

---

## **ANEXO 9**

### **Mediciones Variables meteorológicas**

---

#### **Anexo 9.1**

Resultados variables meteorológicas

#### **Anexo 9.2**

Informes para el relleno de series

## **Anexo 9.1**

### **Resultados variables meteorológicas**

## Estación Chaxa

### Temperatura

Fecha	T° Promedio (°C)	Fecha	T° Promedio (°C)	Fecha	T° Promedio (°C)	Fecha	T° Promedio (°C)	Fecha	T° Promedio (°C)	Fecha	T° Promedio (°C)
01-01-2023	18,053	01-02-2023	20,915	04-03-2023	20,468	04-04-2023	17,982	05-05-2023	14,786	05-06-2023	8,560
02-01-2023	18,221	02-02-2023	21,351	05-03-2023	21,170	05-04-2023	17,955	06-05-2023	12,961	06-06-2023	8,056
03-01-2023	18,002	03-02-2023	18,728	06-03-2023	20,473	06-04-2023	17,168	07-05-2023	12,728	07-06-2023	8,157
04-01-2023	18,580	04-02-2023	16,739	07-03-2023	19,524	07-04-2023	17,418	08-05-2023	13,535	08-06-2023	7,993
05-01-2023	17,683	05-02-2023	17,373	08-03-2023	19,084	08-04-2023	18,078	09-05-2023	13,618	09-06-2023	7,119
06-01-2023	18,591	06-02-2023	16,950	09-03-2023	18,940	09-04-2023	18,129	10-05-2023	12,952	10-06-2023	6,852
07-01-2023	18,410	07-02-2023	16,957	10-03-2023	19,321	10-04-2023	18,307	11-05-2023	12,848	11-06-2023	7,894
08-01-2023	18,200	08-02-2023	19,825	11-03-2023	19,569	11-04-2023	17,959	12-05-2023	13,082	12-06-2023	7,663
09-01-2023	17,192	09-02-2023	20,597	12-03-2023	19,316	12-04-2023	16,158	13-05-2023	13,660	13-06-2023	6,293
10-01-2023	17,194	10-02-2023	20,924	13-03-2023	19,482	13-04-2023	15,624	14-05-2023	14,165	14-06-2023	4,711
11-01-2023	18,931	11-02-2023	21,458	14-03-2023	18,114	14-04-2023	14,378	15-05-2023	14,335	15-06-2023	4,671
12-01-2023	19,069	12-02-2023	21,390	15-03-2023	19,310	15-04-2023	14,335	16-05-2023	14,064	16-06-2023	5,442
13-01-2023	16,746	13-02-2023	20,663	16-03-2023	17,866	16-04-2023	14,115	17-05-2023	13,494	17-06-2023	5,868
14-01-2023	16,586	14-02-2023	20,704	17-03-2023	18,582	17-04-2023	13,093	18-05-2023	11,970	18-06-2023	8,477
15-01-2023	18,455	15-02-2023	19,649	18-03-2023	19,626	18-04-2023	12,905	19-05-2023	11,353	19-06-2023	10,451
16-01-2023	18,789	16-02-2023	18,103	19-03-2023	19,273	19-04-2023	13,289	20-05-2023	11,626	20-06-2023	9,511
17-01-2023	19,205	17-02-2023	18,319	20-03-2023	18,251	20-04-2023	14,519	21-05-2023	11,276	21-06-2023	9,939
18-01-2023	20,595	18-02-2023	17,446	21-03-2023	19,323	21-04-2023	15,194	22-05-2023	10,975	22-06-2023	10,105
19-01-2023	21,824	19-02-2023	18,317	22-03-2023	18,830	22-04-2023	14,624	23-05-2023	10,640*	23-06-2023	9,040
20-01-2023	21,605	20-02-2023	19,178	23-03-2023	18,793	23-04-2023	14,949	24-05-2023	9,765*	24-06-2023	9,033
21-01-2023	20,348	21-02-2023	18,761	24-03-2023	20,128	24-04-2023	13,165	25-05-2023	11,143	25-06-2023	9,741
22-01-2023	20,047	22-02-2023	18,357	25-03-2023	19,237	25-04-2023	14,164	26-05-2023	10,820	26-06-2023	8,429
23-01-2023	20,479	23-02-2023	18,845	26-03-2023	20,475	26-04-2023	15,197	27-05-2023	11,562	27-06-2023	8,249
24-01-2023	21,067	24-02-2023	18,841	27-03-2023	21,160	27-04-2023	15,309	28-05-2023	10,594	28-06-2023	8,383
25-01-2023	21,203	25-02-2023	18,322	28-03-2023	20,820	28-04-2023	15,116	29-05-2023	10,758	29-06-2023	8,446
26-01-2023	20,079	26-02-2023	19,126	29-03-2023	19,738	29-04-2023	15,200	30-05-2023	9,373	30-06-2023	5,796
27-01-2023	20,140	27-02-2023	19,710	30-03-2023	20,422	30-04-2023	14,712	31-05-2023	9,051		
28-01-2023	20,981	28-02-2023	20,070	31-03-2023	21,000	01-05-2023	14,276	01-06-2023	9,688		
29-01-2023	21,967	01-03-2023	19,437	01-04-2023	21,392	02-05-2023	14,456	02-06-2023	9,862		
30-01-2023	21,340	02-03-2023	19,170	02-04-2023	20,438	03-05-2023	15,034	03-06-2023	9,599		
31-01-2023	19,621	03-03-2023	19,431	03-04-2023	19,226	04-05-2023	14,713	04-06-2023	8,982		



INFORME N.º 33 DEL PSAH PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA  
OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA  
RCA N.º 226/2006

Precipitación

Fecha	Precipitaciones (mm/d)	Fecha	Precipitaciones (mm/d)	Fecha	Precipitaciones (mm/d)	Fecha	Precipitaciones (mm/d)	Fecha	Precipitaciones (mm/d)	Fecha	Precipitaciones (mm/d)
01-01-2023	0,000	01-02-2023	0,000	04-03-2023	0,000	04-04-2023	0,000	05-05-2023	0,000	05-06-2023	0,000
02-01-2023	0,000	02-02-2023	0,000	05-03-2023	0,000	05-04-2023	0,000	06-05-2023	0,000	06-06-2023	0,000
03-01-2023	0,000	03-02-2023	23,000	06-03-2023	0,000	06-04-2023	0,000	07-05-2023	0,000	07-06-2023	0,000
04-01-2023	0,000	04-02-2023	1,200	07-03-2023	0,000	07-04-2023	0,000	08-05-2023	0,000	08-06-2023	0,000
05-01-2023	0,000	05-02-2023	0,340*	08-03-2023	0,000	08-04-2023	0,000	09-05-2023	0,000	09-06-2023	0,000
06-01-2023	0,000	06-02-2023	2,930*	09-03-2023	0,000	09-04-2023	0,000	10-05-2023	0,000	10-06-2023	0,000
07-01-2023	0,000	07-02-2023	3,500	10-03-2023	0,000	10-04-2023	0,000	11-05-2023	0,000	11-06-2023	0,000
08-01-2023	0,000	08-02-2023	0,000	11-03-2023	0,000	11-04-2023	0,000	12-05-2023	0,000	12-06-2023	0,000
09-01-2023	0,000	09-02-2023	0,000	12-03-2023	0,000	12-04-2023	0,000	13-05-2023	0,000	13-06-2023	0,000
10-01-2023	0,000	10-02-2023	0,000	13-03-2023	0,000	13-04-2023	0,000	14-05-2023	0,000	14-06-2023	0,000
11-01-2023	0,000	11-02-2023	0,000	14-03-2023	0,600	14-04-2023	0,000	15-05-2023	0,000	15-06-2023	0,000
12-01-2023	0,000	12-02-2023	0,000	15-03-2023	0,000	15-04-2023	0,000	16-05-2023	0,000	16-06-2023	0,000
13-01-2023	0,000	13-02-2023	0,000	16-03-2023	0,000	16-04-2023	0,000	17-05-2023	0,000	17-06-2023	0,000
14-01-2023	0,000	14-02-2023	0,000	17-03-2023	0,000	17-04-2023	0,000	18-05-2023	0,000	18-06-2023	0,000
15-01-2023	0,000	15-02-2023	0,000	18-03-2023	0,000	18-04-2023	0,000	19-05-2023	0,000	19-06-2023	0,000
16-01-2023	0,000	16-02-2023	0,000	19-03-2023	0,000	19-04-2023	0,000	20-05-2023	0,000	20-06-2023	0,000
17-01-2023	0,000	17-02-2023	0,000	20-03-2023	0,000	20-04-2023	0,000	21-05-2023	0,000	21-06-2023	0,000
18-01-2023	0,000	18-02-2023	0,000	21-03-2023	0,000	21-04-2023	0,000	22-05-2023	0,000	22-06-2023	0,000
19-01-2023	0,000	19-02-2023	0,000	22-03-2023	0,000	22-04-2023	0,000	23-05-2023	0,000	23-06-2023	0,000
20-01-2023	0,000	20-02-2023	0,000	23-03-2023	0,000	23-04-2023	0,000	24-05-2023	0,000	24-06-2023	0,000
21-01-2023	0,000	21-02-2023	0,000	24-03-2023	0,000	24-04-2023	0,000	25-05-2023	0,000	25-06-2023	0,000
22-01-2023	0,000	22-02-2023	0,000	25-03-2023	0,000	25-04-2023	0,000	26-05-2023	0,000	26-06-2023	0,000
23-01-2023	0,000	23-02-2023	0,000	26-03-2023	0,000	26-04-2023	0,000	27-05-2023	0,000	27-06-2023	0,000
24-01-2023	0,000	24-02-2023	0,000	27-03-2023	0,000	27-04-2023	0,000	28-05-2023	0,000	28-06-2023	0,000
25-01-2023	0,000	25-02-2023	0,000	28-03-2023	0,000	28-04-2023	0,000	29-05-2023	0,000	29-06-2023	0,000
26-01-2023	0,000	26-02-2023	0,000	29-03-2023	0,000	29-04-2023	0,000	30-05-2023	0,000	30-06-2023	0,000
27-01-2023	0,000	27-02-2023	0,000	30-03-2023	0,000	30-04-2023	0,000	31-05-2023	0,000		
28-01-2023	0,000	28-02-2023	0,000	31-03-2023	0,000	01-05-2023	0,000	01-06-2023	0,000		
29-01-2023	0,000	01-03-2023	0,000	01-04-2023	0,000	02-05-2023	0,000	02-06-2023	0,000		
30-01-2023	0,000	02-03-2023	0,000	02-04-2023	0,000	03-05-2023	0,000	03-06-2023	0,000		
31-01-2023	0,000	03-03-2023	0,000	03-04-2023	0,000	04-05-2023	0,000	04-06-2023	0,000		

\*Dato rellenado



**Velocidad del viento**

Fecha	Velocidad del Viento (m/s)	Fecha	Velocidad del Viento (m/s)	Fecha	Velocidad del Viento (m/s)	Fecha	Velocidad del Viento (m/s)	Fecha	Velocidad del Viento (m/s)	Fecha	Velocidad del Viento (m/s)
01-01-2023	2,925	01-02-2023	3,101	04-03-2023	2,593	04-04-2023	2,983	05-05-2023	4,151	05-06-2023	1,118
02-01-2023	2,868	02-02-2023	3,915	05-03-2023	3,492	05-04-2023	2,780	06-05-2023	4,390	06-06-2023	1,258
03-01-2023	3,318	03-02-2023	3,332	06-03-2023	2,877	06-04-2023	2,290	07-05-2023	1,565	07-06-2023	1,208
04-01-2023	3,933	04-02-2023	2,900	07-03-2023	2,999	07-04-2023	2,198	08-05-2023	1,538	08-06-2023	1,151
05-01-2023	3,541	05-02-2023	2,504	08-03-2023	2,485	08-04-2023	2,253	09-05-2023	1,609	09-06-2023	1,337
06-01-2023	3,580	06-02-2023	2,685	09-03-2023	2,929	09-04-2023	2,131	10-05-2023	1,587	10-06-2023	1,270
07-01-2023	2,787	07-02-2023	2,974	10-03-2023	3,116	10-04-2023	2,467	11-05-2023	1,686	11-06-2023	1,448
08-01-2023	3,088	08-02-2023	2,238	11-03-2023	2,970	11-04-2023	2,556	12-05-2023	1,462	12-06-2023	2,352
09-01-2023	3,278	09-02-2023	2,758	12-03-2023	2,916	12-04-2023	2,331	13-05-2023	1,405	13-06-2023	2,949
10-01-2023	3,063	10-02-2023	2,789	13-03-2023	3,282	13-04-2023	2,430	14-05-2023	1,418	14-06-2023	1,496
11-01-2023	2,892	11-02-2023	2,848	14-03-2023	2,224	14-04-2023	2,044	15-05-2023	1,903	15-06-2023	1,564
12-01-2023	3,542	12-02-2023	2,970	15-03-2023	3,103	15-04-2023	1,965	16-05-2023	2,175	16-06-2023	1,339
13-01-2023	4,166	13-02-2023	2,861	16-03-2023	3,035	16-04-2023	2,073	17-05-2023	1,838	17-06-2023	1,115
14-01-2023	3,027	14-02-2023	2,997	17-03-2023	2,644	17-04-2023	2,904	18-05-2023	1,446	18-06-2023	1,951
15-01-2023	3,031	15-02-2023	3,590	18-03-2023	2,710	18-04-2023	2,282	19-05-2023	1,449	19-06-2023	1,595
16-01-2023	3,486	16-02-2023	3,681	19-03-2023	3,102	19-04-2023	1,665	20-05-2023	2,132	20-06-2023	1,484
17-01-2023	2,876	17-02-2023	3,408	20-03-2023	3,072	20-04-2023	1,909	21-05-2023	1,739	21-06-2023	1,418
18-01-2023	2,806	18-02-2023	3,197	21-03-2023	3,262	21-04-2023	1,816	22-05-2023	1,631	22-06-2023	1,300
19-01-2023	3,002	19-02-2023	3,110	22-03-2023	3,057	22-04-2023	2,335	23-05-2023	1,382	23-06-2023	1,790
20-01-2023	3,501	20-02-2023	2,785	23-03-2023	2,394	23-04-2023	2,767	24-05-2023	1,788	24-06-2023	1,459
21-01-2023	3,652	21-02-2023	3,151	24-03-2023	2,542	24-04-2023	1,760	25-05-2023	1,413	25-06-2023	1,395
22-01-2023	3,255	22-02-2023	3,005	25-03-2023	2,467	25-04-2023	1,795	26-05-2023	1,298	26-06-2023	1,258
23-01-2023	3,607	23-02-2023	3,030	26-03-2023	2,449	26-04-2023	1,784	27-05-2023	1,352	27-06-2023	1,456
24-01-2023	3,369	24-02-2023	2,877	27-03-2023	2,893	27-04-2023	1,685	28-05-2023	1,581	28-06-2023	1,280
25-01-2023	3,685	25-02-2023	2,874	28-03-2023	3,270	28-04-2023	1,788	29-05-2023	1,781	29-06-2023	1,262
26-01-2023	3,441	26-02-2023	2,805	29-03-2023	2,443	29-04-2023	1,677	30-05-2023	1,332	30-06-2023	1,381
27-01-2023	3,597	27-02-2023	2,684	30-03-2023	2,570	30-04-2023	1,515	31-05-2023	1,263		
28-01-2023	2,456	28-02-2023	2,680	31-03-2023	2,170	01-05-2023	1,735	01-06-2023	1,283		
29-01-2023	2,984	01-03-2023	3,000	01-04-2023	2,958	02-05-2023	1,800	02-06-2023	1,476		
30-01-2023	3,719	02-03-2023	3,073	02-04-2023	2,770	03-05-2023	2,463	03-06-2023	1,405		
31-01-2023	3,876	03-03-2023	2,944	03-04-2023	2,993	04-05-2023	2,927	04-06-2023	1,402		



**INFORME N.º 33 DEL PSAH PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA  
OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA  
RCA N.º 226/2006**

**Evaporación**

Fecha	Evaporación (mm/d)	Fecha	Evaporación (mm/d)	Fecha	Evaporación (mm/d)	Fecha	Evaporación (mm/d)	Fecha	Evaporación (mm/d)	Fecha	Evaporación (mm/d)
01-01-2023	9,140	01-02-2023	9,843	04-03-2023	9,140	04-04-2023	7,031	05-05-2023	9,140	05-06-2023	1,406
02-01-2023	9,140	02-02-2023	10,546	05-03-2023	9,843	05-04-2023	7,031	06-05-2023	9,843	06-06-2023	3,515
03-01-2023	8,437	03-02-2023	1,406	06-03-2023	9,140	06-04-2023	7,734	07-05-2023	4,218	07-06-2023	3,515
04-01-2023	10,546	04-02-2023	5,625	07-03-2023	9,140	07-04-2023	7,734	08-05-2023	4,218	08-06-2023	2,812
05-01-2023	11,249	05-02-2023	3,515	08-03-2023	9,843	08-04-2023	7,031	09-05-2023	4,921	09-06-2023	4,218
06-01-2023	11,249	06-02-2023	10,017*	09-03-2023	9,140	09-04-2023	8,437	10-05-2023	4,921	10-06-2023	3,515
07-01-2023	10,546	07-02-2023	7,646*	10-03-2023	8,437	10-04-2023	7,734	11-05-2023	4,218	11-06-2023	3,515
08-01-2023	11,952	08-02-2023	10,017*	11-03-2023	9,140	11-04-2023	8,437	12-05-2023	5,625	12-06-2023	4,921
09-01-2023	11,249	09-02-2023	10,017*	12-03-2023	8,437	12-04-2023	6,328	13-05-2023	4,218	13-06-2023	5,625
10-01-2023	11,249	10-02-2023	11,598*	13-03-2023	10,546	13-04-2023	7,734	14-05-2023	4,218	14-06-2023	2,812
11-01-2023	11,249	11-02-2023	10,808*	14-03-2023	5,625	14-04-2023	7,031	15-05-2023	5,625	15-06-2023	3,356*
12-01-2023	11,249	12-02-2023	11,598*	15-03-2023	7,734	15-04-2023	6,328	16-05-2023	4,921	16-06-2023	3,005*
13-01-2023	11,952	13-02-2023	11,203*	16-03-2023	7,734	16-04-2023	7,734	17-05-2023	4,218	17-06-2023	3,356*
14-01-2023	8,437	14-02-2023	9,622*	17-03-2023	7,031	17-04-2023	8,437	18-05-2023	4,218	18-06-2023	3,706*
15-01-2023	9,843	15-02-2023	11,183*	18-03-2023	8,437	18-04-2023	6,328	19-05-2023	4,218	19-06-2023	3,356*
16-01-2023	9,843	16-02-2023	9,497*	19-03-2023	11,249	19-04-2023	4,218	20-05-2023	4,218	20-06-2023	4,056*
17-01-2023	9,140	17-02-2023	9,497*	20-03-2023	7,734	20-04-2023	5,625	21-05-2023	4,921	21-06-2023	3,706*
18-01-2023	9,843	18-02-2023	10,059*	21-03-2023	9,843	21-04-2023	6,328	22-05-2023	2,812	22-06-2023	4,406*
19-01-2023	12,655	19-02-2023	7,810*	22-03-2023	7,031	22-04-2023	7,031	23-05-2023	2,812	23-06-2023	4,406*
20-01-2023	12,655	20-02-2023	7,810*	23-03-2023	7,031	23-04-2023	7,031	24-05-2023	4,218	24-06-2023	3,706*
21-01-2023	11,952	21-02-2023	9,497*	24-03-2023	9,140	24-04-2023	4,921	25-05-2023	3,515	25-06-2023	3,356*
22-01-2023	11,249	22-02-2023	8,831*	25-03-2023	8,437	25-04-2023	5,625	26-05-2023	3,515	26-06-2023	4,056*
23-01-2023	11,952	23-02-2023	9,170*	26-03-2023	8,437	26-04-2023	6,328	27-05-2023	2,812	27-06-2023	4,056*
24-01-2023	9,843	24-02-2023	9,497*	27-03-2023	9,140	27-04-2023	4,921	28-05-2023	3,515	28-06-2023	3,706*
25-01-2023	11,249	25-02-2023	9,497*	28-03-2023	9,140	28-04-2023	6,328	29-05-2023	4,218	29-06-2023	2,109
26-01-2023	10,546	26-02-2023	7,810*	29-03-2023	7,734	29-04-2023	5,625	30-05-2023	2,812	30-06-2023	4,218
27-01-2023	11,249	27-02-2023	9,497*	30-03-2023	9,140	30-04-2023	6,328	31-05-2023	3,515		
28-01-2023	9,140	28-02-2023	10,546	31-03-2023	7,734	01-05-2023	5,625	01-06-2023	3,515		
29-01-2023	11,249	01-03-2023	11,249	01-04-2023	7,734	02-05-2023	5,625	02-06-2023	3,515		
30-01-2023	11,952	02-03-2023	11,249	02-04-2023	7,031	03-05-2023	7,031	03-06-2023	2,812		
31-01-2023	10,546	03-03-2023	9,140	03-04-2023	7,734	04-05-2023	6,328	04-06-2023	2,109		

\*Dato rellenado

**Estación KCL**  
**Precipitación**

Fecha	Precipitaciones (mm/d)	Fecha	Precipitaciones (mm/d)	Fecha	Precipitaciones (mm/d)	Fecha	Precipitaciones (mm/d)	Fecha	Precipitaciones (mm/d)	Fecha	Precipitaciones (mm/d)
01-01-2023	0,000	01-02-2023	0,000	04-03-2023	0,000	04-04-2023	0,000	05-05-2023	0,000	05-06-2023	0,000
02-01-2023	0,000	02-02-2023	0,000	05-03-2023	0,000	05-04-2023	0,000	06-05-2023	0,000	06-06-2023	0,000
03-01-2023	0,000	03-02-2023	1,500	06-03-2023	0,000	06-04-2023	0,000	07-05-2023	0,000	07-06-2023	0,000
04-01-2023	0,000	04-02-2023	2,500	07-03-2023	0,000	07-04-2023	0,000	08-05-2023	0,000	08-06-2023	0,000
05-01-2023	0,000	05-02-2023	0,400	08-03-2023	0,000	08-04-2023	0,000	09-05-2023	0,000	09-06-2023	0,000
06-01-2023	0,000	06-02-2023	0,000	09-03-2023	0,000	09-04-2023	0,000	10-05-2023	0,000	10-06-2023	0,000
07-01-2023	0,000	07-02-2023	0,000	10-03-2023	0,900	10-04-2023	0,000	11-05-2023	0,000	11-06-2023	0,000
08-01-2023	0,000	08-02-2023	0,000	11-03-2023	0,000	11-04-2023	0,000	12-05-2023	0,000	12-06-2023	0,000
09-01-2023	0,000	09-02-2023	0,000	12-03-2023	0,000	12-04-2023	0,000	13-05-2023	0,000	13-06-2023	0,000
10-01-2023	0,000	10-02-2023	0,000	13-03-2023	0,000	13-04-2023	0,000	14-05-2023	0,000	14-06-2023	0,000
11-01-2023	0,000	11-02-2023	0,000	14-03-2023	0,000	14-04-2023	0,000	15-05-2023	0,000	15-06-2023	0,000
12-01-2023	0,000	12-02-2023	0,000	15-03-2023	0,000	15-04-2023	0,000	16-05-2023	0,000	16-06-2023	0,000
13-01-2023	0,000	13-02-2023	0,000	16-03-2023	0,000	16-04-2023	0,000	17-05-2023	0,000	17-06-2023	0,000
14-01-2023	0,000	14-02-2023	0,000	17-03-2023	0,000	17-04-2023	0,000	18-05-2023	0,000	18-06-2023	0,000
15-01-2023	0,000	15-02-2023	0,000	18-03-2023	0,000	18-04-2023	0,000	19-05-2023	0,000	19-06-2023	0,000
16-01-2023	0,000	16-02-2023	0,000	19-03-2023	0,000	19-04-2023	0,000	20-05-2023	0,000	20-06-2023	0,000
17-01-2023	0,000	17-02-2023	0,000	20-03-2023	0,000	20-04-2023	0,000	21-05-2023	0,000	21-06-2023	0,000
18-01-2023	0,000*	18-02-2023	0,500	21-03-2023	1,200	21-04-2023	0,000	22-05-2023	0,000	22-06-2023	0,000
19-01-2023	0,000*	19-02-2023	0,100	22-03-2023	0,000	22-04-2023	0,000	23-05-2023	0,000	23-06-2023	0,000
20-01-2023	0,000	20-02-2023	0,000	23-03-2023	0,000	23-04-2023	0,000	24-05-2023	0,000	24-06-2023	0,000
21-01-2023	0,000	21-02-2023	0,000	24-03-2023	0,000	24-04-2023	0,000	25-05-2023	0,000	25-06-2023	0,000
22-01-2023	0,000	22-02-2023	0,000	25-03-2023	0,000	25-04-2023	0,000	26-05-2023	0,000	26-06-2023	0,000
23-01-2023	0,000	23-02-2023	0,000	26-03-2023	0,000	26-04-2023	0,000	27-05-2023	0,000	27-06-2023	0,000
24-01-2023	0,000	24-02-2023	0,000	27-03-2023	0,000	27-04-2023	0,000	28-05-2023	0,000	28-06-2023	0,000
25-01-2023	0,000	25-02-2023	0,000	28-03-2023	0,000	28-04-2023	0,000	29-05-2023	0,000	29-06-2023	0,000
26-01-2023	0,000	26-02-2023	0,000	29-03-2023	0,000	29-04-2023	0,000	30-05-2023	0,000	30-06-2023	0,000
27-01-2023	0,000	27-02-2023	0,000	30-03-2023	0,000	30-04-2023	0,000	31-05-2023	0,000		
28-01-2023	0,000	28-02-2023	0,000	31-03-2023	0,000	01-05-2023	0,000	01-06-2023	0,000		
29-01-2023	0,000	01-03-2023	0,000	01-04-2023	0,000	02-05-2023	0,000	02-06-2023	0,000		
30-01-2023	0,000	02-03-2023	0,000	02-04-2023	0,300	03-05-2023	0,000	03-06-2023	0,000		
31-01-2023	0,000	03-03-2023	0,000	03-04-2023	0,000	04-05-2023	0,000	04-06-2023	0,000		

\*Dato rellenado



INFORME N.º 33 DEL PSAH PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA  
OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA  
RCA N.º 226/2006

Temperatura

Fecha	T° Promedio (°C)	Fecha	T° Promedio (°C)	Fecha	T° Promedio (°C)	Fecha	T° Promedio (°C)	Fecha	T° Promedio (°C)	Fecha	T° Promedio (°C)
01-01-2023	18,421	01-02-2023	21,101	04-03-2023	21,134	04-04-2023	18,604	05-05-2023	15,268	05-06-2023	11,688
02-01-2023	18,462	02-02-2023	21,032	05-03-2023	21,628	05-04-2023	18,357	06-05-2023	13,954	06-06-2023	11,359
03-01-2023	18,211	03-02-2023	20,229	06-03-2023	21,019	06-04-2023	18,175	07-05-2023	14,332	07-06-2023	11,154
04-01-2023	19,079	04-02-2023	18,553	07-03-2023	20,133	07-04-2023	19,000	08-05-2023	15,391	08-06-2023	10,477
05-01-2023	18,556	05-02-2023	18,898	08-03-2023	19,539	08-04-2023	19,328	09-05-2023	15,699	09-06-2023	10,254
06-01-2023	19,010	06-02-2023	19,212	09-03-2023	19,495	09-04-2023	19,876	10-05-2023	15,659	10-06-2023	9,833
07-01-2023	19,223	07-02-2023	19,295	10-03-2023	20,298	10-04-2023	19,454	11-05-2023	15,488	11-06-2023	10,174
08-01-2023	18,875	08-02-2023	21,099	11-03-2023	20,151	11-04-2023	19,092	12-05-2023	15,608	12-06-2023	9,651
09-01-2023	17,921	09-02-2023	21,680	12-03-2023	19,985	12-04-2023	18,089	13-05-2023	15,965	13-06-2023	8,000
10-01-2023	17,939	10-02-2023	22,132	13-03-2023	19,860	13-04-2023	16,768	14-05-2023	16,530	14-06-2023	6,952
11-01-2023	19,484	11-02-2023	22,517	14-03-2023	19,353	14-04-2023	15,793	15-05-2023	17,171	15-06-2023	6,732
12-01-2023	19,330	12-02-2023	22,292	15-03-2023	19,472	15-04-2023	16,314	16-05-2023	16,217	16-06-2023	8,076
13-01-2023	17,633	13-02-2023	22,014	16-03-2023	18,952	16-04-2023	15,528	17-05-2023	15,048	17-06-2023	8,903
14-01-2023	17,511	14-02-2023	21,633	17-03-2023	19,165	17-04-2023	14,191	18-05-2023	14,443	18-06-2023	9,423
15-01-2023	19,122	15-02-2023	20,540	18-03-2023	20,569	18-04-2023	14,068	19-05-2023	14,099	19-06-2023	10,873
16-01-2023	19,013	16-02-2023	18,618	19-03-2023	19,726	19-04-2023	15,103	20-05-2023	13,470	20-06-2023	11,536
17-01-2023	19,530	17-02-2023	17,843	20-03-2023	19,000	20-04-2023	16,080	21-05-2023	12,661	21-06-2023	11,806
18-01-2023	20,910*	18-02-2023	17,267	21-03-2023	19,630	21-04-2023	16,229	22-05-2023	12,572	22-06-2023	12,420
19-01-2023	22,570*	19-02-2023	18,662	22-03-2023	19,442	22-04-2023	15,999	23-05-2023	13,137	23-06-2023	11,608
20-01-2023	21,731	20-02-2023	19,790	23-03-2023	19,713	23-04-2023	15,544	24-05-2023	12,508	24-06-2023	11,527
21-01-2023	20,070	21-02-2023	19,897	24-03-2023	20,657	24-04-2023	15,106	25-05-2023	13,165	25-06-2023	11,617
22-01-2023	20,145	22-02-2023	19,165	25-03-2023	20,006	25-04-2023	15,757	26-05-2023	13,129	26-06-2023	11,131
23-01-2023	20,717	23-02-2023	19,251	26-03-2023	20,757	26-04-2023	17,096	27-05-2023	13,425	27-06-2023	10,501
24-01-2023	21,147	24-02-2023	19,132	27-03-2023	21,339	27-04-2023	17,410	28-05-2023	12,807	28-06-2023	10,748
25-01-2023	21,138	25-02-2023	18,526	28-03-2023	21,298	28-04-2023	17,415	29-05-2023	12,865	29-06-2023	10,881
26-01-2023	20,823	26-02-2023	19,829	29-03-2023	20,383	29-04-2023	16,879	30-05-2023	11,846	30-06-2023	9,664
27-01-2023	20,551	27-02-2023	20,752	30-03-2023	21,206	30-04-2023	16,490	31-05-2023	11,888		
28-01-2023	21,452	28-02-2023	21,148	31-03-2023	21,889	01-05-2023	16,616	01-06-2023	12,559		
29-01-2023	22,148	01-03-2023	20,565	01-04-2023	22,465	02-05-2023	16,310	02-06-2023	12,389		
30-01-2023	21,081	02-03-2023	20,199	02-04-2023	21,235	03-05-2023	16,587	03-06-2023	12,160		
31-01-2023	19,780	03-03-2023	19,822	03-04-2023	20,123	04-05-2023	15,435	04-06-2023	11,960		

