09	0,40	0,08	0,04
P25	0,01	0,01	0,01	0,08	0,03	0,01	0,06	0,05	0,01	0,03	0,06	0,02	0,01
Min	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Tipo
 ● ▲ Subterráneo ○ △ Superficial



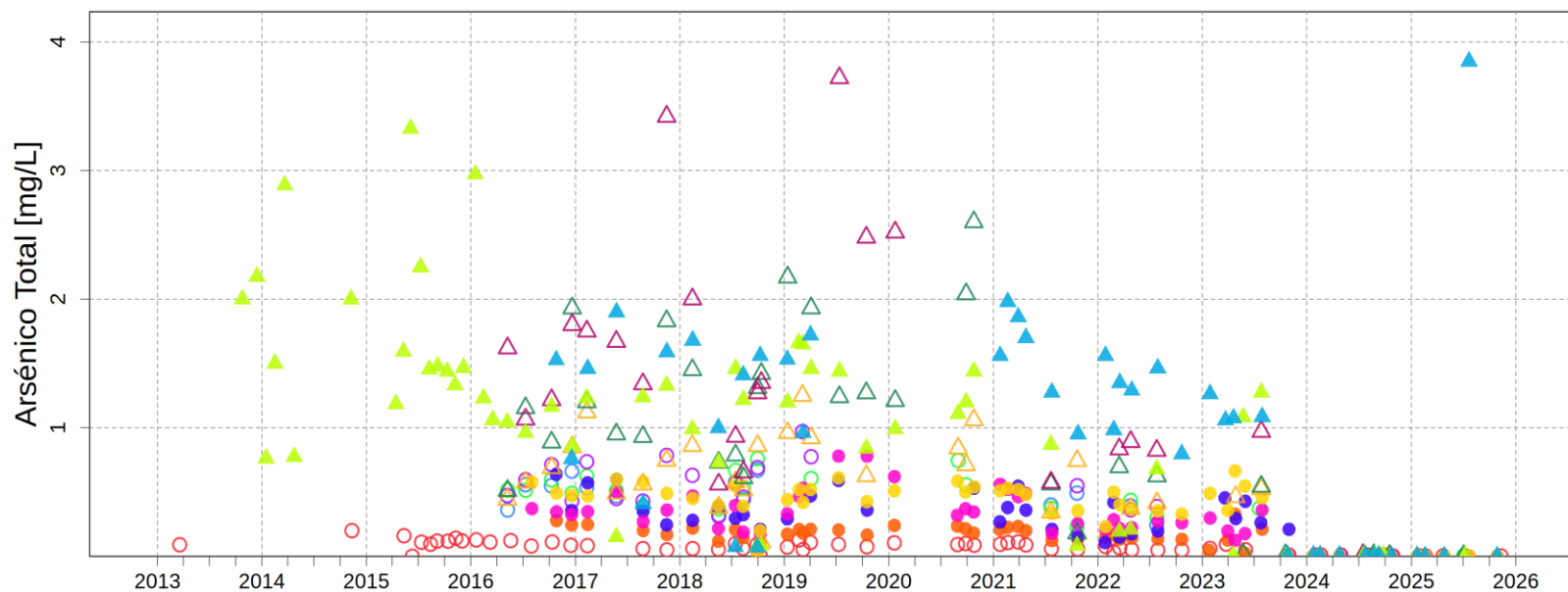
	LM-17 ◇	MPS-AB ◆	MPS-CB ◆
N° Datos	17	65	67
RQ	0,49	2,83	1,83
Max	5,10	20,00	20,00
P75	0,50	2,89	1,90
Mediana	0,19	0,50	0,50
P25	0,01	0,06	0,06
Min	0,01	0,01	0,01

Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

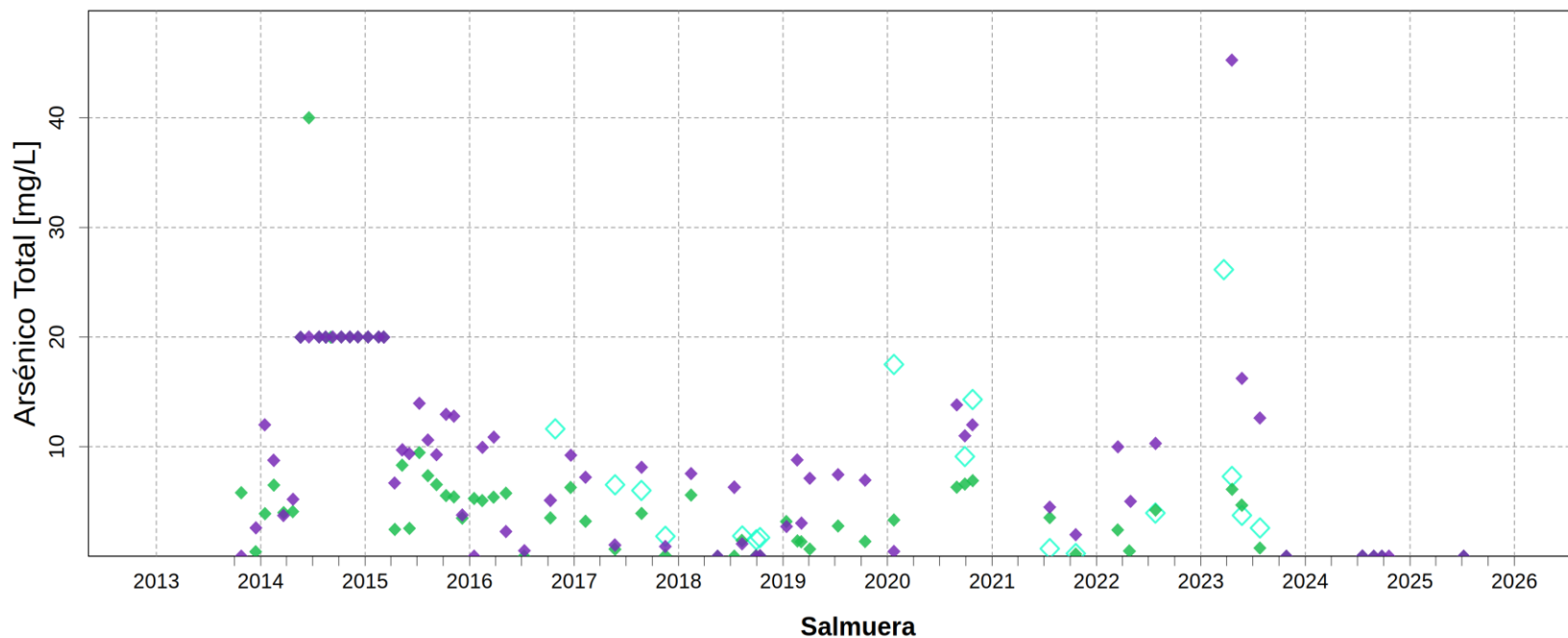
Respecto del arsénico total, presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 0,08 mg/l en el punto Antepresa Tilomonte y 3,94 mg/l en el punto LM-17. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de arsénico total mayores que las aguas superficiales salobres, pero menor que el agua superficial de salmuera. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 0,27 mg/l en el punto MP-08A y 7,56 mg/l en el punto MPS-CB. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de arsénico total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres e intermedias. Las concentraciones de arsénico total se observan en la Figura 1-33.

Figura 1-33 Variación temporal de arsénico total en muestras de sector Peine. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia					Salobre							
	LM-07	LM-09	LM-10	MPS-AA	PP-02	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-08	MP-07A	MP-08A	PP-01	PP-03
N° Datos	30	32	23	56	44	63	15	20	19	50	44	51	53
RQ	0,43	0,80	0,91	0,71	1,53	0,06	0,18	0,22	0,27	0,18	0,35	0,29	0,48
Max	1,25	2,60	3,72	3,33	3,85	0,20	0,67	0,76	0,97	0,33	0,64	0,78	0,66
P75	0,85	1,34	1,77	1,46	1,54	0,10	0,55	0,60	0,70	0,21	0,38	0,37	0,51
Mediana	0,58	0,91	1,27	1,19	1,07	0,07	0,47	0,51	0,55	0,15	0,27	0,27	0,42
P25	0,42	0,53	0,86	0,75	0,01	0,04	0,38	0,37	0,43	0,03	0,03	0,08	0,03
Min	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00

Tipo
 ● ▲ Subterráneo ○ △ Superficial



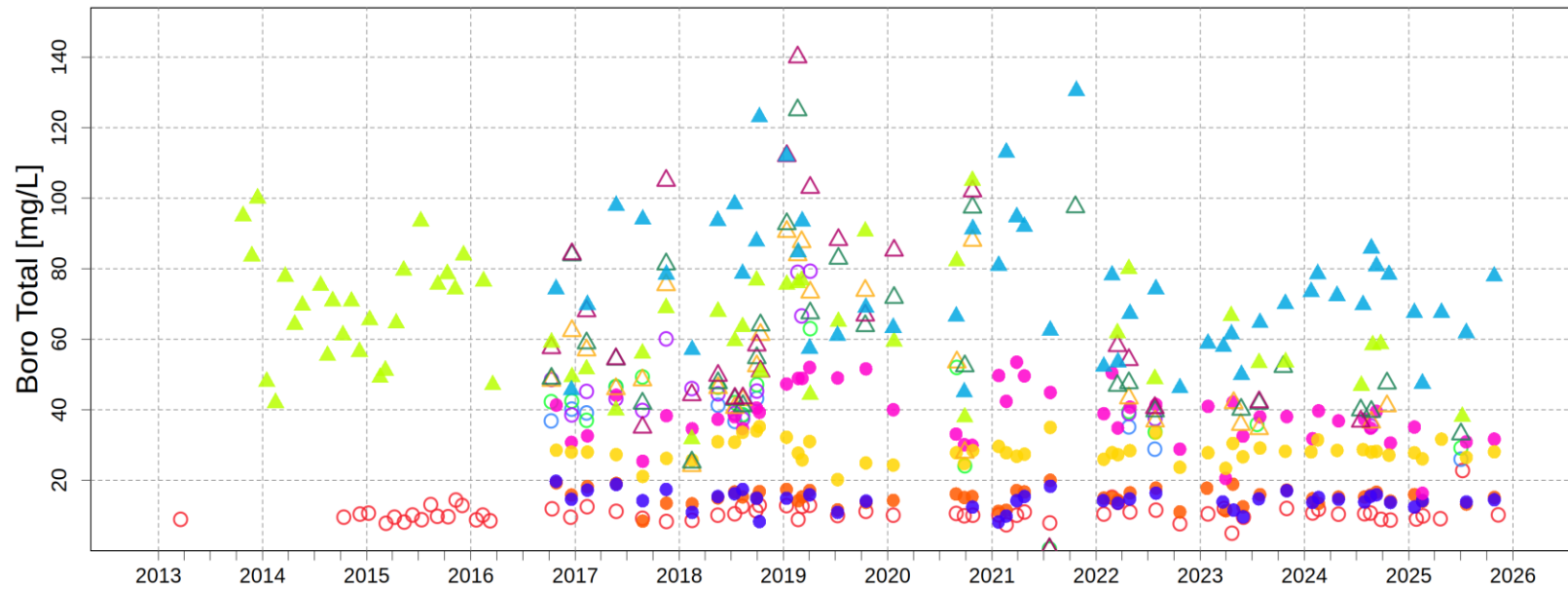
	LM-17 ◇	MPS-AB ◆	MPS-CB ◆
N° Datos	17	66	67
RQ	7,28	5,65	10,59
Max	26,15	40,00	45,25
P75	9,10	6,54	12,70
Mediana	3,94	3,94	7,56
P25	1,82	0,88	2,11
Min	0,25	0,00	0,00

Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia.

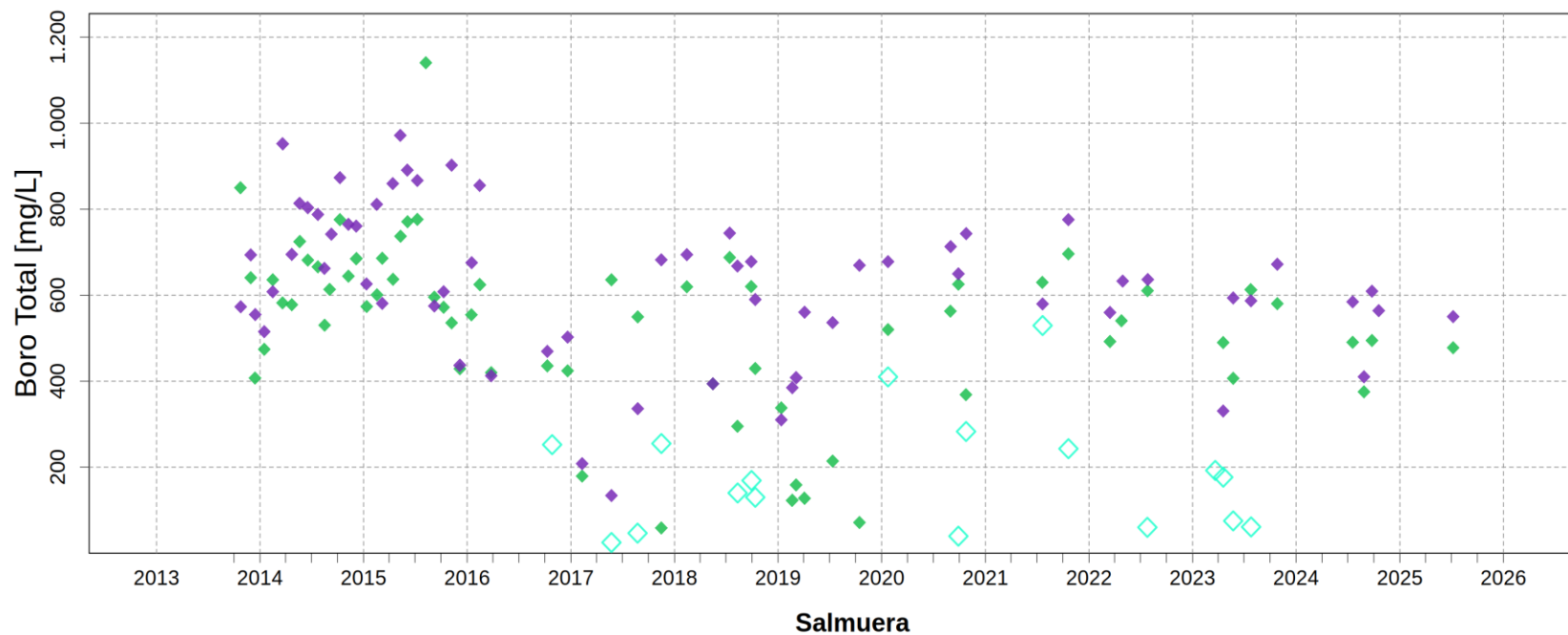
Respecto del boro total, presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 10,19 mg/l en el punto Antepresa Tilomonte y 169 mg/l en el punto LM-17. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de boro total mayores que las aguas superficiales salobres y menores que las aguas superficiales de salmuera. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 14,54 mg/l en el punto MP-08A y 633 mg/l en el punto MPS-CB. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de boro total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres e intermedias. Las concentraciones de boro total se observan en la Figura 1-34.

Figura 1-34 Variación temporal de boro total en muestras de sector Peine. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia					Salobre							
	LM-07	LM-09	LM-10	MPS-AA	PP-02	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-08	MP-07A	MP-08A	PP-01	PP-03
N° Datos	28	32	25	58	52	67	12	17	17	50	42	50	51
RQ	25,48	26,88	41,90	24,42	24,60	2,30	6,90	10,75	9,64	2,68	2,07	9,61	2,80
Max	90,50	125,00	140,00	105,00	130,50	22,77	46,40	63,00	79,30	20,00	19,72	53,50	35,20
P75	65,12	68,50	85,20	76,37	86,31	11,46	40,46	46,60	48,56	16,70	15,78	42,34	29,37
Mediana	47,25	50,54	57,54	64,37	72,91	10,19	37,62	42,00	44,50	15,25	14,54	38,17	28,00
P25	39,64	41,62	43,30	51,95	61,72	9,16	33,56	35,85	38,92	14,02	13,71	32,73	26,57
Min	0,50	0,50	0,50	31,70	45,00	4,99	0,50	0,50	35,36	8,40	8,17	16,31	20,20

Tipo
 ● ▲ Subterráneo ○ △ Superficial



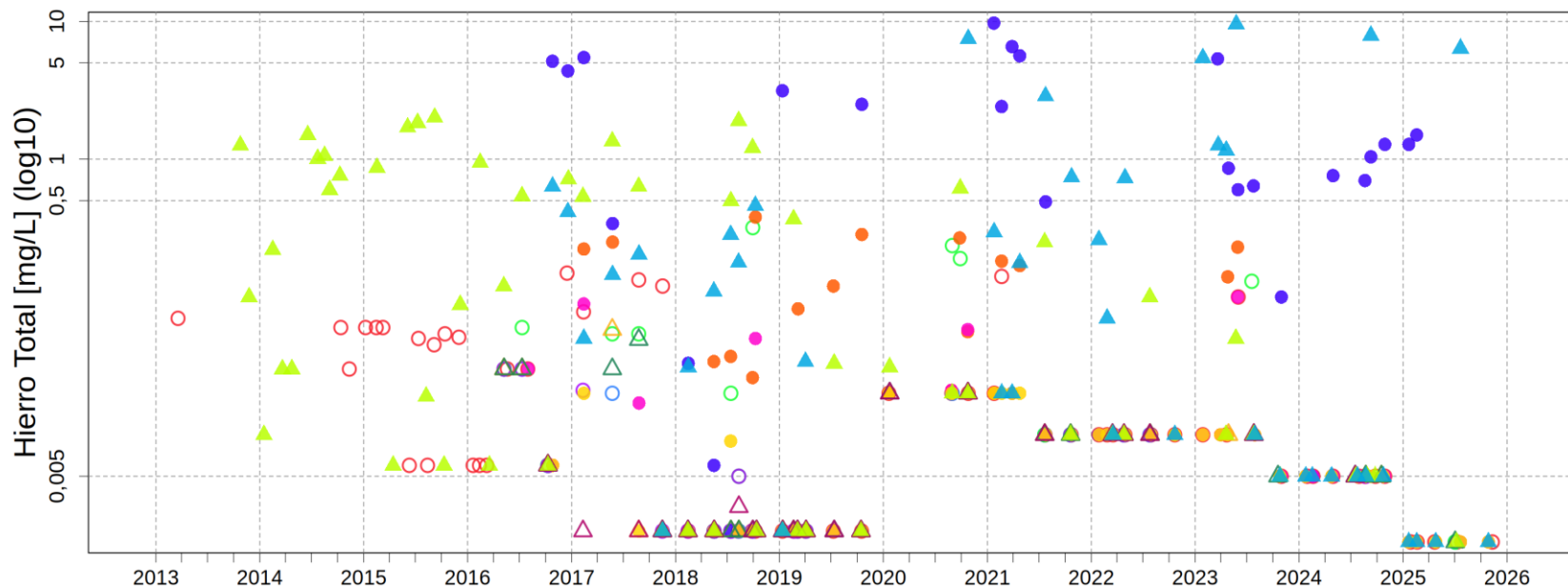
	LM-17	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	17	65	65
RQ	191	207	188
Max	529	1.141	972
P75	252	636	743
Mediana	169	572	633
P25	61	429	555
Min	25	58	134

Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

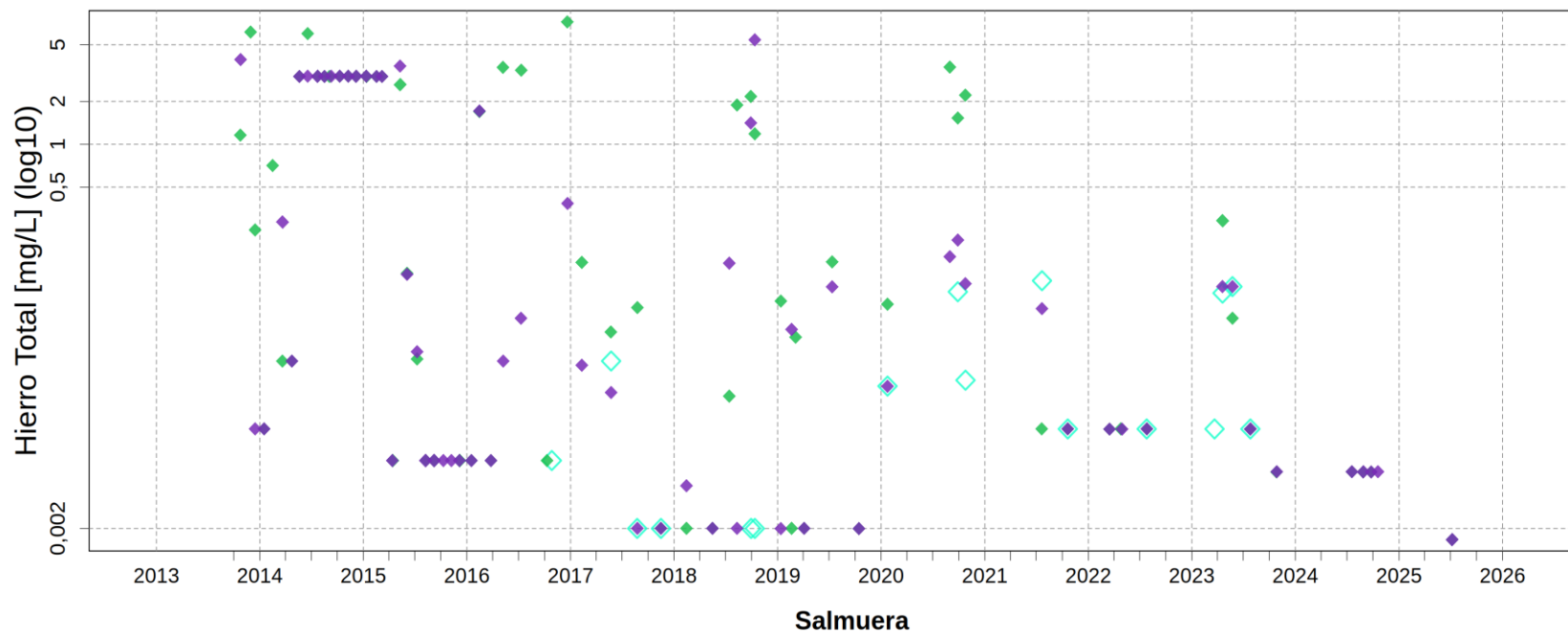
Respecto del hierro total, presenta concentraciones para las aguas superficiales con medianas bajo 0,02 mg/l para todos los puntos. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 0,01 mg/l y 0,49 mg/l en el punto MP-08A. Las concentraciones de hierro total se observan en la Figura 1-35

Figura 1-35 Variación temporal de hierro total en muestras de sector Peine. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia					Salobre							
	LM-07	LM-09	LM-10	MPS-AA	PP-02	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-08	MP-07A	MP-08A	PP-01	PP-03
N° Datos	25	31	23	58	43	63	14	19	17	47	39	42	46
RQ	0,01	0,01	0,01	0,62	0,54	0,03	0,02	0,05	0,01	0,04	1,95	0,01	0,01
Max	0,06	0,05	0,02	2,01	9,56	0,15	0,03	0,32	0,03	0,38	9,72	0,10	0,02
P75	0,01	0,01	0,01	0,63	0,55	0,03	0,02	0,06	0,01	0,05	1,96	0,01	0,01
Mediana	0,01	0,01	0,00	0,03	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,49	0,01	0,01
P25	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tipo
 ● ▲ Subterráneo ○ △ Superficial

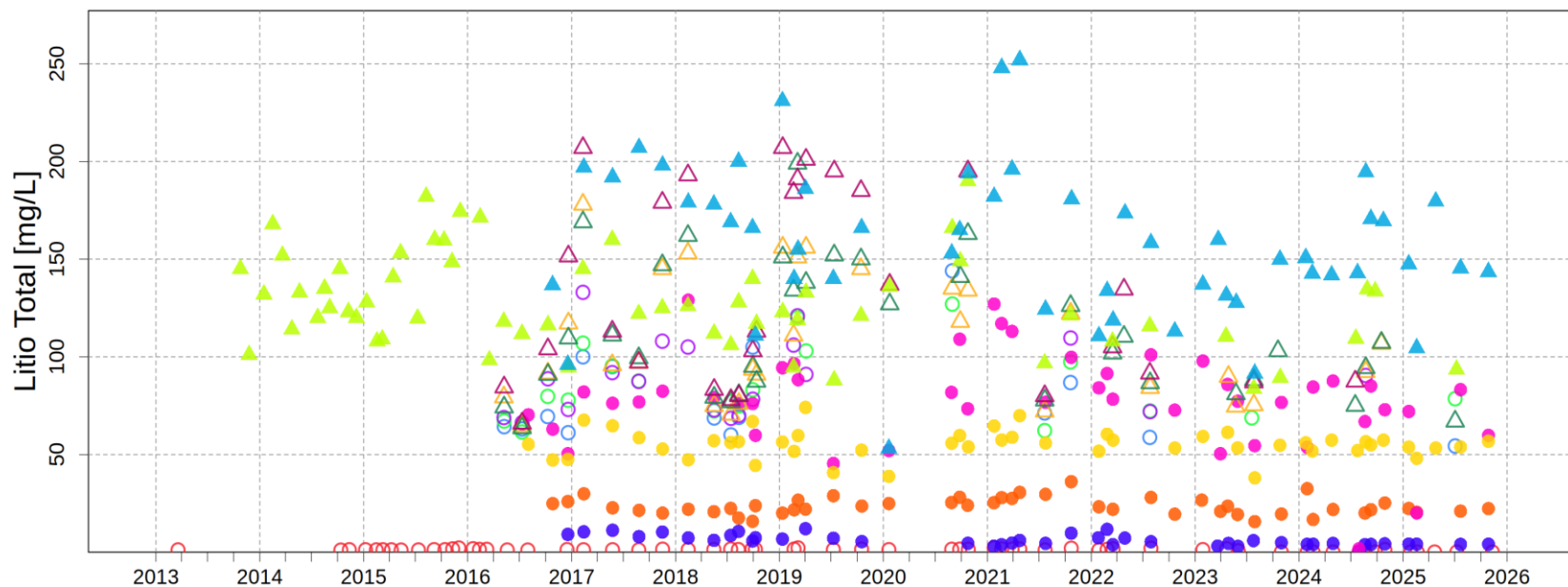


	LM-17 ◇	MPS-AB ◆	MPS-CB ◆
N° Datos	16	65	64
RQ	0,04	2,62	0,63
Max	0,11	7,24	5,41
P75	0,04	2,63	0,64
Mediana	0,01	0,07	0,03
P25	0,01	0,01	0,01
Min	0,00	0,00	0,00

Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial
 Fuente: Elaboración propia

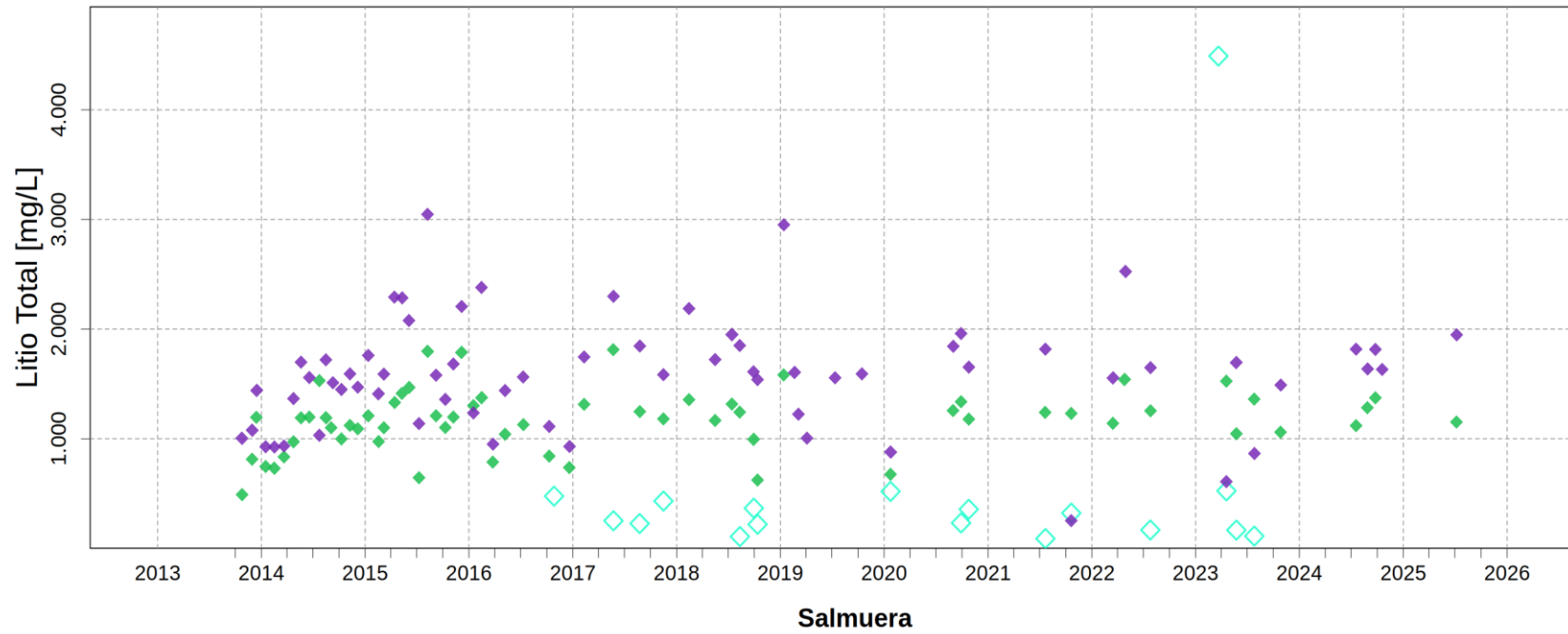
Respecto del litio total, presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 1,22 mg/l en el punto Antepresa Tilomonte y 251 mg/l en el punto LM-17. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de litio total mayores que las aguas superficiales salobres y menores que las aguas superficiales de salmuera. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 5,35 mg/l en el punto MP-08A y 1.590 mg/l en el punto MPS-CB. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de litio total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres e intermedias. Las concentraciones de litio total se observan en la Figura 1-36.

Figura 1-36 Variación temporal de litio total en muestras de sector Peine. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia					Salobre							
	LM-07	LM-09	LM-10	MPS-AA	PP-02	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-08	MP-07A	MP-08A	PP-01	PP-03
N° Datos	30	35	28	61	52	63	15	19	19	48	43	47	49
RQ	54,20	55,69	99,16	33,16	44,06	0,43	28,82	24,07	33,14	5,22	3,31	19,38	6,40
Max	178,00	199,00	207,00	190,00	252,00	2,20	144,00	127,00	133,00	36,08	12,00	129,00	74,10
P75	134,75	139,50	186,50	145,00	181,05	1,47	90,91	96,35	105,50	26,10	7,38	87,95	58,60
Mediana	96,45	103,00	113,00	123,00	156,65	1,22	69,00	78,55	88,74	22,55	5,35	77,29	55,87
P25	80,55	83,81	87,34	111,84	136,99	1,04	62,09	72,28	72,36	20,87	4,06	68,57	52,20
Min	64,60	63,54	65,94	83,74	53,10	0,00	54,34	61,49	66,27	15,63	0,40	1,71	38,05

Tipo
 ● ▲ Subterráneo ○ △ Superficial



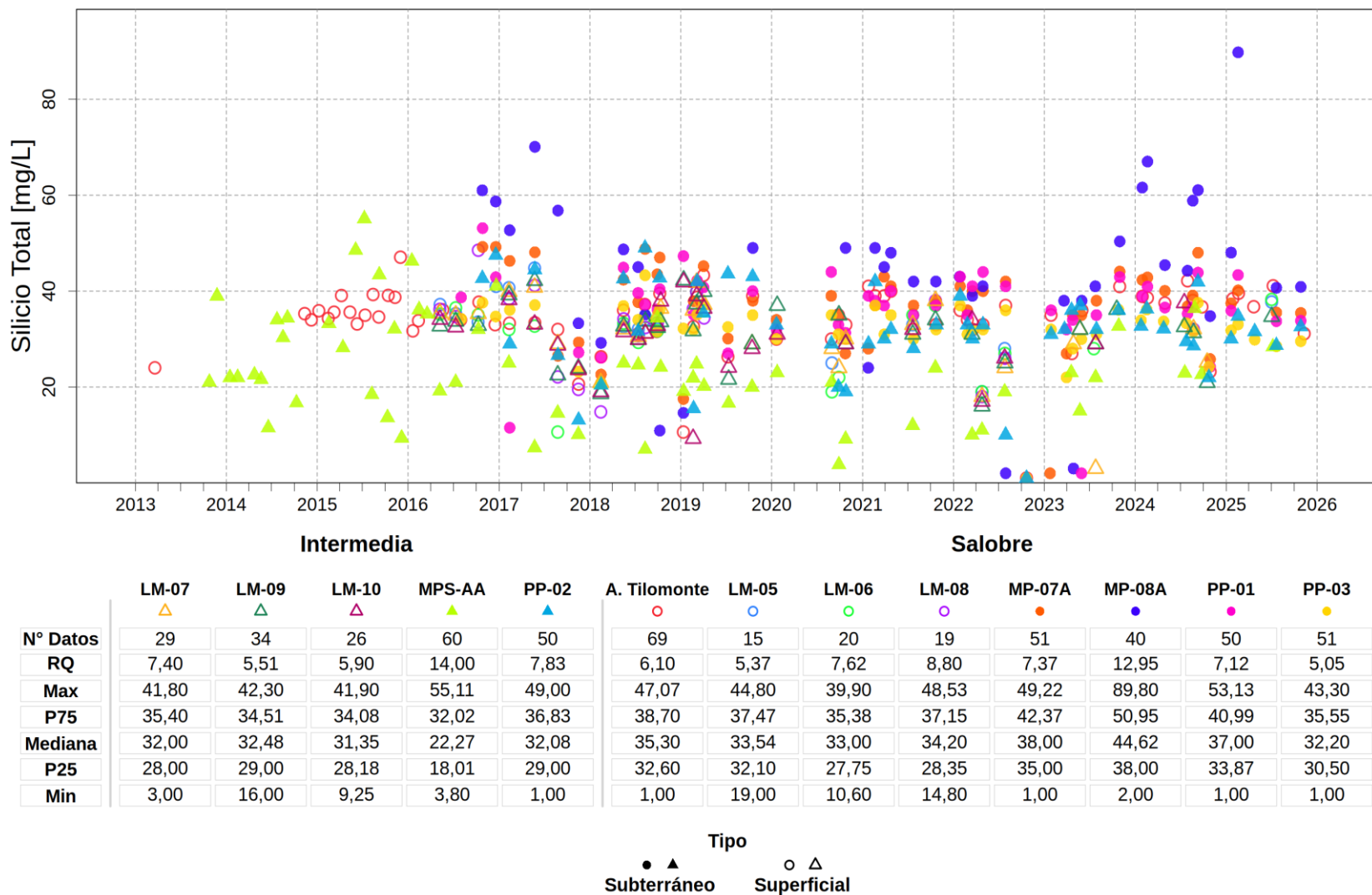
	LM-17	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	17	62	68
RQ	264	274	490
Max	4.491	1.812	3.046
P75	431	1.315	1.817
Mediana	251	1.191	1.590
P25	167	1.041	1.328
Min	89	489	252

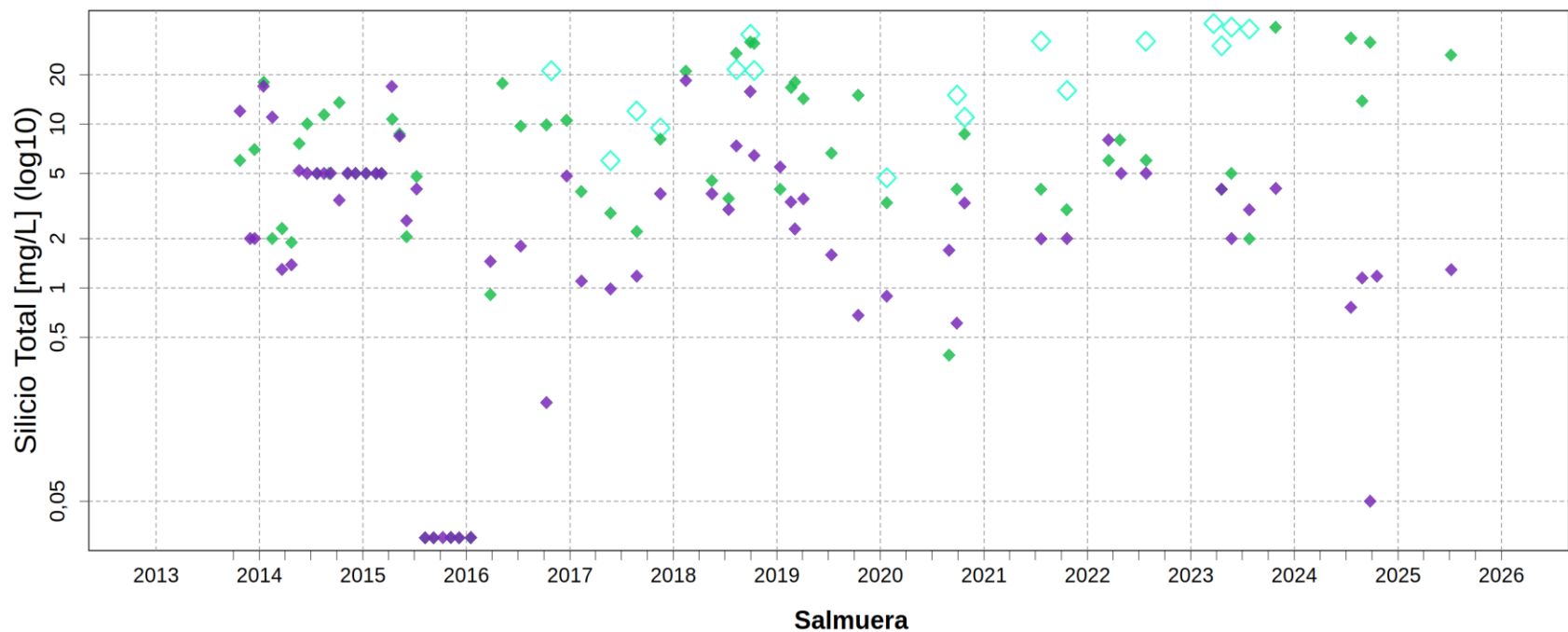
Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

Respecto del silicio total, presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 21,2 mg/l en el punto LM-17 y 35,3 mg/l en el punto Anterepresa Tilomonte. Las muestras superficiales intermedias y salobres presentan concentraciones de silicio total mayores que las aguas superficiales de salmuera. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 3,16 mg/l en el punto MPS-CB y 45,22 mg/l en el punto MP-08A. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de silicio total menores a las de aguas subterráneas salobres e intermedias. Las concentraciones de silicio total se observan en la Figura 1-37.

Figura 1-37 Variación temporal de silicio total en muestras de sector Peine. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.





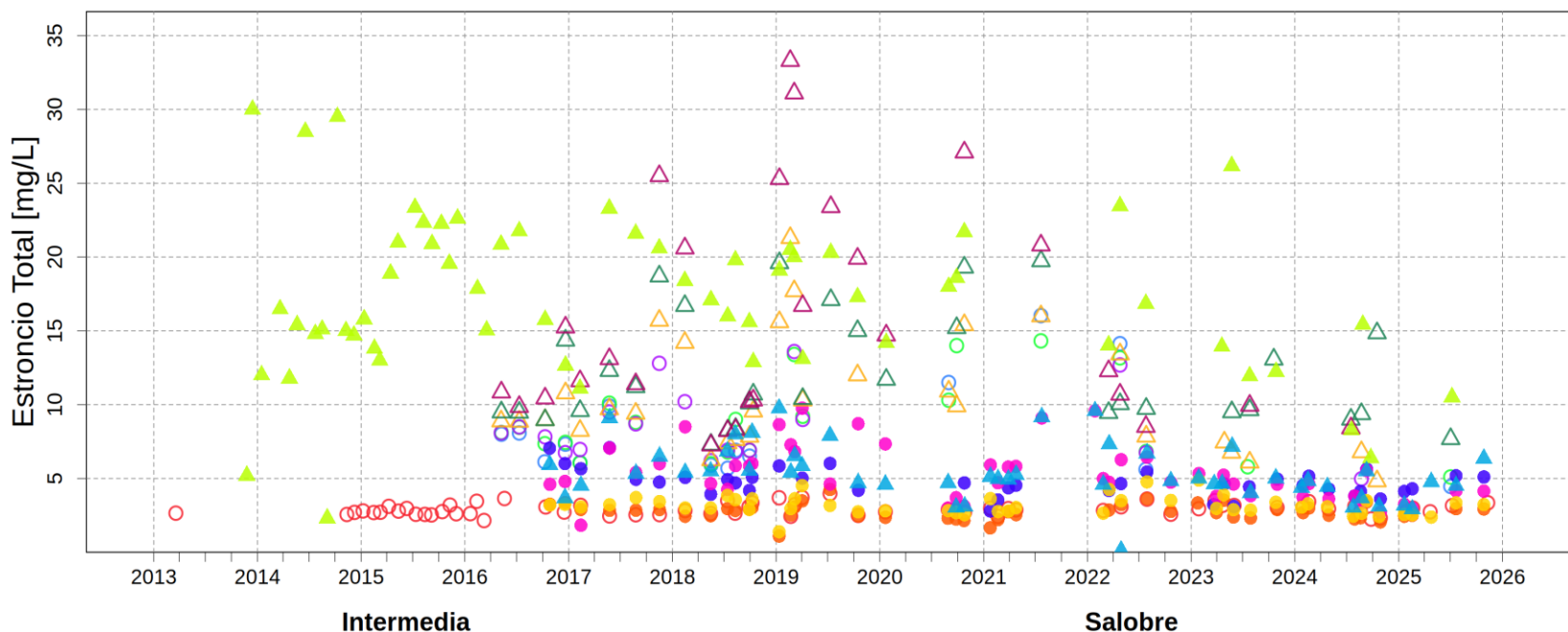
	LM-17 ◇	MPS-AB ◆	MPS-CB ◆
N° Datos	17	64	66
RQ	20,00	8,47	3,79
Max	41,00	38,93	18,40
P75	32,00	11,93	5,00
Mediana	21,20	5,50	3,16
P25	12,00	3,46	1,21
Min	4,70	0,03	0,03

Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

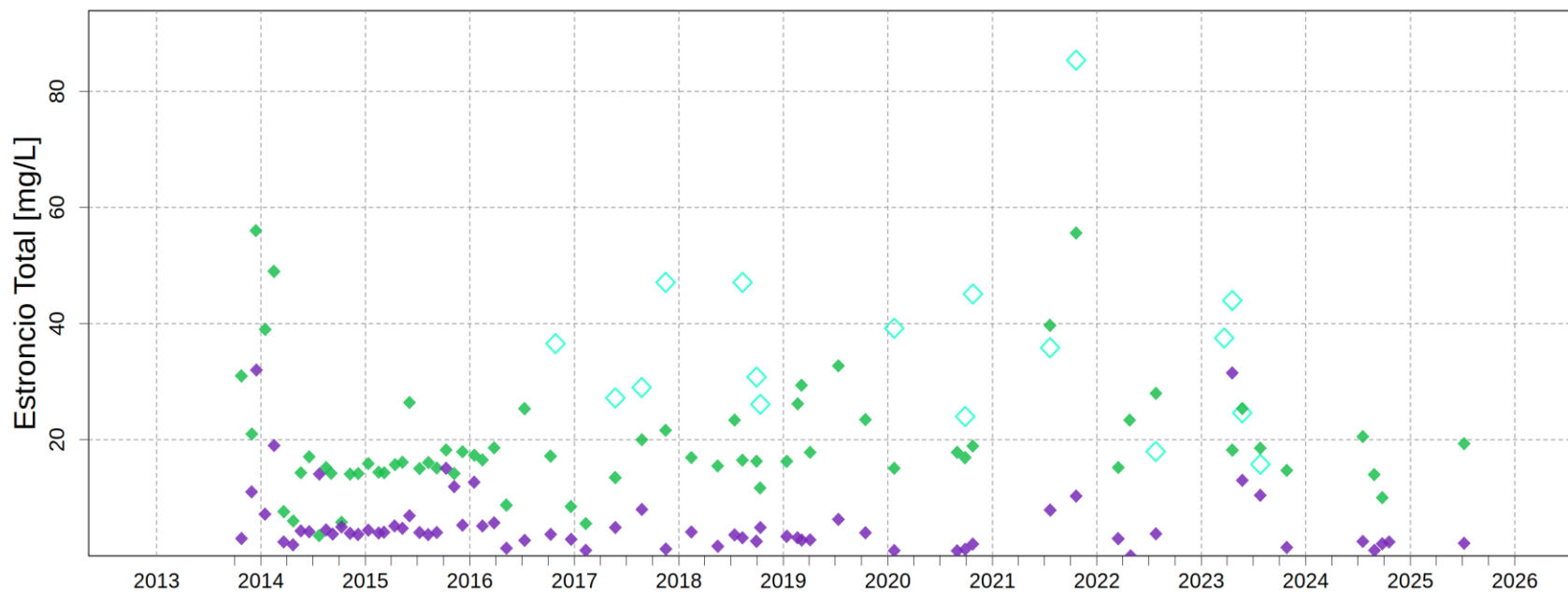
El estroncio total presenta un rango de variación para las aguas superficiales con medianas entre 2,83 mg/l en el punto Anterepresa Tilomonte y 35,85 mg/l en el punto LM-17. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de estroncio total mayores que las aguas superficiales salobres y menores que las aguas superficiales de salmuera. Las aguas subterráneas presentan un espectro más acotado, con medianas entre 2,77 mg/l en el punto MP-07A y máximos de 16,9 mg/l en el punto MPS-AB. Las concentraciones de estroncio total se observan en la Figura 1-38.

Figura 1-38 Variación temporal de estroncio total en muestras de sector Peine. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	LM-07	LM-09	LM-10	MPS-AA	PP-02	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-08	MP-07A	MP-08A	PP-01	PP-03
N° Datos	30	32	28	61	51	66	15	20	18	47	40	50	49
RQ	5,39	5,42	10,52	6,92	1,92	0,52	3,00	3,33	2,55	0,56	0,93	2,09	0,71
Max	21,30	19,73	33,30	30,00	9,75	3,97	16,03	14,32	13,60	4,25	7,09	9,76	4,89
P75	13,06	14,89	20,65	20,86	6,42	3,15	8,99	10,15	9,38	2,98	5,11	6,01	3,50
Mediana	9,48	10,25	11,94	16,85	5,01	2,83	6,90	8,29	7,95	2,77	4,68	4,77	3,07
P25	7,67	9,46	10,13	13,94	4,51	2,63	5,99	6,82	6,83	2,42	4,18	3,92	2,79
Min	4,82	7,30	7,25	2,31	0,13	2,15	4,46	5,10	4,97	1,10	2,80	1,83	1,39

Tipo
 ● ▲ Subterráneo ○ △ Superficial



Salmuera

	LM-17 ◇	MPS-AB ◆	MPS-CB ◆
N° Datos	17	67	68
RQ	17,88	6,95	2,89
Max	85,35	56,00	32,00
P75	43,98	21,30	5,40
Mediana	35,85	16,90	3,92
P25	26,10	14,35	2,51
Min	15,78	3,49	0,01

Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

1.3 Sector Borde Norte y Borde Este

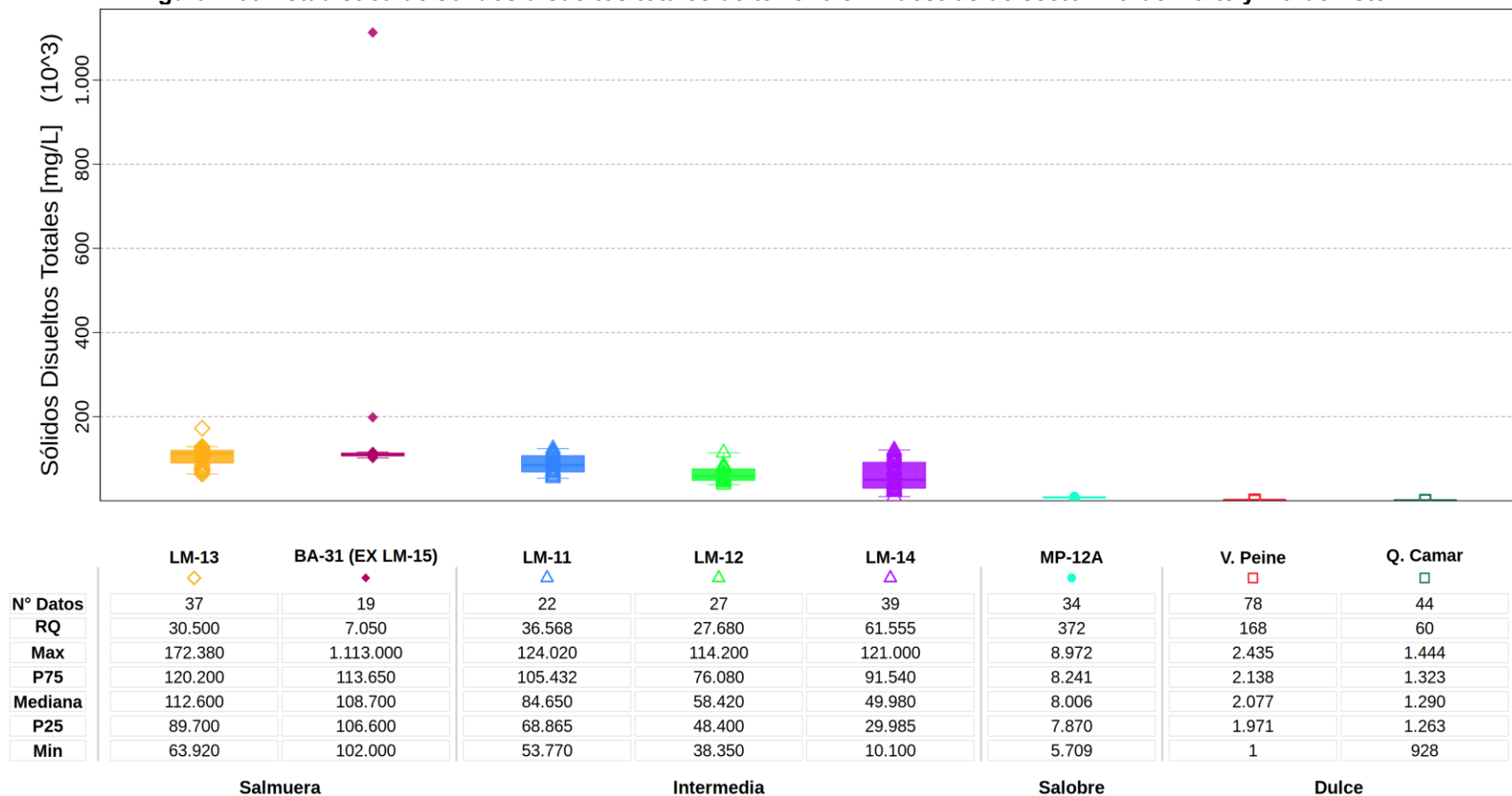
1.3.1 Parámetros Fisicoquímicos *in situ*

1.3.1.1 Sólidos Disueltos Totales in situ

En la Figura 1-39 y Figura 1-40 se presentan los resultados de SDT *in situ* en el Sector Borde Norte y Borde Este, las cuales presentan un grado de estacionalidad, marcado en aguas superficiales. Respecto a las aguas superficiales, se observan medianas entre 1.290 mg/l en el punto Quebrada Camar y 113.100 mg/l en el punto LM-13, con las muestras superficiales salobres con valores más elevados que las muestras de agua dulce y menores que las aguas superficiales de salmuera, lo cual es consistente con la clasificación de estas aguas a partir de la CE.

Para las aguas subterráneas, se observa que existe un rango similar en los SDT con medianas entre 8.006 mg/l en el pozo MP-12A y 108.700 mg/l en el pozo BA-31, siendo las muestras subterráneas de salmuera las que poseen los valores más elevados, seguido de las aguas subterráneas intermedias y finalmente por la muestra de agua subterránea salobre.

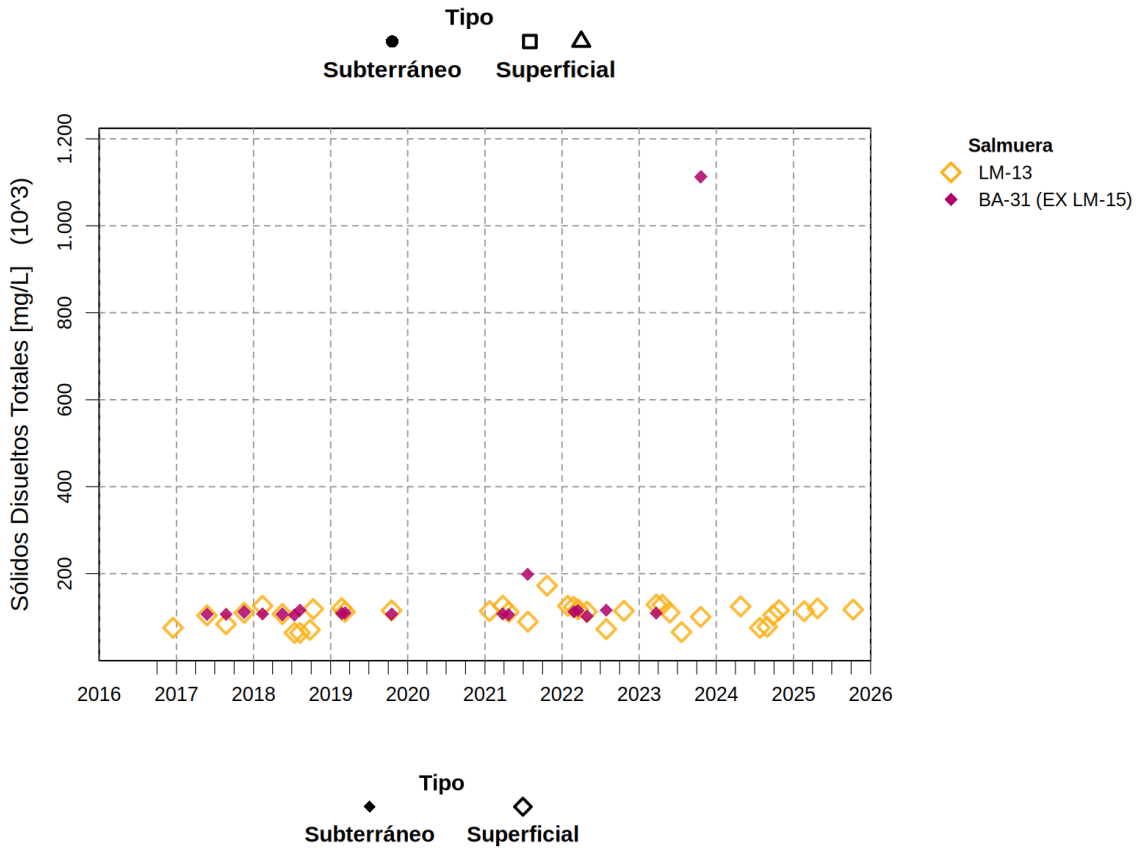
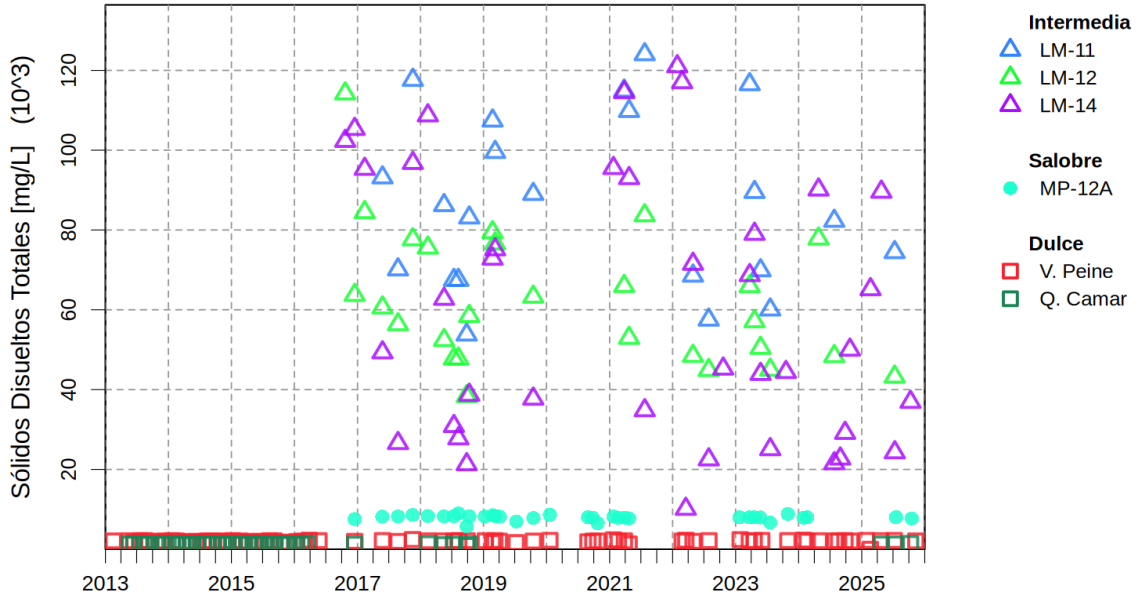
Figura 1-39 Estadística de sólidos disueltos totales de terreno en muestras de sector Borde Norte y Borde Este.



Período: feb-2013 - nov-2025

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-40 Variación temporal de sólidos disueltos totales de terreno en muestras de sector Borde Norte y Borde Este. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



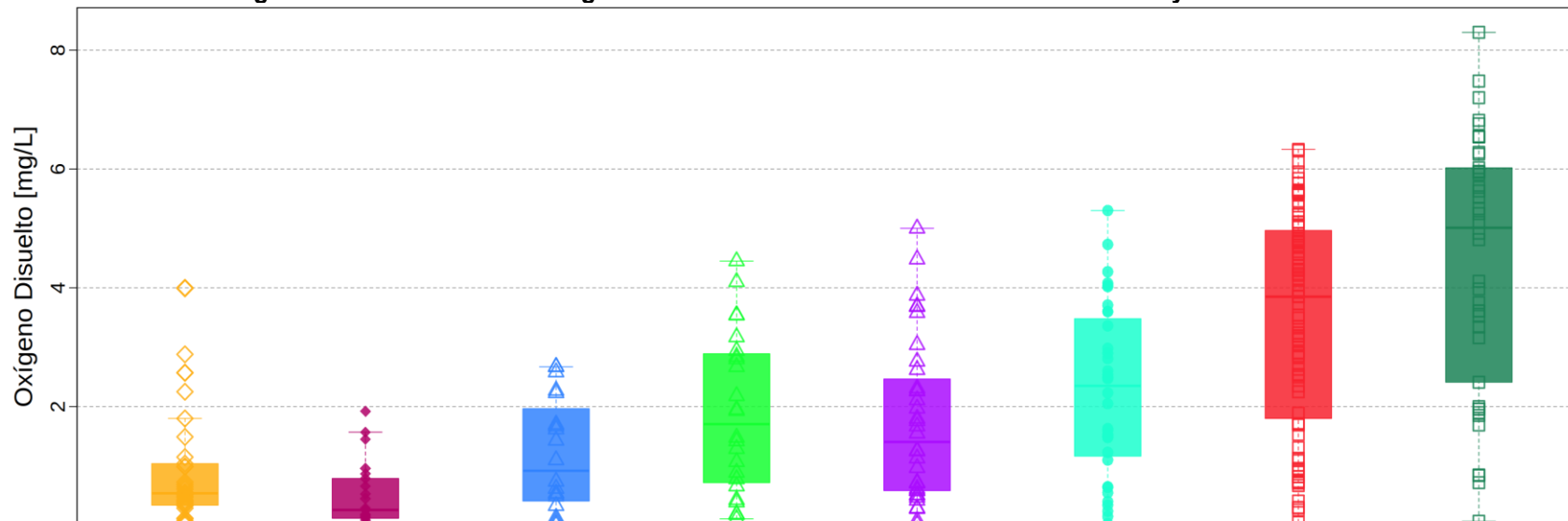
Fuente: Elaboración propia

1.3.1.2 *Oxígeno Disuelto in situ*

En la Figura 1-41 y Figura 1-42 se presentan los resultados de oxígeno disuelto situ en el Sector Borde Norte y Borde Este, los cuales presentan un grado de estacionalidad leve. Respecto a las aguas superficiales, se observan medianas entre 0,54 mg/l en el punto LM-13 y 5,01 mg/l en el punto Quebrada Camar, con las muestras superficiales dulces con los valores más elevados.

Para las aguas subterráneas, se observan valores con medianas entre 0,26 mg/l en el pozo BA-31(salmuera) y 2,35 mg/l en el pozo MP-12A, siendo las muestras subterráneas de salmuera las que poseen los valores más bajos.

Figura 1-41 Estadística de oxígeno disuelto en muestras de sector Borde Norte y Borde Este.