\*Dato relleno



**INFORME N.º 33 DEL PSAH PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA  
OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA  
RCA N.º 226/2006**

**Velocidad del viento**

Fecha	Velocidad del Viento (m/s)	Fecha	Velocidad del Viento (m/s)	Fecha	Velocidad del Viento (m/s)	Fecha	Velocidad del Viento (m/s)	Fecha	Velocidad del Viento (m/s)	Fecha	Velocidad del Viento (m/s)
01-01-2023	4,086	01-02-2023	3,974	04-03-2023	2,739	04-04-2023	2,965	05-05-2023	1,502	05-06-2023	0,989
02-01-2023	3,754	02-02-2023	4,357	05-03-2023	3,002	05-04-2023	2,875	06-05-2023	2,035	06-06-2023	1,053
03-01-2023	3,817	03-02-2023	3,526	06-03-2023	3,194	06-04-2023	2,362	07-05-2023	1,757	07-06-2023	1,222
04-01-2023	4,645	04-02-2023	3,075	07-03-2023	3,058	07-04-2023	2,463	08-05-2023	1,730	08-06-2023	1,004
05-01-2023	4,632	05-02-2023	2,877	08-03-2023	2,888	08-04-2023	2,559	09-05-2023	2,000	09-06-2023	0,880
06-01-2023	4,019	06-02-2023	3,485	09-03-2023	3,226	09-04-2023	2,642	10-05-2023	1,820	10-06-2023	1,176
07-01-2023	3,310	07-02-2023	2,916	10-03-2023	3,141	10-04-2023	2,464	11-05-2023	1,324	11-06-2023	1,411
08-01-2023	3,612	08-02-2023	3,068	11-03-2023	3,401	11-04-2023	2,237	12-05-2023	1,431	12-06-2023	2,851
09-01-2023	3,252	09-02-2023	2,976	12-03-2023	3,381	12-04-2023	1,989	13-05-2023	1,648	13-06-2023	2,235
10-01-2023	3,366	10-02-2023	3,277	13-03-2023	3,143	13-04-2023	2,005	14-05-2023	1,813	14-06-2023	1,310
11-01-2023	3,688	11-02-2023	3,110	14-03-2023	3,029	14-04-2023	1,784	15-05-2023	3,590	15-06-2023	1,355
12-01-2023	3,843	12-02-2023	3,241	15-03-2023	3,402	15-04-2023	2,139	16-05-2023	1,747	16-06-2023	1,292
13-01-2023	4,260	13-02-2023	2,885	16-03-2023	3,043	16-04-2023	2,240	17-05-2023	1,796	17-06-2023	1,259
14-01-2023	3,343	14-02-2023	3,051	17-03-2023	2,995	17-04-2023	2,575	18-05-2023	1,367	18-06-2023	1,292
15-01-2023	3,851	15-02-2023	3,437	18-03-2023	2,997	18-04-2023	2,091	19-05-2023	1,365	19-06-2023	1,424
16-01-2023	4,152	16-02-2023	3,645	19-03-2023	3,306	19-04-2023	1,623	20-05-2023	2,108	20-06-2023	1,617
17-01-2023	3,751	17-02-2023	3,472	20-03-2023	3,829	20-04-2023	2,095	21-05-2023	1,627	21-06-2023	1,161
18-01-2023	3,170*	18-02-2023	3,408	21-03-2023	3,667	21-04-2023	1,814	22-05-2023	1,328	22-06-2023	1,253
19-01-2023	3,410*	19-02-2023	2,731	22-03-2023	3,507	22-04-2023	2,460	23-05-2023	1,585	23-06-2023	1,470
20-01-2023	4,239	20-02-2023	2,663	23-03-2023	2,336	23-04-2023	3,197	24-05-2023	1,422	24-06-2023	1,048
21-01-2023	4,368	21-02-2023	2,971	24-03-2023	3,467	24-04-2023	2,141	25-05-2023	1,747	25-06-2023	1,284
22-01-2023	3,808	22-02-2023	2,755	25-03-2023	2,513	25-04-2023	1,844	26-05-2023	1,242	26-06-2023	0,898
23-01-2023	4,140	23-02-2023	2,935	26-03-2023	2,477	26-04-2023	1,678	27-05-2023	1,089	27-06-2023	0,974
24-01-2023	4,511	24-02-2023	2,824	27-03-2023	2,953	27-04-2023	1,630	28-05-2023	1,064	28-06-2023	1,072
25-01-2023	4,038	25-02-2023	2,860	28-03-2023	3,149	28-04-2023	1,724	29-05-2023	1,750	29-06-2023	1,159
26-01-2023	3,811	26-02-2023	2,828	29-03-2023	2,901	29-04-2023	1,853	30-05-2023	1,045	30-06-2023	0,848
27-01-2023	3,499	27-02-2023	2,649	30-03-2023	2,743	30-04-2023	2,616	31-05-2023	0,843		
28-01-2023	2,564	28-02-2023	2,428	31-03-2023	2,630	01-05-2023	3,271	01-06-2023	1,020		
29-01-2023	3,874	01-03-2023	2,762	01-04-2023	2,634	02-05-2023	1,210	02-06-2023	1,082		
30-01-2023	3,916	02-03-2023	2,741	02-04-2023	2,652	03-05-2023	1,282	03-06-2023	1,182		
31-01-2023	3,713	03-03-2023	2,693	03-04-2023	2,934	04-05-2023	1,055	04-06-2023	0,953		

\*Dato Rellenado



INFORME N.º 33 DEL PSAH PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA  
OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA  
RCA N.º 226/2006

Evaporación

Fecha	Evaporación (mm/d)	Fecha	Evaporación (mm/d)	Fecha	Evaporación (mm/d)	Fecha	Evaporación (mm/d)	Fecha	Evaporación (mm/d)	Fecha	Evaporación (mm/d)
01-01-2023	16,874	01-02-2023	12,655	04-03-2023	9,843	04-04-2023	7,734	05-05-2023	8,437	05-06-2023	4,218
02-01-2023	11,952	02-02-2023	13,358	05-03-2023	11,952	05-04-2023	8,437	06-05-2023	9,843	06-06-2023	4,218
03-01-2023	12,655	03-02-2023	8,437	06-03-2023	11,249	06-04-2023	8,437	07-05-2023	4,921	07-06-2023	4,921
04-01-2023	13,358	04-02-2023	6,328	07-03-2023	10,546	07-04-2023	8,437	08-05-2023	5,625	08-06-2023	4,921
05-01-2023	14,063*	05-02-2023	8,437	08-03-2023	9,843	08-04-2023	9,140	09-05-2023	6,328	09-06-2023	4,921
06-01-2023	11,952	06-02-2023	9,843	09-03-2023	11,249	09-04-2023	11,249	10-05-2023	7,031	10-06-2023	4,218
07-01-2023	11,249	07-02-2023	7,734	10-03-2023	9,140	10-04-2023	9,140	11-05-2023	5,625	11-06-2023	4,921
08-01-2023	12,655	08-02-2023	11,952	11-03-2023	9,843	11-04-2023	9,140	12-05-2023	5,625	12-06-2023	7,734
09-01-2023	12,655	09-02-2023	11,952	12-03-2023	10,546	12-04-2023	7,734	13-05-2023	5,625	13-06-2023	7,031
10-01-2023	11,952	10-02-2023	12,655	13-03-2023	9,843	13-04-2023	9,140	14-05-2023	7,031	14-06-2023	4,218
11-01-2023	13,358	11-02-2023	11,952	14-03-2023	8,437	14-04-2023	7,734	15-05-2023	6,328	15-06-2023	4,218
12-01-2023	14,061	12-02-2023	12,655	15-03-2023	9,843	15-04-2023	7,734	16-05-2023	7,734	16-06-2023	3,515
13-01-2023	14,061	13-02-2023	11,249	16-03-2023	10,546	16-04-2023	9,140	17-05-2023	6,328	17-06-2023	4,218
14-01-2023	10,546	14-02-2023	11,952	17-03-2023	9,843	17-04-2023	8,437	18-05-2023	5,625	18-06-2023	3,515
15-01-2023	13,358	15-02-2023	11,952	18-03-2023	10,546	18-04-2023	8,437	19-05-2023	4,921	19-06-2023	4,218
16-01-2023	10,540*	16-02-2023	11,249	19-03-2023	10,546	19-04-2023	6,328	20-05-2023	4,921	20-06-2023	5,625
17-01-2023	10,546	17-02-2023	10,546	20-03-2023	10,546	20-04-2023	7,734	21-05-2023	4,218	21-06-2023	4,218
18-01-2023	12,753*	18-02-2023	7,031	21-03-2023	9,140	21-04-2023	7,031	22-05-2023	4,921	22-06-2023	4,921
19-01-2023	13,407*	19-02-2023	8,437	22-03-2023	9,843	22-04-2023	7,734	23-05-2023	5,625	23-06-2023	4,921
20-01-2023	14,061	20-02-2023	9,843	23-03-2023	7,734	23-04-2023	7,734	24-05-2023	5,625	24-06-2023	4,218
21-01-2023	13,358	21-02-2023	11,249	24-03-2023	10,546	24-04-2023	7,031	25-05-2023	5,625	25-06-2023	4,921
22-01-2023	7,734	22-02-2023	9,843	25-03-2023	9,140	25-04-2023	6,328	26-05-2023	5,625	26-06-2023	4,921
23-01-2023	12,655	23-02-2023	10,546	26-03-2023	9,843	26-04-2023	7,031	27-05-2023	3,515	27-06-2023	4,218
24-01-2023	11,952	24-02-2023	11,249	27-03-2023	11,952	27-04-2023	7,031	28-05-2023	4,218	28-06-2023	4,218
25-01-2023	10,542*	25-02-2023	10,546	28-03-2023	10,546	28-04-2023	7,031	29-05-2023	6,328	29-06-2023	5,625
26-01-2023	11,952	26-02-2023	11,249	29-03-2023	9,843	29-04-2023	7,031	30-05-2023	5,625	30-06-2023	4,218
27-01-2023	11,952	27-02-2023	11,249	30-03-2023	9,843	30-04-2023	7,031	31-05-2023	4,218		
28-01-2023	9,140	28-02-2023	11,249	31-03-2023	10,546	01-05-2023	7,031	01-06-2023	4,218		
29-01-2023	12,655	01-03-2023	11,249	01-04-2023	9,843	02-05-2023	7,031	02-06-2023	4,218		
30-01-2023	11,952	02-03-2023	11,249	02-04-2023	8,437	03-05-2023	7,031	03-06-2023	4,921		
31-01-2023	11,952	03-03-2023	9,843	03-04-2023	9,140	04-05-2023	6,328	04-06-2023	4,921		

\*Datos rellenados

## **Anexo 9.2**

### **Informes para el relleno de series**

Metodología de relleno para Chaxa y KCL



Solutions  
for human  
progress

## Relleno de datos de evaporación de bandeja, precipitación, temperatura media y velocidad del viento en estación Chaxa, enero a junio de 2023

Apoyo al desarrollo de informe de PSAH

---

Revisión 0

Superintendencia de Reportabilidad  
Ambiental y Seguimiento Hidrogeológico  
(RAySH)



## 1. Introducción

En el presente documento se resume el trabajo desarrollado para rellenar la serie de evaporación, precipitación, temperatura media y velocidad del viento de la estación Chaxa y KCL durante el primer semestre de 2023. En el año 2023 los equipos de la estación presentaron algunas fallas, por lo tanto, los registros no cumplen con los requerimientos mínimos para validar dichos datos, por lo cual, se realiza una extensión de la labor realizada por Flow en el caso de la evaporación, temperaturamedia, temperatura promedio diaria, velocidad del viento y precipitación, manteniendo la metodología utilizada por dicho consultor. Asimismo, dado el compromiso de reportar la meteorología en [www.sqmsenlinea.cl](http://www.sqmsenlinea.cl) tanto validada como bruta, se visualiza también la metodología para la validación y relleno de otras variables que no son compromiso de acuerdo a la RCA 226/2006 pero si responde a los compromisos ambientales de acuerdo al Programa de Cumplimiento (PdC) que fue aprobado el 29 de agosto de 2022, según Res Ex. N°38/ROL F-041-2016. Así de esta forma, se visualiza principalmente la metodología para la validación y relleno de las estaciones Chaxa y KCL por cada mes y al mismo tiempo estaciones que son parte del monitoreo ambiental pero que no son compromiso como tal al PSAH, aplicándose, la misma metodología de seguimiento.

Para:	<b>Edwin Guzmán</b>
De:	<b>Camila Zúñiga</b>
CC:	<b>Freddy Cortes, Julia Riera, Javiera Bruna, Mario Arze</b>
Fecha:	<b>4 de mayo del 2023</b>

## Contenido

Introducción.....	1
Validación de parámetros meteorológicos.....	2
Precipitación .....	2
Humedad relativa .....	2
Presión atmosférica .....	3
Temperatura del aire .....	4
Radiación global.....	5
Evaporación .....	5
Velocidad del viento .....	6
Dirección del viento .....	6
Relleno de parámetros meteorológicos .....	7
Conclusiones .....	8
 Figura 1: Precipitación diaria para el mes de enero. ....	3
Figura 2: Humedad relativa promedio diaria para el mes de enero.....	3
Figura 3: Presión atmosférica promedio diaria para el mes de enero. ....	4
Figura 4: Temperatura del aire promedio diaria para el mes de enero. ....	4
Figura 5: Radiación global promedio diaria para el mes de enero. ....	5
Figura 6: Evaporación diaria para el mes de abril.....	6
Figura 7: Variaciones en el nivel de columna de agua del pan de evaporación en KCL. ....	6
Figura 8: Velocidad del viento promedio diaria para el mes de enero.....	7
Figura 9: Dirección del viento promedio diario para el mes de enero. ....	7
 Tabla 1: Parámetros registrados por las estaciones meteorológicas .....	2
Tabla 2: Corrección de evaporación diaria en KCL.....	5
Tabla 3: Parámetros rellenos para el mes de enero. ....	8

## Introducción

En el presente reporte se detalla el proceso de validación del registro meteorológico para el mes de enero 2023 aplicado para la red de estaciones meteorológicas de SQM en Salar de Atacama (Tabla 1) en el marco del

Programa de Cumplimiento (PdC) y operación continua de SQM. De acuerdo con el PdC, la meteorología validada mensual debe ser entregada a la autoridad el día 10 del mes siguiente.

El proceso de validación fue realizado con la aplicación ValMeteo y el relleno realizado por la consultora Flow Hidro.

Tabla 1: Parámetros registrados por las estaciones meteorológicas

Estación	Precipitación	Humedad	Presión atmosférica	Radiación	Temperatura aire	Evaporación	Velocidad del viento	Dirección del viento
Cordillera de la Sal	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
Chaxa	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
KCL	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
SOP	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
Interna LZA9-1	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
Quelana LZA3-1	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
LZA3-2	◇	◇		◇	◇			
LAZA3-3	◇	◇		◇	◇			
LZA7-1	◇	◇		◇	◇			
LZA7-2	◇	◇		◇	◇			
LZA10-1	◇	◇		◇	◇			
LZA12-1	◇	◇		◇	◇			
LAZ12-2	◇	◇		◇	◇			
LZA12-3	◇	◇		◇	◇			

A continuación, se detallan los hallazgos y validación de cada variable

## Validación de parámetros meteorológicos

### Precipitación

En la Figura 1 se presenta la precipitación acumulada diaria para el mes de enero. Durante este periodo no se observaron lluvias y las mediciones registradas corresponden a pruebas de pluviometrías realizadas durante las mantenciones a las estaciones o a outliers. Estos registros fueron invalidados y comentados con ValMeteo.

### Humedad relativa

En la Figura 2 se presenta la humedad relativa promedio diaria para el mes de enero. Se destaca que hacia final de mes se observa un aumento en todas las estaciones, alcanzando un máximo de 45.28% en SOP.

Se invalidaron outliers en LZA7-1 y Cordillera de la sal. En el primer caso, se deben a una descarga de voltaje en la batería de la estación y en el segundo, se registraron valores nulos al descargar información de la microSD.

Se solicitó el relleno de parámetros diarios para las mediciones del 18 y 19 de enero en KCL y 31 de enero en LZA12-3, detallado en el anexo.

## Precipitación

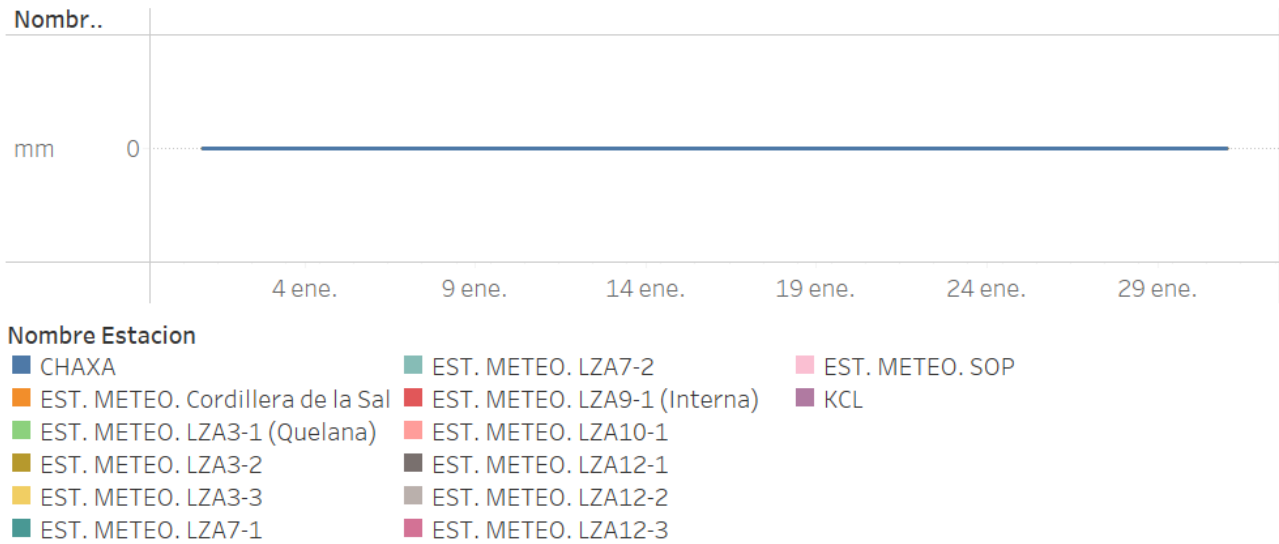


Figura 1: Precipitación diaria para el mes de enero.

## Humedad relativa

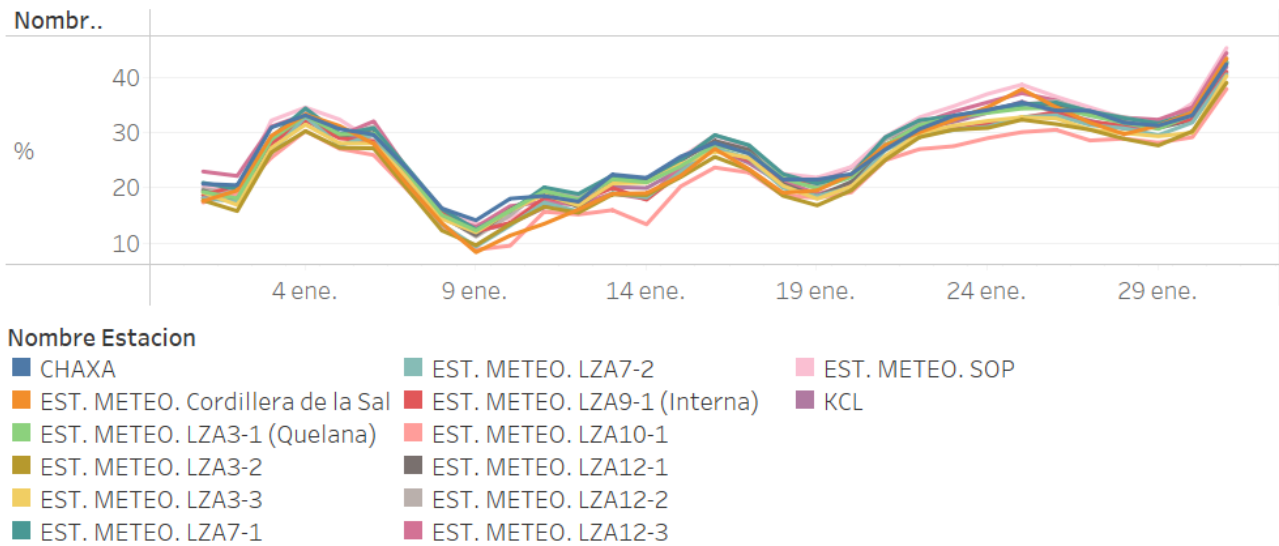


Figura 2: Humedad relativa promedio diaria para el mes de enero.

## Presión atmosférica

Los resultados del cálculo de presión atmosférica promedio diario se presenta en la Figura 3. Se identifican mediciones nulas en Cordillera de la Sal, LZA9-1 y Quelana. En Quelana coincide con la calibración del pluviómetro y el primer set de valores nulos de Cordillera de la Sal (5 de enero) corresponde a la descarga de información de la microSD.

Se solicitó el relleno de parámetros diarios para las mediciones del 18 y 19 de enero en KCL.

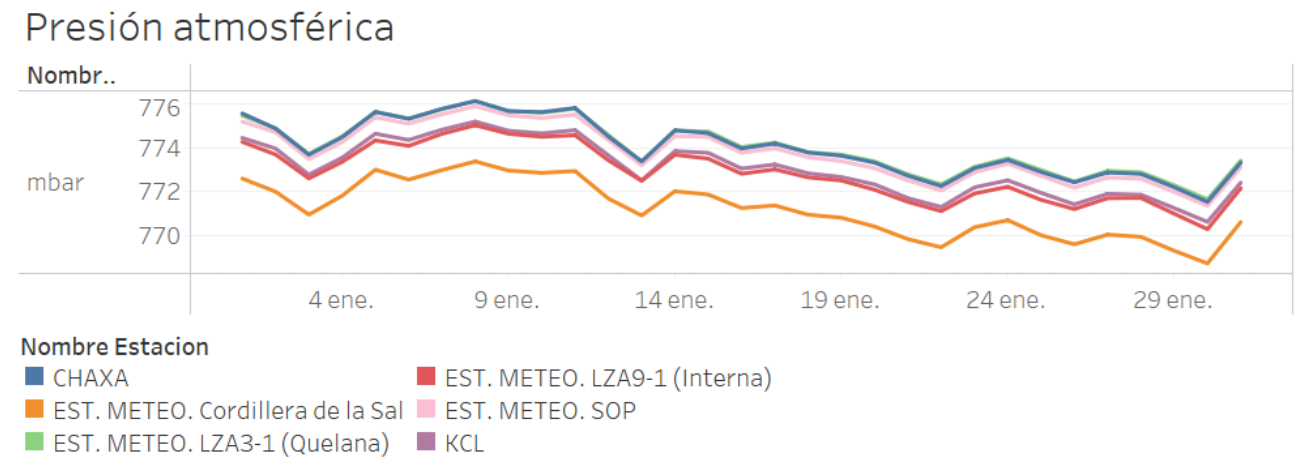


Figura 3: Presión atmosférica promedio diaria para el mes de enero.

### Temperatura del aire

En la Figura 4 se presenta la temperatura de aire promedio diario. Se reconocen valores outlier en Interna, Cordillera de la Sal, KCL y LZA3-1 Quelana. Al igual que en la humedad, el registro nulo LZA3-1 Quelana y las mediciones del 5 de enero en Cordillera de la Sal coinciden con visitas la estación.

Se solicitó el relleno de parámetros diarios para las mediciones del 18 y 19 de enero en KCL y 31 de enero en LZA12-3, detallado en el anexo.

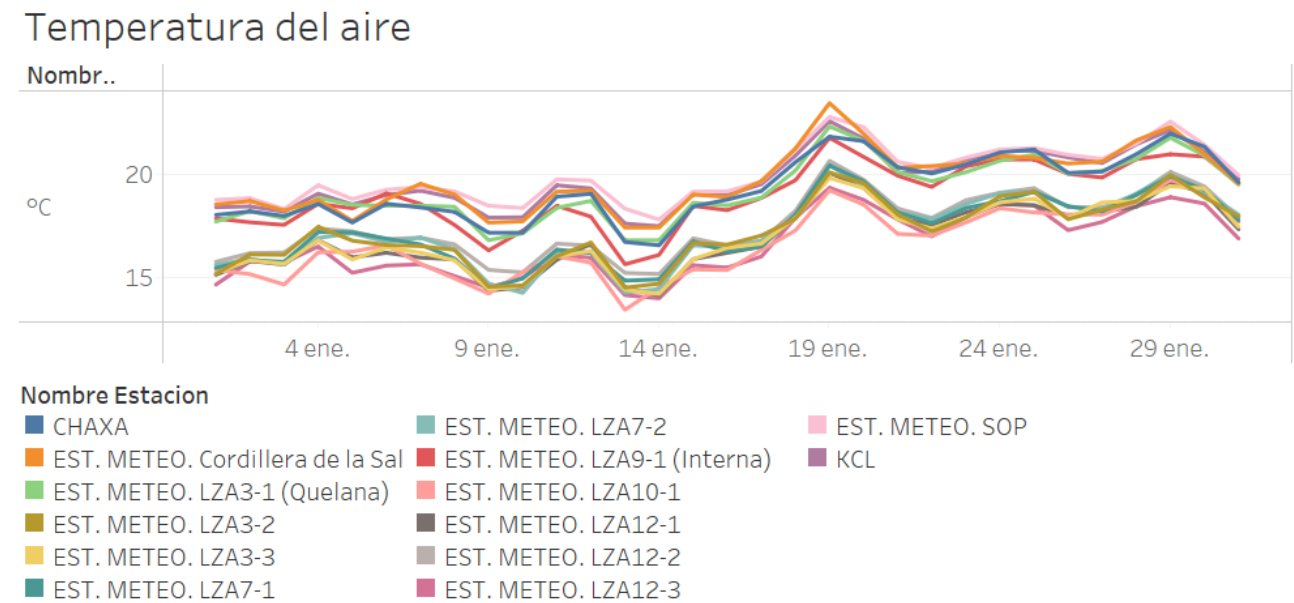


Figura 4: Temperatura del aire promedio diaria para el mes de enero.

## Radiación global

En la Figura 5 se presenta la radiación global diaria. Se invalidaron mediciones anómalas puntuales en LZA9-1 Interna, LZA3-1 Quelana, SOP. En la estación Chaxa se reconocen disminuciones pronunciadas en la radiación de manera periódica a las 11:20, 11:25, 12:50 hrs. (UTC-4) atribuible a una sombra en el sensor LUFF debido a un cable de soporte instalado en la estación.

El 19 de enero se observa un registro variable desde las 10 am aproximadamente en todas las estaciones a excepción de Cordillera de la Sal, consistente con nubosidad. Lo anterior se refleja en la Figura 5 con un valor promedio mayor para esta estación.

Se solicitó el relleno para KCL para todo el mes, ya que el sensor de radiación instalado en la LUFF se encontraba con una cubierta de sal que impedía una correcta captura de la variable.

## Radiación global

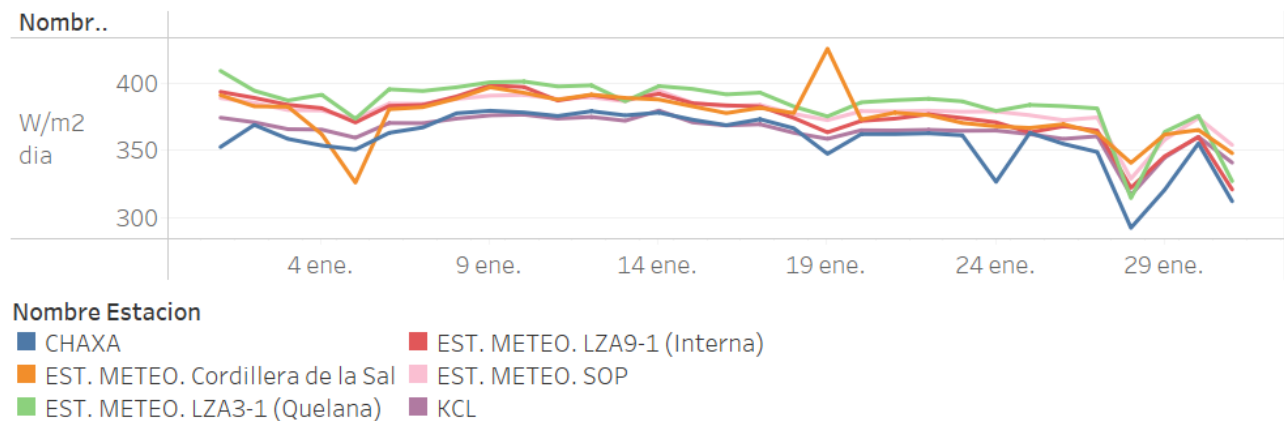


Figura 5: Radiación global promedio diaria para el mes de enero.

## Evaporación

En la Figura 6 se presenta el cálculo de evaporación diaria a partir de la diferencia de columna de agua en el pan de evaporación.

Posterior al proceso de validación se observaron tasas de evaporación en KCL más altas de lo esperado. Al revisar el registro diario, se observa variaciones en la columna de agua del orden de 8.4 a 11.9 mm en ventanas de 5 a 10 minutos, más de la mitad de la tasa de evaporación esperada en un día para esta estación (Figura 7). Esto puede deberse a un desplazamiento en el Level Troll (LT) que mide el nivel, posterior a la limpieza del pan de evaporación. Considerando lo anterior, se restó la diferencia asociada al desplazamiento del LT. Las correcciones detalladas en la Tabla 2.