	LM-13 ◇	BA-31 (EX LM-15) ◆	LM-11 △	LM-12 △	LM-14 △	MP-12A ●	V. Peine □	Q. Camar □
N° Datos	37	21	20	24	36	36	83	42
RQ	0,70	0,67	1,38	2,11	1,80	2,22	3,17	3,41
Max	4,00	1,92	2,67	4,45	5,00	5,30	6,33	8,30
P75	1,04	0,79	1,83	2,86	2,39	3,42	4,96	6,00
Mediana	0,54	0,26	0,92	1,71	1,41	2,35	3,85	5,01
P25	0,34	0,12	0,45	0,75	0,59	1,20	1,80	2,60
Min	0,01	0,00	0,01	0,11	0,02	0,03	0,05	0,07

Salmuera

Intermedia

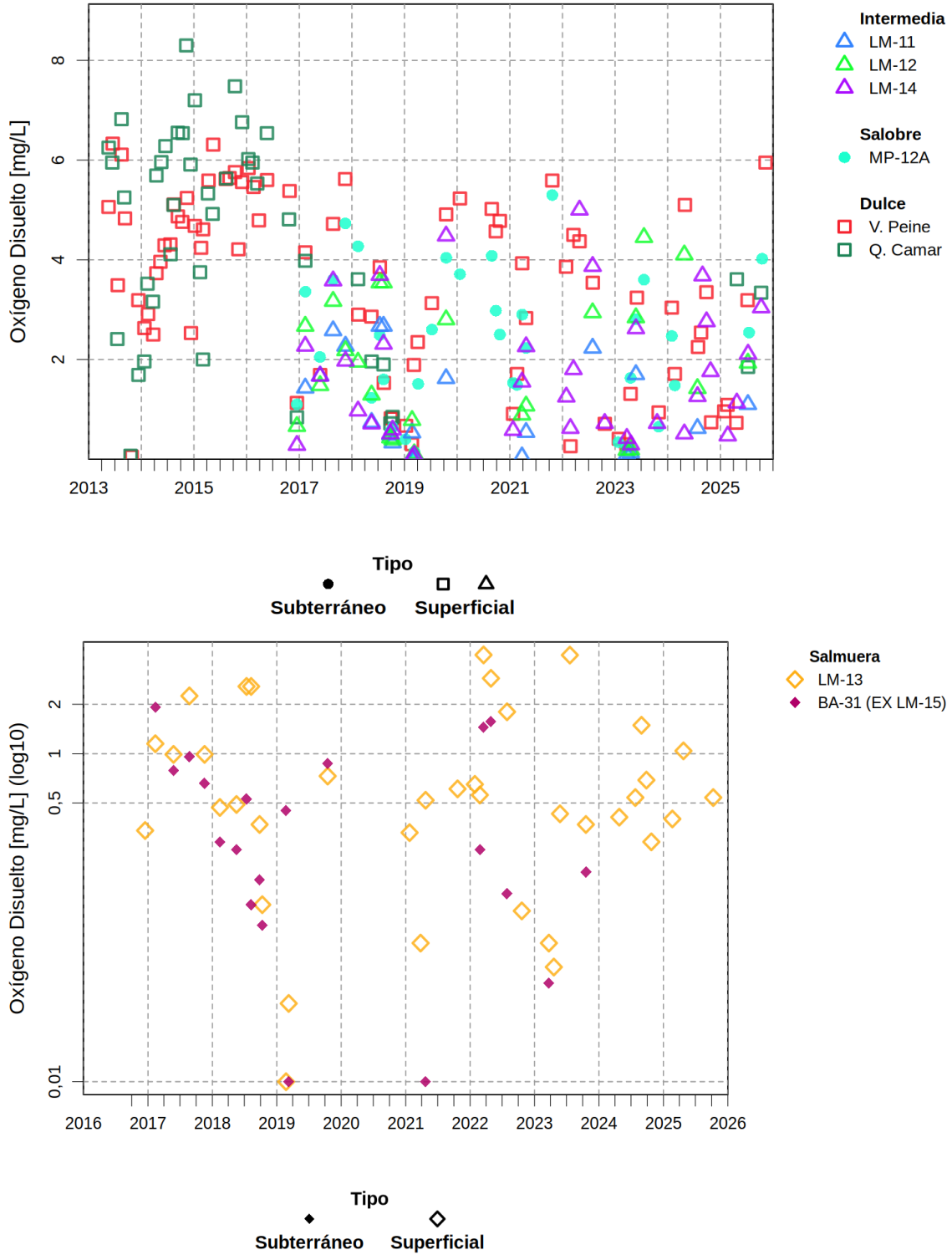
Salobre

Dulce

Período: may-2013 - nov-2025

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-42 Variación temporal de oxígeno disuelto en muestras de sector Borde Norte y Borde Este. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



Fuente: Elaboración propia

1.3.2 Parámetros Físicoquímicos de laboratorio

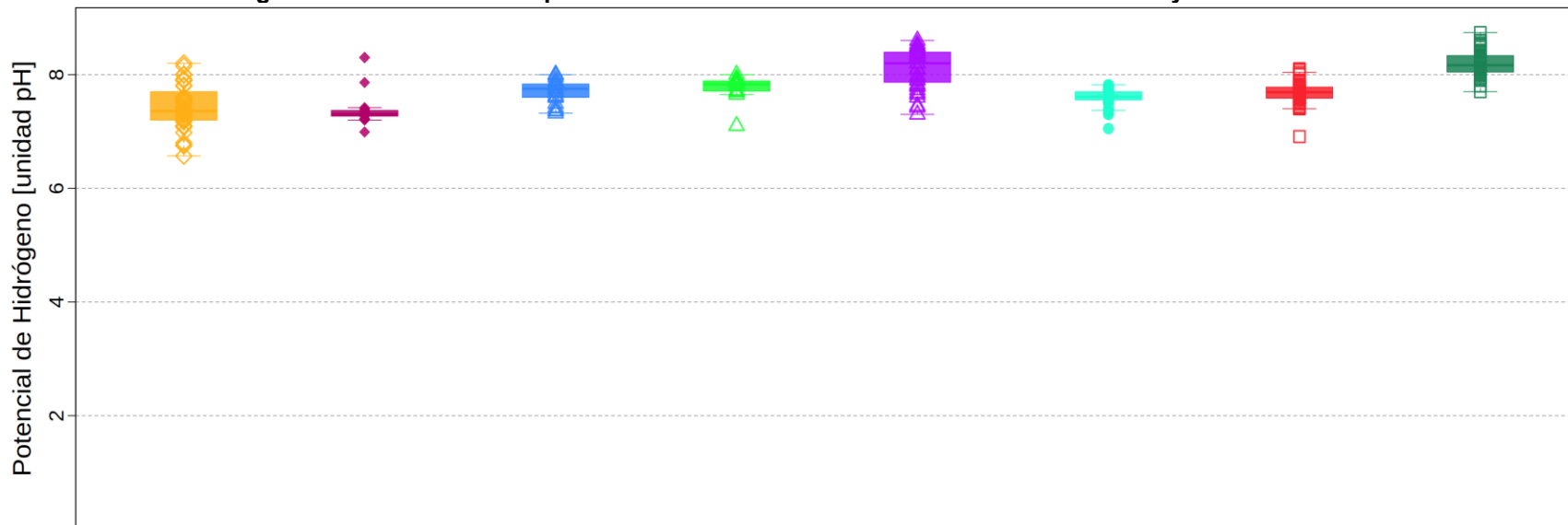
1.3.2.1 pH de Laboratorio

Los resultados de pH de laboratorio para el Sector Borde Norte y Borde Este presentan, en general, un cierto grado de estacionalidad tanto en aguas superficiales como subterráneas. Las muestras analizadas muestran un comportamiento similar entre aguas superficiales y subterráneas. Dentro de las aguas superficiales se observan 2 tendencias distintivas. La primera de ellas corresponde a los puntos LM-11, LM-12, LM-14, Vertiente Peine y Quebrada Camar, clasificados como aguas superficiales intermedias y dulces, las cuales presentan los pH más elevados del sector, con medianas entre 7,69 (Vertiente Peine) y 8,16 (Quebrada Camar). y la segunda corresponde al punto LM-13, clasificado como agua superficial de salmuera, posee una mediana de pH de 7,36.

Respecto a las aguas subterráneas, la tendencia general muestra que poseen valores de pH más bajos que las aguas superficiales intermedias y dulces, similares a lo observado en el agua superficial de salmuera. Se tienen medianas entre 7,3 (BA-31, agua subterránea de salmuera) y 7,61 (MP-12A, agua subterránea salobre).

Los resultados de pH medidos en laboratorio son un poco mayores en magnitud que los parámetros medidos *in situ*. Lo anterior es debido a que las condiciones del medio, temperatura y otros, hacen que varíen las concentraciones de los parámetros medidos en laboratorio, respecto a las medidas *in situ*. Las tendencias discutidas anteriormente se pueden observar en la Figura 1-43 y Figura 1-44.

Figura 1-43 Estadística de pH de laboratorio en muestras de sector Borde Norte y Borde Este.

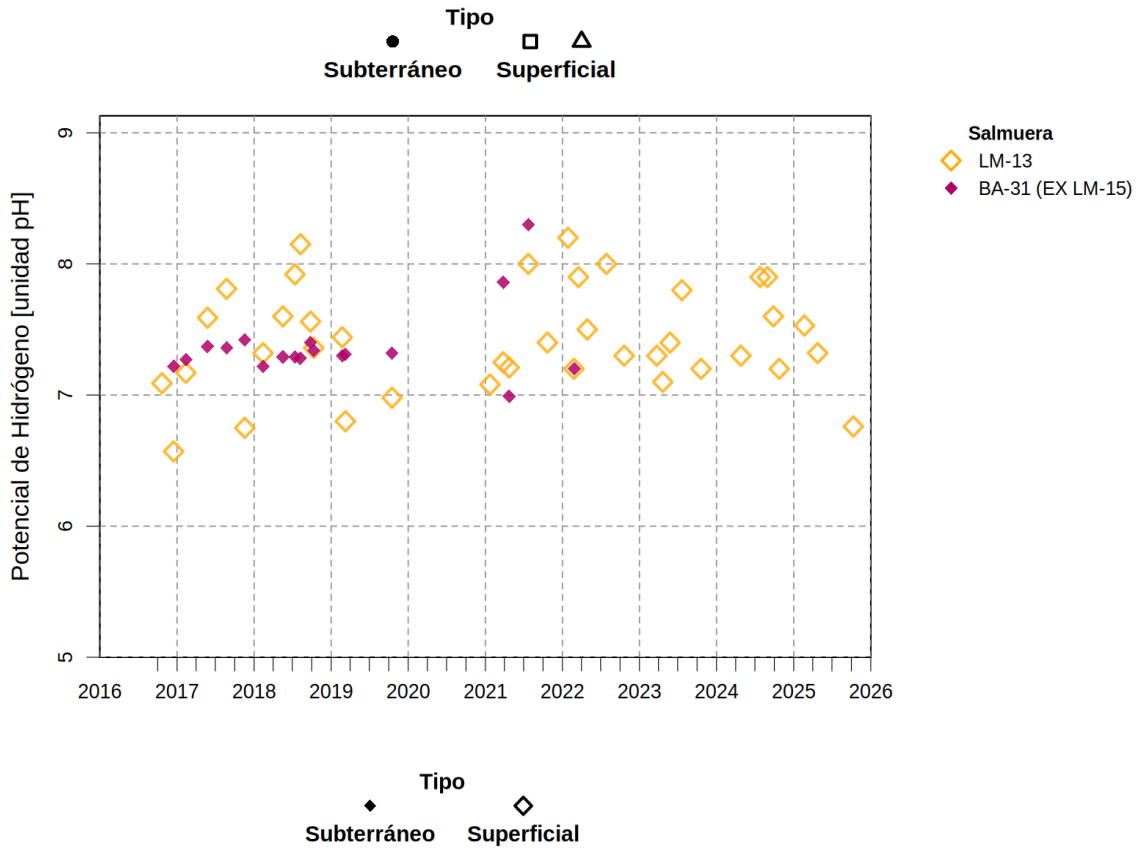
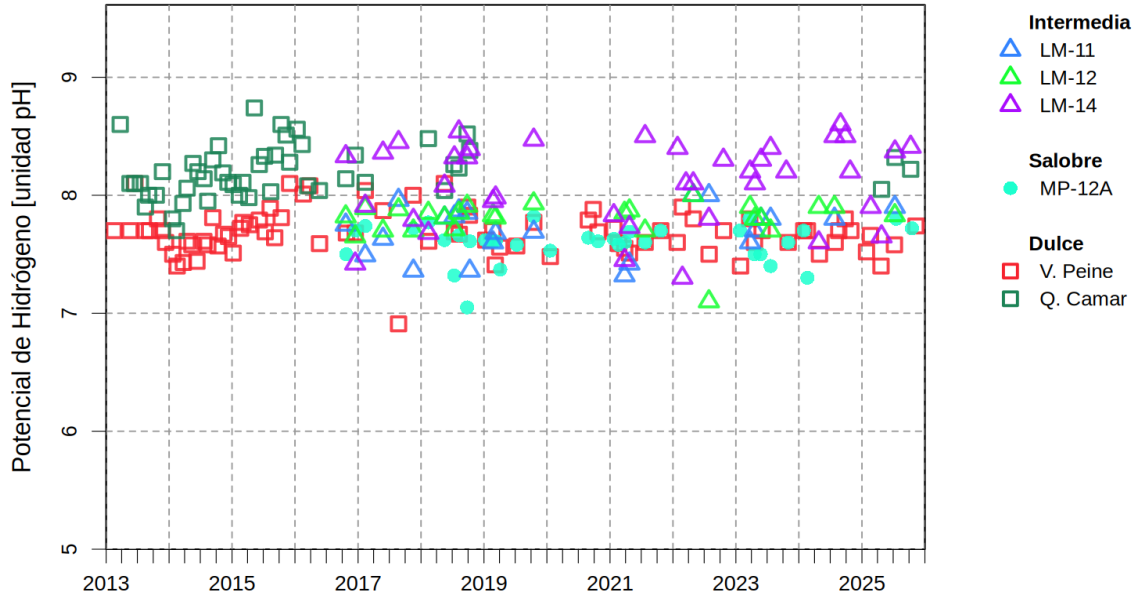


	LM-13 ◇	BA-31 (EX LM-15) ◆	LM-11 △	LM-12 △	LM-14 △	MP-12A ●	V. Peine □	Q. Camar □
N° Datos	39	18	23	26	39	35	83	48
RQ	0,50	0,09	0,24	0,15	0,53	0,15	0,19	0,29
Max	8,20	8,30	8,00	8,00	8,60	7,82	8,10	8,74
P75	7,70	7,37	7,83	7,89	8,39	7,70	7,78	8,33
Mediana	7,36	7,30	7,75	7,83	8,20	7,61	7,69	8,16
P25	7,20	7,27	7,60	7,73	7,87	7,55	7,58	8,05
Min	6,57	6,99	7,32	7,10	7,30	7,05	6,91	7,70
	Salmuera		Intermedia		Salobre		Dulce	

Período: feb-2013 - nov-2025

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-44 Variación temporal de pH de laboratorio en muestras de sector Borde Norte y Borde Este. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



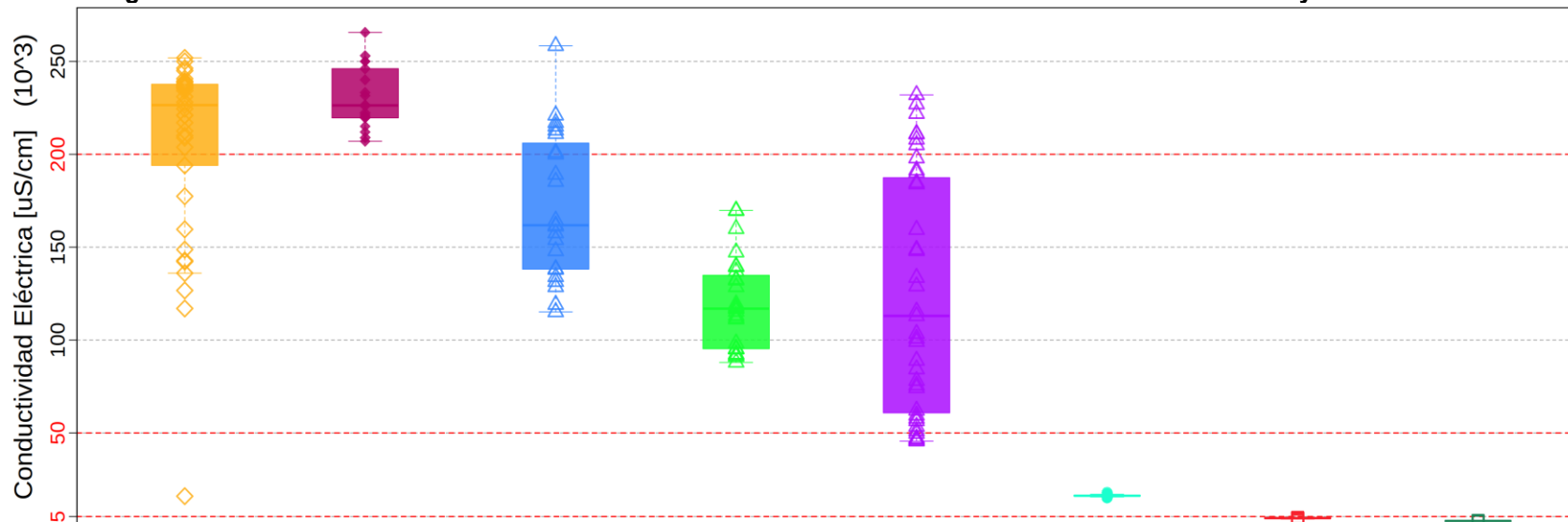
Fuente: Elaboración propia

1.3.2.2 Conductividad Eléctrica de Laboratorio

La conductividad eléctrica de laboratorio del sector Borde Norte y Borde Este muestra una marcada diferencia entre las aguas superficiales de lagunas y vertientes, con 3 tendencias principales. La primera de ellas está representada por el punto LM-13 (agua de salmuera), con una mediana de CE de 228.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El segundo comportamiento de aguas superficiales comprende los puntos LM-11, LM-12 y LM-14 (agua intermedia), lo cuales poseen medianas de CE entre 113.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (LM-14) y 161.800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (LM-11). Finalmente, se tiene el agua de Vertiente Peine y Quebrada Camar (agua dulce), con medianas de CE de 4.166 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 2.605 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente.

Respecto a las muestras de aguas subterráneas, se tienen 2 puntos con diferencias marcadas entre ellos. Por un lado, se tiene el pozo MP-12A con una mediana de CE de 16.200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por otro lado, el punto BA-31 posee una mediana de CE de 226.300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El comportamiento de las muestras superficiales y subterráneas se detalla en la Figura 1-45 y Figura 1-46.

Figura 1-45 Estadística de conductividad eléctrica de laboratorio en muestras de sector Borde Norte y Borde Este.



	LM-13 ◇	BA-31 (EX LM-15) ◆	LM-11 △	LM-12 △	LM-14 △	MP-12A ●	V. Peine □	Q. Camar □
N° Datos	37	18	23	27	39	35	80	48
RQ	43.700	24.924	67.881	39.595	126.604	465	264	130
Max	251.866	265.600	258.400	169.800	231.974	17.820	4.517	2.840
P75	237.700	244.600	206.034	134.900	187.404	16.495	4.242	2.667
Mediana	226.454	226.300	161.800	116.900	113.000	16.200	4.166	2.605
P25	194.000	219.676	138.153	95.305	60.800	16.030	3.978	2.538
Min	15.960	207.000	115.127	87.981	45.580	15.220	2.750	2.290

Salmuera

Intermedia

Salobre

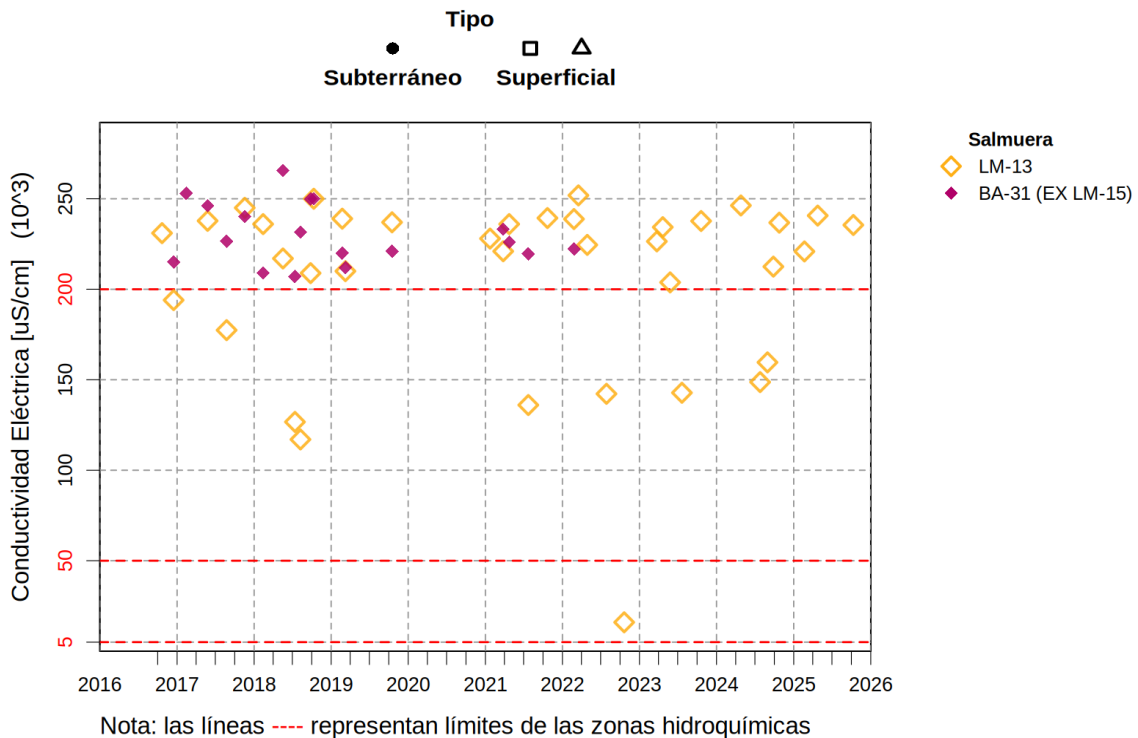
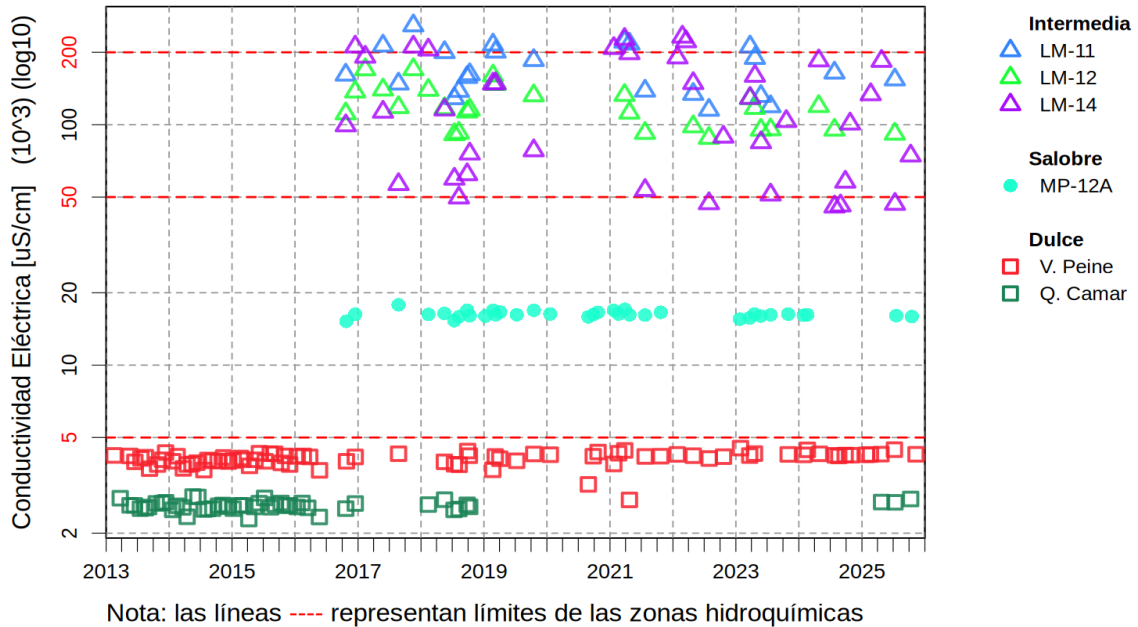
Dulce