Tabla 2: Corrección de evaporación diaria en KCL

Día	Hora	Diferencia en mm
5 de enero	10:20 a 10:30	11.95
16 de enero	15:10 a 15:25	5.63
25 de enero	11:50 a 11:55	8.44

## Evaporación

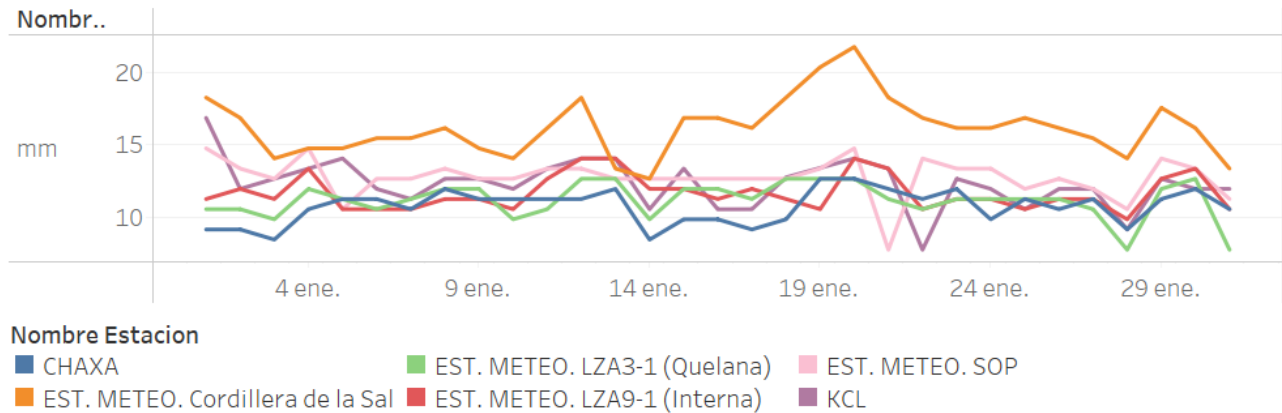


Figura 6: Evaporación diaria para el mes de abril.

## Nivel Pan Evap

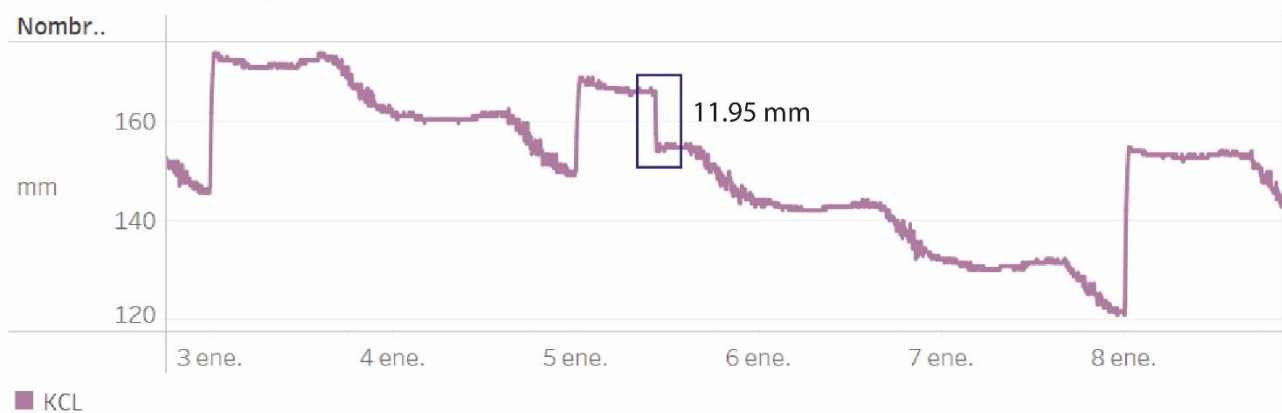


Figura 7: Variaciones en el nivel de columna de agua del pan de evaporación en KCL.

## Velocidad del viento

En la Figura 8 se presenta la velocidad del viento promedio diario. Se destaca que Cordillera de la Sal registra las velocidades más altas. Se solicitó el relleno de parámetros diarios para las mediciones del 18 y 19 de enero en KCL.

## Dirección del viento

En la Figura 9 se presenta la dirección del viento promedio diario. En KCL, SOP y Cordillera de la Sal se observan variaciones mínimas durante el mes. Se solicitó el relleno de parámetros diarios para las mediciones del 18 y 19 de enero en KCL.

## Velocidad del viento

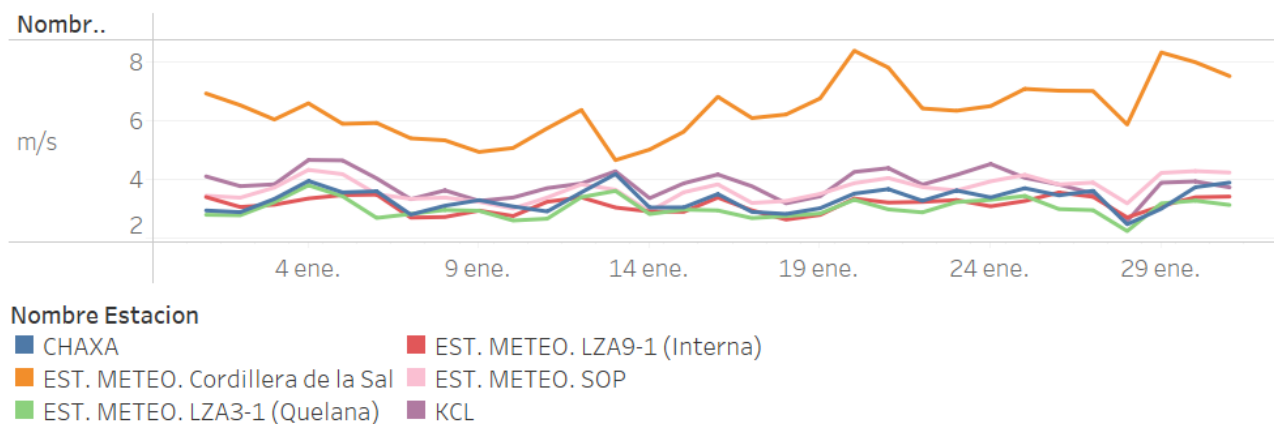


Figura 8: Velocidad del viento promedio diaria para el mes de enero.

## Dirección del viento

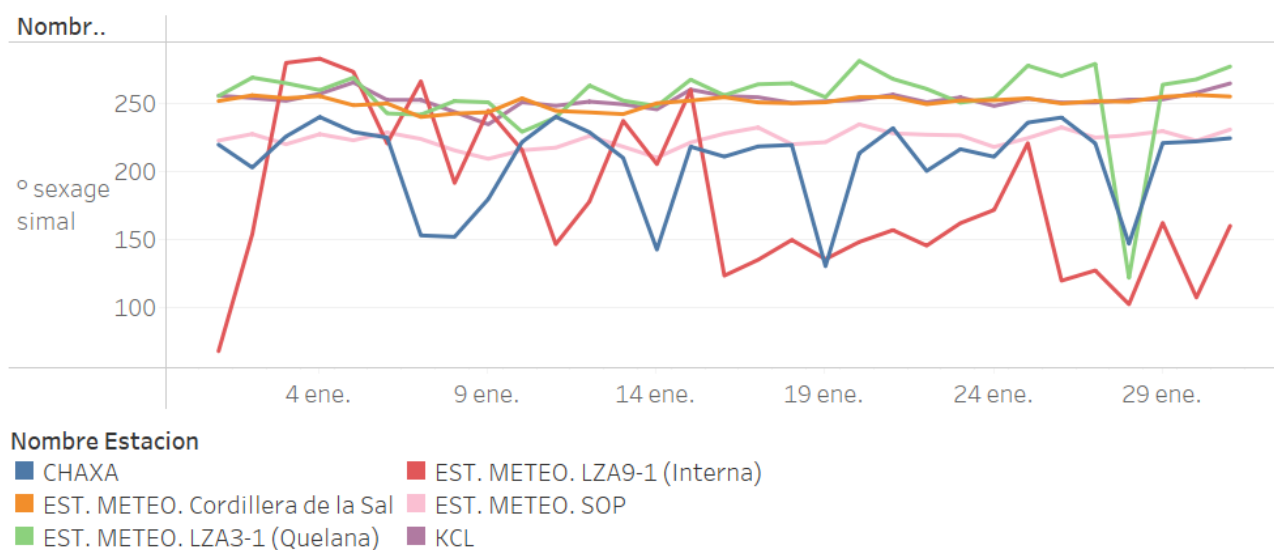


Figura 9: Dirección del viento promedio diario para el mes de enero.

## Relleno de parámetros meteorológicos

En la Tabla 3 se detallan las estaciones cuyos parámetros fueron rellenados al tener menos de un 95% de las mediciones diarias validadas. El relleno fue solicitado a la consultora FLOW Hidro y el detalle del relleno se encuentra detallado en el memo “Relleno de datos meteorológicos estación KCL y LZA12-3 enero 2023” adjunto al final de este documento.



El 5 de enero se realizó una descarga de datos en Cordillera de la Sal, por lo que no existen registro entre las 12:49 y 14:14 pm. Durante la revisión, se contaba con un 95.46% de los datos validados, por lo que no fue necesario rellenar.

En la Tabla 3 se detallan los parámetros y días rellenado.

Tabla 3: Parámetros rellenados para el mes de enero.

Estación	Fecha	Parámetros	Causa
KCL	18 y 19 de enero	Todos	Desconfiguración PLC
KCL	1 al 31 de enero	Radiación global	Problema con sensor LUFF
LZA12-3	31 de enero	Todos	Falla de transmisión satelital

## Conclusiones

Las estaciones meteorológicas, a excepción de KCL y LZA12-3, cuenta con un registro validado diario superior al 95%, permitiendo exitosamente el cálculo de parámetros diarios utilizando la herramienta ValMeteo.

El relleno de las estaciones con un porcentaje validado menor al 95% fue realizado por la consultora Flow Hidro con una herramienta desarrollada en Python, utilizando como referencia mediciones registradas en otras estaciones de la red de monitoreo meteorológico SQM. Las causas de esta necesidad se deben a fallos en la configuración del PLC, problemas con el sensor LUFF y terminal satelital.



<b>Para:</b>	C. Zuñiga, F. Cortéz, E. Guzmán, J. Riera – SQM Gerencia de Hidrogeología Salar
<b>De:</b>	Mónica Fuenzalida, Fabiola Pinto, Jose Yañez – FLOW
<b>Fecha:</b>	10 de abril de 2023
<b>Referencia:</b>	Relleno de datos meteorológicos estación KCL y LZA12-3 enero 2023

## 1 INTRODUCCIÓN

Este documento respalda el relleno de los datos diarios faltantes para la estación KCL y la estación LZA12-3 a partir de los datos validados en las otras estaciones, para el mes de enero.

En la Tabla 1 se presenta la red de monitoreo meteorológico que SQM mantiene en el Salar de Atacama.

Tabla 1: Detalle de estaciones y variables para la validación

Estación	Precipitación	Humedad relativa	Presión Atmosférica	Radiación	T° aire	Evaporación	Velocidad Viento	Dirección Viento	Nivel Lisímetro
Cordillera de la Sal	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	
Chaxa	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	
KCL	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	
SOP	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	
Interna LZA9-1	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
Quelana LZA3-1	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
LZA3-2	♦	♦			♦				♦
LZA3-3	♦	♦			♦				♦
LZA7-1	♦	♦			♦				♦
LZA7-2	♦	♦			♦				♦
LZA10-1	♦	♦			♦				♦
LZA12-1	♦	♦			♦				♦
LZA12-2	♦	♦			♦				♦
LZA12-3	♦	♦			♦				♦

## 2 PROCESO DE RELLENO DIARIO

Se realiza el relleno para los valores diarios del mes de enero 2023 para la variable que es considerada como invalida. Para el relleno se ejecuta código en Python, el cual consiste en obtener regresiones lineales entre la estación a rellenar y la estación que presenta la mejor correlación para dicha variable.

Si la correlación es mayor a 0,5 (lo cual estadísticamente se considera como una correlación lineal fuerte y por lo tanto aceptable), se procede a obtener la pendiente y el coeficiente de posición de la regresión para obtener el valor rellenado, además se indica la estación que se utilizó en el proceso. En caso de que la correlación entre las estaciones para una variable dada es menor a 0,5 no se realiza el relleno, dejando el dato como “NULL”, esto también ocurre cuando para una fecha dada no existe un valor asociado en ninguna estación con la que se pueda rellenar y se indica que “No existe información”.

Se realiza el relleno de distintas variables para la estación KCL en los días 18 y 19 de enero y para la estación LZA12-1 el día 31 de enero.

**Precipitación:** Se obtienen precipitaciones iguales a 0 mm para los días faltantes, para la estación KCL y para la estación LZA12-3.

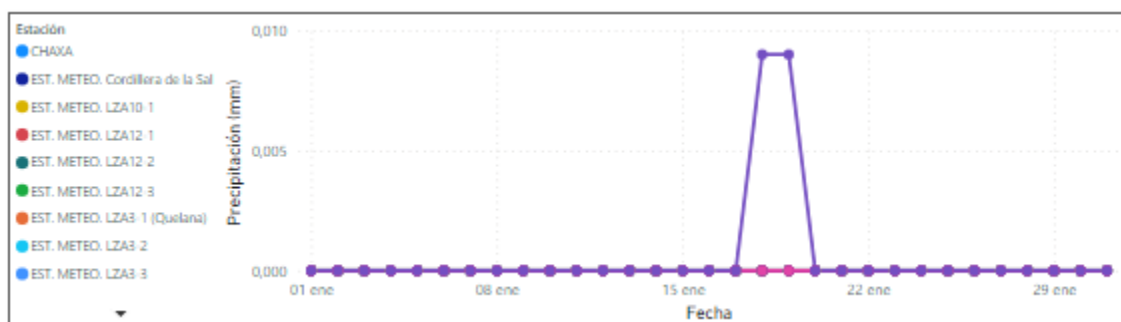


Figura 2-1: Series de datos históricos validados y rellenados para la variable precipitación.

**Humedad relativa:** Se obtienen valores de 20,6 % y 20,9% para el 18 y 19 de enero respectivamente, se utilizó la estación Cordillera de la Sal para obtener el relleno de la estación KCL. La humedad relativa obtenida para la estación LZA12-3 es de 44,4% utilizando la estación Chaxa para realizar el relleno.

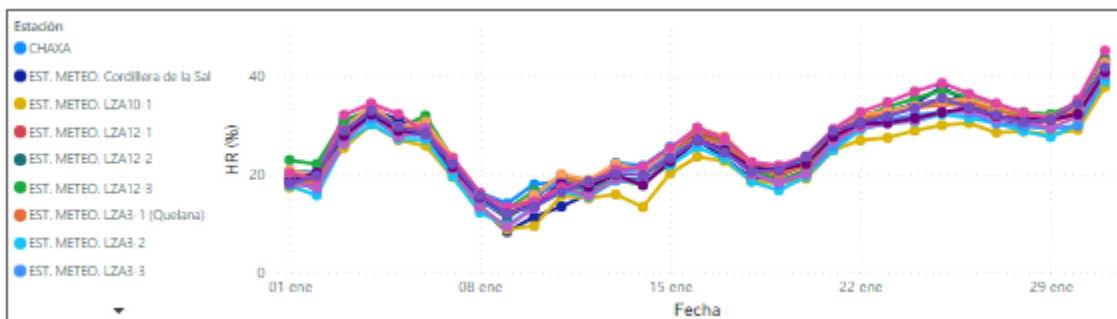


Figura 2-2: Series de datos históricos validados y rellenados para la variable humedad relativa.

**Presión atmosférica:** Se obtienen valores de 772,8 mbar y 772,7 mbar para el 18 y 19 de enero respectivamente, se utilizó la estación SOP para obtener el relleno de la estación KCL.

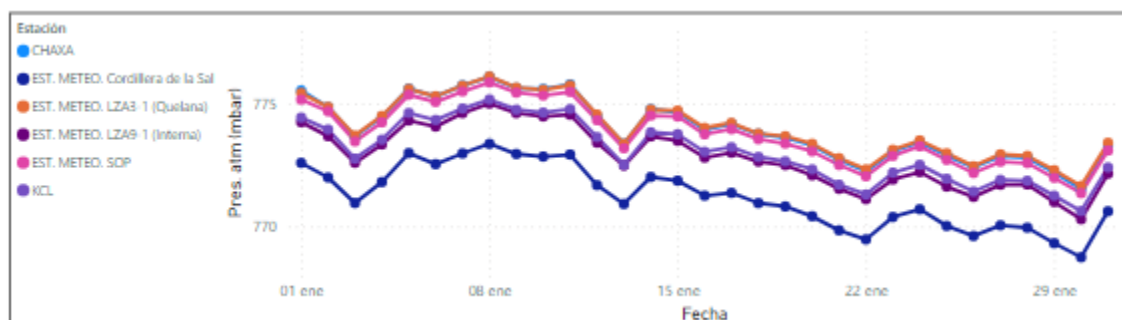


Figura 2-3: Series de datos históricos validados y rellenados para la variable presión atmosférica.

**Temperatura del aire:** Se obtienen valores de 20,9°C y 22,6°C para el 18 y 19 de enero respectivamente, para la estación KCL se utilizó la estación SOP para obtener el relleno. Para la estación LZA12-3 se obtiene una temperatura de 16,9°C, considerando la estación Chaxa para el relleno.

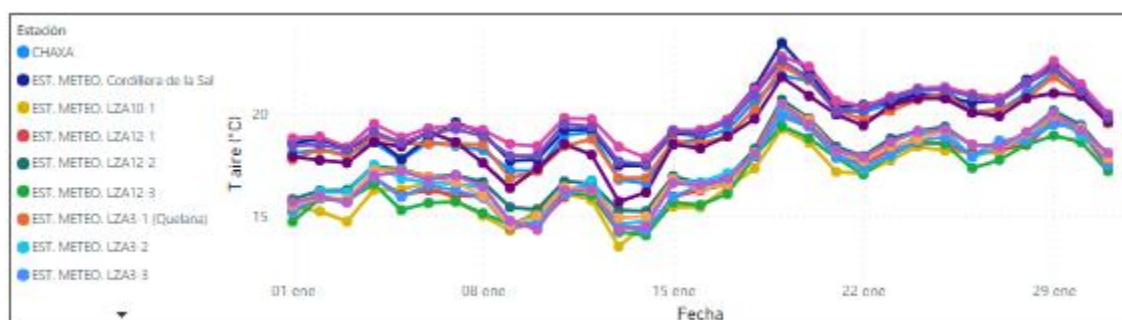


Figura 2-4: Series de datos históricos validados y rellenados para la variable temperatura del aire.

**Evaporación:** Se obtienen valores de 12,8 mm y 13,4 mm para el 18 y 19 de enero respectivamente, se utilizó la estación SOP para obtener el relleno de la estación KCL.

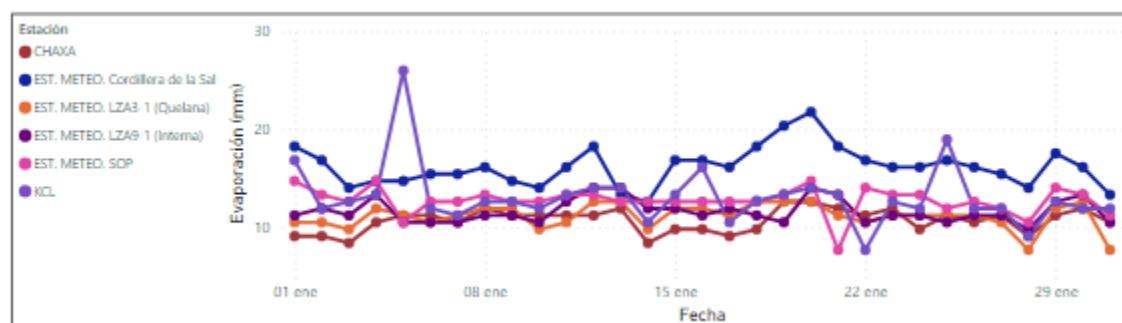


Figura 2-5: Series de datos históricos validados y rellenados para la variable evaporación.

**Velocidad del viento:** Se obtienen valores de 3,17 m/s y 3,4 m/s para el 18 y 19 de enero respectivamente, se utilizó la estación SOP para obtener el relleno de la estación de KCL.

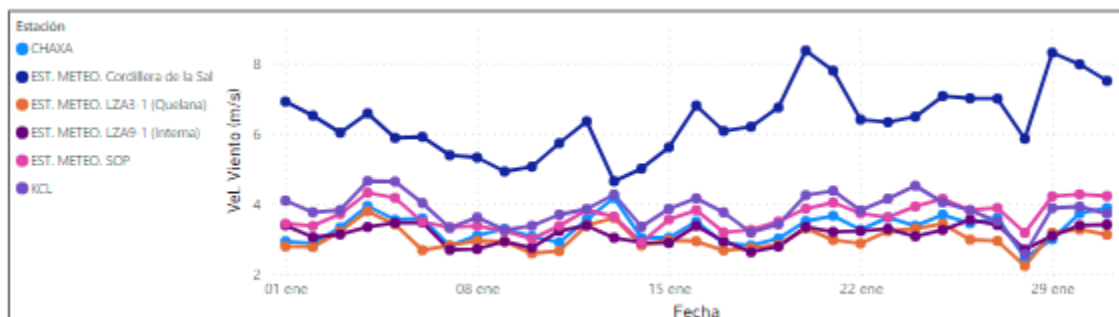


Figura 2-6: Series de datos históricos validados y rellenados para la variable velocidad del viento.

**Dirección del viento:** Se obtienen valores de 250,6 ° y 251,9° para el 18 y 19 de enero respectivamente, se utilizó la estación SOP para obtener el relleno de la estación KCL.

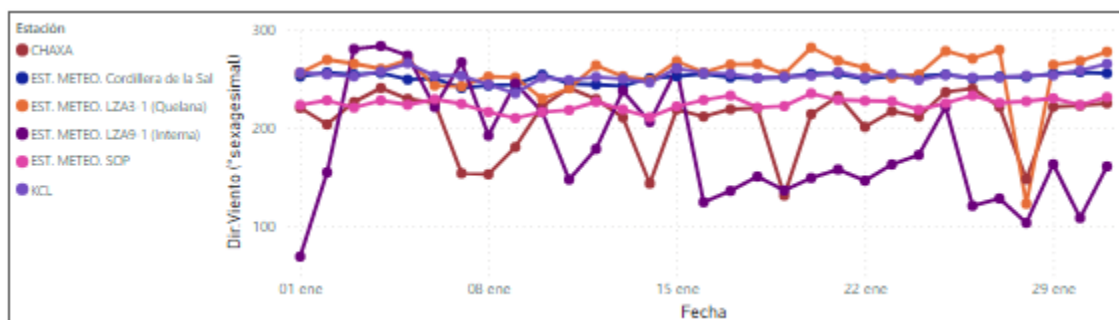


Figura 2-7: Series de datos históricos validados y rellenados para la variable dirección del viento.

**Nivel lisímetro:** no se rellena dada la naturaleza de esta variable. Ya que depende tanto de las condiciones ambientales y atmosféricas, como de las características del suelo ensayado y del llenado (o seco) de las unidades

**Radiación Global:** Dado que la estación KCL presenta valores anómalos en todo el periodo del registro para el mes de enero 2023, la serie completa para este periodo se invalida y se realiza el relleno considerando la estación SOP. En la Figura 2-8 se presenta la serie histórica para esta variable y en la Figura 2-9 solo el registro del mes de enero 2023.

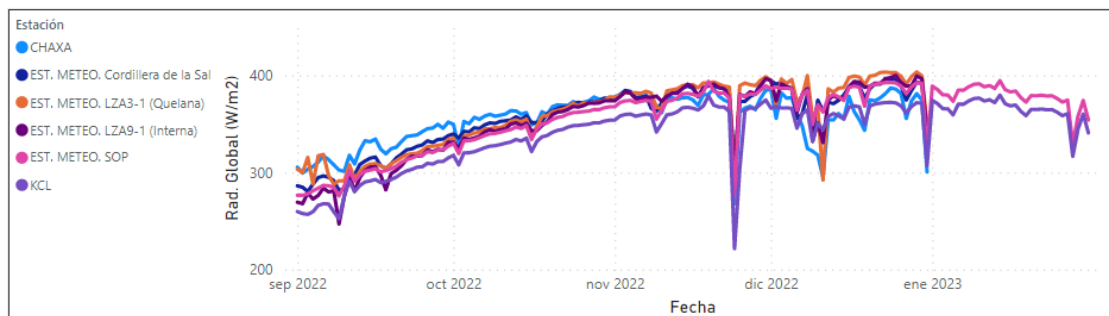


Figura 2-8: Series de datos históricos validados y rellenados para la variable radiación global.

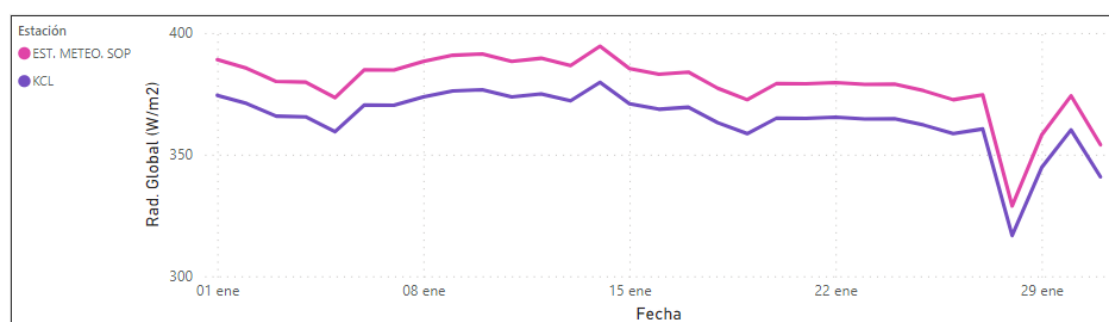


Figura 2-9: Series de datos validados y rellenados para la variable radiación global para enero 2023.

### 3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se rellenan de forma exitosa las variables faltantes para los días 18 y 19 de enero a excepción de la variable nivel lisímetro dada la naturaleza de la variable, para la estación KCL y para el día 31 de enero para la estación LZA12-3.

Se realiza el relleno de la radiación global para la estación KCL, resultando valores inferiores a la estación SOP la cual fue utilizada como estación patrón.

Para:	Edwin Guzmán
De:	Camila Zúñiga
CC:	Freddy Cortes, Julia Riera, Javiera Bruna, Mario Arze
Fecha:	9 de mayo del 2023

## Contenido

Introducción.....	1
Validación de parámetros meteorológicos.....	2
Precipitación .....	2
Humedad relativa .....	4
Presión atmosférica .....	4
Temperatura del aire .....	4
Radiación global.....	5
Evaporación .....	6
Velocidad del viento .....	7
Dirección del viento .....	7
Relleno de parámetros meteorológicos .....	8
Conclusiones .....	8
 Figura 1: Precipitación diaria para el mes de febrero.....	 3
Figura 2: Humedad relativa promedio diaria para el mes de febrero. ....	4
Figura 3: Presión atmosférica promedio diaria para el mes de febrero.....	5
Figura 4: Temperatura del aire promedio diaria para el mes de febrero.....	5
Figura 5: Radiación global promedio diaria para el mes de febrero.....	6
Figura 6: Evaporación diaria para el mes de abril.....	6
Figura 7: Velocidad del viento promedio diaria para el mes de febrero. ....	7
Figura 8: Dirección del viento promedio diario para el mes de febrero.....	7
 Tabla 1: Parámetros registrados por las estaciones meteorológicas .....	 2
Tabla 2: Precipitación acumulada diaria para el mes de febrero. ....	3
Tabla 3: Estaciones y parámetros rellenos para el mes de febrero.....	8

## Introducción

En el presente reporte se detalla el proceso de validación del registro meteorológico para el mes de febrero 2023 aplicado para la red de estaciones meteorológicas de SQM en Salar de Atacama (Tabla 1) en el marco del Programa de Cumplimiento (PdC) y operación continua de SQM. De acuerdo con el PdC, la meteorología validada mensual debe ser entregada a la autoridad el día 10 del mes siguiente.

La estación meteorológica Cosor fue instalada el 23 de febrero y cuenta con un registro completo validable desde el día 24.

El proceso de validación fue realizado con la aplicación ValMeteo y el relleno realizado por la consultora FLOW Hidro.

Tabla 1: Parámetros registrados por las estaciones meteorológicas

Estación	Precipitación	Humedad	Presión atmosférica	Radiación	Temperatura aire	Evaporación	Velocidad del viento	Dirección del viento
Cordillera de la Sal	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
Chaxa	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
KCL	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
SOP	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
Interna LZA9-1	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
Quelana LZA3-1	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
Cerro Cosor	◇	◇	◇	◇	◇		◇	◇
LZA3-2	◇	◇		◇	◇			
LAZA3-3	◇	◇		◇	◇			
LZA7-1	◇	◇		◇	◇			
LZA7-2	◇	◇		◇	◇			
LZA10-1	◇	◇		◇	◇			
LZA12-1	◇	◇		◇	◇			
LAZ12-2	◇	◇		◇	◇			
LZA12-3	◇	◇		◇	◇			

A continuación, se detallan los hallazgos y validación de cada variable.

## Validación de parámetros meteorológicos

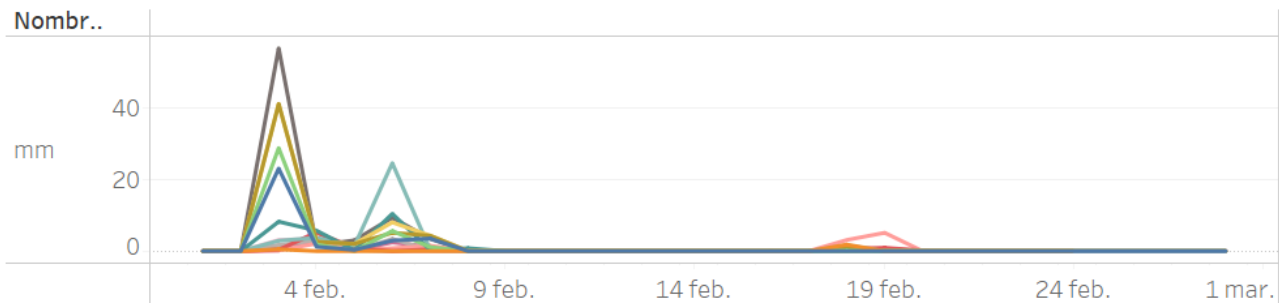
### Precipitación

En la Figura 1 se presenta la precipitación acumulada diaria para febrero. Durante este mes se registraron las primeras lluvias del año, donde el periodo más intenso y largo corresponde del 3 al 8 de febrero y un segundo episodio entre el 16 y 20. Las lluvias más importantes se registraron en LZA12-1, LZA3-3, LZA3-2 y Chaxa con 56.5, 41, 41 y 23 mm respectivamente el día 3 (Tabla 2).

Se solicitó relleno para las estaciones LZA9-1 (Interna), LZA3-1 (Quelana), LZA3-2, Chaxa, LZA12-3 y LZA12-1 por problemas con la transmisión satelital, en varios de los casos a consecuencia de las lluvias. El relleno fue realizado por FLOW, cuyo detalle se presenta en el anexo.



## Precipitación



### Nombre Estacion

CHAXA	EST. METEO. LZA7-1	EST. METEO. LZA12-3
EST. METEO. Cerro Cosor	EST. METEO. LZA7-2	EST. METEO. SOP
EST. METEO. Cordillera de la Sal	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	KCL
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	EST. METEO. LZA10-1	
EST. METEO. LZA3-2	EST. METEO. LZA12-1	
EST. METEO. LZA3-3	EST. METEO. LZA12-2	

Figura 1: Precipitación diaria para el mes de febrero.

Tabla 2: Precipitación acumulada diaria para el mes de febrero.

Día de Fecha Medicion	Nombre Estacion														Valor
	CHAXA	EST. METEO. Cerro Cosor	EST. METEO. Cordillera de la Sal	EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	EST. METEO. LZA3-2	EST. METEO. LZA3-3	EST. METEO. LZA7-1	EST. METEO. LZA7-2	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	EST. METEO. LZA10-1	EST. METEO. LZA12-1	EST. METEO. LZA12-2	EST. METEO. LZA12-3	EST. METEO. SOP	
1	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	0.00
2	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	0.00
3	23.00		0.50	28.70	41.00	41.00	8.20	2.90	0.40	0.20	56.50	1.70	0.17	3.10	1.50
4	1.20		0.00	1.83	2.60	2.60	5.70	3.70	5.10	2.10	1.60	2.90	5.35	3.40	2.50
5	0.34		0.00	0.00	2.00	2.00	0.20	1.50	1.00	0.20	3.00	0.00	0.17	1.20	0.40
6	2.93		0.00	5.61	5.10	8.00	10.40	24.50	0.00	0.80	9.30	3.40	2.43	0.00	0.00
7	3.50		0.00	1.10	4.30	4.30	0.30	0.30	0.50	1.50	3.40	0.20	1.17	0.00	0.00
8	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.20	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	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	0.00
10	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	0.00
11	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	0.00
12	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	0.00
13	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	0.00
14	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	0.00
15	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	0.00
16	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.17	0.00
17	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
18	0.00		1.80	0.10	0.70	0.00	0.90	1.60	0.70	3.10	0.01	0.10	0.00	0.00	0.50
19	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	5.10	0.01	0.00	0.00	0.80	0.10
20	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	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	0.00
22	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	0.00
23	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	0.00
24	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	0.00	0.00
25	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	0.00	0.00
26	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	0.00	0.00
27	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	0.00	0.00
28	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	0.00	0.00

### Humedad relativa

La humedad relativa promedio diaria se presenta en la Figura 2. Se observa que los aumentos en la humedad se relacionan con la precipitación. Los máximos registrados son el 4 y 7 de febrero, destacando la medición de 74.88% en LZA9-1 (Interna) durante el día 7.

Se solicitó relleno para las estaciones LZA9-1 (Interna), LZA3-1 (Quelana), LZA3-2, LZA12-1 y LZA12-3. El relleno fue realizado por FLOW, cuyo detalle se presenta en el anexo.

### Humedad relativa

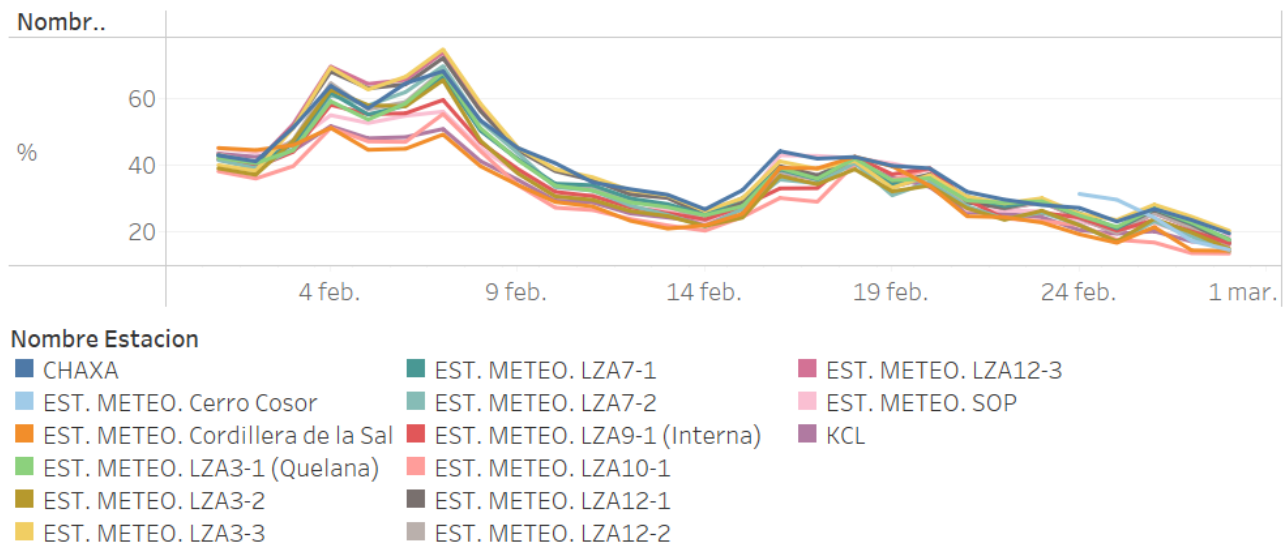


Figura 2: Humedad relativa promedio diaria para el mes de febrero.

### Presión atmosférica

En la Figura 3 se muestra la presión atmosférica promedio para el mes de febrero. Se destaca Cerro Cosor tiene una presión menor, acorde al lugar de instalación a 4100 m.s.n.m.

Se solicitó relleno para las estaciones LZA9-1 (Interna) y LZA3-1 (Quelana). El relleno fue realizado por FLOW, cuyo detalle se presenta en el anexo.

### Temperatura del aire

En la Figura 4 se presenta la temperatura del aire promedio. Se observan leves disminuciones en los días en los que se registró lluvia.

Se solicitó relleno para las estaciones LZA9-1 (Interna), LZA3-1 (Quelana), LZA3-2, LZA12-1 y LZA12-3. El relleno fue realizado por FLOW, cuyo detalle se presenta en el anexo.

## Presión atmosférica

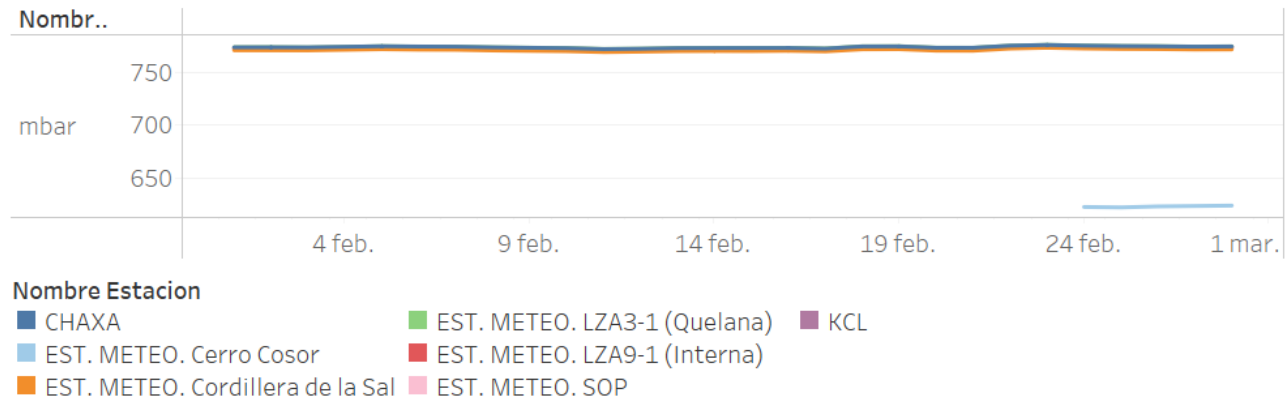


Figura 3: Presión atmosférica promedio diaria para el mes de febrero.

## Temperatura del aire

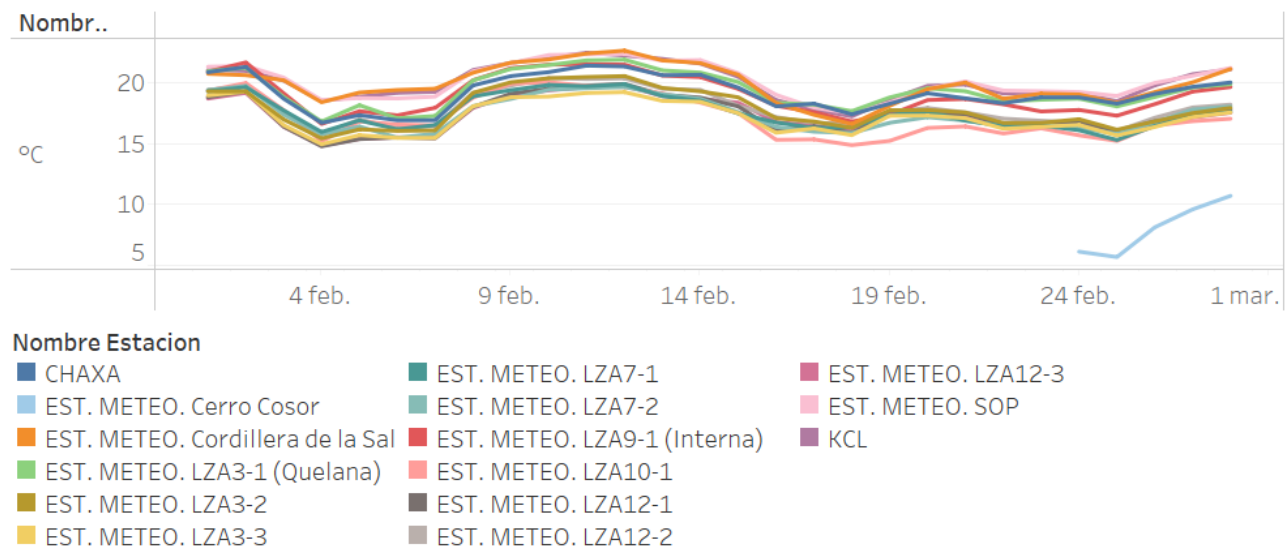


Figura 4: Temperatura del aire promedio diaria para el mes de febrero.

## Radiación global

La radiación global promedio diaria del mes de febrero se presenta en la Figura 5. Los descensos en la tasa de evaporación son consistente con las precipitaciones registradas.

En la estación Chaxa se reconocen disminuciones pronunciadas en la radiación de manera periódica a las 8:55, 9:00 y 9:30 hrs. (UTC-4) aproximadamente, atribuible a una sombra en el sensor LUFF debido a un cable de soporte instalado en la estación.

Se solicitó el relleno de KCL para todo el mes, ya que el sensor de radiación instalado en la LUFF se encontraba con una cubierta de sal que impedía una correcta captura de la variable. La LUFF de LZA9-1 (Interna) estuvo volcada desde el 20 al 25 de febrero, por lo que también se recalculó esta variable. Adicionalmente, por

problema de transmisión satelital se solicitó relleno para LZA3-1 (Quelana). El relleno fue realizado por FLOW, cuyo detalle se presenta en el anexo.

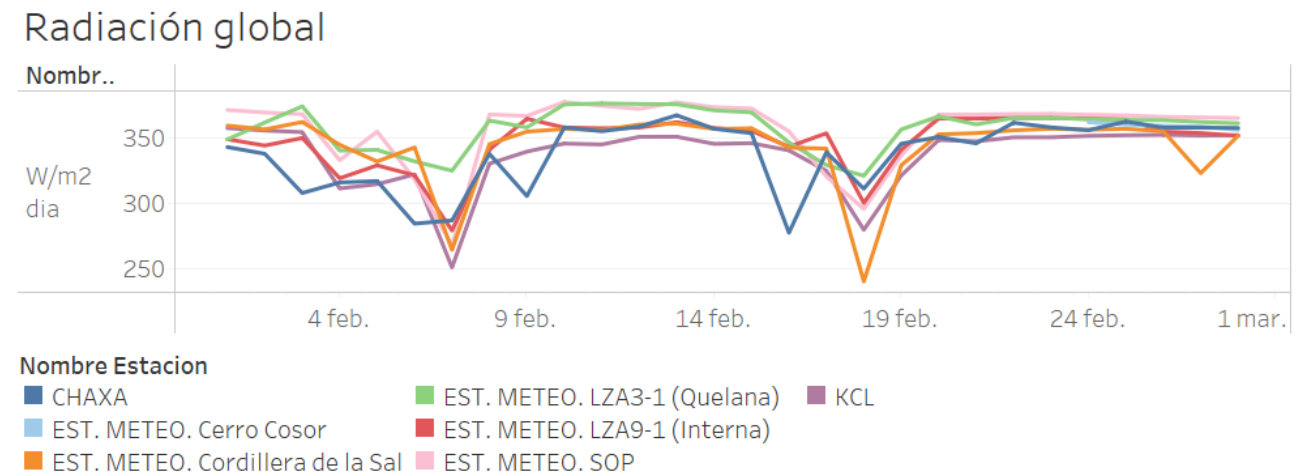


Figura 5: Radiación global promedio diaria para el mes de febrero.

### Evaporación

En la Figura 6 se muestra la evaporación diaria calculada a partir de la diferencia de altura de la columna de agua en el pan de evaporación.

En la estación meteorológica Chaxa, el Level Troll (LT) que mide el nivel de la columna de agua se desconfiguró, por lo que se solicitó relleno desde el 6 al 27 de febrero. Adicionalmente se gestionó el relleno de LZA9-1 (Interna) y LZA3-1 (Quelana) por problemas en la transmisión satelital. El relleno fue realizado por FLOW, cuyo detalle se presenta en el anexo.

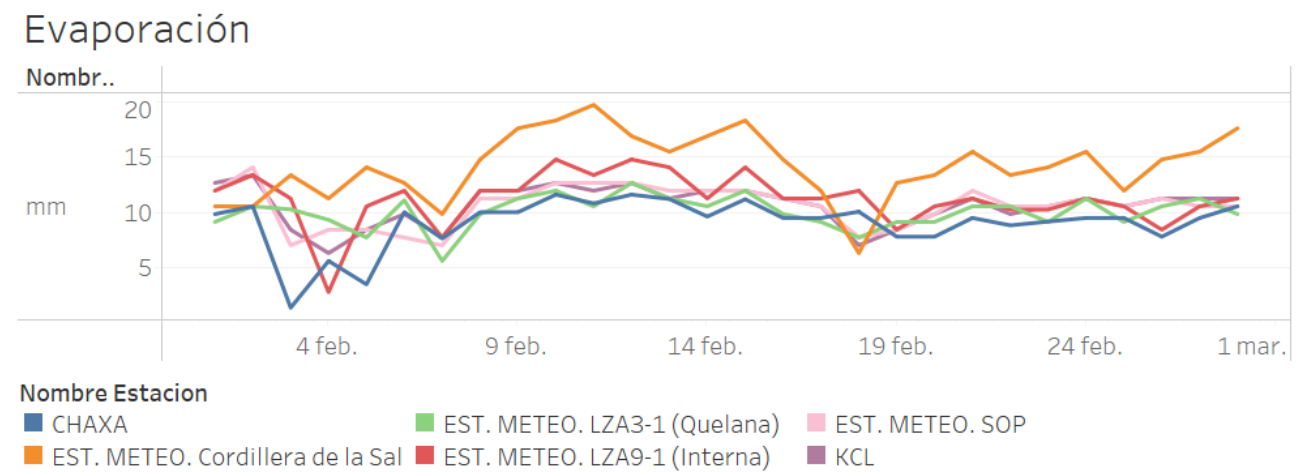


Figura 6: Evaporación diaria para el mes de abril.

### Velocidad del viento

En la Figura 7 se presenta la velocidad promedio diaria del mes de marzo. Se destaca que la estación meteorológica Cordillera de la Sal presenta las mayores velocidades.

Se solicitó relleno para las estaciones LZA9-1 (Interna) y LZA3-1 (Quelana). El relleno fue realizado por FLOW, cuyo detalle se presenta en el anexo.

### Velocidad del viento

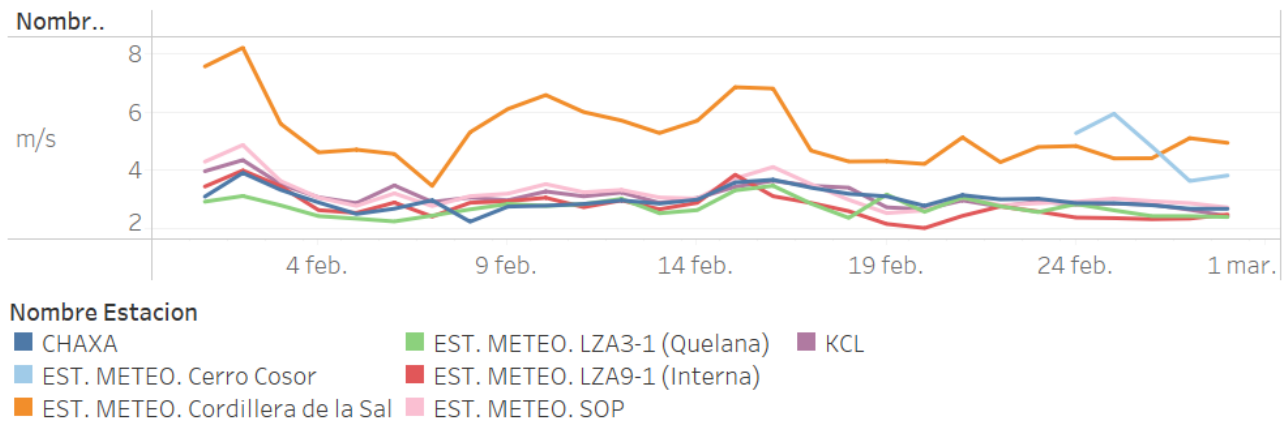


Figura 7: Velocidad del viento promedio diario para el mes de febrero.

### Dirección del viento

La dirección del viento promedio diario se presenta en la Figura 8. Se solicitó relleno para las estaciones LZA9-1 (Interna) y LZA3-1 (Quelana). El relleno fue realizado por FLOW, cuyo detalle se presenta en el anexo.

### Dirección del viento

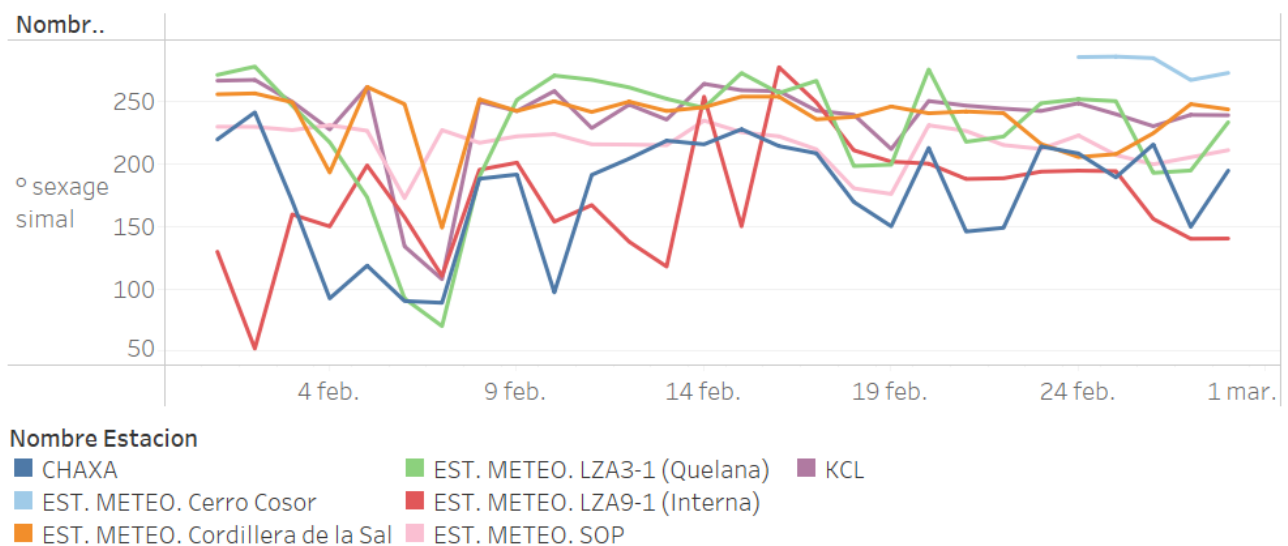


Figura 8: Dirección del viento promedio diario para el mes de febrero.

## Relleno de parámetros meteorológicos

En la Tabla 3 se detallan las estaciones cuyos parámetros fueron rellenos al tener menos de un 95% de las mediciones diarias validadas. El relleno fue solicitado a la consultora FLOW Hidro, el cual fue desarrollado en dos etapas, la primera y segunda quincena del mes. El detalle del relleno se encuentra detallado en el memo “Validación Meteorología para variables específicas febrero 2023” adjunto al final de este documento.

Para la estación Quelana se pudo recuperar los registros suficientes para tener datos validados superior al 95% el 10 de febrero, por lo que no fue utilizado el valor entregado por FLOW. En el caso de la estación meteorológica Chaxa, el LT del pan de evaporación pudo ser reconfigurado durante la visita del 27 de febrero, por lo tanto, el valor reportado para el 28 de febrero se obtiene del registro bruto.

En LZA3-2 para el 7 de febrero se recuperó el registro excepto para la precipitación, por lo que esta variable fue la única rellena para este día.


Tabla 3: Estaciones y parámetros rellenos para el mes de febrero.

Estación	Fecha	Parámetros	Motivos
LZA9-1 (Interna)	3, 4, 8, 22 y 23 de febrero	Evaporación, precipitación, radiación global, presión atmosférica, humedad relativa, temperatura del aire, velocidad y dirección del viento.	Problemas transmisión satelital y PLC.
LZA9-1 (Interna)	20, 21, 24 y 25 de febrero	Radiación global y dirección del viento	Rotación en sensor LUFF
LZA3-2	3, 4, 5, 7, 20, 21, 22, 24 y 25 de febrero.	Temperatura del aire, humedad relativa y precipitación.	Problemas transmisión satelital
LZA3-1 (Quelana)	3, 4, 6 y 10 de febrero	Evaporación, precipitación, radiación global, presión atmosférica, humedad relativa, temperatura del aire, velocidad y dirección del viento.	Problemas transmisión satelital
LZA12-3	1 al 28 de febrero	Temperatura del aire, humedad relativa y precipitación.	Problemas transmisión satelital
Chaxa	6 al 28 de febrero	Evaporación	Desconfiguración Level Troll en pan de evaporación
Chaxa	5 y 6 de febrero	Precipitación	Problema transmisión satelital
KCL	1 al 28 de febrero	Radiación global	Problema con sensor LUFF
LZA12-1	16, 17, 18 y 19 de febrero	Temperatura del aire, humedad relativa y precipitación.	Problema transmisión satelital

## Conclusiones

Las estaciones meteorológicas Cordillera de la Sal, Cerro Cosor, LZA7-1, LZA7-2, LZA12-2, LZA3-3, SOP y LZA10-1 cuentan con un registro validado diario superior al 95%, permitiendo exitosamente el cálculo de parámetros diarios utilizando la herramienta ValMeteo.

El relleno de las estaciones con un porcentaje validado menor al 95% detallados en la Tabla 3 fue realizado por la consultora FLOW Hidro con una herramienta desarrollada en Python, utilizando como referencia mediciones

	Validación y relleno de variables meteorológicas febrero 2023	MEMO SIRAH_23007 Versión 1 Página 9 de 9
--	--	---

registradas en otras estaciones de la red de monitoreo meteorológico SQM. Las causas de esta necesidad se deben problemas con el sensor LUFF, terminal satelital y desconfiguración en el LT del pan de evaporación.

<b>Flow</b> Hydro Consulting	<b>Memorándum Técnico</b>
<b>Para:</b>	C. Zuñiga, J. Bruna, E. Guzmán, J. Riera – SQM Gerencia de Hidrogeología Salar
<b>De:</b>	Mónica Fuenzalida, Fabiola Pinto, Jose Yañez – FLOW
<b>Fecha:</b>	27 de febrero de 2023
<b>Referencia:</b>	Validación Meteorología para variables específicas febrero 2023

## 1 INTRODUCCIÓN

Este documento respalda los resultados del servicio “Validación Meteorología para variables específicas febrero 2023”, el cual se lleva a cabo debido a que algunas de las estaciones de la red de monitoreo de SQM en el Salar de Atacama presentan registros erróneos o nulos para algunas de las variables durante los episodios de lluvia ocurridos durante el mes de febrero 2023.

El servicio será abordado en dos etapas, ya que es requerido en una primera instancia rellenar la primera quincena del mes, y a inicio de marzo la segunda quincena del mes. En específico este documento respalda los resultados de la Etapa I como se detalla en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1: Datos es requerido estimar para el mes de febrero 2023

Estación meteorológica	Variables meteorológicas	Días requiere estimación	Etapas
<b>Interna</b>	Todos	3, 4 y 8 de febrero	Etapa I
<b>LZA3-2</b>	Todos	3, 4, 5 y 7 de febrero	Etapa I
<b>Quelana</b>	Todos	3, 4, 6 y 10 de febrero	Etapa I
<b>LZA12-3</b>	Todos	1 al 14 de febrero	Etapa I
		15 al 28 febrero	Etapa II
<b>Chaxa</b>	Evaporación	6 al 14 de febrero 15 al 28 febrero	Etapa I Etapa II
	Precipitación	5 y 6 de febrero	Etapa I
<b>KCL</b>	Radiación global	1 al 14 de febrero	Etapa I
		15 al 28 febrero	Etapa II

La información utilizada para esta labor corresponde a (Tabla 1-2):

- Registros históricos de estaciones meteorológicas de SQM en el área de estudio.
- Registros de estaciones meteorológicas de DITUC e INIA que se encuentran en el área de estudio y en las proximidades de las estaciones LZA12-1, LZA3-3 y LZA12-2 de SQM.
- Metodología de relleno de precipitación utilizada para evaluar recarga en el EIA.



Tabla 1-2: Datos utilizados para el análisis

Estación	Variable	Fuente	Fechas
Cordillera de la Sal	Precipitación - Humedad relativa - Presión Atmosférica -Radiación - T° aire -Evaporación -Velocidad Viento -Dirección Viento	SQM	jun 2017 - may 2020 sep 2022 - 15 feb 2023
Chaxa	Precipitación - Humedad relativa - Presión Atmosférica -Radiación - T° aire -Evaporación -Velocidad Viento -Dirección Viento	SQM	jun 2018 - may 2020 sep 2022 - 15 feb 2023
KCL	Precipitación - Humedad relativa - Presión Atmosférica -Radiación - T° aire -Evaporación -Velocidad Viento -Dirección Viento	SQM	jun 2018 - may 2020 sep 2022 - 15 feb 2023
SOP	Precipitación - Humedad relativa - Presión Atmosférica -Radiación - T° aire -Evaporación -Velocidad Viento -Dirección Viento	SQM	jun 2018 - may 2020 sep 2022 - 15 feb 2023
Interna (LZA9-1)	Precipitación - Humedad relativa - Presión Atmosférica -Radiación - T° aire -Evaporación -Velocidad Viento -Dirección Viento	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 15 feb 2023
Quelana (LZA3-1)	Precipitación - Humedad relativa - Presión Atmosférica -Radiación - T° aire -Evaporación -Velocidad Viento -Dirección Viento	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 15 feb 2023
LZA3-2	Precipitación - Humedad relativa -T° aire -Nivel Lisímetro	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 15 feb 2023
LZA3-3	Precipitación - Humedad relativa -T° aire -Nivel Lisímetro	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 15 feb 2023
LZA7-1	Precipitación - Humedad relativa -T° aire -Nivel Lisímetro	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 15 feb 2023
LZA7-2	Precipitación - Humedad relativa -T° aire -Nivel Lisímetro	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 15 feb 2023
LZA10-1	Precipitación - Humedad relativa -T° aire -Nivel Lisímetro	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 15 feb 2023
LZA12-1	Precipitación - Humedad relativa -T° aire -Nivel Lisímetro	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 15 feb 2023
LZA12-2	Precipitación - Humedad relativa - -T° aire - -Nivel Lisímetro	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 15 feb 2023
LZA12-3	Precipitación - Humedad relativa -T° aire -Nivel Lisímetro	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 15 feb 2023
VFG-1	Precipitación	DICTUC	may 2022 a 15 feb 2023
VFG-2	Precipitación	DICTUC	may 2022 a 15 feb 2023
VFG-3	Precipitación	DICTUC	may 2022 a 15 feb 2023
Toconao	Precipitación	INIA	sep 2009 a 14 feb 2023
San Pedro de Atacama	Precipitación	INIA	nov 2010 a 14 feb 2023
Camar	Precipitación	INIA	ago 2017 a 14 feb 2023
Socaire	Precipitación	INIA	sep 2010 a 14 feb 2023

## 2 METODOLOGÍA DE RELLENO

### 2.1 Precipitación

Para realizar el relleno de los datos diarios de precipitación para aquellos días en que se invalidan los datos se obtienen las correlaciones lineales para las precipitaciones diarias para todas las estaciones a excepción a las que pertenecen a DICTUC ya que no presentan una extensión suficiente y coincidente con el registro histórico de las estaciones de SQM.

Obtenidas las correlaciones se seleccionan aquellas que presentan el valor más cercano a uno y se rellenan los datos utilizando una interpolación lineal. Luego se comparan la precipitación quincenal con las estaciones más cercanas de manera que los órdenes de magnitud sean concordantes.

En caso de que se obtengan valores de precipitación que no son del orden de magnitud, y por lo tanto se invalidan, se seleccionará la estación más cercana y se utilizarán los valores de dicha estación para rellenar los días en que el registro sea inválido.

En el caso de la estación CHAXA existe una metodología empleada en el marco de la elaboración del EIA SQM 2022, la cual proporcionado por SQM para la elaboración de este servicio.

### 2.2 Variables meteorológicas

Para el relleno de las variables meteorológicas, se utilizó la misma metodología que ha sido implementada en las validaciones previas solicitadas por SQM, y corresponde a obtener las correlaciones entre las distintas estaciones de SQM para una misma variable y se selecciona aquella que presenta la correlación más cercana a uno y que sea mayor a 0,5. Luego si el valor de la estación patrón es válido, se procede a realizar el relleno, si no lo es se utiliza la segunda estación con mejor correlación.

Si no se obtiene una correlación que sea igual o mayor 0,5 se utiliza la estación que tenga el siguiente valor más cercano a 0,5.

Realizado el relleno se procede a graficar la serie obtenida junto con la información para el periodo septiembre 2022 a febrero 2023 para verificar la continuidad de las variables meteorológicas.

## 3 RESULTADOS DEL PROCESO DE VALIDACIÓN Y RELLENO ETAPA I

### 3.1 Precipitación

En la Figura 3-1 se presenta la matriz de correlación entre las estaciones que registran precipitación. De donde se obtienen las correlaciones cercanas a uno para obtener los coeficientes de la interpolación lineal y realizar el relleno de la precipitación.