Nota: las líneas ---- representan límites de las zonas hidroquímicas

Período: feb-2013 - nov-2025

Fuente: Elaboración propia

Figura 1-46 Variación temporal de conductividad eléctrica de laboratorio en muestras de sector Borde Norte y Borde Este. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



Tipo
 ● Subterráneo □ Superficial

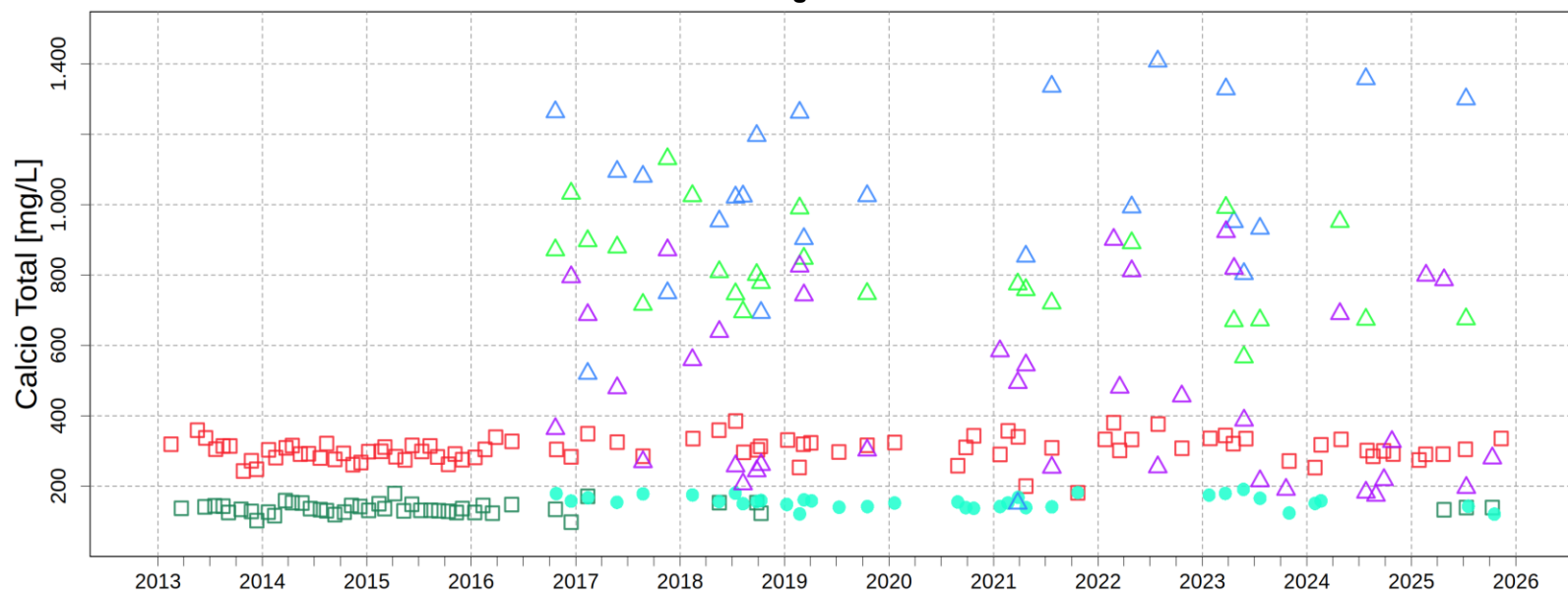
Fuente: Elaboración propia

1.3.3 Elementos Mayoritarios Totales

Los elementos mayoritarios totales analizados corresponden a calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), sodio (Na^+) y potasio (K^+). Una característica común a los cationes considerados es que los pozos que monitorean la salmuera en general presentan las mayores concentraciones, mientras que los pozos correspondientes a aguas dulce y salobres presentan valores semejantes a las concentraciones de las aguas superficiales. Las muestras presentan estacionalidad, más evidente en aguas superficiales que en aguas subterráneas.

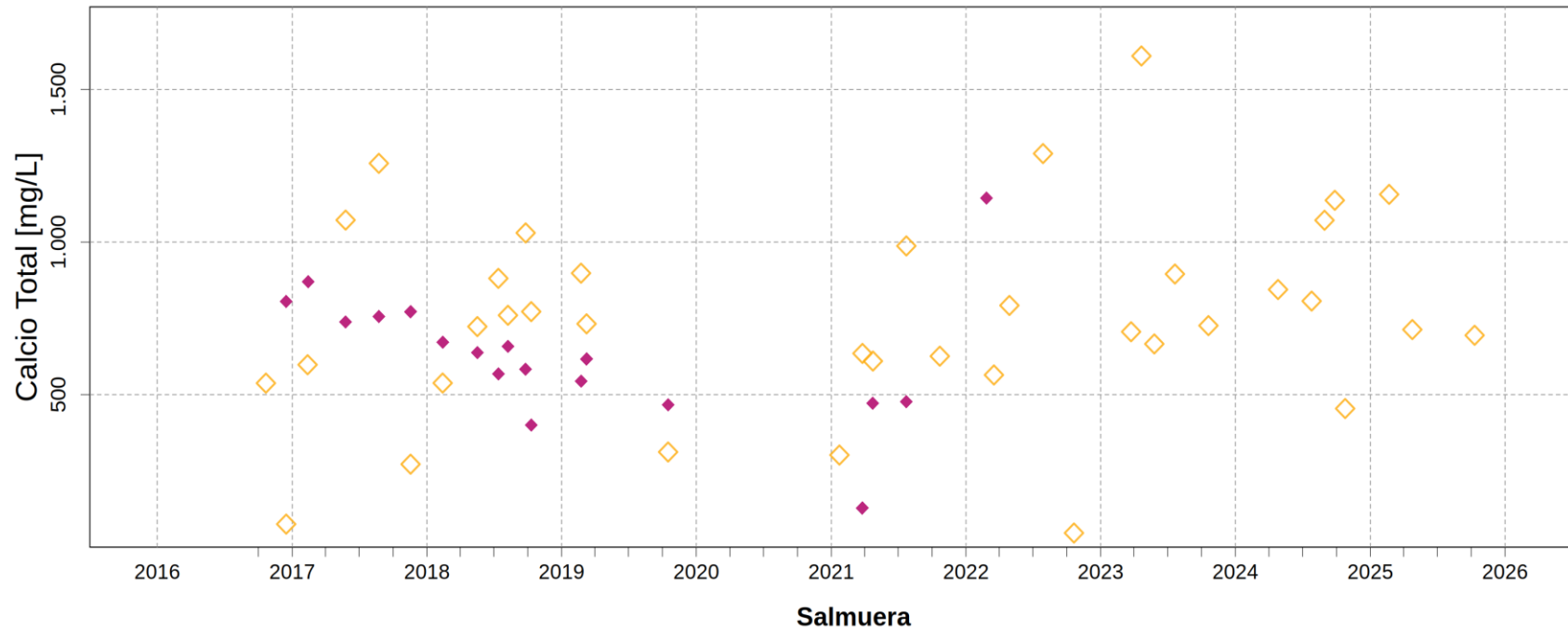
En el caso del calcio total se mantiene la tendencia que muestran las concentraciones de la fracción disuelta con un rango de variación para las aguas superficiales con medianas desde 134 mg/l en el punto Quebrada Camar y 1.022 mg/l en el punto LM-11. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de calcio totales mayores que las aguas superficiales dulces. Las aguas subterráneas presentan un espectro levemente más acotado, con medianas desde 156 mg/l en el punto MP-12A y 628 mg/l en el punto BA-31. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de calcio totales notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres. Las concentraciones de calcio total se observan en la Figura 1-47

Figura 1-47 Variación temporal de calcio total en muestras de sector Borde Norte y Borde Este. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia	Salobre	Dulce			
	LM-11 ▲	LM-12 ▲	LM-14 ▲	MP-12A ●	V. Peine □	Q. Camar □
N° Datos	24	26	38	36	87	45
RQ	372	179	475	25	40	17
Max	1.408	1.130	923	191	385	179
P75	1.262	896	730	167	324	145
Mediana	1.022	790	467	156	304	134
P25	890	717	255	142	284	128
Min	151	567	173	120	181	98

Tipo
 ● Subterráneo □ Δ Superficial



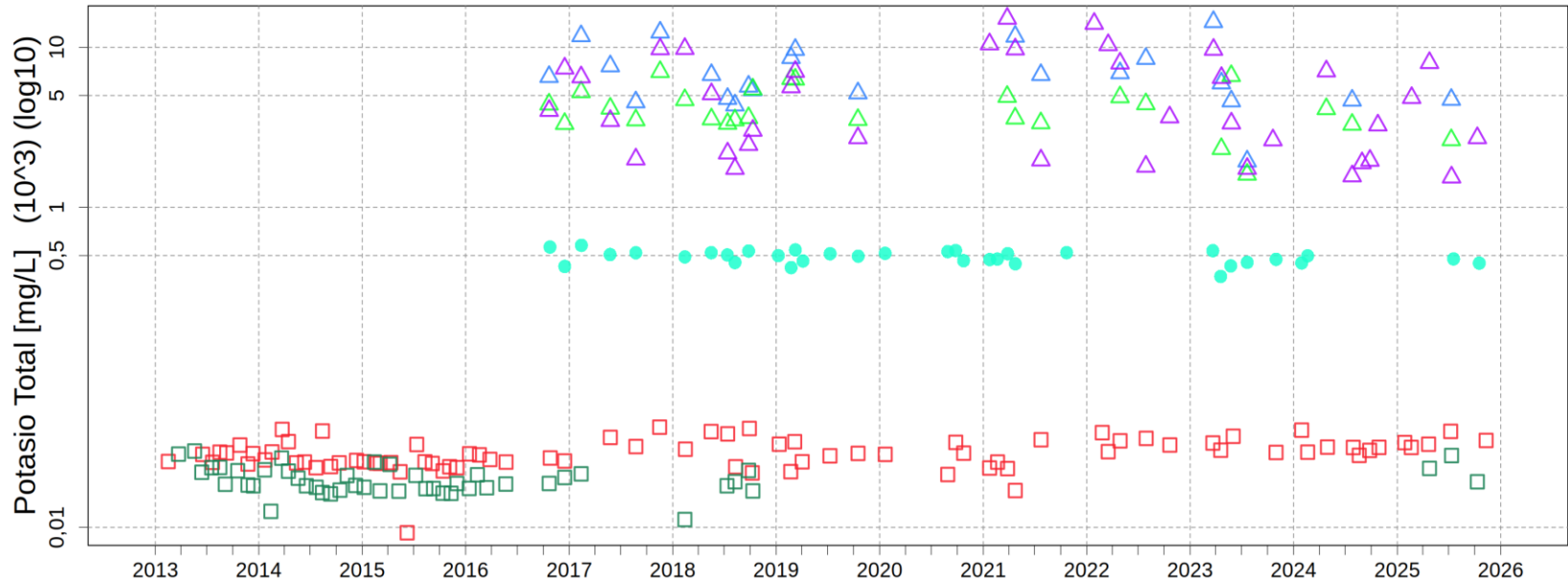
	LM-13	BA-31 (EX LM-15)
N° Datos	37	18
RQ	300	258
Max	1.610	1.144
P75	898	752
Mediana	726	628
P25	598	494
Min	46	128

Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

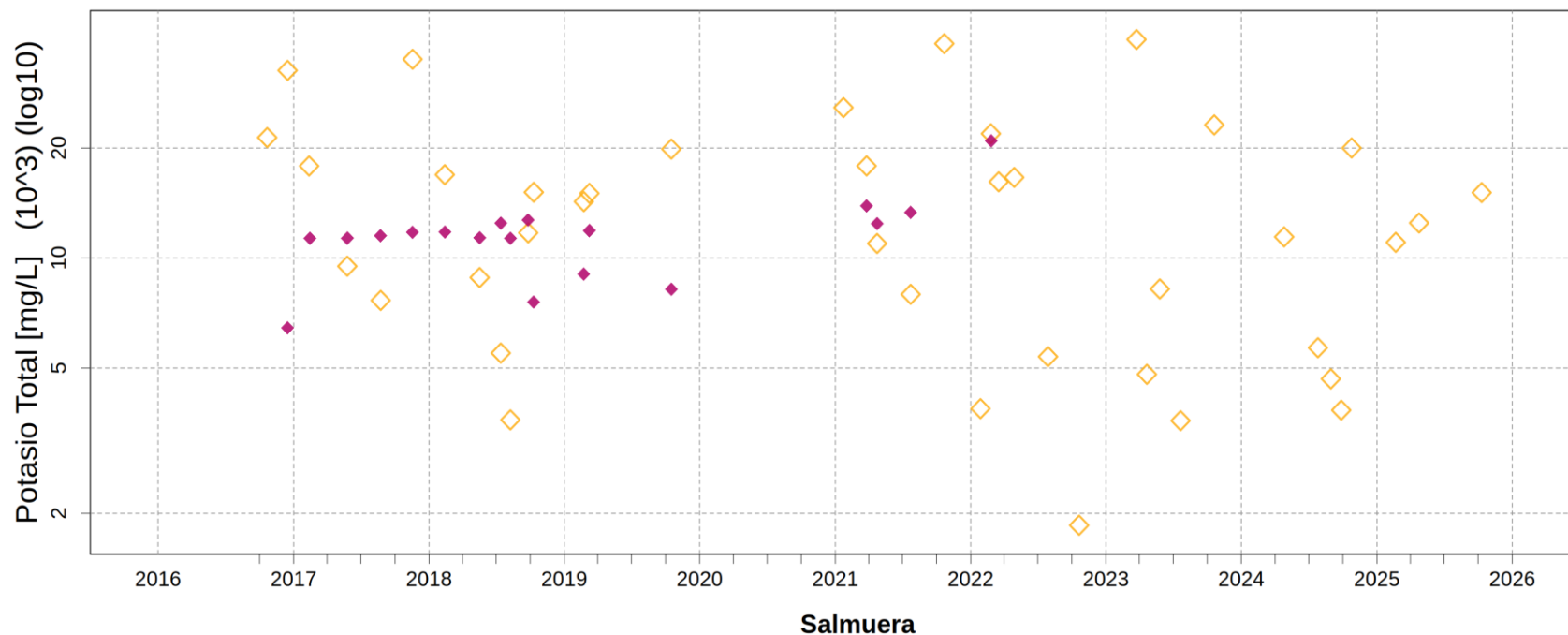
Para el caso del potasio total se presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 19 mg/l en el punto Quebrada Camar y 12.472 mg/l en el punto LM-13. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de potasio total mayores que las aguas superficiales dulces y menores que las aguas superficiales de salmuera. Las aguas subterráneas presentan un espectro levemente más acotado, con valores medianas entre 496 mg/l en el punto MP-12A y 11.640 mg/l en el punto BA-31. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de potasio total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres. Las concentraciones de potasio total se observan en la Figura 1-48.

Figura 1-48 Variación temporal de potasio total en muestras de sector Borde Norte y Borde Este. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia			Salobre	Dulce	
	LM-11 ▲	LM-12 ▲	LM-14 ▲	MP-12A ●	V. Peine □	Q. Camar □
N° Datos	23	26	38	34	82	47
RQ	3.801	1.512	5.559	65	8	5
Max	14.429	7.028	15.135	579	42	30
P75	8.542	4.910	7.808	521	33	23
Mediana	6.546	3.874	3.839	496	29	19
P25	4.742	3.398	2.249	455	25	18
Min	1.940	1.605	1.542	370	9	11

Tipo
 ● Subterráneo □ Δ Superficial



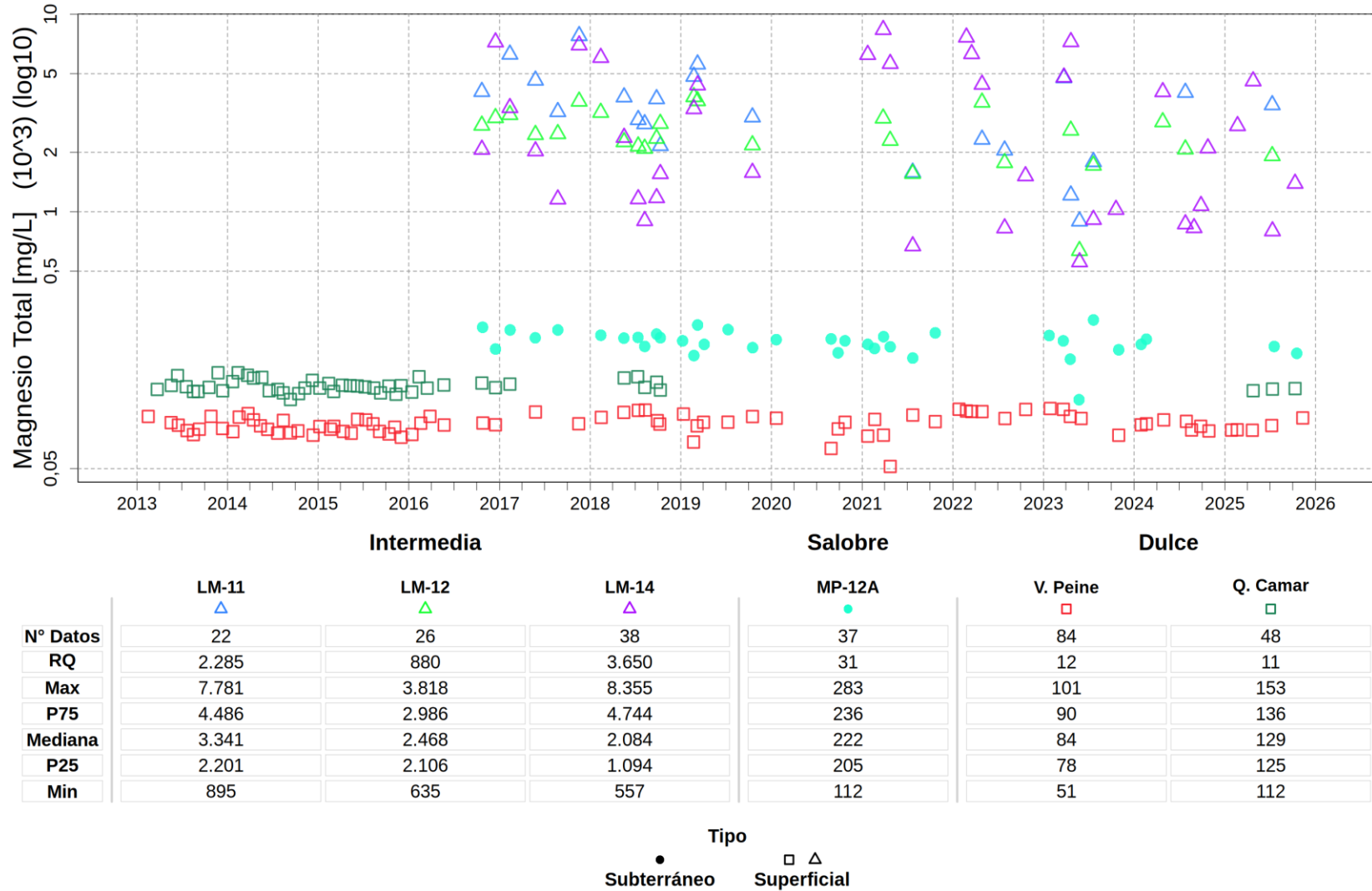
	LM-13 ◇	BA-31 (EX LM-15) ◆
N° Datos	39	18
RQ	12.200	1.128
Max	39.618	20.929
P75	18.867	12.448
Mediana	12.472	11.640
P25	6.668	11.320
Min	1.856	6.431

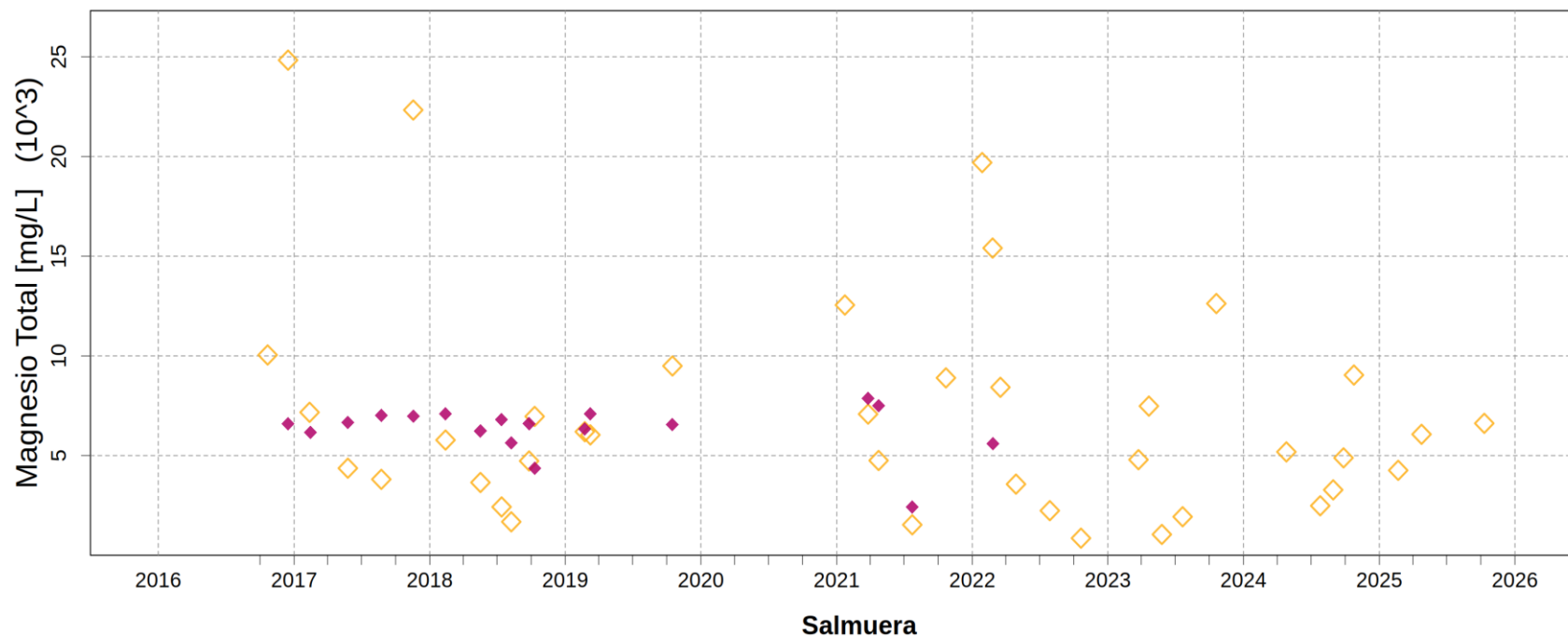
Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

Para el magnesio total se tiene un rango de variación para las aguas superficiales con medianas entre 84 mg/l en el punto Vertiente Peine y 5.777 mg/l en el punto LM-13. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de magnesio total mayores que las aguas superficiales dulces y menores que aguas superficiales de salmuera. Las aguas subterráneas presentan un espectro levemente más amplio, con medianas entre 222 mg/l en el punto MP-12A y 6.594 mg/l en el punto BA-31. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de magnesio total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres. Las concentraciones de magnesio total se observan en la Figura 1-49.