CHAXA	1	0.43	0.49	0.83	0.64	0.8	0.79	0.78	0.86	0.64	0.67	0.48	0.4	0.39	0.72	0.78	0.6	0.67
EST. METEO. Cordillera de la Sal	0.43	1	0.62	0.36	0.78	0.32	0.65	0.68	0.44	0.79	0.75	0.86	0.8	0.83	0.47	0.57	0.74	0.64
EST. METEO. LZA10-1	0.49	0.62	1	0.44	0.63	0.5	0.53	0.49	0.47	0.6	0.69	0.8	0.5	0.49	0.55	0.5	0.45	0.49
EST. METEO. LZA12-1	0.83	0.36	0.44	1	0.59	0.71	0.77	0.66	0.95	0.57	0.63	0.46	0.29	0.3	0.7	0.61	0.52	0.61
EST. METEO. LZA12-2	0.64	0.78	0.63	0.59	1	0.61	0.81	0.76	0.65	0.96	0.95	0.75	0.87	0.86	0.64	0.58	0.77	0.68
EST. METEO. LZA12-3	0.8	0.32	0.5	0.71	0.61	1	0.73	0.64	0.75	0.58	0.66	0.45	0.35	0.33	0.72	0.77	0.57	0.52
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	0.79	0.65	0.53	0.77	0.81	0.73	1	0.81	0.85	0.87	0.84	0.55	0.7	0.7	0.63	0.72	0.78	0.7
EST. METEO. LZA3-2	0.78	0.68	0.49	0.66	0.76	0.64	0.81	1	0.73	0.76	0.77	0.65	0.77	0.75	0.64	0.63	0.62	0.63
EST. METEO. LZA3-3	0.86	0.44	0.47	0.95	0.65	0.75	0.85	0.73	1	0.66	0.7	0.49	0.43	0.43	0.7	0.67	0.62	0.63
EST. METEO. LZA7-1	0.64	0.79	0.6	0.57	0.96	0.58	0.87	0.76	0.66	1	0.94	0.68	0.92	0.88	0.61	0.63	0.86	0.69
EST. METEO. LZA7-2	0.67	0.75	0.69	0.63	0.95	0.66	0.84	0.77	0.7	0.94	1	0.78	0.81	0.82	0.68	0.65	0.77	0.68
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	0.48	0.86	0.8	0.46	0.75	0.45	0.55	0.65	0.49	0.68	0.78	1	0.64	0.63	0.6	0.44	0.41	0.57
EST. METEO. SOP	0.4	0.8	0.5	0.29	0.87	0.35	0.7	0.77	0.43	0.92	0.81	0.64	1	0.91	0.45	0.58	0.83	0.72
KCL	0.39	0.83	0.49	0.3	0.86	0.33	0.7	0.75	0.43	0.88	0.82	0.63	0.91	1	0.47	0.62	0.85	0.75
Toconao	0.72	0.47	0.55	0.7	0.64	0.72	0.63	0.64	0.7	0.61	0.68	0.6	0.45	0.47	1	0.64	0.63	0.59
San Pedro Atacama	0.78	0.57	0.5	0.61	0.58	0.77	0.72	0.63	0.67	0.63	0.65	0.44	0.58	0.62	0.64	1	0.62	0.52
Camar	0.6	0.74	0.45	0.52	0.77	0.57	0.78	0.62	0.62	0.86	0.77	0.41	0.83	0.85	0.63	0.62	1	0.62
Socaire	0.67	0.64	0.49	0.61	0.68	0.52	0.7	0.63	0.63	0.69	0.68	0.57	0.72	0.75	0.59	0.52	0.62	1

Figura 3-1: Matriz de correlaciones precipitación.

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.1 Estación Interna (LZA9-1)

Se rellenan los días 3, 4 y 8 de febrero, este último registro se invalida ya que presenta una precipitación de 9 mm la cual no se ve reflejada en el resto de las estaciones. En la Figura 3-2 y Figura 3-3 se presenta la relación lineal entre las estaciones con el mejor coeficiente de correlación. En la Tabla 3-1 se presentan los valores obtenidos considerando las 2 mejores correlaciones y los valores de las estaciones más cercanas, junto con la precipitación quincenal.

Considerando la precipitación quincenal y la cercanía entre la estación Interna y LZA10-1, se realiza el relleno con la interpolación lineal diaria con la estación patrón LZA10-1, obteniendo precipitación total de 2,9 mm.

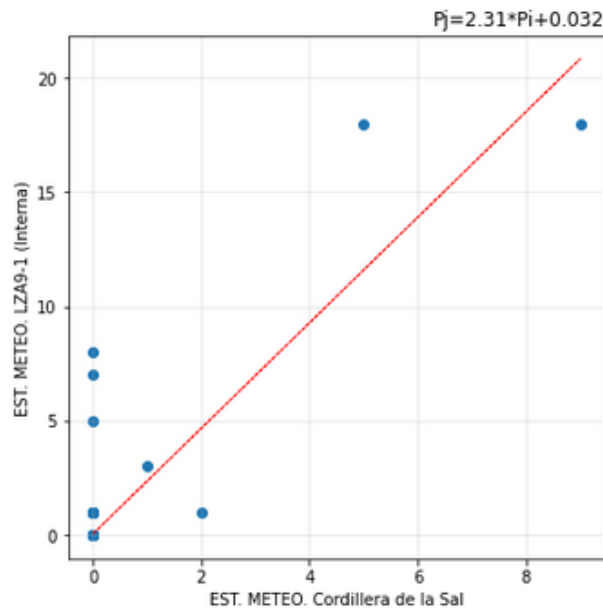


Figura 3-2: Interpolación lineal entre estación Cordillera de la Sal e Interna (LZA9-1).

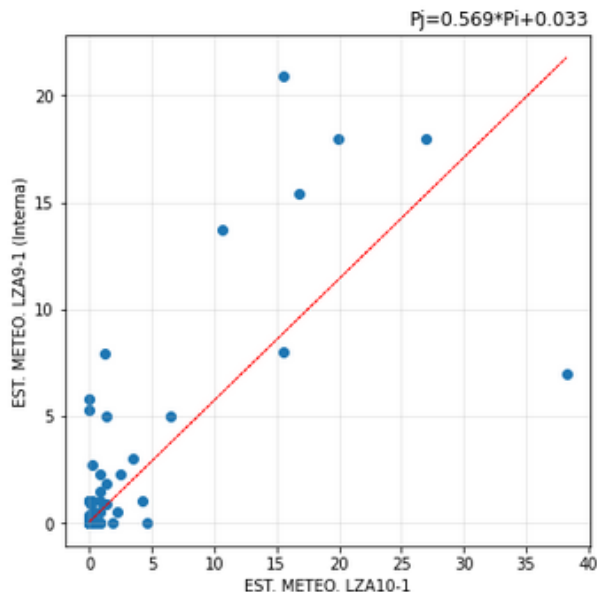


Figura 3-3: Interpolación lineal entre estación LZA10-1 e Interna (LZA9-1).

Tabla 3-1: Precipitación Estación Interna (LZA9-1)

Fecha	Precipitación obtenida desde la interpolación		Precipitación en la estación	
	Cordillera de la Sal	LZA10-1	LZA7-2	LZA10-1
01-02-2023	0	0	0	0
02-02-2023	0	0	0	0
03-02-2023	1,2	0,2	2,9	0,2
04-02-2023	0	1,2	3,7	2,1
05-02-2023	1	1	1,5	0,2
06-02-2023	0	0	24,5	0,8
07-02-2023	0,5	0,5	0,3	1,5
08-02-2023	0	0	0,2	0
09-02-2023	0	0	0	0
10-02-2023	0	0	0	0
11-02-2023	0	0	0	0
12-02-2023	0	0	0	0
13-02-2023	0	0	0	0
14-02-2023	0	0	0	0
Quincena	2,7	2,9	33,1	4,8

Nota: celdas destacadas corresponden a valores rellenados

### 3.1.2 Estación LZA3-2

Se rellenan los días 3, 4 y 5 de febrero, este último registro se invalida ya que presenta una precipitación de 54 mm la cual no se ve reflejada en el resto de las estaciones de SQM. En la Figura 3-4 se presenta la estación con mejor correlación. Si bien Quelana y CHAXA presentaban valores de correlación mayores, estas estaciones debían ser rellenadas por lo que no se consideran para el relleno de LZA3-2.

En la Tabla 3-2 se presentan los valores obtenidos para la estación considerando la interpolación con la estación LZA7-2 y el registro de precipitaciones en las estaciones cercanas (VFG-3, VGF1, LZA3-3 y LZA12-1). Considerando la precipitación quincenal se opta por realizar el relleno para los días faltantes reemplazando por los valores que se registran en la estación LZA3-3, obteniendo una precipitación total de 55 mm.

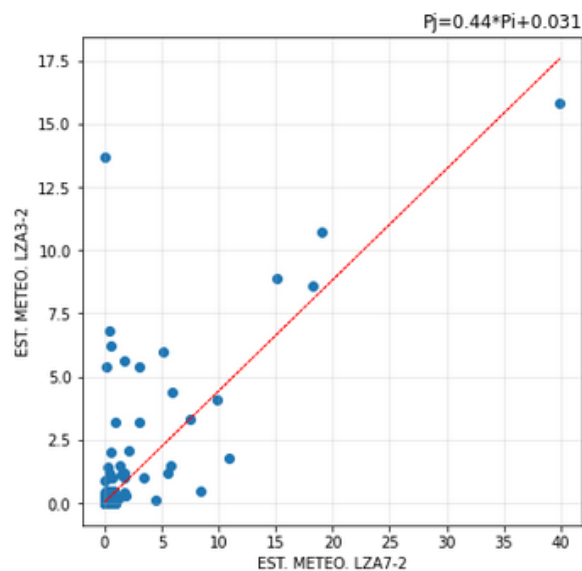


Figura 3-4: Interpolación lineal entre estación LZA7-2 e LZA3-2

Tabla 3-2: Precipitación Estación LZA3-2

Fecha	Precipitación obtenida desde la interpolación	Precipitación reemplazando con estación más cercana	Precipitación en la estación			
	LZA7-2	LZA3-3	VFG-3	VGF-1	LZA3-3	LZA12-1
01-02-2023	0	0	0	0	0	0
02-02-2023	0	0	0	0	0	0
03-02-2023	1,3	41	29	29,5	41	56,5
04-02-2023	1,7	2,6	0,6	1,3	2,6	1,6
05-02-2023	0,7	2	1,4	2,8	2	3
06-02-2023	5,1	5,1	5,3	1,2	8	9,3
07-02-2023	0,2	4,3	2,5	3,3	4,3	3,4
08-02-2023	0	0	0	0	0	0
09-02-2023	0	0	0	0	0	0
10-02-2023	0	0	0	0	0	0
11-02-2023	0	0	0	0	0	0
12-02-2023	0	0	0	0	0	0
13-02-2023	0	0	0	0	0	0
14-02-2023	0	0	0	0	0	0
Quincena	8,9	55	38,9	38,1	57,9	73,8

Nota: celdas destacadas corresponden a valores rellenados

### 3.1.3 Estación Quelana

Se rellenan los días 3, 4, 6 y 10 de febrero, este último registro se invalida ya que presenta una precipitación de 31,8 mm la cual no se ve reflejada en el resto de las estaciones de SQM. En la Figura 3-5 y Figura 3-6 se presenta las estaciones con mejor correlación. Y en la En la Tabla 3-3 se presentan los valores obtenidos para la estación considerando la interpolación con la estación LZA7-1 y LZA3-3 además, del registro de precipitaciones en las estaciones cercanas (VFG-2 y LZA3-3).

Considerando la precipitación quincenal se opta por realizar el relleno para los días faltantes utilizando la interpolación lineal con estación patrón la estación LZA3-3, obteniendo una precipitación total de 37,2 mm.

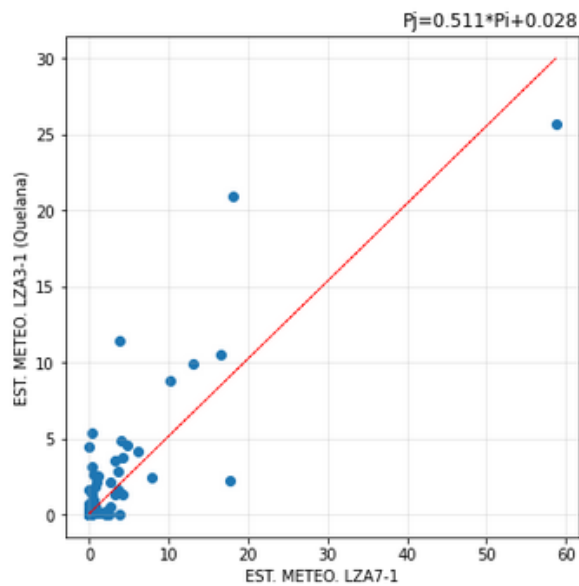


Figura 3-5: Interpolación lineal entre estación LZA7-1 y Quelana.

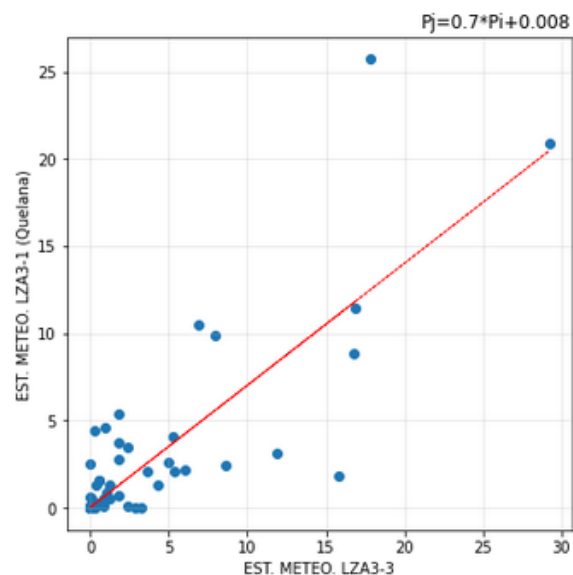


Figura 3-6: Interpolación lineal entre estación LZA3-3 y Quelana.

Tabla 3-3: Precipitación Estación Quelana

Fecha	Precipitación obtenida desde la interpolación		Precipitación en la estación	
	LZA7-1	LZA3-3	VFG-2	LZA3-3
01-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0
02-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0
03-02-2023	4,2	28,7	6,9	41,0
04-02-2023	2,9	1,8	5,3	2,6
05-02-2023	0,0	0,0	0,0	2,0
06-02-2023	5,3	5,6	5,4	8,0
07-02-2023	1,1	1,1	0,3	4,3
08-02-2023	0,0	0,0	0,1	0,0
09-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0
10-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0
11-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0
12-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0
13-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0
14-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0
Quincena	13,6	37,2	17,9	57,9

Nota: celdas destacadas corresponden a valores rellenados

#### 3.1.4 Estación CHAXA

Se rellenan los días 5 y 6 de febrero. En la Figura 3-7 y Figura 3-8 se presentan las estaciones con mejor correlación, que corresponden a LZA3-3 y LZA12-1. En particular para esta estación existe una metodología para rellenar los datos diarios que se empleó en el EIA, para esto se utiliza la estación San Pedro de Atacama como estación patrón. En la Tabla 3-4 se presentan los valores de precipitación rellenados para la estación considerando la interpolación lineal y metodología del EIA, también se presenta la precipitación registrada por las estaciones cercanas (VFG-3, VFG-1, LZA3-3 y LZA-12-1) para tener una referencia de las magnitudes de precipitación.

Considerando la precipitación total y dado que las estaciones más cercanas se ubican al sur, se determina rellenar utilizando la metodología del EIA, con la estación San Pedro de Atacama como estación patrón, previamente la estación fue rellenada considerando la precipitación registrada en la estación el Tatio (DGA). Se obtiene una precipitación total de 27,5 mm para la estación CHAXA.



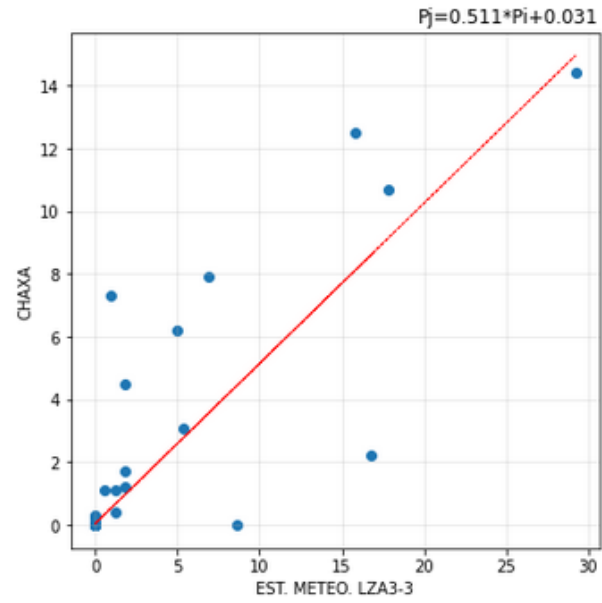


Figura 3-7: Interpolación lineal entre estación LZA3-3 y CHAXA.

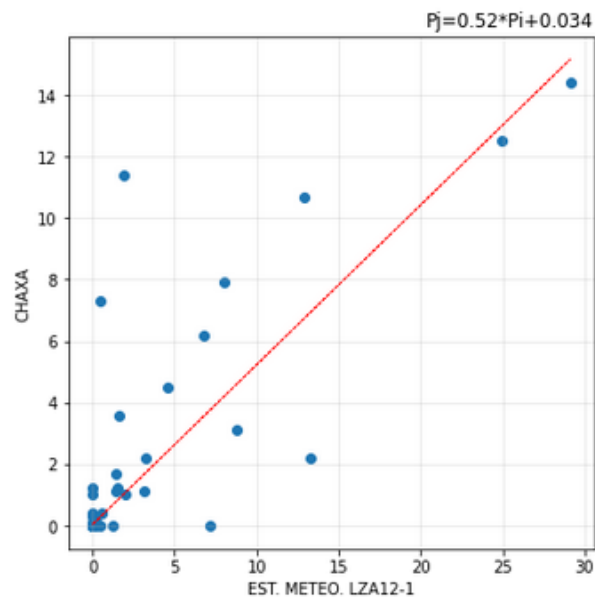


Figura 3-8: Interpolación lineal entre estación LZA12-1 y CHAXA.

Tabla 3-4: Precipitación Estación CHAXA

Fecha	Precipitación obtenida desde la interpolación		Precipitación metodología EIA	Precipitación en la estación			
	LZA3-3	LZA12-1	San Pedro de Atacama	VFG-3	VFG-1	LZA3-3	LZA-12-1
01-02-2023	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
02-02-2023	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
03-02-2023	23,0	23,0	2,6	29,0	29,5	41,0	56,5
04-02-2023	1,2	1,2	0,9	0,6	1,3	2,6	1,6
05-02-2023	1,1	1,6	0,3	1,4	2,8	2,0	3,0
06-02-2023	4,1	4,9	2,9	5,3	1,2	8,0	9,3
07-02-2023	2,2	1,8	2,6	2,5	3,3	4,3	3,4
08-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
09-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Quincena	29,4	30,7	27,5	38,9	38,1	57,9	73,8

Nota: celdas destacadas corresponden a valores rellenados

### 3.1.5 Estación LZA12-3

Se rellenan los días desde el 1 hasta el 14 de febrero. En la Figura 3-9, Figura 3-10 y Figura 3-11 se presenta las estaciones con mejor correlación, que corresponden a LZA3-3, Toconao y San Pedro de Atacama (INIA). En la Tabla 3-5 se presentan los valores de precipitación rellenados para la estación considerando la interpolación lineal, también se presenta la precipitación registrada en las estaciones más cercanas.

Considerando la precipitación total registrada en las estaciones cercanas se realiza el relleno con la estación San Pedro de Atacama como estación patrón en la interpolación total. Obteniendo una precipitación total de 9,3 mm.

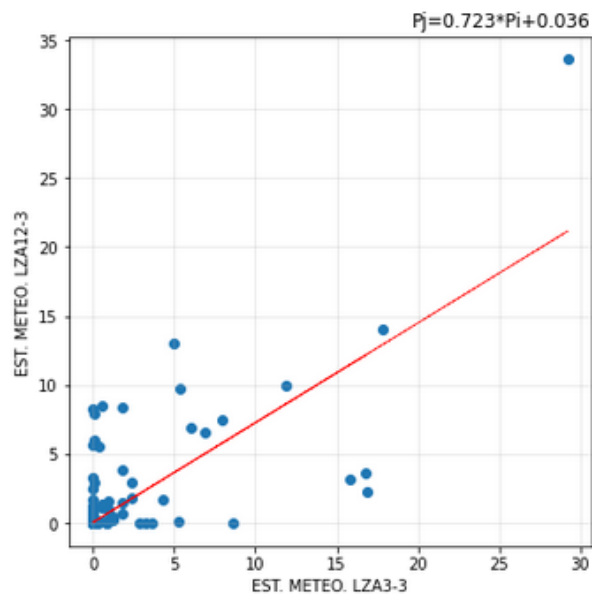


Figura 3-9: Interpolación lineal entre estación LZA3-3 y LZA12-3.

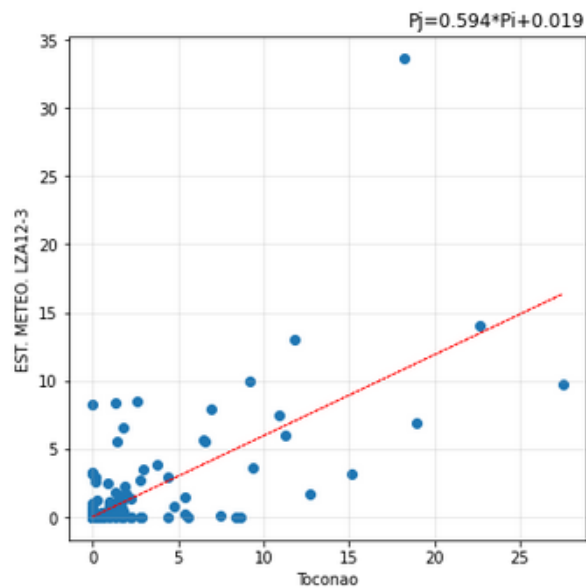


Figura 3-10: Interpolación lineal entre estación Toconao y LZA12-3.

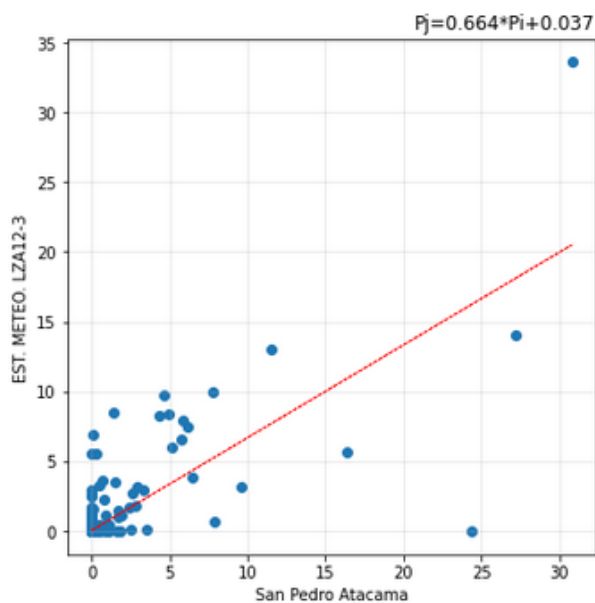


Figura 3-11: Interpolación lineal entre estación San Pedro de Atacama y LZA12-3.

Tabla 3-5: Precipitación Estación LZA12-3

Fecha	Precipitación obtenida desde la interpolación			Precipitación en la estación	
	LZA3-3	Toconao	San Pedro de Atacama (INIA)	San Pedro de Atacama (INIA)	Toconao (INIA)
01-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
02-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
03-02-2023	29,7	4,3	0,2	0,2	7,2
04-02-2023	1,9	1,3	5,4	8,0	2,2
05-02-2023	1,5	0,0	0,2	0,2	0,0
06-02-2023	5,8	0,5	2,4	3,6	0,8
07-02-2023	3,1	0,3	1,2	1,7	0,5
08-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
09-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
10-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14-02-2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Quincena	42,0	6,5	9,3	13,7	11,3

Nota: celdas destacadas corresponden a valores rellenados

## 3.2 Variables meteorológicas

### 3.2.1 Temperatura promedio

En la Tabla 3-6 se presenta las correlaciones entre las estaciones para la variable temperatura y en la Tabla 3-7 los valores obtenidos luego de realizar la interpolación lineal con la estación de mayor correlación y cuyo valor registrado es válido.

Tabla 3-6: Correlación temperatura promedio

Correlación	LZA12-3	LZA3-3	LZA3-2	LZA3-1 (Quelana)	LZA10-1	LZA12-2	LZA7-1	LZA7-2	LZA12-1	LZA9-1 (Interna)	Cordillera de la Sal	KCL	SOP	CHAXA
LZA12-3	1,00	0,99	0,99	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99
LZA3-3	0,99	1,00	1,00	0,99	0,98	0,99	1,00	0,99	1,00	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99
LZA3-2	0,99	1,00	1,00	0,99	0,98	1,00	1,00	0,99	1,00	0,99	0,98	0,98	0,99	0,99
LZA3-1 (Quelana)	0,98	0,99	0,99	1,00	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00
LZA10-1	0,98	0,98	0,98	0,97	1,00	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96
LZA12-2	0,99	0,99	1,00	0,99	0,98	1,00	1,00	0,99	1,00	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99
LZA7-1	0,99	1,00	1,00	0,99	0,98	1,00	1,00	0,99	1,00	0,99	0,98	0,98	0,99	0,99
LZA7-2	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98
LZA12-1	0,99	1,00	1,00	0,99	0,98	1,00	1,00	0,99	1,00	0,99	0,98	0,98	0,99	0,99
LZA9-1 (Interna)	0,98	0,99	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99
Cordillera de la Sal	0,98	0,98	0,98	0,99	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	1,00	1,00	0,99	0,99
KCL	0,98	0,99	0,98	0,99	0,97	0,99	0,98	0,98	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00	0,99
SOP	0,98	0,99	0,99	0,99	0,96	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	0,99
CHAXA	0,99	0,99	0,99	1,00	0,96	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00

Tabla 3-7: Temperatura promedio rellenada

Estación	Fecha	Unidad	Valor	Estación patrón
EST. METEO. LZA12-3	01-02-2023	°C	18,74	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	02-02-2023	°C	19,21	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	03-02-2023	°C	16,41	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	04-02-2023	°C	14,85	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	05-02-2023	°C	15,42	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	06-02-2023	°C	15,54	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	07-02-2023	°C	15,49	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	08-02-2023	°C	17,97	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	09-02-2023	°C	19,03	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	10-02-2023	°C	19,42	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	11-02-2023	°C	19,68	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	12-02-2023	°C	19,80	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	13-02-2023	°C	18,95	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	14-02-2023	°C	18,72	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	03-02-2023	°C	18,87	CHAXA
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	04-02-2023	°C	16,85	EST. METEO. LZA12-2
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	06-02-2023	°C	17,11	CHAXA
EST. METEO. LZA3-2	03-02-2023	°C	17,02	EST. METEO. LZA3-3
EST. METEO. LZA3-2	04-02-2023	°C	15,45	EST. METEO. LZA3-3
EST. METEO. LZA3-2	05-02-2023	°C	16,20	EST. METEO. LZA3-3
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	03-02-2023	°C	18,62	CHAXA
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	04-02-2023	°C	16,59	EST. METEO. LZA12-2

En la Figura 3-12 se presenta la temperatura del aire para el periodo septiembre 2022 a febrero 2023, a inicios de febrero la temperatura disminuye lo que se debe a las precipitaciones ocurridas esta disminución se registra en todas las estaciones.

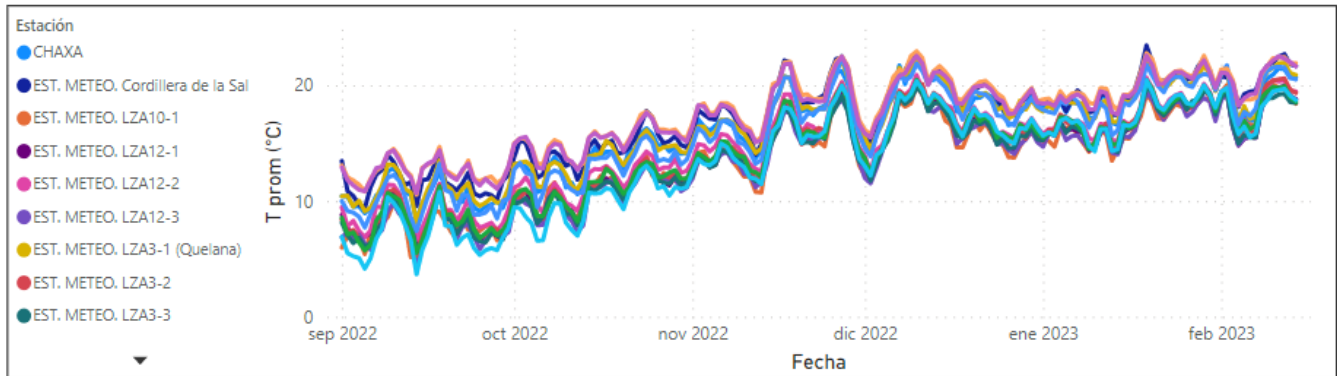


Figura 3-12: Serie periodo septiembre 2022 a febrero 2023 temperatura promedio.

### 3.2.2 Humedad relativa

En la Tabla 3-8 se presenta las correlaciones entre las estaciones para la variable humedad relativa y en la Tabla 3-9 los valores obtenidos luego de realizar la interpolación lineal con la estación de mayor correlación y cuyo valor registrado es válido. En la Figura 3-13 se presenta la humedad relativa para el periodo septiembre 2022 a febrero 2023, se observa que en febrero aumenta considerablemente, lo que se debe a las precipitaciones ocurridas.

Tabla 3-8: Correlación humedad relativa

Correlación	LZA12-3	LZA3-3	LZA3-2	LZA3-1 (Quelana)	LZA10-1	LZA12-2	LZA7-1	LZA7-2	LZA12-1	LZA9-1 (Interna)	Cordillera de la Sal	KCL	SOP	CHAXA
LZA12-3	1,00	0,94	0,97	0,96	0,96	0,98	0,96	0,97	0,98	0,95	0,94	0,95	0,93	0,97
LZA3-3	0,94	1,00	0,97	0,97	0,95	0,96	0,97	0,97	0,97	0,96	0,87	0,91	0,89	0,97
LZA3-2	0,97	0,97	1,00	0,99	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,95	0,96	0,94	0,98
LZA3-1 (Quelana)	0,96	0,97	0,99	1,00	0,96	0,98	0,99	0,99	0,98	0,98	0,94	0,96	0,94	0,98
LZA10-1	0,96	0,95	0,97	0,96	1,00	0,98	0,98	0,98	0,97	0,98	0,94	0,96	0,93	0,96
LZA12-2	0,98	0,96	0,99	0,98	0,98	1,00	0,99	1,00	0,99	0,98	0,96	0,97	0,95	0,98
LZA7-1	0,96	0,97	0,99	0,99	0,98	0,99	1,00	0,99	0,99	0,99	0,93	0,95	0,93	0,98
LZA7-2	0,97	0,97	0,99	0,99	0,98	1,00	0,99	1,00	0,99	0,99	0,95	0,97	0,95	0,98
LZA12-1	0,98	0,97	0,99	0,98	0,97	0,99	0,99	0,99	1,00	0,97	0,95	0,96	0,95	0,99
LZA9-1 (Interna)	0,95	0,96	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,97	1,00	0,95	0,97	0,95	0,98
Cordillera de la Sal	0,94	0,87	0,95	0,94	0,94	0,96	0,93	0,95	0,95	0,95	1,00	0,98	0,98	0,94
KCL	0,95	0,91	0,96	0,96	0,96	0,97	0,95	0,97	0,96	0,97	0,98	1,00	0,98	0,96
SOP	0,93	0,89	0,94	0,94	0,93	0,95	0,93	0,95	0,95	0,95	0,98	0,98	1,00	0,96
CHAXA	0,97	0,97	0,98	0,98	0,96	0,98	0,98	0,98	0,99	0,98	0,94	0,96	0,96	1,00

Tabla 3-9: Humedad relativa rellenada

Estación	Fecha	Unidad	Valor	Estación patrón
EST. METEO. LZA12-3	01-02-2023	%	43,62	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	02-02-2023	%	40,61	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	03-02-2023	%	52,38	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	04-02-2023	%	69,73	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	05-02-2023	%	64,50	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	06-02-2023	%	65,73	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	07-02-2023	%	73,95	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	08-02-2023	%	57,38	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	09-02-2023	%	45,18	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	10-02-2023	%	38,65	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	11-02-2023	%	35,81	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	12-02-2023	%	31,40	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	13-02-2023	%	30,31	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA12-3	14-02-2023	%	24,93	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	03-02-2023	%	44,49	EST. METEO. LZA7-1
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	04-02-2023	%	59,27	EST. METEO. LZA7-1
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	06-02-2023	%	58,61	EST. METEO. LZA3-2
EST. METEO. LZA3-2	03-02-2023	%	47,38	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA3-2	04-02-2023	%	62,71	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA3-2	05-02-2023	%	58,09	EST. METEO. LZA12-1
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	03-02-2023	%	43,07	EST. METEO. LZA7-2
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	04-02-2023	%	57,91	EST. METEO. LZA7-2

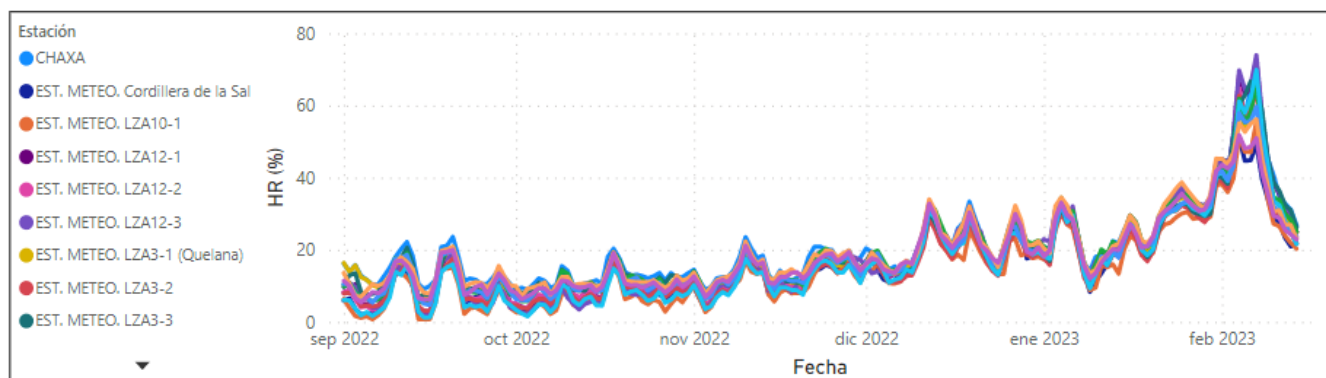


Figura 3-13: Serie periodo septiembre 2022 a febrero 2023 humedad relativa.

### 3.2.3 Presión atmosférica

En la Tabla 3-10 se presenta las correlaciones entre las estaciones para la variable presión atmosférica y en la Tabla 3-11 los valores obtenidos luego de realizar la interpolación lineal con la estación de mayor correlación y cuyo valor registrado es válido. En la Figura 3-14 se presenta la presión atmosférica para el periodo septiembre 2022 a febrero 2023, se observa que la estación Cordillera de la Sal se mantiene inferior al resto de las estaciones.

Tabla 3-10: Correlación presión atmosférica

	LZA9-1 (Interna)	LZA3-1 (Quelana)	Cordillera de la Sal	KCL	SOP	CHAXA
LZA9-1 (Interna)	1,00	0,99	0,99	0,99	0,95	1,00
LZA3-1 (Quelana)	0,99	1,00	0,99	0,99	0,87	1,00
Cordillera de la Sal	0,99	0,99	1,00	0,98	0,81	0,98
KCL	0,99	0,99	0,98	1,00	0,89	1,00
SOP	0,95	0,87	0,81	0,89	1,00	1,00
CHAXA	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	1,00

Tabla 3-11: Presión atmosférica rellenada

Estación	Fecha	Unidad	Valor	Estación patrón
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	03-02-2023	mbar	773,70	CHAXA
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	04-02-2023	mbar	774,23	CHAXA
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	06-02-2023	mbar	774,47	CHAXA
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	03-02-2023	mbar	772,64	CHAXA
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	04-02-2023	mbar	773,22	CHAXA

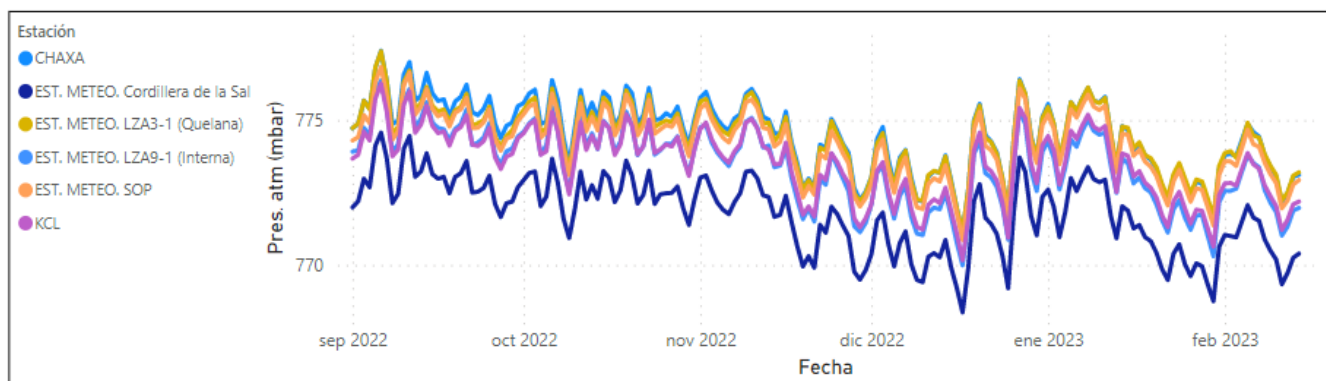


Figura 3-14: Serie periodo septiembre 2022 a febrero 2023 presión atmosférica.



### 3.2.4 Radiación global

En la Tabla 3-12 se presenta las correlaciones entre las estaciones para la variable radiación global y en la Tabla 3-13 los valores obtenidos luego de realizar la interpolación lineal con la estación de mayor correlación y cuyo valor registrado es válido. En la Figura 3-15 se presenta la serie para el periodo septiembre 2022 a febrero 2023 de la radiación para analizar la continuidad de la variable, se observa que a inicios de febrero la radiación disminuye debido a los eventos de precipitación ocurridos.

Tabla 3-12: Correlación radiación global

	Cordillera de la Sal	LZA9-1 (Interna)	KCL	SOP	CHAXA	LZA3-1 (Quelana)
Cordillera de la Sal	1,00	0,98	0,98	0,98	0,94	0,93
LZA9-1 (Interna)	0,98	1,00	0,99	0,99	0,95	0,97
KCL	0,98	0,99	1,00	0,99	0,94	0,94
SOP	0,98	0,99	0,99	1,00	0,95	0,96
CHAXA	0,94	0,95	0,94	0,95	1,00	0,82
LZA3-1 (Quelana)	0,93	0,97	0,94	0,96	0,82	1,00

Tabla 3-13: Radiación global rellenada

Estación	Fecha	Unidad	Valor	Estación patrón
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	03-02-2023	W/m2 dia	374,92	EST. METEO. SOP
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	04-02-2023	W/m2 dia	340,88	EST. METEO. SOP
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	06-02-2023	W/m2 dia	332,58	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	03-02-2023	W/m2 dia	365,92	EST. METEO. SOP
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	04-02-2023	W/m2 dia	329,12	EST. METEO. SOP
KCL	01-02-2023	W/m2 dia	358,16	EST. METEO. SOP
KCL	02-02-2023	W/m2 dia	356,30	EST. METEO. SOP
KCL	03-02-2023	W/m2 dia	355,06	EST. METEO. SOP
KCL	04-02-2023	W/m2 dia	321,12	EST. METEO. SOP
KCL	05-02-2023	W/m2 dia	342,17	EST. METEO. SOP
KCL	06-02-2023	W/m2 dia	307,00	EST. METEO. SOP
KCL	07-02-2023	W/m2 dia	258,17	EST. METEO. SOP
KCL	08-02-2023	W/m2 dia	354,88	EST. METEO. SOP
KCL	09-02-2023	W/m2 dia	353,72	EST. METEO. SOP
KCL	10-02-2023	W/m2 dia	364,10	EST. METEO. SOP
KCL	11-02-2023	W/m2 dia	361,25	EST. METEO. SOP
KCL	12-02-2023	W/m2 dia	358,99	EST. METEO. SOP
KCL	13-02-2023	W/m2 dia	363,78	EST. METEO. SOP
KCL	14-02-2023	W/m2 dia	360,24	EST. METEO. SOP

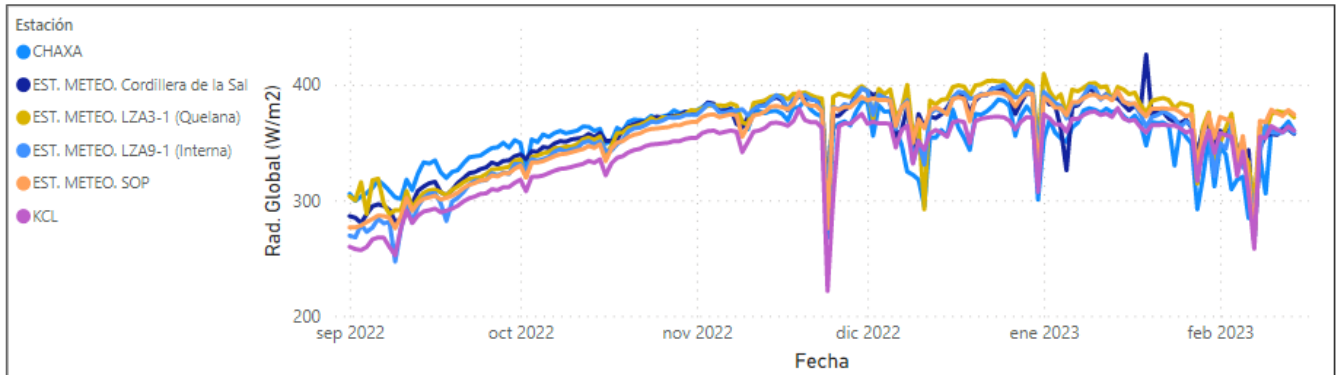


Figura 3-15: Serie periodo septiembre 2022 a febrero 2023 radiación global.

### 3.2.5 Evaporación

En la Tabla 3-14 se presenta las correlaciones entre las estaciones para la variable evaporación y en la Tabla 3-15 los valores obtenidos luego de realizar la interpolación lineal con la estación de mayor correlación y cuyo valor registrado es válido.

Tabla 3-14: Correlación evaporación

	KCL	SOP	CHAXA	Cordillera de la Sal	LZA9-1 (Interna)	LZA3-1 (Quelana)
KCL	1,00	0,91	0,51	0,68	0,66	0,63
SOP	0,91	1,00	0,43	0,80	0,79	0,68
CHAXA	0,51	0,43	1,00	0,67	0,67	0,61
Cordillera de la Sal	0,68	0,80	0,67	1,00	0,78	0,69
LZA9-1 (Interna)	0,66	0,79	0,67	0,78	1,00	0,75
LZA3-1 (Quelana)	0,63	0,68	0,61	0,69	0,75	1,00

Tabla 3-15: Evaporación rellenada

Estación	Fecha	Unidad	Valor	Estación patrón
CHAXA	06-02-2023	mm	10,02	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	07-02-2023	mm	7,65	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	08-02-2023	mm	10,02	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	09-02-2023	mm	10,02	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	10-02-2023	mm	11,60	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	11-02-2023	mm	10,81	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	12-02-2023	mm	11,60	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	13-02-2023	mm	11,20	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	14-02-2023	mm	9,62	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	03-02-2023	mm	10,27	EST. METEO. Cordillera de la Sal
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	04-02-2023	mm	9,33	EST. METEO. Cordillera de la Sal
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	06-02-2023	mm	11,09	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	03-02-2023	mm	7,33	EST. METEO. SOP
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	04-02-2023	mm	8,49	EST. METEO. SOP

En la Figura 3-16 se presentas la serie para el periodo septiembre 2022 a febrero 2023 para analizar la continuidad de la variable, se observa que a inicios de febrero la evaporación es mínima debido a las precipitaciones ocurridas.

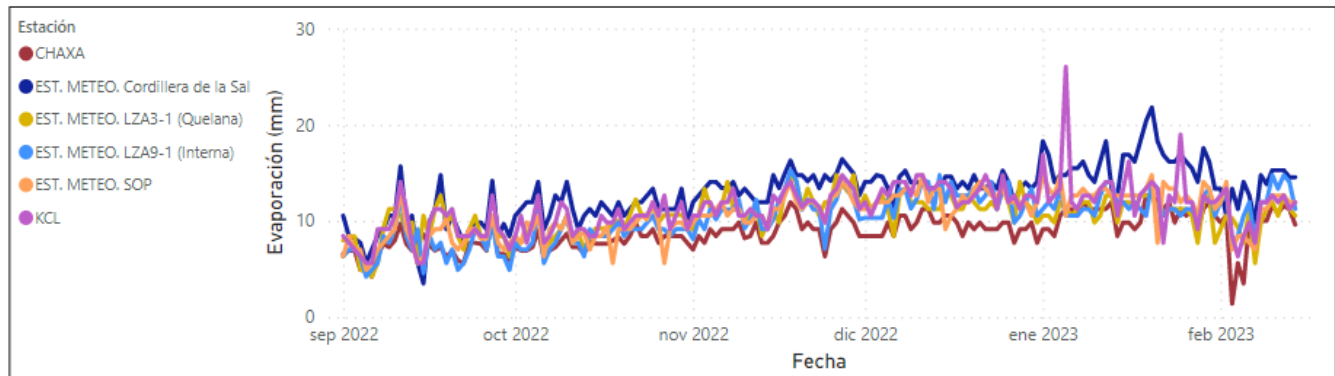


Figura 3-16: Serie periodo septiembre 2022 a febrero 2023 evaporación.

### 3.2.6 Velocidad del Viento

En la Tabla 3-16 se presenta las correlaciones entre las estaciones para la variable velocidad del viento y en la Tabla 3-17 los valores obtenidos luego de realizar la interpolación lineal con la estación de mayor correlación y cuyo valor registrado es válido. En la Figura 3-17 se presenta la serie para el periodo septiembre 2022 a febrero 2023 para observar la continuidad de la variable se observa en que febrero la velocidad del viento disminuye en relación con los meses anteriores.

Tabla 3-16: Correlación velocidad del viento

	LZA9-1 (Interna)	LZA3-1 (Quelana)	Cordillera de la Sal	KCL	SOP	CHAXA
LZA9-1 (Interna)	1,00	0,90	0,89	0,82	0,71	0,84
LZA3-1 (Quelana)	0,90	1,00	0,87	0,85	0,79	0,92
Cordillera de la Sal	0,89	0,87	1,00	0,88	0,81	0,81
KCL	0,82	0,85	0,88	1,00	0,96	0,86
SOP	0,71	0,79	0,81	0,96	1,00	0,83
CHAXA	0,84	0,92	0,81	0,86	0,83	1,00

Tabla 3-17: Velocidad del viento rellenada

Estación	Fecha	Unidad	Valor	Estación patrón
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	03-02-2023	m/s	2,80	CHAXA
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	04-02-2023	m/s	2,43	CHAXA
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	06-02-2023	m/s	2,25	CHAXA
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	03-02-2023	m/s	2,84	CHAXA
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	04-02-2023	m/s	2,58	EST. METEO. Cordillera de la Sal

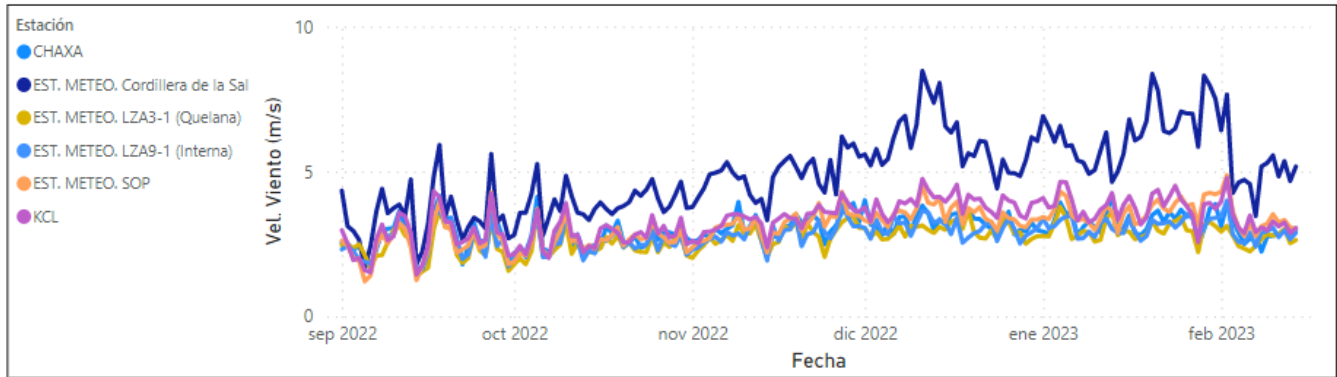


Figura 3-17: Serie periodo septiembre 2022 a febrero 2023 velocidad del viento.

### 3.2.7 Dirección del Viento

En la Tabla 3-18 se presenta las correlaciones entre las estaciones para la variable dirección del viento y en la Tabla 3-19 los valores obtenidos luego de realizar la interpolación lineal con la estación de mayor correlación y cuyo valor registrado es válido. En la Figura 3-18 se presenta la serie para el periodo septiembre 2022 a febrero 2023 de la dirección del viento.

Tabla 3-18: Correlación dirección del viento

	CHAXA	SOP	KCL	LZA3-1 (Quelana)	Cordillera de la Sal	LZA9-1 (Interna)
CHAXA	1,00	0,61	0,63	0,59	0,47	0,02
SOP	0,61	1,00	0,72	0,57	0,62	0,01
KCL	0,63	0,72	1,00	0,71	0,67	0,13
LZA3-1 (Quelana)	0,59	0,57	0,71	1,00	0,61	0,22
Cordillera de la Sal	0,47	0,62	0,67	0,61	1,00	0,13
LZA9-1 (Interna)	0,02	0,01	0,13	0,22	0,13	1,00

Tabla 3-19: Dirección del viento rellenado

Estación	Fecha	Unidad	Valor	Estación patrón
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	03-02-2023	° sexagesimal	246,84	KCL
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	04-02-2023	° sexagesimal	217,56	KCL
EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	06-02-2023	° sexagesimal	92,29	KCL
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	03-02-2023	° sexagesimal	193,00	KCL
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	04-02-2023	° sexagesimal	187,59	KCL

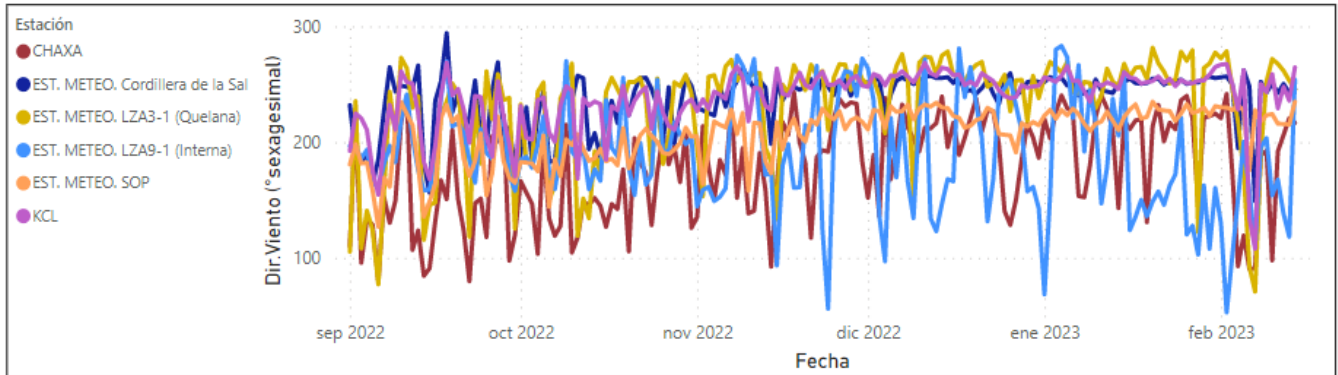


Figura 3-18: Serie periodo septiembre 2022 a febrero 2023 dirección del viento.

## 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

Se realiza el relleno de la precipitación para las distintas estaciones considerando interpolaciones lineales, reemplazando los valores por los de la estación más cercana y utilizando la metodología utilizada en el EIA SQM 2022. Se obtienen valores tal que la precipitación quincenal sea similar para todas las estaciones y tengan un comportamiento de acuerdo con la ubicación espacial de cada una.

El relleno de las otras variables meteorológicas se realiza satisfactoriamente para todas las variables en cuyos días no se registraron correctamente las condiciones meteorológicas, el relleno utilizado consistió en relaciones lineales considerando las estaciones con mejor correlación cuyos datos fueron válidos para los días en que se debe rellenar el registro.

### 4.2 Recomendaciones

Si bien se realiza el relleno de las variables para determinados días se debe realizar una validación para el registro completo y no solo cuando existe una falla en el sensor.

<b>Para:</b>	C. Zuñiga, J. Bruna, E. Guzmán, J. Riera – SQM Gerencia de Hidrogeología Salar
<b>De:</b>	Mónica Fuenzalida, Fabiola Pinto, Jose Yañez – FLOW
<b>Fecha:</b>	27 de febrero de 2023
<b>Referencia:</b>	Validación Meteorología para variables específicas febrero 2023

## 1 INTRODUCCIÓN

Este documento respalda los resultados del servicio “Validación Meteorología para variables específicas febrero 2023”, el cual se lleva a cabo debido a que algunas de las estaciones de la red de monitoreo de SQM en el Salar de Atacama presentan registros erróneos o nulos para algunas de las variables durante los episodios de lluvia ocurridos durante el mes de febrero 2023.

El servicio será abordado en dos etapas, ya que es requerido en una primera instancia rellenar la primera quincena del mes, y a inicio de marzo la segunda quincena del mes. En específico este documento respalda los resultados de la Etapa II como se detalla en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1: Datos es requerido estimar para el mes de febrero 2023

Estación meteorológica	Variables meteorológicas	Días requiere estimación	Etapas
Interna	Todos	3, 4 y 8 de febrero	Etapas I
	Todos Radiación global y dirección del viento	22 y 23 de febrero 20, 21, 24 y 25 de febrero	Etapas II
LZA3-2	Todos	3, 4, 5 y 7 de febrero	Etapas I
	Todos	20, 21, 22, 24 y 25 de febrero	Etapas II
Quelana	Todos	3, 4, 6 y 10 de febrero	Etapas I
LZA12-3	Todos	1 al 14 de febrero	Etapas I
		15 al 28 febrero	Etapas II
Chaxa	Evaporación	6 al 14 de febrero 15 al 27 febrero	Etapas I Etapas II
	Precipitación	5 y 7 de febrero	Etapas I
KCL	Radiación global	1 al 14 de febrero	Etapas I
LZA12-1	Todos	16,17,18 y 19 de febrero	Etapas II

La información utilizada para esta labor corresponde a (Tabla 1-2):

- Registros históricos de estaciones meteorológicas de SQM en el área de estudio.
- Registros de estaciones meteorológicas de INIA que se encuentran en el área de estudio
- Metodología de relleno de precipitación utilizada para evaluar recarga en el EIA.

Tabla 1-2: Datos utilizados para el análisis

Estación	Variable	Fuente	Fechas
Cordillera de la Sal	Precipitación - Humedad relativa - Presión Atmosférica -Radiación - T° aire - Evaporación -Velocidad Viento -Dirección Viento	SQM	jun 2017 - may 2020 sep 2022 - 28 feb 2023
Chaxa	Precipitación - Humedad relativa - Presión Atmosférica -Radiación - T° aire -Evaporación -Velocidad Viento -Dirección Viento	SQM	jun 2018 - may 2020 sep 2022 - 28 feb 2023
KCL	Precipitación - Humedad relativa - Presión Atmosférica -Radiación - T° aire -Evaporación -Velocidad Viento -Dirección Viento	SQM	jun 2018 - may 2020 sep 2022 - 28 feb2023
SOP	Precipitación - Humedad relativa - Presión Atmosférica -Radiación - T° aire -Evaporación -Velocidad Viento -Dirección Viento	SQM	jun 2018 - may 2020 sep 2022 - 28 feb 2023
Interna (LZA9-1)	Precipitación - Humedad relativa - Presión Atmosférica -Radiación - T° aire -Evaporación -Velocidad Viento -Dirección Viento	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 28 feb 2023
Quelana (LZA3-1)	Precipitación - Humedad relativa - Presión Atmosférica -Radiación - T° aire -Evaporación -Velocidad Viento -Dirección Viento	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 28 feb 2023
LZA3-2	Precipitación - Humedad relativa -T° aire -Nivel Lisímetro	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 28 feb 2023
LZA3-3	Precipitación - Humedad relativa -T° aire -Nivel Lisímetro	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 28 feb 2023
LZA7-1	Precipitación - Humedad relativa -T° aire -Nivel Lisímetro	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 28 feb 2023
LZA7-2	Precipitación - Humedad relativa -T° aire -Nivel Lisímetro	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 28 feb 2023
LZA10-1	Precipitación - Humedad relativa -T° aire -Nivel Lisímetro	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 28 feb 2023
LZA12-1	Precipitación - Humedad relativa -T° aire -Nivel Lisímetro	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 17 feb 2023
LZA12-2	Precipitación - Humedad relativa - -T° aire - -Nivel Lisímetro	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 28 feb 2023
LZA12-3	Precipitación - Humedad relativa -T° aire -Nivel Lisímetro	SQM	jun 2015 - may 2020 sep 2022 - 28 feb 2023
Toconao	Precipitación	INIA	sep 2009 a 28 feb 2023
San Pedro de Atacama	Precipitación	INIA	nov 2010 a 28 feb 2023
Camar	Precipitación	INIA	ago 2017 a 28 feb 2023
Socaire	Precipitación	INIA	sep 2010 a 28 feb 2023

## **2 METODOLOGÍA DE RELLENO**

### **2.1 Precipitación**

Para realizar el relleno de los datos diarios de precipitación para aquellos días en que se invalidan los datos se obtienen las correlaciones lineales para las precipitaciones diarias para todas las estaciones.

Obtenidas las correlaciones se seleccionan aquellas que presentan el valor más cercano a uno y se rellenan los datos utilizando una interpolación lineal.

En caso de que se obtengan valores de precipitación que no son del orden de magnitud, y por lo tanto se invalidan, se seleccionará la estación más cercana y se utilizarán los valores de dicha estación para rellenar los días en que el registro sea inválido.

### **2.2 Variables meteorológicas**

Para el relleno de las variables meteorológicas, se utilizó la misma metodología que ha sido implementada en las validaciones previas solicitadas por SQM, y corresponde a obtener las correlaciones entre las distintas estaciones de SQM para una misma variable y se selecciona aquella que presenta la correlación más cercana a uno y que sea mayor a 0,5. Luego si el valor de la estación patrón es válido, se procede a realizar el relleno, si no lo es se utiliza la segunda estación con mejor correlación.

Si no se obtiene una correlación que sea igual o mayor 0,5 se utiliza la estación que tenga el siguiente valor más cercano a 0,5.

Realizado el relleno se procede a graficar la serie obtenida junto con la información para el periodo septiembre 2022 a febrero 2023 para verificar la continuidad de las variables meteorológicas.

## **3 RESULTADOS DEL PROCESO DE VALIDACIÓN Y RELLENO ETAPA I**

### **3.1 Precipitación**

En la Figura 3-1 se presenta la matriz de correlación entre las estaciones que registran precipitación. De donde se obtienen las correlaciones cercanas a uno para obtener los coeficientes de la interpolación lineal y realizar el relleno de la precipitación.



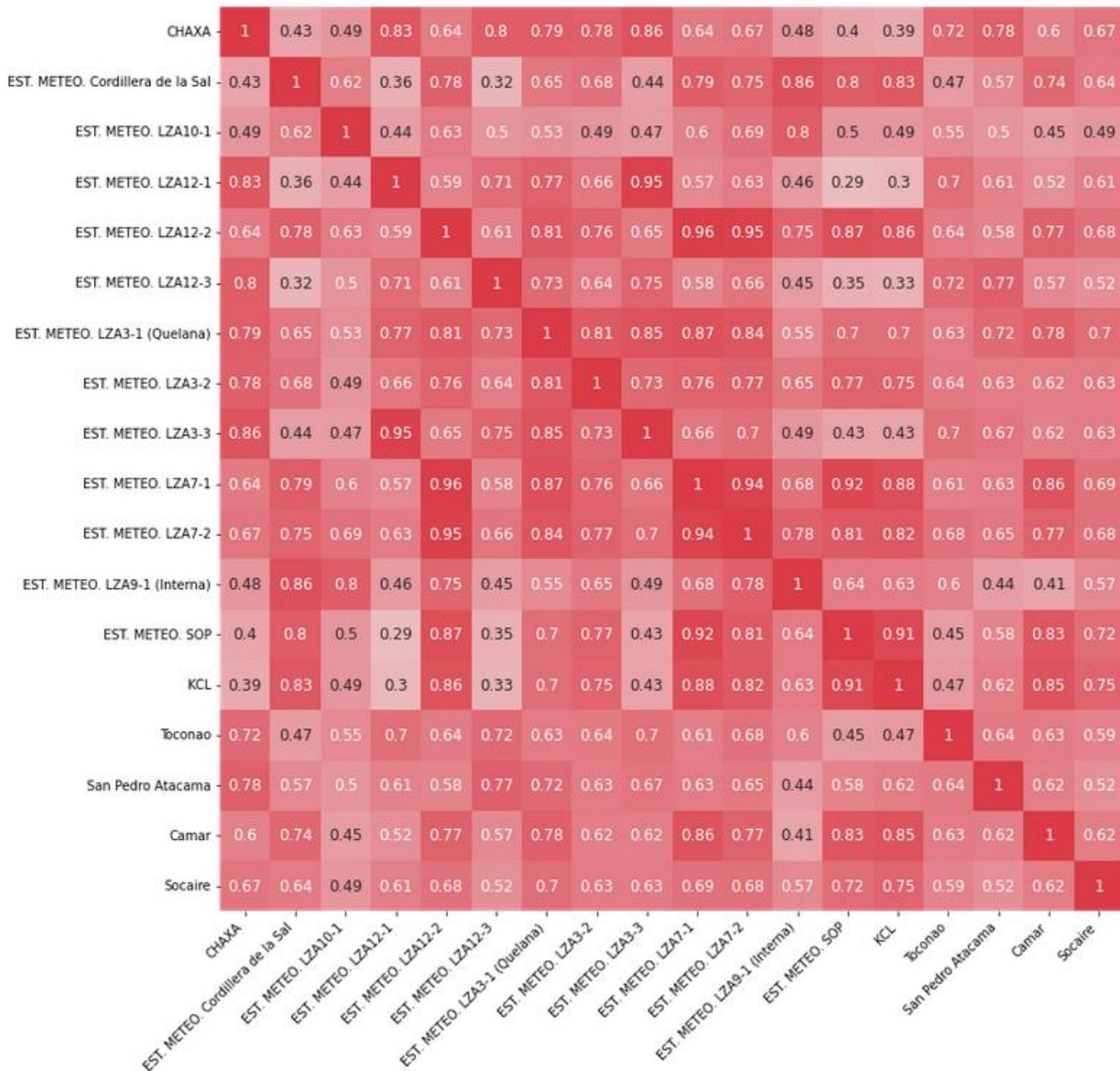


Figura 3-1: Matriz de correlaciones precipitación.