Figura 1-49 Variación temporal magnesio total en muestras de sector Borde Norte y Borde Este. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.





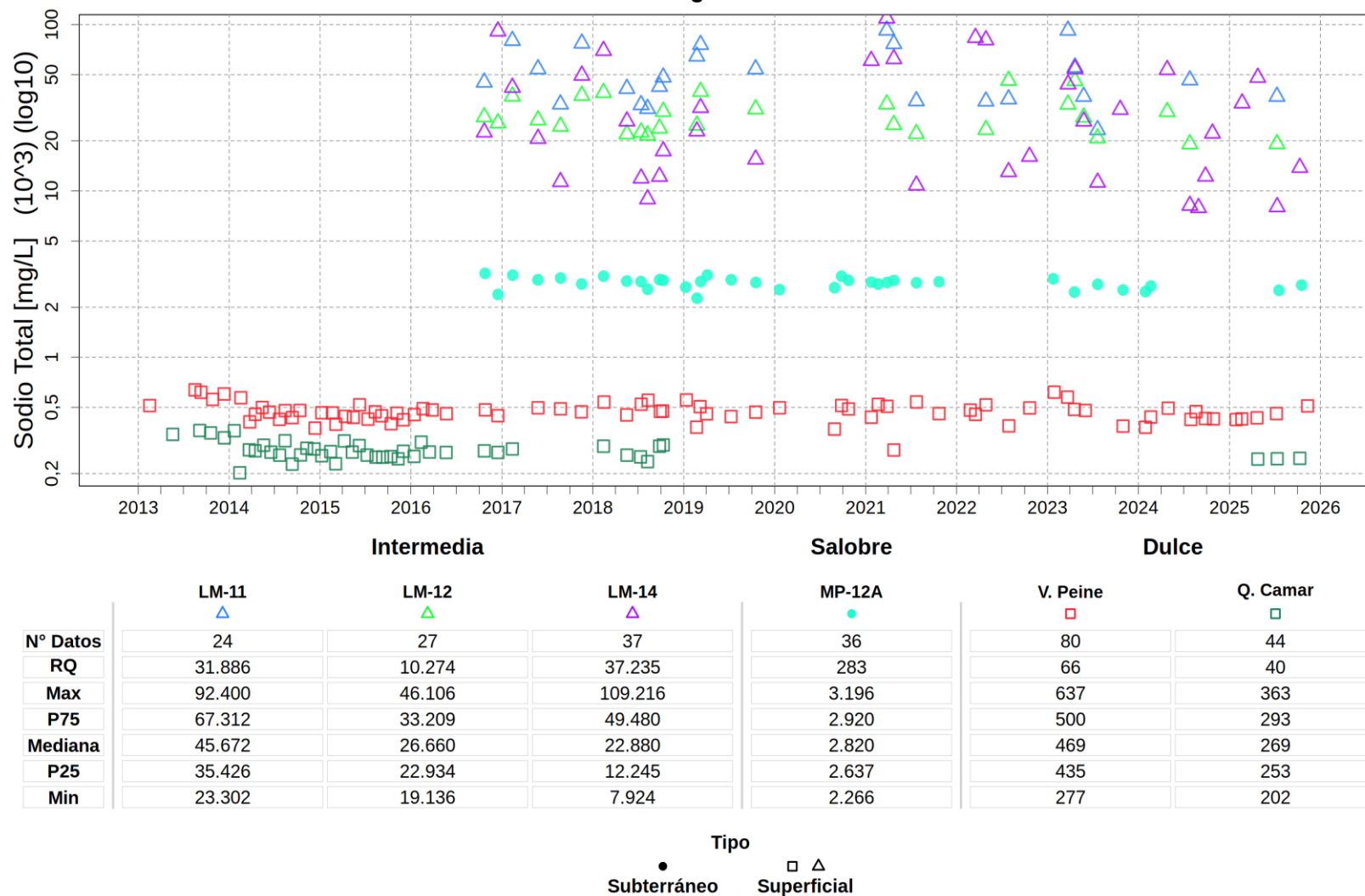
	LM-13	BA-31 (EX LM-15)
N° Datos	39	18
RQ	5.051	824
Max	24.831	7.865
P75	8.659	7.002
Mediana	5.777	6.594
P25	3.608	6.179
Min	856	2.422

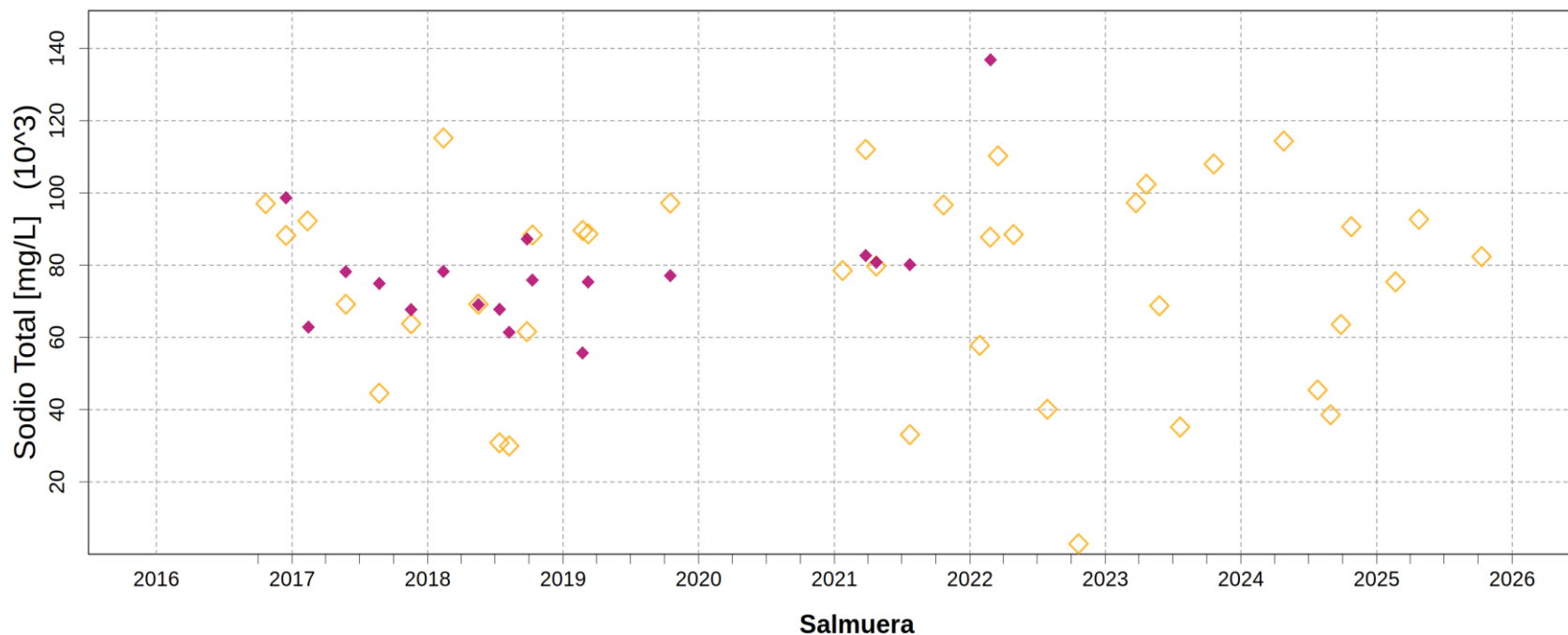
Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

El sodio total presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 269 mg/l en el punto Quebrada Camar y 82.382 mg/l en el punto LM-13. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de sodio total mayores que las aguas superficiales dulces y menores que las aguas superficiales de salmuera. Las aguas subterráneas presentan un espectro más acotado, con medianas de 2.820 mg/l en el punto MP-12A y de 76.524 mg/l en el punto BA-31. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de sodio total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres. Las concentraciones de sodio total se observan en la Figura 1-50.

Figura 1-50 Variación temporal sodio total en muestras de sector Borde Norte y Borde Este. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.





	LM-13	BA-31 (EX LM-15)
N° Datos	39	18
RQ	34.978	12.545
Max	115.200	136.780
P75	94.683	80.638
Mediana	82.382	76.524
P25	59.705	68.092
Min	2.893	55.660

Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

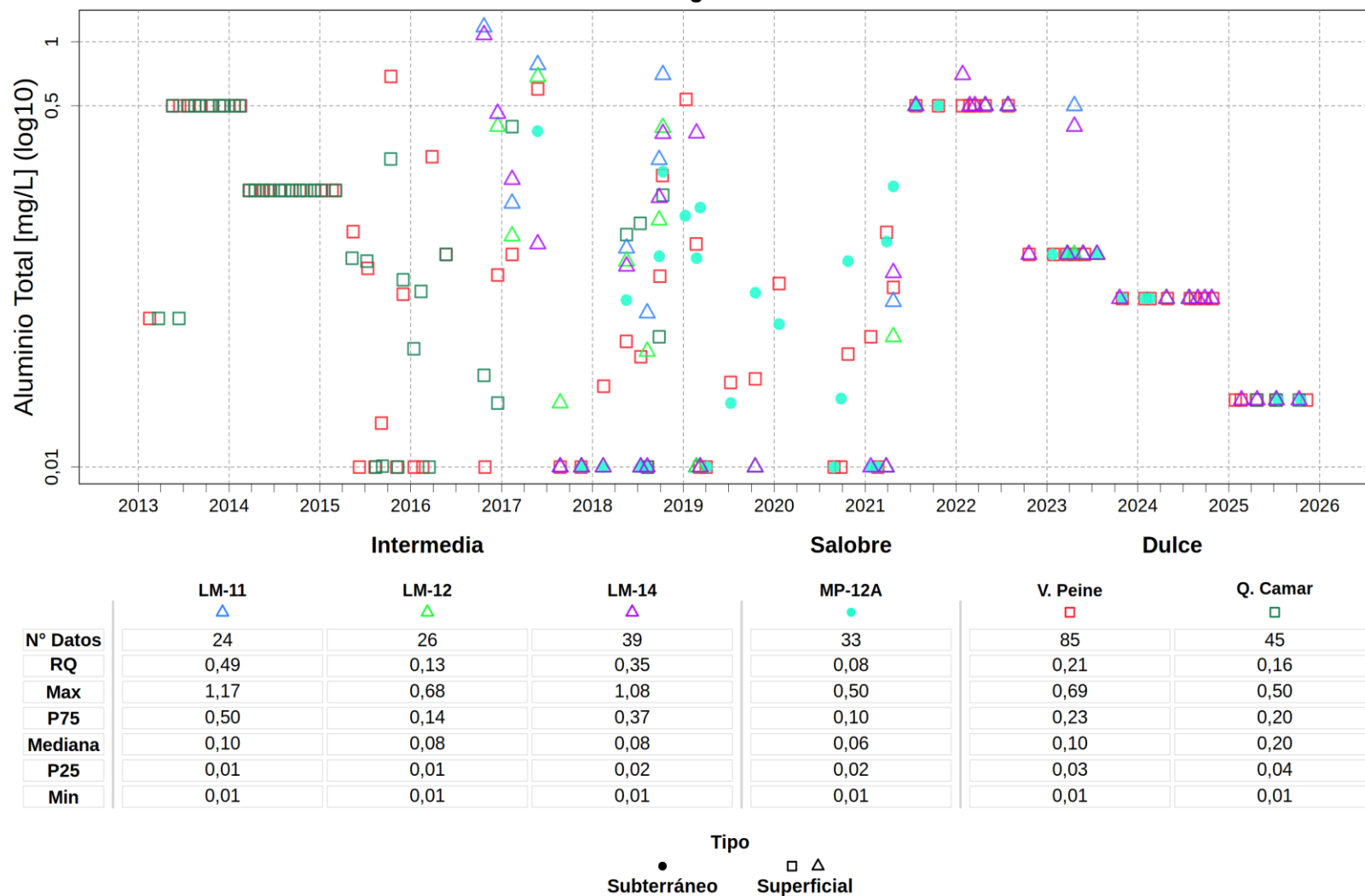
En 2025, los valores de calcio, potasio, magnesio y sodio total se mantienen dentro del rango histórico.

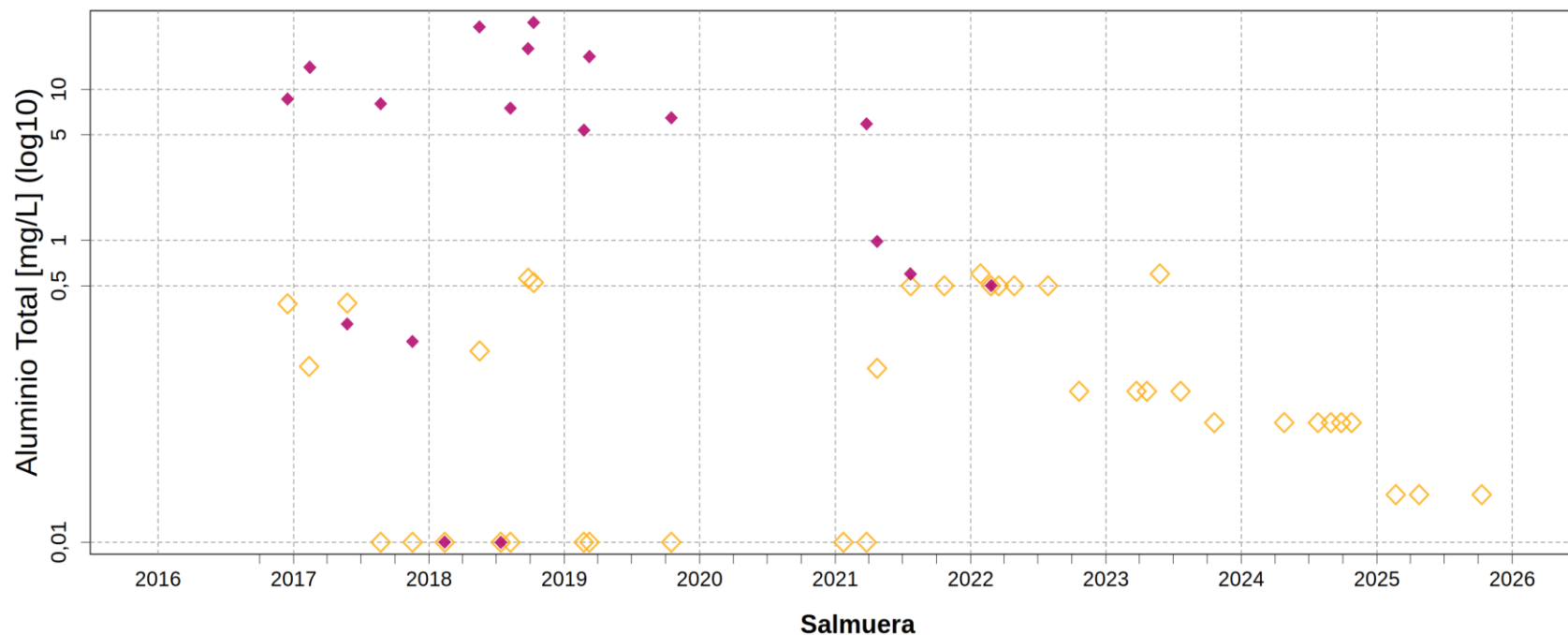
1.3.4 Elementos Minoritarios y Trazas Totales

Dentro de los elementos minoritarios y trazas comprometidos a analizar en su concentración total se encuentran: aluminio (Al), arsénico (As), boro (B), hierro (Fe), litio (Li), silicio (Si) y estroncio (Sr). Respecto del comportamiento temporal de estos parámetros en 2025 en general se mantienen dentro de su variación natural, la cual presenta estacionalidad.

Respecto del aluminio total, presenta concentraciones para las aguas superficiales con medianas de 0,07 mg/l (LM-14) y 0,2 mg/l en el punto Quebrada Camar, sin una correlación clara según el tipo de agua. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 0,06 mg/l en el punto MP-12A y 6,19 mg/l en el punto BA-31. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de aluminio total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres. Las concentraciones de aluminio total se observan en la Figura 1-51.

Figura 1-51 Variación temporal de aluminio total en muestras de sector Borde Norte y Borde Este. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.





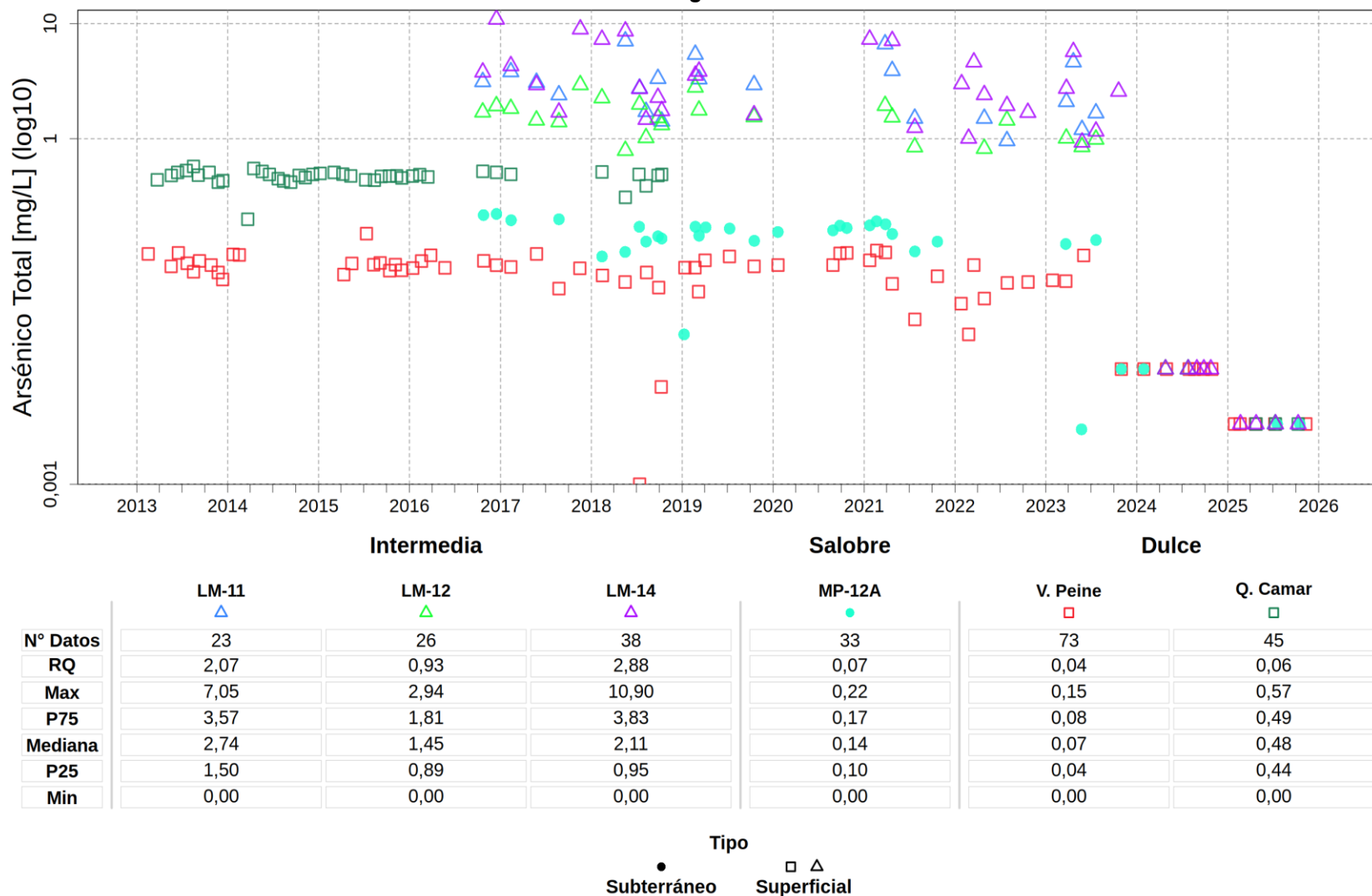
	LM-13	BA-31 (EX LM-15)
N° Datos	38	18
RQ	0,46	12,13
Max	0,60	27,70
P75	0,47	12,65
Mediana	0,08	6,19
P25	0,01	0,53
Min	0,01	0,01