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.1 Estación Interna (LZA9-1)

Se rellenan los días 22 y 23 de febrero. En la Figura 3-2 y Figura 3-3 se presenta la relación lineal entre las estaciones con el mejor coeficiente de correlación. En la Tabla 3-1 se presentan los valores obtenidos luego de realizar el relleno considerando como estación patrón la estación LZA10-1

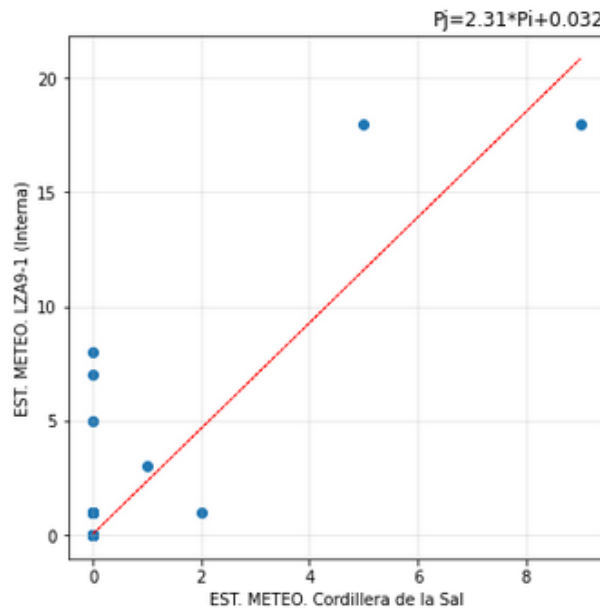


Figura 3-2: Interpolación lineal entre estación Cordillera de la Sal e Interna (LZA9-1).

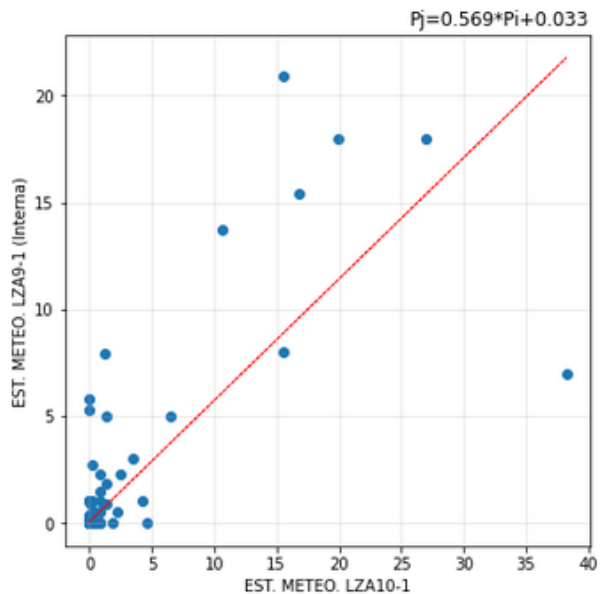


Figura 3-3: Interpolación lineal entre estación LZA10-1 e Interna (LZA9-1).

Tabla 3-1: Precipitación Estación Interna (LZA9-1)

Fecha	LZA10-1
22-02-2023	0,0
23-02-2023	0,0

### 3.1.2 Estación LZA3-2

Se rellenan los días 20, 21, 22, 24 y 25 de febrero. En la Figura 3-4 se presenta la estación con mejor correlación. En la Tabla 3-2 se presentan los valores obtenidos para la estación considerando la interpolación con la estación LZA7-2. Considerando la precipitación quincenal del periodo entre el 1 al 14 de febrero, se opta por realizar el relleno para los días faltantes reemplazando por los valores que se registran en la estación LZA3-3.

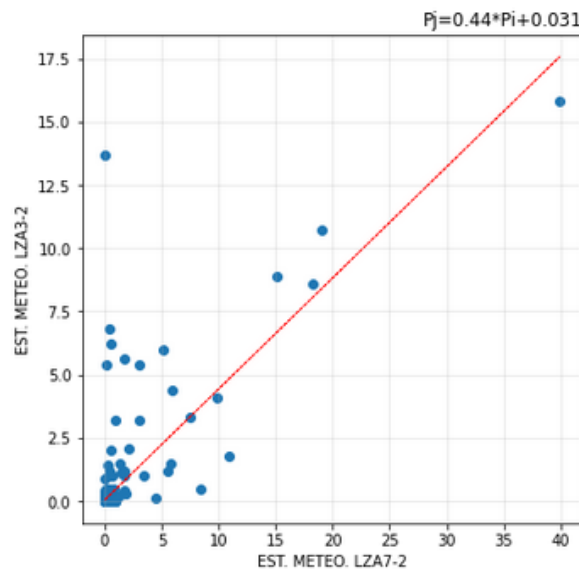


Figura 3-4: Interpolación lineal entre estación LZA7-2 e LZA3-2

Tabla 3-2: Precipitación Estación LZA3-2

Fecha	LZA3-3
20-02-2023	0,0
21-02-2023	0,0
22-02-2023	0,0
24-02-2023	0,0
25-02-2023	0,0

### 3.1.3 Estación LZA12-3

Se rellenan los días desde el 15 hasta el 28 de febrero. En la Figura 3-5, Figura 3-6 y Figura 3-7 se presenta las estaciones con mejor correlación, que corresponden a LZA3-3, Toconao y San Pedro de Atacama (INIA). En la Tabla 3-3 se presentan los valores de precipitación rellenos para la estación considerando la interpolación lineal. Considerando que el relleno de la quincena anterior se realizó con la estación San Pedro de Atacama se rellena nuevamente con esta estación como patrón.

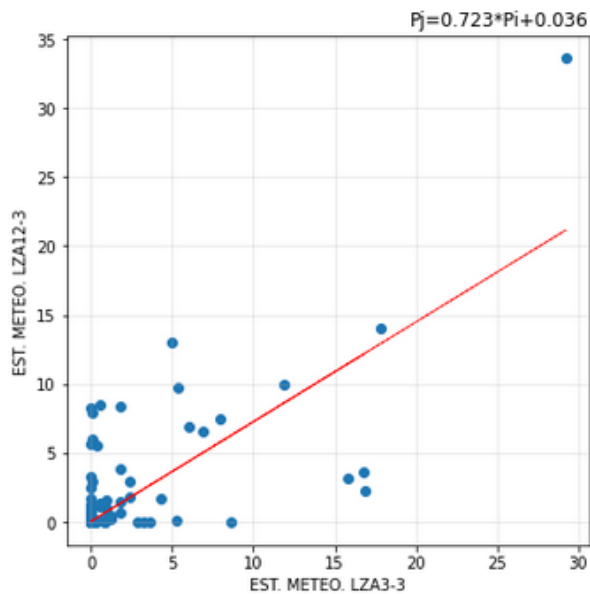


Figura 3-5: Interpolación lineal entre estación LZA3-3 y LZA12-3.

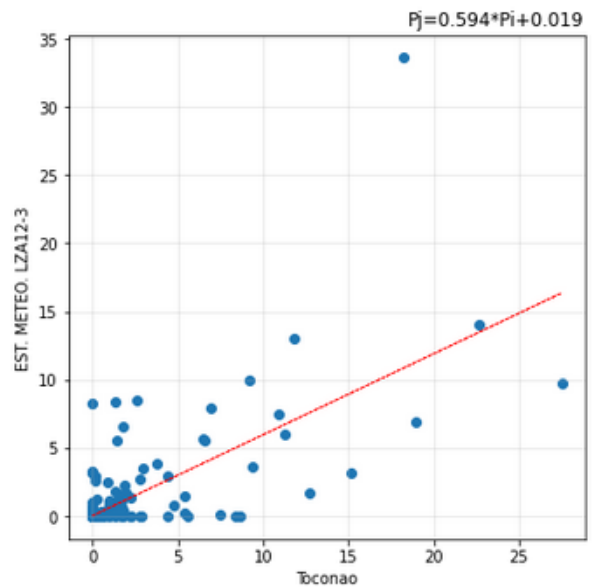


Figura 3-6: Interpolación lineal entre estación Toconao y LZA12-3.

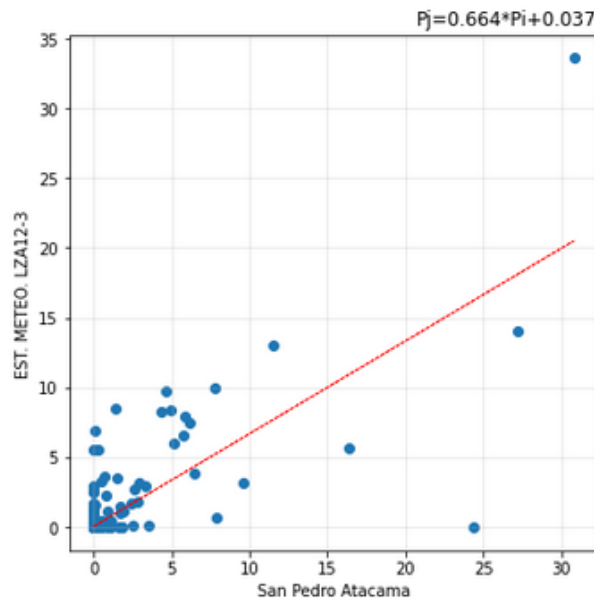


Figura 3-7: Interpolación lineal entre estación San Pedro de Atacama y LZA12-3.

Tabla 3-3: Precipitación Estación LZA12-3

Fecha	San Pedro de Atacama (INIA)
15-02-2023	0,0
16-02-2023	0,2
17-02-2023	0,0
18-02-2023	0,0
19-02-2023	0,0
20-02-2023	0,0
21-02-2023	0,0
22-02-2023	0,0
23-02-2023	0,0
24-02-2023	0,0
25-02-2023	0,0
26-02-2023	0,0
27-02-2023	0,0
28-02-2023	0,0

## 3.2 Variables meteorológicas

### 3.2.1 Temperatura promedio

En la Tabla 3-4 se presenta las correlaciones entre las estaciones para la variable temperatura y en la Tabla 3-5 los valores obtenidos luego de realizar la interpolación lineal con la estación de mayor correlación y cuyo valor registrado es válido.

Tabla 3-4: Correlación temperatura promedio

Correlación	LZA12-3	LZA3-3	LZA3-2	LZA3-1 (Quelana)	LZA10-1	LZA12-2	LZA7-1	LZA7-2	LZA12-1	LZA9-1 (Interna)	Cordillera de la Sal	KCL	SOP	CHAXA
LZA12-3	1,00	0,99	0,99	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99
LZA3-3	0,99	1,00	1,00	0,99	0,98	0,99	1,00	0,99	1,00	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99
LZA3-2	0,99	1,00	1,00	0,99	0,98	1,00	1,00	0,99	1,00	0,99	0,98	0,98	0,99	0,99
LZA3-1 (Quelana)	0,98	0,99	0,99	1,00	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00
LZA10-1	0,98	0,98	0,98	0,97	1,00	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96
LZA12-2	0,99	0,99	1,00	0,99	0,98	1,00	1,00	0,99	1,00	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99
LZA7-1	0,99	1,00	1,00	0,99	0,98	1,00	1,00	0,99	1,00	0,99	0,98	0,98	0,99	0,99
LZA7-2	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98
LZA12-1	0,99	1,00	1,00	0,99	0,98	1,00	1,00	0,99	1,00	0,99	0,98	0,98	0,99	0,99
LZA9-1 (Interna)	0,98	0,99	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99
Cordillera de la Sal	0,98	0,98	0,98	0,99	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	1,00	1,00	0,99	0,99
KCL	0,98	0,99	0,98	0,99	0,97	0,99	0,98	0,98	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00	0,99
SOP	0,98	0,99	0,99	0,99	0,96	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	0,99
CHAXA	0,99	0,99	0,99	1,00	0,96	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00

Tabla 3-5: Temperatura promedio rellenada

Estación	Fecha	Unidad	Valor	Estación patrón
EST. METEO. LZA12-3	15-02-2023	°C	18,40	EST. METEO. LZA3-2
EST. METEO. LZA12-3	16-02-2023	°C	16,78	EST. METEO. LZA3-2
EST. METEO. LZA12-3	17-02-2023	°C	16,53	EST. METEO. LZA3-2
EST. METEO. LZA12-3	18-02-2023	°C	16,03	EST. METEO. LZA3-2
EST. METEO. LZA12-3	19-02-2023	°C	17,39	EST. METEO. LZA3-2
EST. METEO. LZA12-3	20-02-2023	°C	17,43	EST. METEO. LZA3-3
EST. METEO. LZA12-3	21-02-2023	°C	17,23	EST. METEO. LZA3-3
EST. METEO. LZA12-3	22-02-2023	°C	16,42	EST. METEO. LZA3-3
EST. METEO. LZA12-3	23-02-2023	°C	16,42	EST. METEO. LZA3-2
EST. METEO. LZA12-3	24-02-2023	°C	16,71	EST. METEO. LZA3-3
EST. METEO. LZA12-3	25-02-2023	°C	15,89	EST. METEO. LZA3-3
EST. METEO. LZA12-3	26-02-2023	°C	16,53	EST. METEO. LZA3-2
EST. METEO. LZA12-3	27-02-2023	°C	17,18	EST. METEO. LZA3-2
EST. METEO. LZA12-3	28-02-2023	°C	17,58	EST. METEO. LZA3-2
EST. METEO. LZA3-2	20-02-2023	°C	17,80	EST. METEO. LZA3-3
EST. METEO. LZA3-2	21-02-2023	°C	17,59	EST. METEO. LZA3-3
EST. METEO. LZA3-2	22-02-2023	°C	16,73	EST. METEO. LZA3-3
EST. METEO. LZA3-2	24-02-2023	°C	17,04	EST. METEO. LZA3-3
EST. METEO. LZA3-2	25-02-2023	°C	16,17	EST. METEO. LZA3-3
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	22-02-2023	°C	18,27	EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	23-02-2023	°C	17,68	EST. METEO. LZA3-2
EST. METEO. LZA12-1	16-02-2023	°C	16,09	EST. METEO. LZA3-3
EST. METEO. LZA12-1	17-02-2023	°C	16,45	EST. METEO. LZA3-3
EST. METEO. LZA12-1	18-02-2023	°C	15,90	EST. METEO. LZA3-3
EST. METEO. LZA12-1	19-02-2023	°C	17,47	EST. METEO. LZA3-3

En la Figura 3-8 se presenta la temperatura del aire para el periodo septiembre 2022 a febrero 2023, a inicios de febrero la temperatura disminuye lo que se debe a las precipitaciones ocurridas esta disminución se registra en todas las estaciones y luego comienza a aumenta la temperatura.

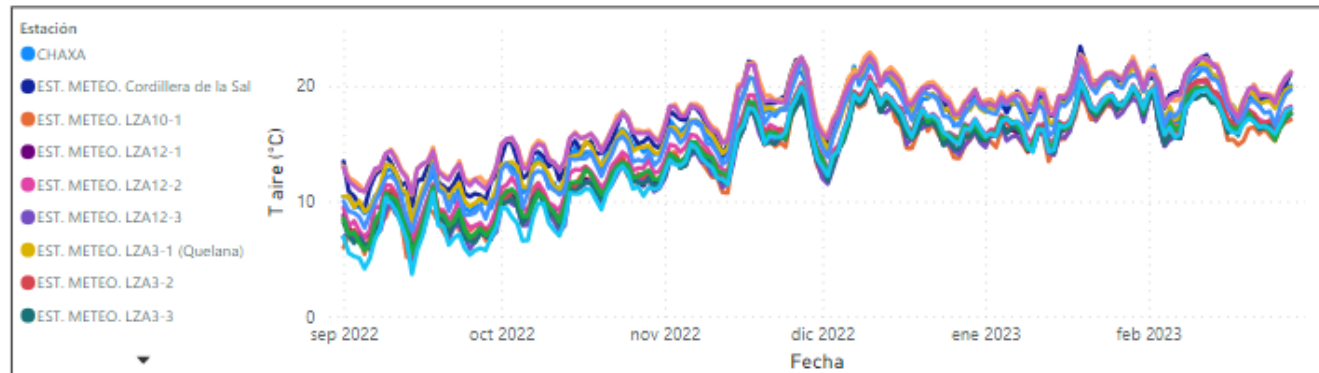


Figura 3-8: Serie periodo septiembre 2022 a febrero 2023 temperatura promedio.

### 3.2.2 Humedad relativa

En la Tabla 3-6 se presenta las correlaciones entre las estaciones para la variable humedad relativa y en la Tabla 3-7 los valores obtenidos luego de realizar la interpolación lineal con la estación de mayor correlación y cuyo valor registrado es válido. En la Figura 3-9 se presenta la humedad relativa para el periodo septiembre 2022 a febrero 2023, se observa que en febrero aumenta considerablemente, lo que se debe a las precipitaciones ocurridas y luego disminuyen ya que no se registran precipitaciones en la zona.

Tabla 3-6: Correlación humedad relativa

Correlación	LZA12-3	LZA3-3	LZA3-2	LZA3-1 (Quelana)	LZA10-1	LZA12-2	LZA7-1	LZA7-2	LZA12-1	LZA9-1 (Interna)	Cordillera de la Sal	KCL	SOP	CHAXA
LZA12-3	1,00	0,94	0,97	0,96	0,96	0,98	0,96	0,97	0,98	0,95	0,94	0,95	0,93	0,97
LZA3-3	0,94	1,00	0,97	0,97	0,95	0,96	0,97	0,97	0,97	0,96	0,87	0,91	0,89	0,97
LZA3-2	0,97	0,97	1,00	0,99	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,95	0,96	0,94	0,98
LZA3-1 (Quelana)	0,96	0,97	0,99	1,00	0,96	0,98	0,99	0,99	0,98	0,98	0,94	0,96	0,94	0,98
LZA10-1	0,96	0,95	0,97	0,96	1,00	0,98	0,98	0,98	0,97	0,98	0,94	0,96	0,93	0,96
LZA12-2	0,98	0,96	0,99	0,98	0,98	1,00	0,99	1,00	0,99	0,98	0,96	0,97	0,95	0,98
LZA7-1	0,96	0,97	0,99	0,99	0,98	0,99	1,00	0,99	0,99	0,99	0,93	0,95	0,93	0,98
LZA7-2	0,97	0,97	0,99	0,99	0,98	1,00	0,99	1,00	0,99	0,99	0,95	0,97	0,95	0,98
LZA12-1	0,98	0,97	0,99	0,98	0,97	0,99	0,99	0,99	1,00	0,97	0,95	0,96	0,95	0,99
LZA9-1 (Interna)	0,95	0,96	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,97	1,00	0,95	0,97	0,95	0,98
Cordillera de la Sal	0,94	0,87	0,95	0,94	0,94	0,96	0,93	0,95	0,95	0,95	1,00	0,98	0,98	0,94
KCL	0,95	0,91	0,96	0,96	0,96	0,97	0,95	0,97	0,96	0,97	0,98	1,00	0,98	0,96
SOP	0,93	0,89	0,94	0,94	0,93	0,95	0,93	0,95	0,95	0,95	0,98	0,98	1,00	0,96
CHAXA	0,97	0,97	0,98	0,98	0,96	0,98	0,98	0,98	0,99	0,98	0,94	0,96	0,96	1,00



Tabla 3-7: Humedad relativa rellenada

Estación	Fecha	Unidad	Valor	Estación patrón
EST. METEO. LZA12-3	15-02-2023	%	28,95	EST. METEO. LZA12-2
EST. METEO. LZA12-3	16-02-2023	%	37,94	EST. METEO. LZA12-2
EST. METEO. LZA12-3	17-02-2023	%	35,74	EST. METEO. LZA12-2
EST. METEO. LZA12-3	18-02-2023	%	41,63	EST. METEO. LZA12-2
EST. METEO. LZA12-3	19-02-2023	%	33,56	EST. METEO. LZA12-2
EST. METEO. LZA12-3	20-02-2023	%	36,26	EST. METEO. LZA12-2
EST. METEO. LZA12-3	21-02-2023	%	29,78	EST. METEO. LZA12-2
EST. METEO. LZA12-3	22-02-2023	%	26,95	EST. METEO. LZA12-2
EST. METEO. LZA12-3	23-02-2023	%	28,87	EST. METEO. LZA12-2
EST. METEO. LZA12-3	24-02-2023	%	24,08	EST. METEO. LZA12-2
EST. METEO. LZA12-3	25-02-2023	%	19,49	EST. METEO. LZA12-2
EST. METEO. LZA12-3	26-02-2023	%	25,59	EST. METEO. LZA12-2
EST. METEO. LZA12-3	27-02-2023	%	21,09	EST. METEO. LZA12-2
EST. METEO. LZA12-3	28-02-2023	%	16,13	EST. METEO. LZA12-2
EST. METEO. LZA3-2	20-02-2023	%	33,91	EST. METEO. LZA7-2
EST. METEO. LZA3-2	21-02-2023	%	27,08	EST. METEO. LZA7-2
EST. METEO. LZA3-2	22-02-2023	%	23,57	EST. METEO. LZA7-2
EST. METEO. LZA3-2	24-02-2023	%	21,94	EST. METEO. LZA7-2
EST. METEO. LZA3-2	25-02-2023	%	17,09	EST. METEO. LZA7-2
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	22-02-2023	%	23,93	EST. METEO. LZA7-2
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	23-02-2023	%	25,67	EST. METEO. LZA7-2
EST. METEO. LZA12-1	16-02-2023	%	39,69	EST. METEO. LZA3-2
EST. METEO. LZA12-1	17-02-2023	%	37,00	EST. METEO. LZA3-2
EST. METEO. LZA12-1	18-02-2023	%	41,89	EST. METEO. LZA3-2
EST. METEO. LZA12-1	19-02-2023	%	34,67	EST. METEO. LZA3-2

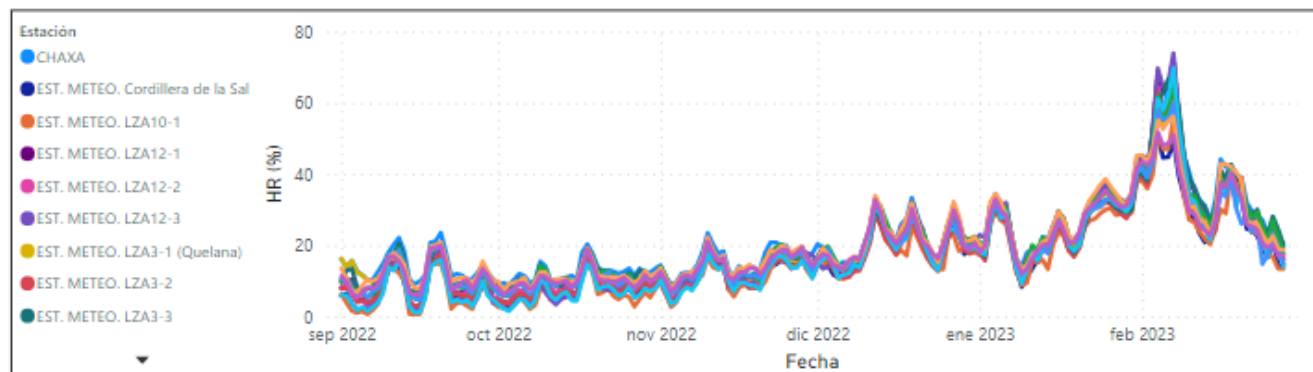


Figura 3-9: Serie periodo septiembre 2022 a febrero 2023 humedad relativa.

### 3.2.3 Presión atmosférica

En la Tabla 3-8 se presenta las correlaciones entre las estaciones para la variable presión atmosférica y en la Tabla 3-9 los valores obtenidos luego de realizar la interpolación lineal con la estación de mayor correlación y cuyo valor registrado es válido. En la Figura 3-10 se presenta la presión atmosférica para el periodo septiembre 2022 a febrero 2023, se observa que la estación Cordillera de la Sal se mantiene inferior al resto de las estaciones.

Tabla 3-8: Correlación presión atmosférica

	LZA9-1 (Interna)	LZA3-1 (Quelana)	Cordillera de la Sal	KCL	SOP	CHAXA
LZA9-1 (Interna)	1,00	0,99	0,99	0,99	0,95	1,00
LZA3-1 (Quelana)	0,99	1,00	0,99	0,99	0,87	1,00
Cordillera de la Sal	0,99	0,99	1,00	0,98	0,81	0,98
KCL	0,99	0,99	0,98	1,00	0,89	1,00
SOP	0,95	0,87	0,81	0,89	1,00	1,00
CHAXA	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	1,00

Tabla 3-9: Presión atmosférica rellenada

Estación	Fecha	Unidad	Valor	Estación patrón
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	22-02-2023	mbar	774,30	CHAXA
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	23-02-2023	mbar	775,06	CHAXA

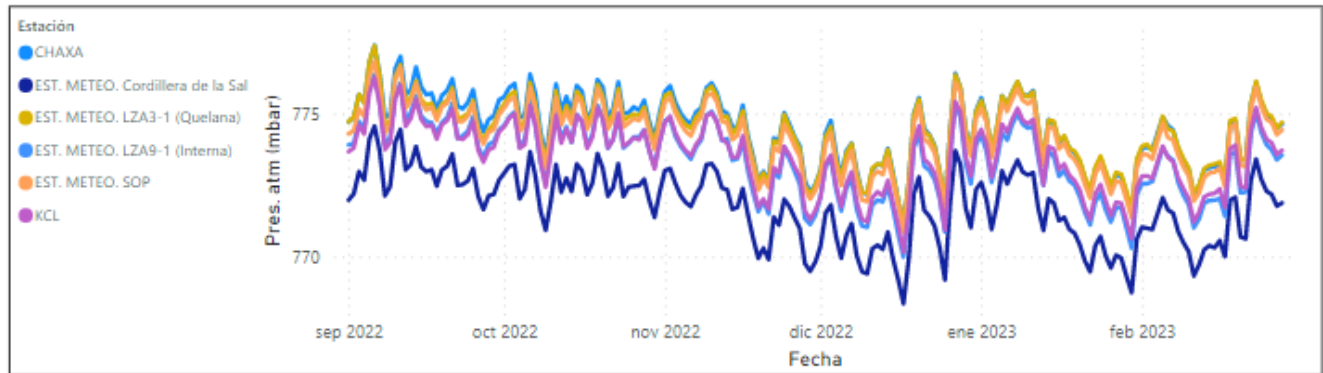


Figura 3-10: Serie periodo septiembre 2022 a febrero 2023 presión atmosférica.

### 3.2.4 Radiación global

En la Tabla 3-10 se presenta las correlaciones entre las estaciones para la variable radiación global y en la Tabla 3-11 los valores obtenidos luego de realizar la interpolación lineal con la estación de mayor correlación y cuyo valor registrado es válido. En la Figura 3-11 se presenta la serie para el periodo septiembre 2022 a febrero 2023 de la radiación para analizar la continuidad de la variable, se observa que a inicios de febrero la radiación disminuye debido a los eventos de precipitación ocurridos.

Tabla 3-10: Correlación radiación global

	Cordillera de la Sal	LZA9-1 (Interna)	KCL	SOP	CHAXA	LZA3-1 (Quelana)
Cordillera de la Sal	1,00	0,98	0,98	0,98	0,94	0,93
LZA9-1 (Interna)	0,98	1,00	0,99	0,99	0,95	0,97
KCL	0,98	0,99	1,00	0,99	0,94	0,94
SOP	0,98	0,99	0,99	1,00	0,95	0,96
CHAXA	0,94	0,95	0,94	0,95	1,00	0,82
LZA3-1 (Quelana)	0,93	0,97	0,94	0,96	0,82	1,00

Tabla 3-11: Radiación global rellenada

Estación	Fecha	Unidad	Valor	Estación patrón
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	20-02-2023	W/m <sup>2</sup> día	365,52	EST. METEO. SOP
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	21-02-2023	W/m <sup>2</sup> día	365,50	EST. METEO. SOP
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	22-02-2023	W/m <sup>2</sup> día	365,95	EST. METEO. SOP
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	23-02-2023	W/m <sup>2</sup> día	366,00	EST. METEO. SOP
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	24-02-2023	W/m <sup>2</sup> día	365,34	EST. METEO. SOP
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	25-02-2023	W/m <sup>2</sup> día	364,76	EST. METEO. SOP

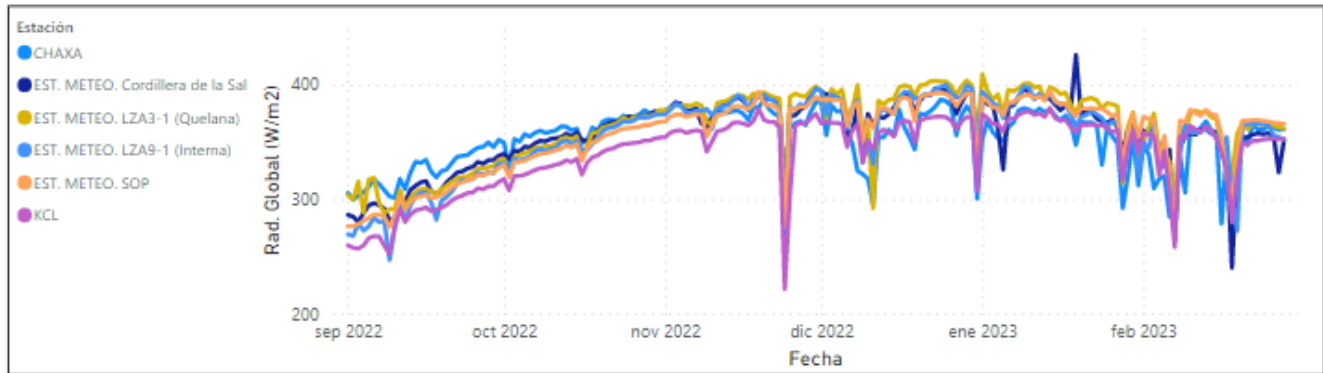


Figura 3-11: Serie periodo septiembre 2022 a febrero 2023 radiación global.