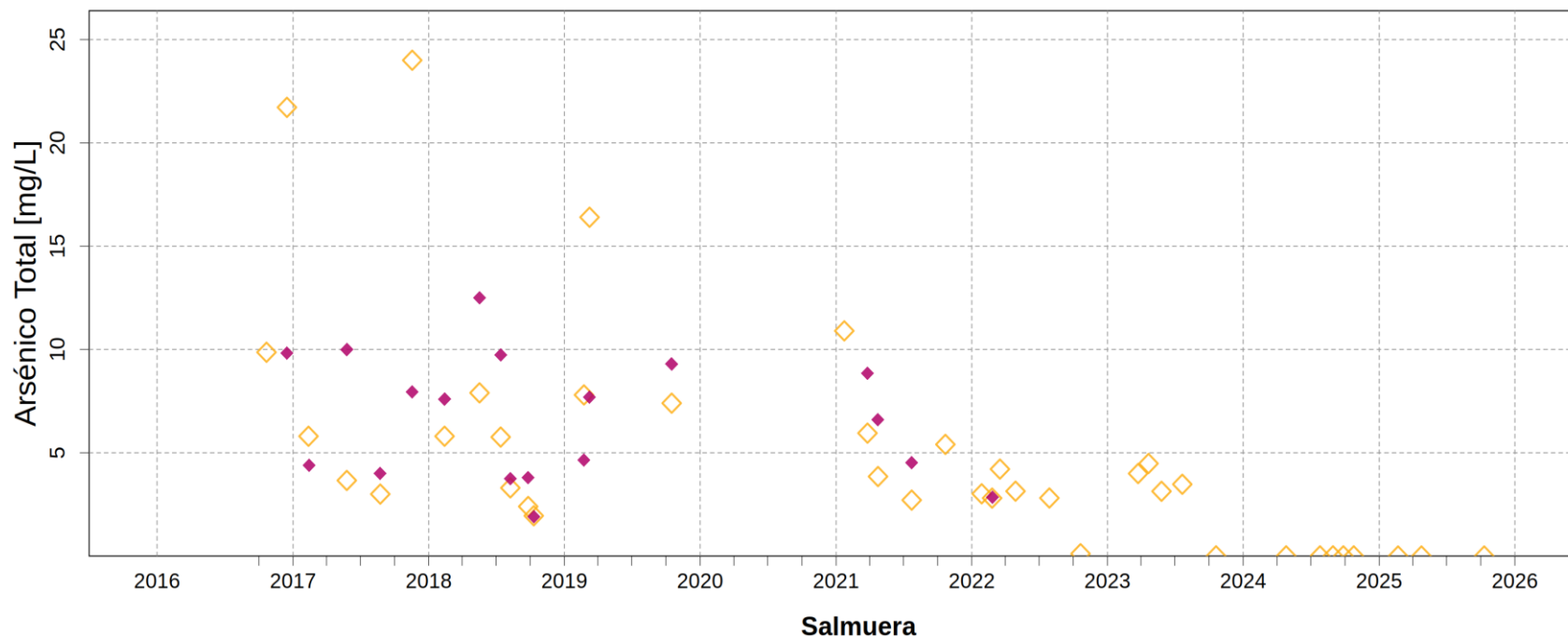
Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propi

Respecto del arsénico total, presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 0,07 mg/l en el punto Vertiente Peine y 3,3 mg/l en el punto LM-13. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de arsénico total mayores que las aguas superficiales dulces y menores que las aguas superficiales de salmuera. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 0,14 mg/l en el punto MP-12A y 7,1 mg/l en el punto BA-31. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de arsénico total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres. Las concentraciones de arsénico total se observan en la Figura 1-52.

Figura 1-52 Variación temporal de arsénico total en muestras de sector Borde Norte y Borde Este. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.





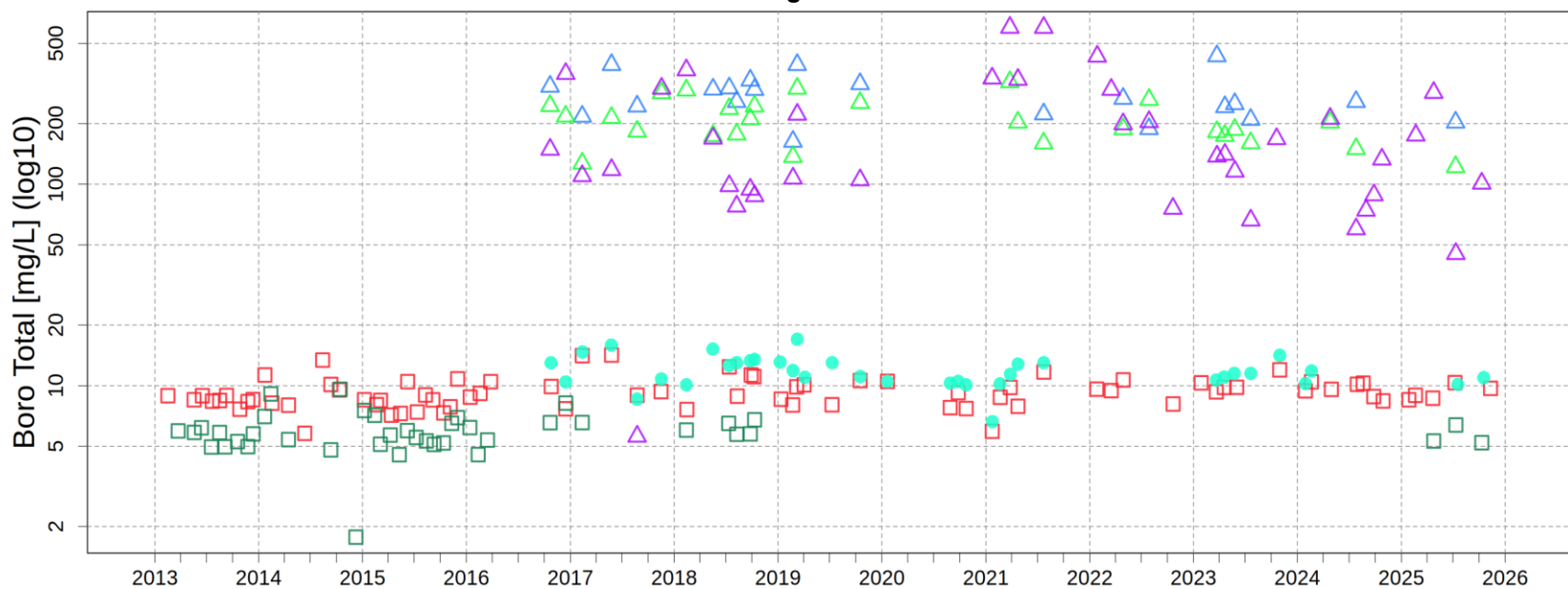
	LM-13 ◇	BA-31 (EX LM-15) ◆
N° Datos	39	18
RQ	4,77	5,09
Max	24,00	12,50
P75	5,80	9,19
Mediana	3,30	7,10
P25	1,03	4,10
Min	0,00	1,91

Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propi

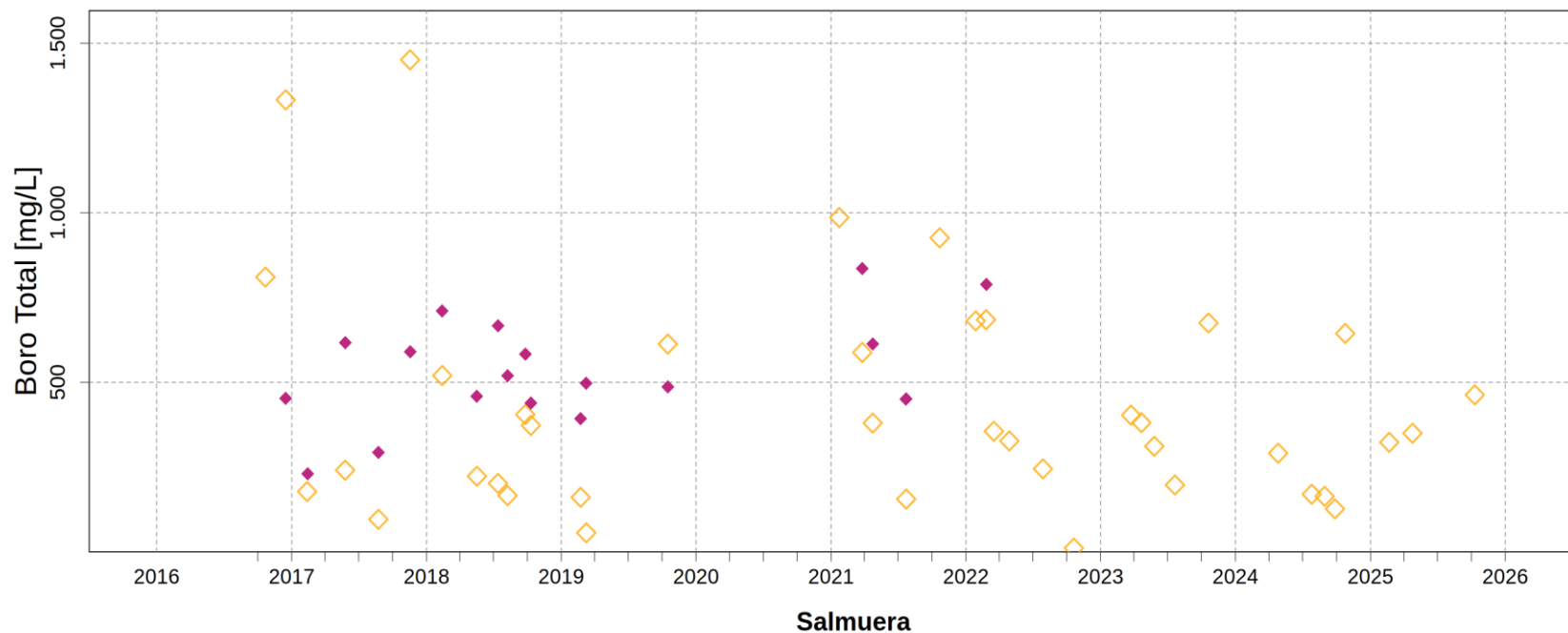
Respecto del boro total, presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 5,76 mg/l en el punto Quebrada Camar y 350 mg/l en el punto LM-13. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de boro total mayores que las aguas superficiales dulces y menores que las aguas superficiales de salmuera. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 11,46 mg/l en el punto MP-12A y 508 mg/l en el punto BA-31. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de boro total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres. Las concentraciones de boro total se observan en la Figura 1-53.

Figura 1-53 Variación temporal de boro total en muestras de sector Borde Norte y Borde Este. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia			Salobre	Dulce	
	LM-11	LM-12	LM-14	MP-12A	V. Peine	Q. Camar
N° Datos	21	27	38	36	78	41
RQ	82,90	70,51	173,98	2,52	1,81	1,30
Max	433,29	322,00	600,00	17,00	14,20	9,59
P75	305,90	244,60	269,25	13,00	10,16	6,51
Mediana	257,00	203,00	139,07	11,46	8,96	5,76
P25	223,00	174,09	95,27	10,48	8,34	5,21
Min	163,00	122,00	5,60	6,63	5,80	1,77

Tipo
 ● Subterráneo □ Δ Superficial



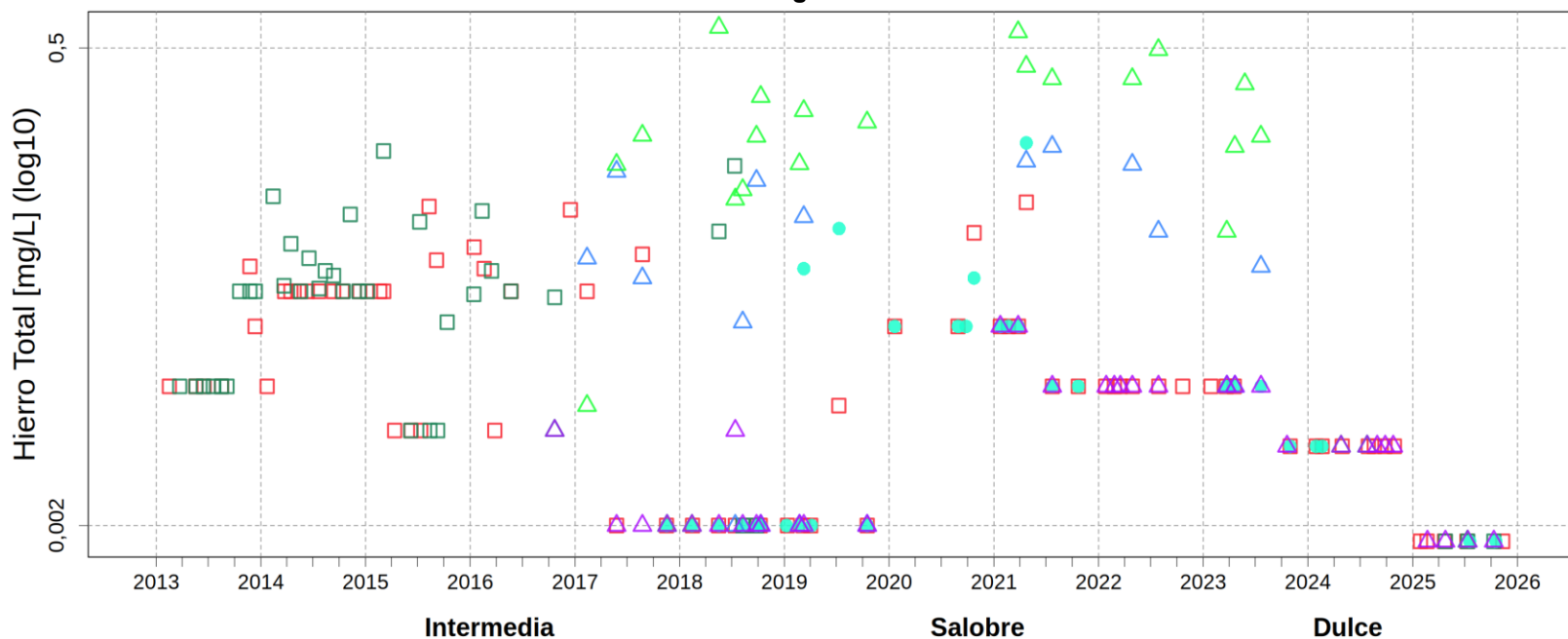
	LM-13	BA-31 (EX LM-15)
N° Datos	39	18
RQ	413	165
Max	1.451	836
P75	600	616
Mediana	350	508
P25	188	451
Min	11	230

Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

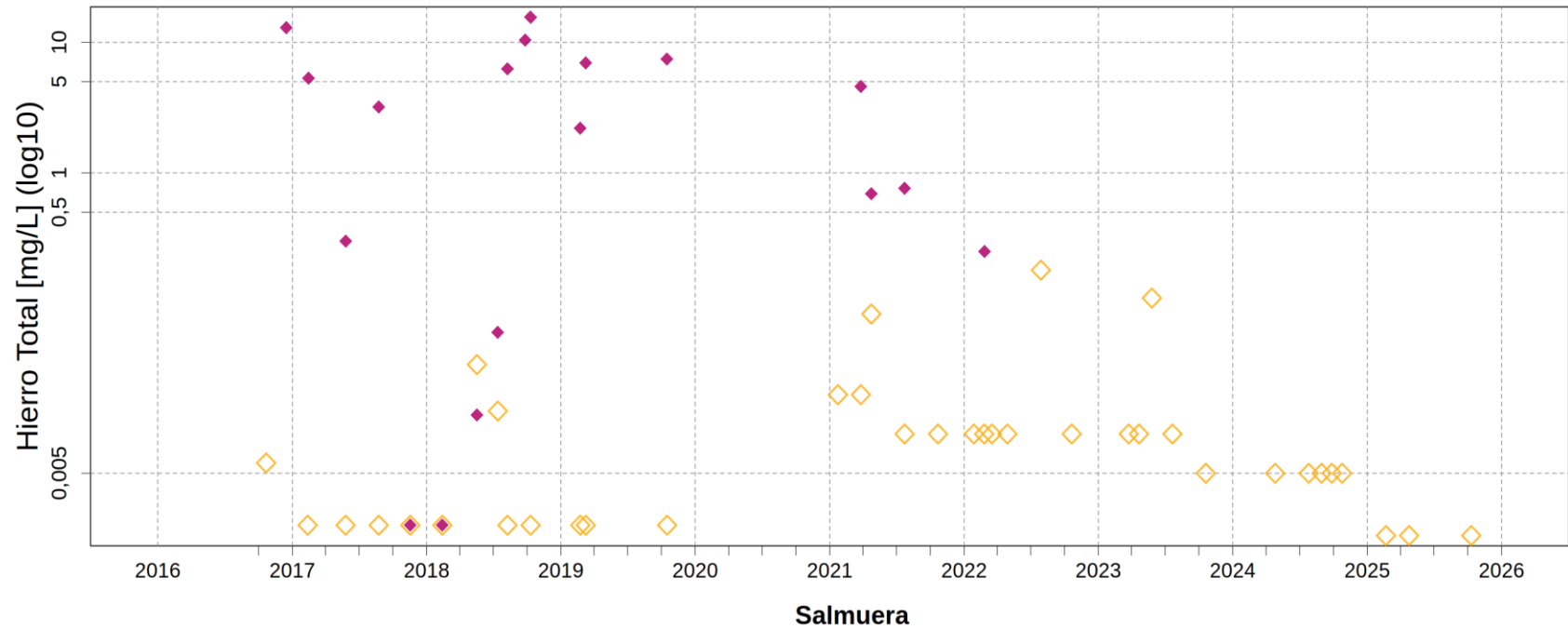
Respecto del hierro total, presenta concentraciones para las aguas superficiales con medianas de 0,01 mg/l hasta 0,17 mg/l en el punto LM-12, sin una correlación clara respecto al tipo de agua. Las aguas subterráneas presentan un espectro más amplio, con medianas de 0,01 mg/l en el punto MP-12A y 2,71 mg/l en el punto BA-31. Las concentraciones de hierro total se observan en la Figura 1-54.

Figura 1-54 Variación temporal de hierro total en muestras de sector Borde Norte y Borde Este. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	LM-11 △	LM-12 △	LM-14 △	MP-12A ●	V. Peine □	Q. Camar □
N° Datos	21	26	34	30	74	39
RQ	0,07	0,30	0,01	0,02	0,02	0,03
Max	0,16	0,63	0,02	0,17	0,08	0,15
P75	0,07	0,32	0,01	0,02	0,03	0,04
Mediana	0,02	0,17	0,01	0,01	0,01	0,03
P25	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tipo
 ● Subterráneo □ △ Superficial



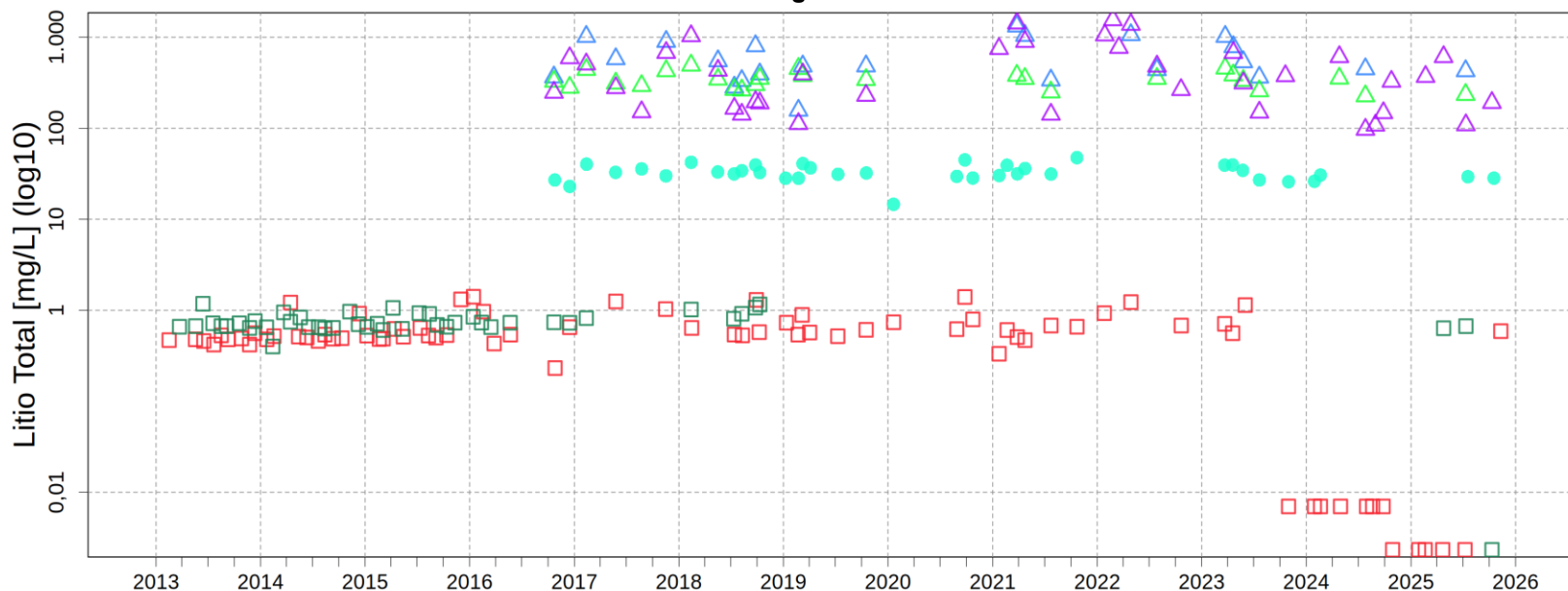
	LM-13	BA-31 (EX LM-15)
N° Datos	37	18
RQ	0,01	6,54
Max	0,18	15,60
P75	0,01	6,80
Mediana	0,01	2,71
P25	0,00	0,26
Min	0,00	0,00

Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

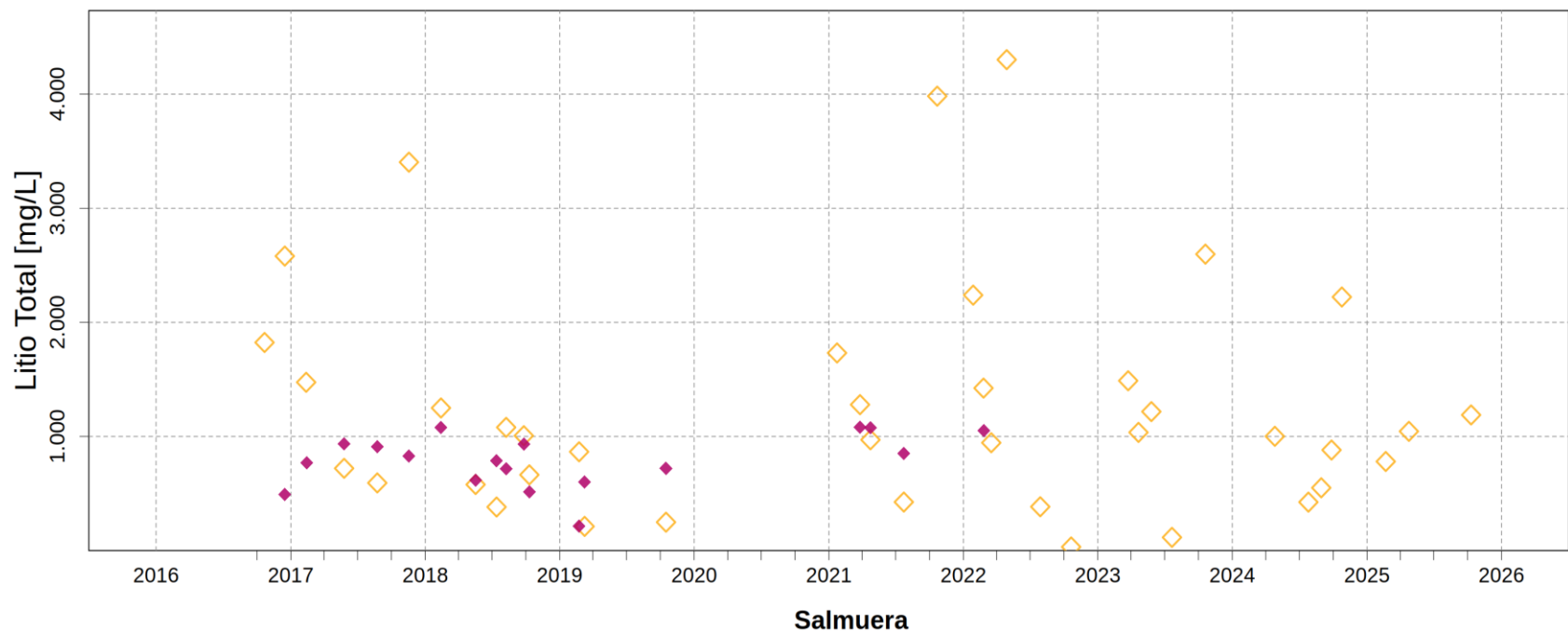
Respecto del litio total, presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 1 mg/l (Vertiente Peine y Quebrada Camar) y 1.007 mg/l en el punto LM-13. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de litio total mayores que las aguas superficiales dulces y menores que las aguas superficiales de salmuera. Las aguas subterráneas presentan un espectro levemente más acotado, con medianas de 32 mg/l en el punto MP-12A y 808 mg/l en el punto BA-31. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de litio total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres y dulce. Las concentraciones de litio total se observan en la Figura 1-55.

Figura 1-55 Variación temporal de litio total en muestras de sector Borde Norte y Borde Este. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.



	Intermedia			Salobre	Dulce	
	LM-11 ▲	LM-12 ▲	LM-14 ▲	MP-12A ●	V. Peine □	Q. Camar □
N° Datos	23	26	38	37	77	45
RQ	471	96	488	8	0	0
Max	1.321	492	1.549	48	1	1
P75	850	380	659	37	1	1
Mediana	482	343	348	32	1	1
P25	379	284	171	28	0	1
Min	157	226	97	15	0	0

Tipo
 ● Subterráneo □ Δ Superficial



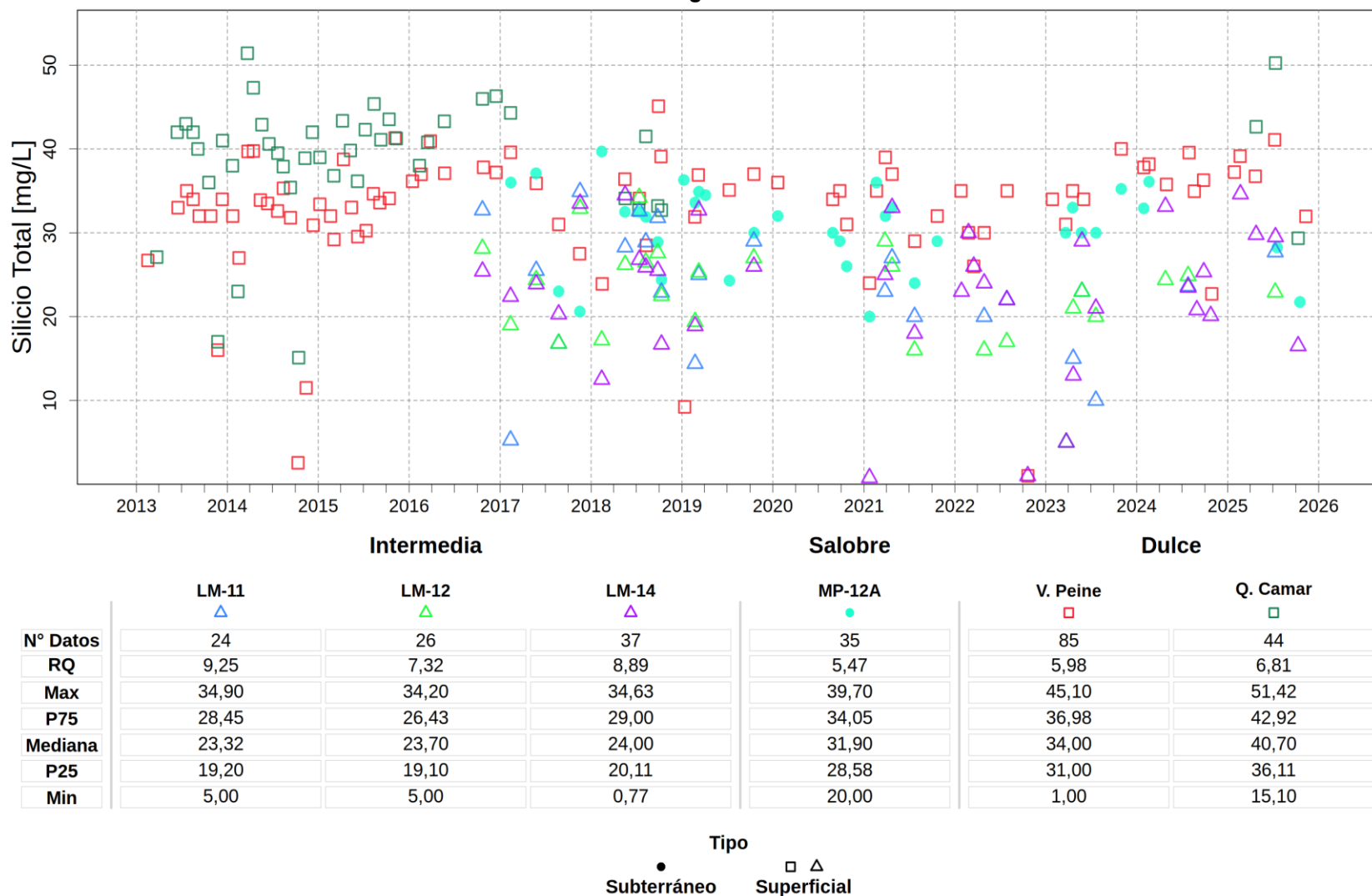
	LM-13	BA-31 (EX LM-15)
N° Datos	39	18
RQ	896	292
Max	4.302	1.080
P75	1.482	934
Mediana	1.007	808
P25	586	643
Min	32	215

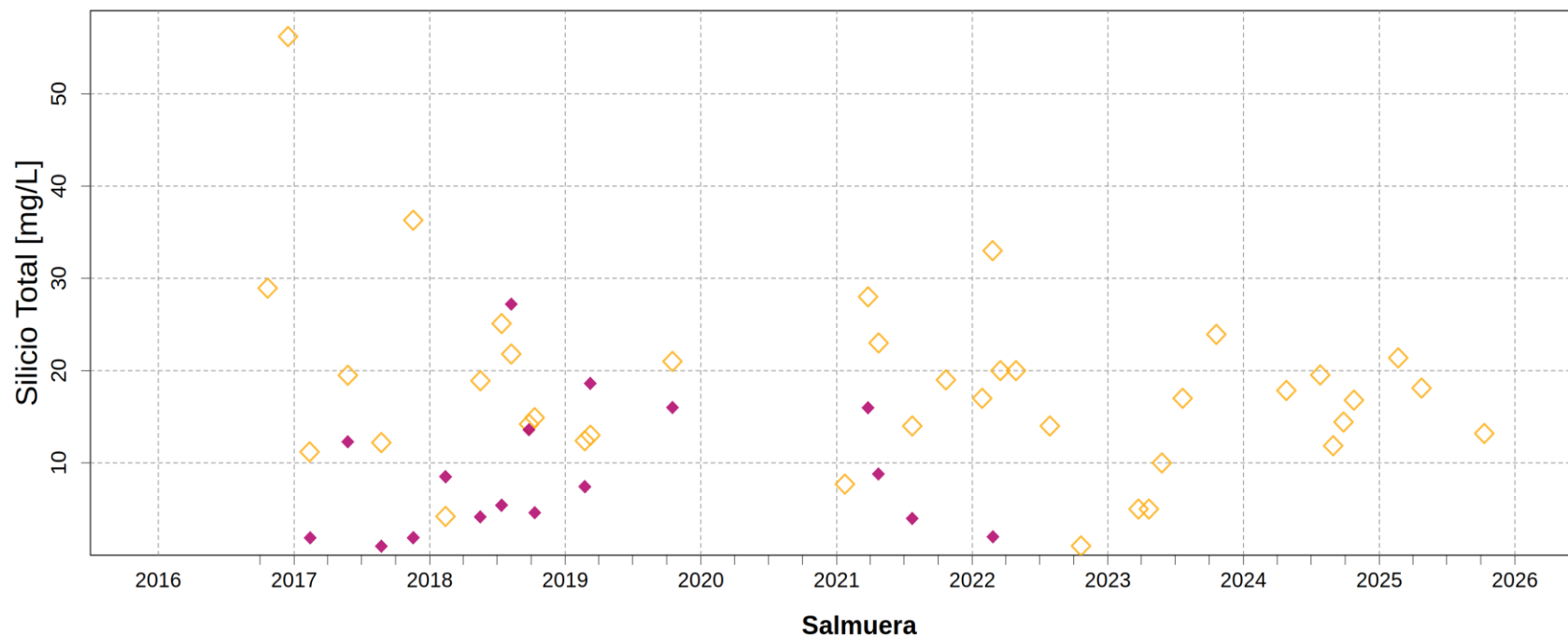
Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

Respecto del silicio total, presenta un rango de variación para las aguas superficiales de medianas entre 17 mg/l en el punto LM-13 y 40,7 mg/l en el punto Quebrada Camar. Las muestras superficiales dulces presentan concentraciones de silicio total mayores que las aguas superficiales intermedias y de salmuera. Las aguas subterráneas presentan un espectro más similar, con medianas de 7,42 mg/l en el punto BA-31 y 31,9 mg/l en el punto MP-12A. Las concentraciones de silicio total se observan en la Figura 1-56.

Figura 1-56 Variación temporal de silicio total en muestras de sector Borde Norte y Borde Este. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.





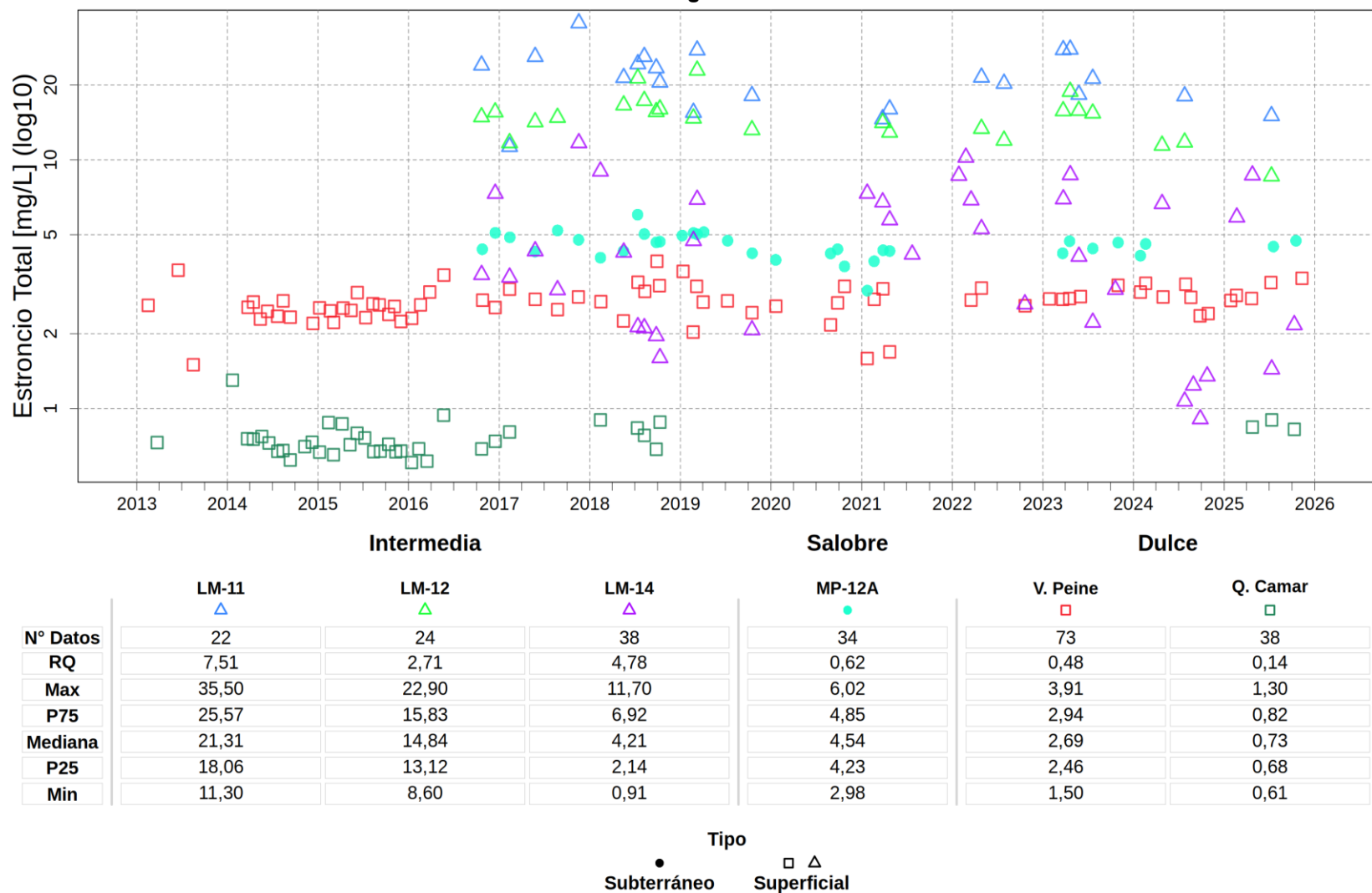
	LM-13 ◇	BA-31 (EX LM-15) ◆
N° Datos	39	17
RQ	8,49	9,60
Max	56,20	27,20
P75	21,19	13,60
Mediana	17,00	7,42
P25	12,70	4,00
Min	1,00	0,97

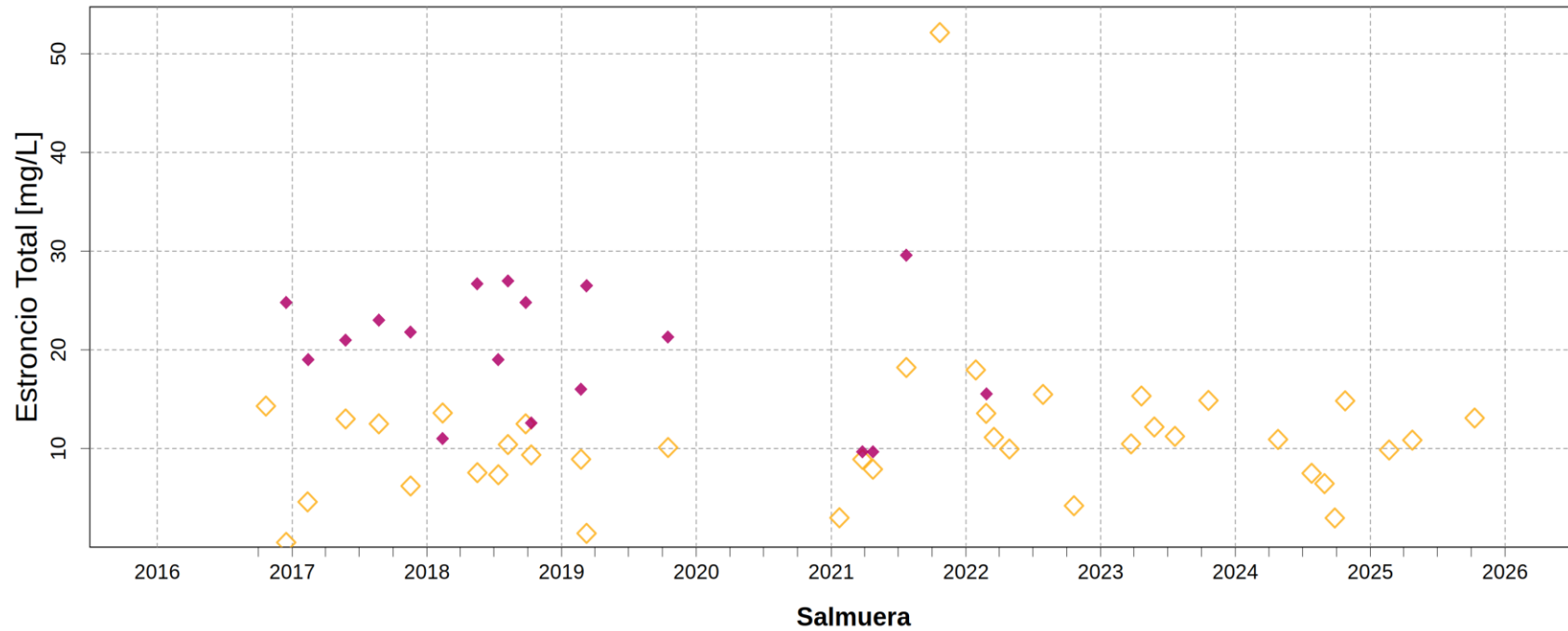
Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia

El estroncio total presenta un rango de variación para las aguas superficiales con medianas entre 0,73 mg/l en el punto Quebrada Camar y 21,31 mg/l en el punto LM-11. Las muestras superficiales intermedias presentan concentraciones de estroncio total mayores que las aguas superficiales dulces. Las aguas subterráneas presentan un espectro similar, con medianas entre 4,54 mg/l en el punto MP-12A y máximos de 21,15 mg/l en el punto BA-31. Las muestras subterráneas de salmuera poseen concentraciones de estroncio total notoriamente superiores a las de aguas subterráneas salobres. Las concentraciones de estroncio total se observan en la Figura 1-57.

Figura 1-57 Variación temporal de estroncio total en muestras de sector Borde Norte y Borde Este. Se separan las muestras de salmuera, mostradas en gráfico inferior.





	LM-13	BA-31 (EX LM-15)
N° Datos	39	18
RQ	5,80	9,14
Max	52,15	29,61
P75	13,32	24,80
Mediana	10,47	21,15
P25	7,52	15,65
Min	0,48	9,65

Tipo
 ◆ Subterráneo ◇ Superficial

Fuente: Elaboración propia