### 3.2.5 Evaporación

En la Tabla 3-12 se presenta las correlaciones entre las estaciones para la variable evaporación y en la Tabla 3-13 los valores obtenidos luego de realizar la interpolación lineal con la estación de mayor correlación y cuyo valor registrado es válido.

Tabla 3-12: Correlación evaporación

	KCL	SOP	CHAXA	Cordillera de la Sal	LZA9-1 (Interna)	LZA3-1 (Quelana)
KCL	1,00	0,91	0,51	0,68	0,66	0,63
SOP	0,91	1,00	0,43	0,80	0,79	0,68
CHAXA	0,51	0,43	1,00	0,67	0,67	0,61
Cordillera de la Sal	0,68	0,80	0,67	1,00	0,78	0,69
LZA9-1 (Interna)	0,66	0,79	0,67	0,78	1,00	0,75
LZA3-1 (Quelana)	0,63	0,68	0,61	0,69	0,75	1,00

Tabla 3-13: Evaporación rellenada

Estación	Fecha	Unidad	Valor	Estación patrón
CHAXA	15-02-2023	mm	11,18	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	16-02-2023	mm	9,50	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	17-02-2023	mm	9,50	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	18-02-2023	mm	10,06	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	19-02-2023	mm	7,81	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	20-02-2023	mm	7,81	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	21-02-2023	mm	9,50	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	22-02-2023	mm	8,83	EST. METEO. Cordillera de la Sal
CHAXA	23-02-2023	mm	9,17	EST. METEO. Cordillera de la Sal
CHAXA	24-02-2023	mm	9,50	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	25-02-2023	mm	9,50	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	26-02-2023	mm	7,81	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
CHAXA	27-02-2023	mm	9,50	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	22-02-2023	mm	10,25	EST. METEO. SOP
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	23-02-2023	mm	10,25	EST. METEO. SOP

En la Figura 3-12 se presentan la serie para el periodo septiembre 2022 a febrero 2023 para analizar la continuidad de la variable, se observa que a inicios de febrero la evaporación es mínima debido a las precipitaciones ocurridas y luego mantiene la tendencia observada antes de los eventos de precipitación.

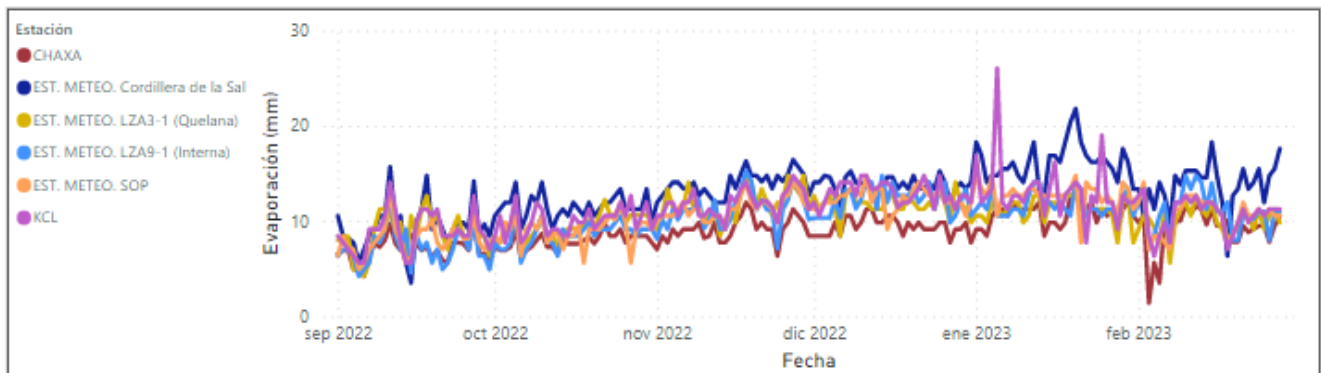


Figura 3-12: Serie periodo septiembre 2022 a febrero 2023 evaporación.

### 3.2.6 Velocidad del Viento

En la Tabla 3-14 se presenta las correlaciones entre las estaciones para la variable velocidad del viento y en la Tabla 3-15 los valores obtenidos luego de realizar la interpolación lineal con la estación de mayor correlación y cuyo valor registrado es válido. En la Figura 3-13 se presenta la serie para el periodo septiembre 2022 a febrero 2023 se observa que la estación Cordillera de la Sal presenta una velocidad mayor al resto de las estaciones desde mitad de octubre hasta el presente.

Tabla 3-14: Correlación velocidad del viento

	LZA9-1 (Interna)	LZA3-1 (Quelana)	Cordillera de la Sal	KCL	SOP	CHAXA
LZA9-1 (Interna)	1,00	0,90	0,89	0,82	0,71	0,84
LZA3-1 (Quelana)	0,90	1,00	0,87	0,85	0,79	0,92
Cordillera de la Sal	0,89	0,87	1,00	0,88	0,81	0,81
KCL	0,82	0,85	0,88	1,00	0,96	0,86
SOP	0,71	0,79	0,81	0,96	1,00	0,83
CHAXA	0,84	0,92	0,81	0,86	0,83	1,00

Tabla 3-15: Velocidad del viento rellenada

Estación	Fecha	Unidad	Valor	Estación patrón
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	22-02-2023	m/s	2,76	EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	23-02-2023	m/s	2,59	EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)

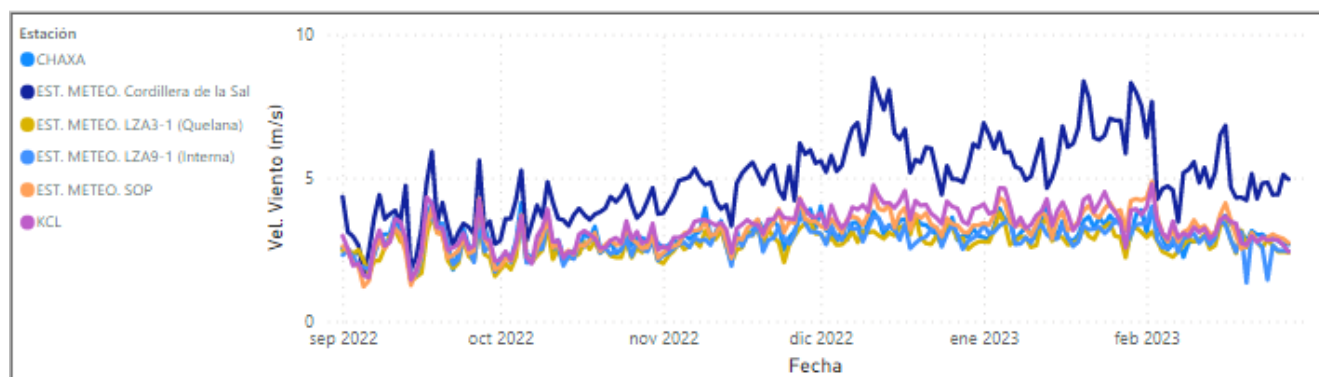


Figura 3-13: Serie periodo septiembre 2022 a febrero 2023 velocidad del viento.

### 3.2.7 Dirección del Viento

En la Tabla 3-16 se presenta las correlaciones entre las estaciones para la variable dirección del viento y en la Tabla 3-17 los valores obtenidos luego de realizar la interpolación lineal con la estación de mayor correlación y cuyo valor registrado es válido. En la Figura 3-14 se presenta la serie para el periodo septiembre 2022 a febrero 2023 de la dirección del viento.

Tabla 3-16: Correlación dirección del viento

	CHAXA	SOP	KCL	LZA3-1 (Quelana)	Cordillera de la Sal	LZA9-1 (Interna)
CHAXA	1,00	0,61	0,63	0,59	0,47	0,02
SOP	0,61	1,00	0,72	0,57	0,62	0,01
KCL	0,63	0,72	1,00	0,71	0,67	0,13
LZA3-1 (Quelana)	0,59	0,57	0,71	1,00	0,61	0,22
Cordillera de la Sal	0,47	0,62	0,67	0,61	1,00	0,13
LZA9-1 (Interna)	0,02	0,01	0,13	0,22	0,13	1,00

Tabla 3-17: Dirección del viento rellenado

Estación	Fecha	Unidad	Valor	Estación patrón
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	20-02-2023	° sexagesimal	200,42	EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	21-02-2023	° sexagesimal	188,13	EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	22-02-2023	° sexagesimal	188,70	EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	23-02-2023	° sexagesimal	194,00	EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	24-02-2023	° sexagesimal	194,79	EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)
EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	25-02-2023	° sexagesimal	194,38	EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)

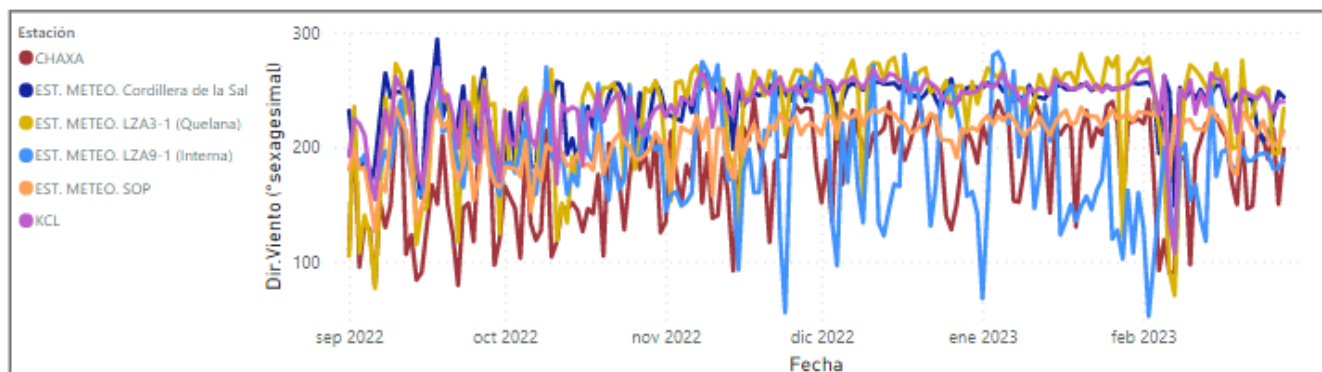


Figura 3-14: Serie periodo septiembre 2022 a febrero 2023 dirección del viento.

## **4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**


Se realiza el relleno de la precipitación para las distintas estaciones considerando interpolaciones lineales y reemplazando los valores por los de la estación más. Se obtienen valores tal que tienen un comportamiento de acuerdo con la ubicación espacial de cada una.

El relleno de las otras variables meteorológicas se realiza satisfactoriamente para todas las variables en cuyos días no se registraron correctamente las condiciones meteorológicas, el relleno utilizado consistió en relaciones lineales considerando las estaciones con mejor correlación cuyos datos fueron válidos para los días en que se debe rellenar el registro.

### **4.2 Recomendaciones**

Chequear la estación Cordillera de la Sal especialmente el sensor asociado a la velocidad del viento ya que presenta valores considerablemente mayores al resto de las estaciones, este hecho se ha mantenido en el tiempo.



	<b>Validación y relleno de variables meteorológicas marzo 2023</b>	<b>MEMO</b> <b>SIRAH_23008</b> <b>Versión 1</b> <b>Página 1 de 11</b>
--	--	--

<b>Para:</b>	<b>Edwin Guzmán</b>
<b>De:</b>	<b>Camila Zúñiga</b>
<b>CC:</b>	<b>Freddy Cortes, Julia Riera, Javiera Bruna, Mario Arze</b>
<b>Fecha:</b>	<b>6 de mayo del 2023</b>

## Contenido

Introducción.....	2
Validación de parámetros meteorológicos.....	3
Precipitación .....	3
Humedad relativa .....	3
Presión atmosférica .....	3
Temperatura del aire .....	5
Radiación global.....	5
Evaporación .....	6
Velocidad del viento .....	6
Dirección del viento .....	7
Relleno de parámetros meteorológicos .....	7
LZA3-2 8	
LZA3-3 8	
LZA12-3 .....	8
LZA10-1 .....	9
Relleno de precipitación .....	9
Conclusiones .....	11
Figura 1: Precipitación diaria para el mes de marzo.....	3
Figura 2: Humedad relativa promedio diaria para el mes de marzo. ....	4
Figura 3: Presión atmosférica promedio diaria para el mes de marzo.....	5
Figura 4: Temperatura del aire promedio diaria para el mes de marzo.....	5
Figura 5: Radiación global promedio diaria para el mes de marzo.....	6
Figura 6: Evaporación diaria para el mes de marzo.....	6
Figura 7: Velocidad del viento promedio diaria para el mes de marzo. ....	7
Figura 8: Dirección del viento promedio diario para el mes de marzo.....	7
Figura 10: Matriz de correlación para la precipitación durante el mes de marzo.....	10
Figura 11: Interpolación lineal entre LZA3-2 y LZA3-1 (Quelana).....	11
Tabla 1: Parámetros registrados por las estaciones meteorológicas .....	2

Tabla 2: Precipitación diaria acumulada para el mes de marzo. ....	4
Tabla 3: Parámetros rellenados para el mes de marzo. ....	8
Tabla 4: Porcentajes de correlación para el relleno de LZA3-2. ....	8
Tabla 5: Porcentajes de correlación para el relleno de LZA3-3. ....	8
Tabla 6: Porcentaje de correlación para el relleno de LZA12-3. ....	8
Tabla 7: Porcentaje de correlación para el relleno de LZA10-1. ....	9
Tabla 8: Resultados del relleno de las estaciones LZA3-2 y LZA10-1. ....	11

## Introducción

En el presente reporte se detalla el proceso de validación del registro meteorológico para el mes de marzo 2023 aplicado para la red de estaciones meteorológicas de SQM en Salar de Atacama en el marco del Programa de Cumplimiento (PdC) y operación continua de SQM. De acuerdo con el PdC, la meteorología validada mensual debe ser entregada a la autoridad el día 10 del mes siguiente.

El proceso de validación fue realizado con la aplicación ValMeteo y el relleno se llevó a cabo con la herramienta desarrollada en Python por la consultora Flow Hidro.

Tabla 1: Parámetros registrados por las estaciones meteorológicas

Estación	Precipitación	Humedad	Presión atmosférica	Radiación	Temperatura aire	Evaporación	Velocidad del viento	Dirección del viento
Cordillera de la Sal	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
Chaxa	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
KCL	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
SOP	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
Interna LZA9-1	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
Quelana LZA3-1	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇
Domeyko	◇	◇	◇	◇	◇		◇	◇
Llano de la Paciencia	◇	◇	◇	◇	◇		◇	◇
Cerro Cosor	◇	◇	◇	◇	◇		◇	◇
LZA3-2	◇	◇		◇	◇			
LZA3-3	◇	◇		◇	◇			
LZA7-1	◇	◇		◇	◇			
LZA7-2	◇	◇		◇	◇			
LZA10-1	◇	◇		◇	◇			
LZA12-1	◇	◇		◇	◇			
LZA12-2	◇	◇		◇	◇			
LZA12-3	◇	◇		◇	◇			

Las estaciones Llano de la Paciencia y Domeyko están operativas desde el 21 de febrero, pero por problemas de transmisión satelital cuentan con un registro completo desde el 3 y 4 de marzo respectivamente. Por esta razón los parámetros diarios para estas estaciones son reportados desde estas fechas en adelante. A continuación, se detallan los hallazgos y validación de cada variable

## Validación de parámetros meteorológicos

### Precipitación

En la Figura 1 se presenta la precipitación acumulada diaria y en la Tabla 2 se detalla los mm diarios por estación. Se destacan 3 episodios predominantes de lluvia: 10, 14 al 16 y 21 al 23 de marzo y el registro más importante se observa en la estación LZA3-3 con 16.6 mm.

Se realizó un relleno para las estaciones LZA3-2, LZA10-1 y LZA12-3 detallado en la sección de rellenos de parámetros meteorológicos.

### Precipitación

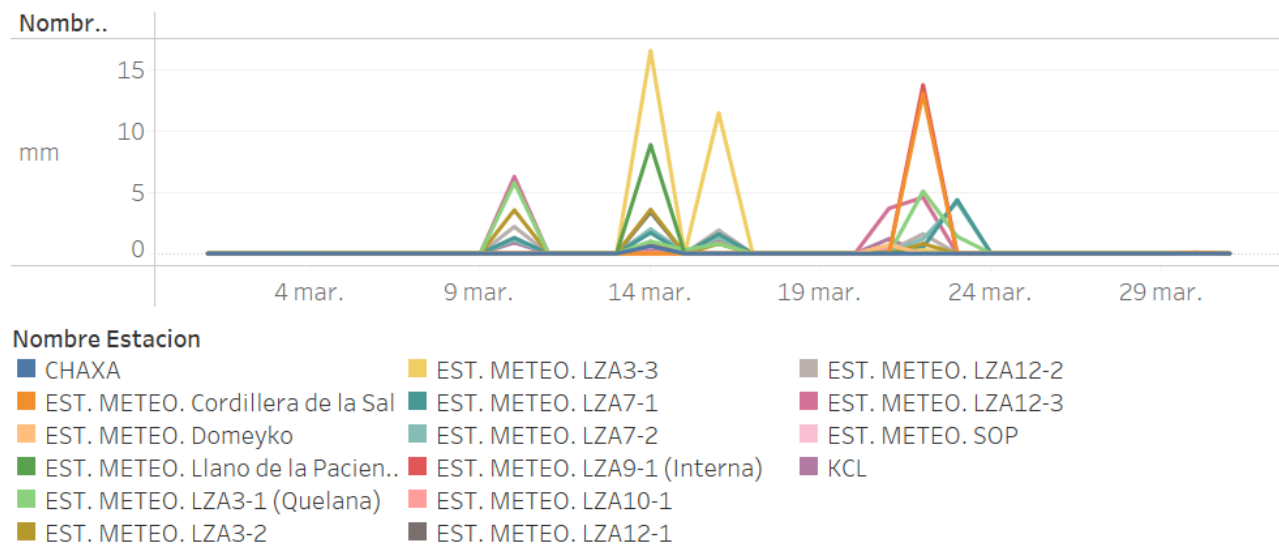


Figura 1: Precipitación diaria para el mes de marzo.

### Humedad relativa

En la Figura 2 se presenta la humedad relativa promedio para el mes de marzo. Sin considerar a la estación Cerro Cosor, cuya humedad registrada es más alta propio de la altitud a la que está instalada, en el periodo del 9 al 22 de marzo se observa un aumento progresivo, alcanzando cercano a un 60% el 22 de marzo.

Se realizó un relleno para las estaciones LZA3-2, LZA3-3, LZA10-1 y LZA12-3 detallado en la sección de rellenos de parámetros meteorológicos.

### Presión atmosférica

En la Figura 3 se presenta la presión atmosférica promedio. Se observa que la estación Cerro Cosor registra presiones menores, consistente con su instalación a mayor altitud.

Tabla 2: Precipitación diaria acumulada para el mes de marzo.

Año de Fecha Medicion	Mes de Fecha Medicion	Día de Fecha Medicion	Nombre Estacion															KCL
			CHAXA	EST. METEO. Cordillera de la Sal	EST. METEO. Domeyko	EST. METEO. Llano de la Pacioncia	EST. METEO. LZA3-1 (Quelana)	EST. METEO. LZA3-2	EST. METEO. LZA3-3	EST. METEO. LZA7-1	EST. METEO. LZA7-2	EST. METEO. LZA9-1 (Interna)	EST. METEO. LZA10-1	EST. METEO. LZA12-1	EST. METEO. LZA12-2	EST. METEO. LZA12-3	EST. METEO. SOP	
2023	marzo	1	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	0.00
		2	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	0.00
		3	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	0.00	0.00
		4	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	0.00	0.00	0.00
		5	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	0.00	0.00	0.00
		6	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	0.00	0.00	0.00
		7	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	0.00	0.00	0.00
		8	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	0.00	0.00	0.00
		9	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	0.00	0.00	0.00
		10	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80	2.10	0.00	1.30	1.10	0.00	0.00	0.00	2.20	6.30	0.00	0.90
		11	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	0.00	0.00	0.00
		12	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	0.00	0.00	0.00
		13	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	0.00	0.00	0.00
		14	0.60	0.00	0.00	8.90	1.00	3.60	16.60	1.70	2.00	0.80	0.00	3.40	0.90	0.20	0.40	0.00
		15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.80	11.50	1.60	1.30	0.00	0.00	0.00	1.90	1.20	0.00	0.00
		17	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	0.00	0.00	0.00
		18	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	0.00	0.00	0.00
		19	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	0.00	0.00	0.00
		20	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	0.00	0.00	0.00
		21	0.00	0.00	0.70	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.40	0.00	0.20	3.70	0.00	1.20
		22	0.00	13.10	0.00	0.00	5.10	0.80	0.30	0.50	1.20	13.80	0.10	0.10	1.60	4.60	0.00	0.00
		23	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00	0.00	4.40	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		24	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	0.00	0.00	0.00
		25	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	0.00	0.00	0.00
		26	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	0.00	0.00	0.00
		27	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	0.00	0.00	0.00
		28	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	0.00	0.00	0.00
		29	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	0.00	0.00	0.00
		30	0.00	0.10	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	0.00
		31	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	0.00	0.00	0.00

Humedad relativa

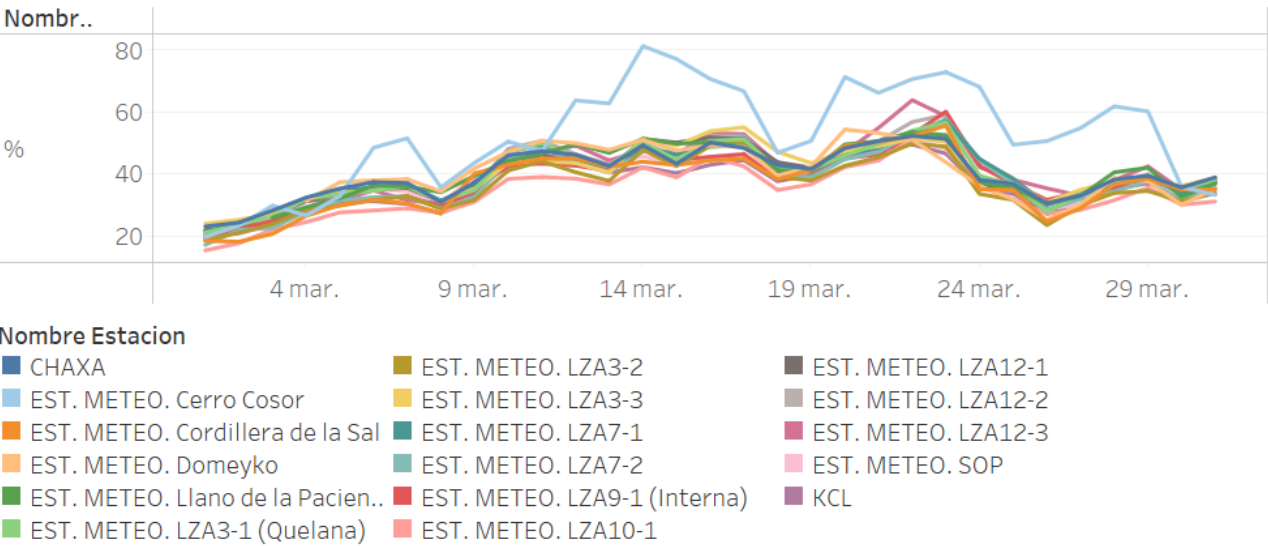


Figura 2: Humedad relativa promedio diaria para el mes de marzo.

## Presión atmosférica

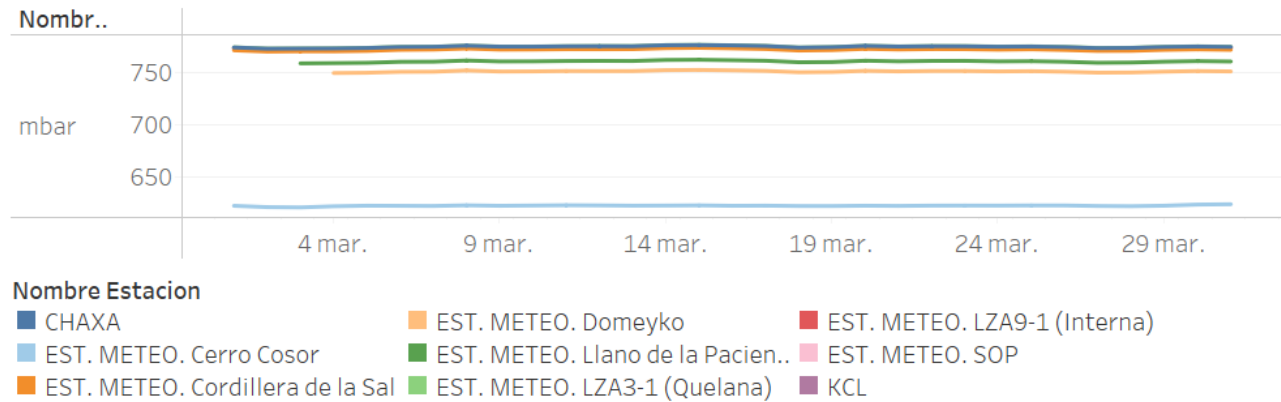


Figura 3: Presión atmosférica promedio diaria para el mes de marzo.

## Temperatura del aire

La temperatura de aire promedio se presenta en la Figura 4, al igual que en la humedad relativa, Cerro Cosor registra las mediciones más bajas. Se realizó un relleno para las estaciones LZA3-2, LZA3-3, LZA10-1 y LZA12-3 detallado en la sección de rellenos de parámetros meteorológicos.

## Temperatura del aire

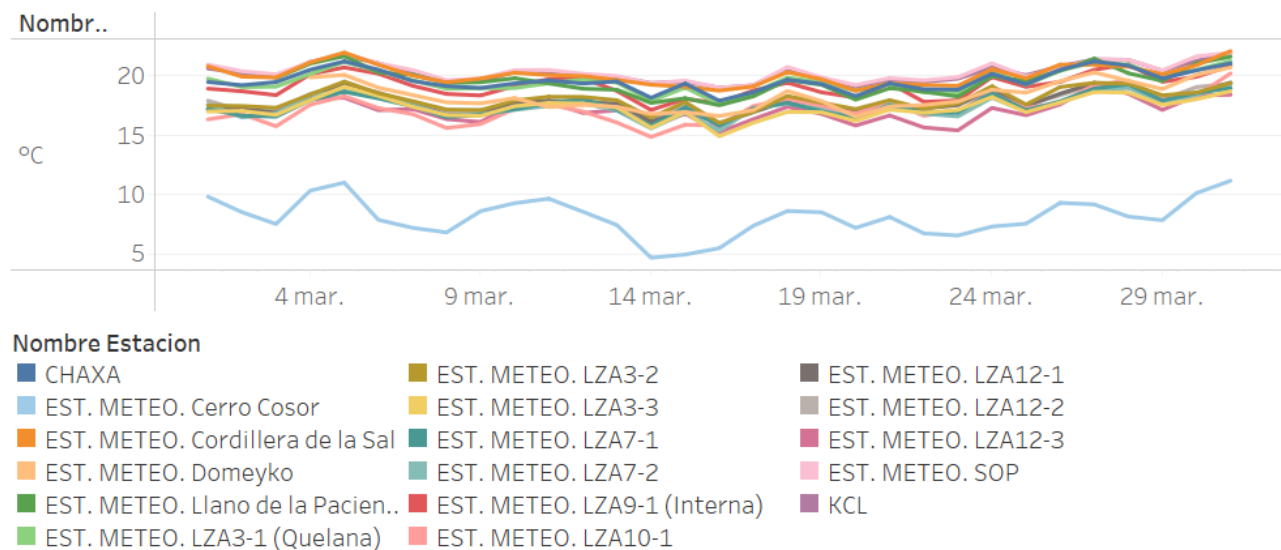


Figura 4: Temperatura del aire promedio diaria para el mes de marzo.

## Radiación global

La radiación global promedio diaria para el mes de marzo se presenta en la Figura 5. Se observa que los periodos con menor radiación global coinciden con el periodo lluvioso.

En la estación meteorológica Chaxa se identificaron disminuciones de radiación abruptas y periódicas a las 12:15 y 13:40 horas, atribuible a una sombra en el sensor LUFF debido a un cable de soporte instalado en la estación. En KCL se observa un fenómeno similar en KCL con mediciones outliers a las 14:15 horas, posiblemente también resultado de una sombra por estructura.

## Radiación global

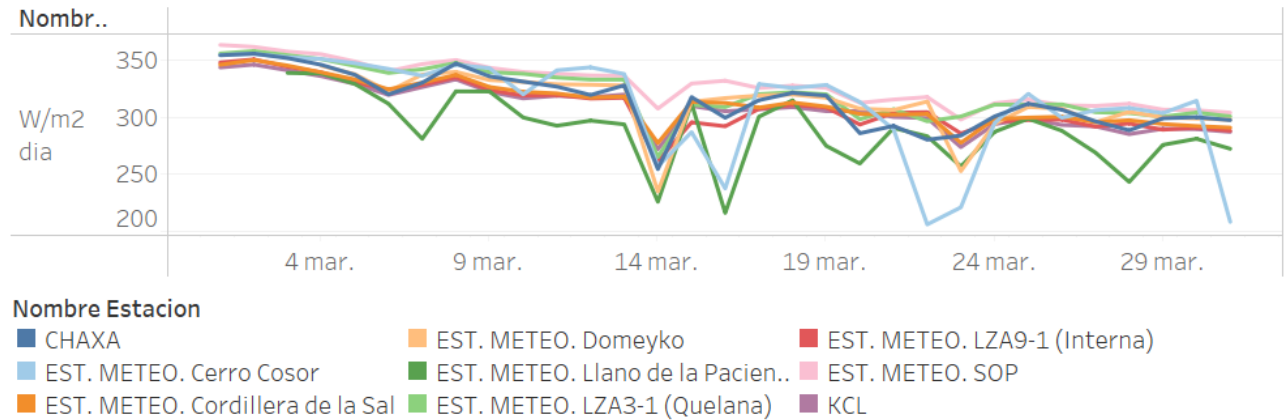


Figura 5: Radiación global promedio diaria para el mes de marzo.

## Evaporación

En la Figura 6 se presenta la evaporación diaria calculada a partir de la variación diaria de la columna de agua del pan de evaporación. Las estaciones LZA9-1 (Interna) y Cordillera de la Sal presentan las menores tasas de evaporación, consistente con los 13.8 y 13.1 mm de lluvia respectivamente.

## Evaporación

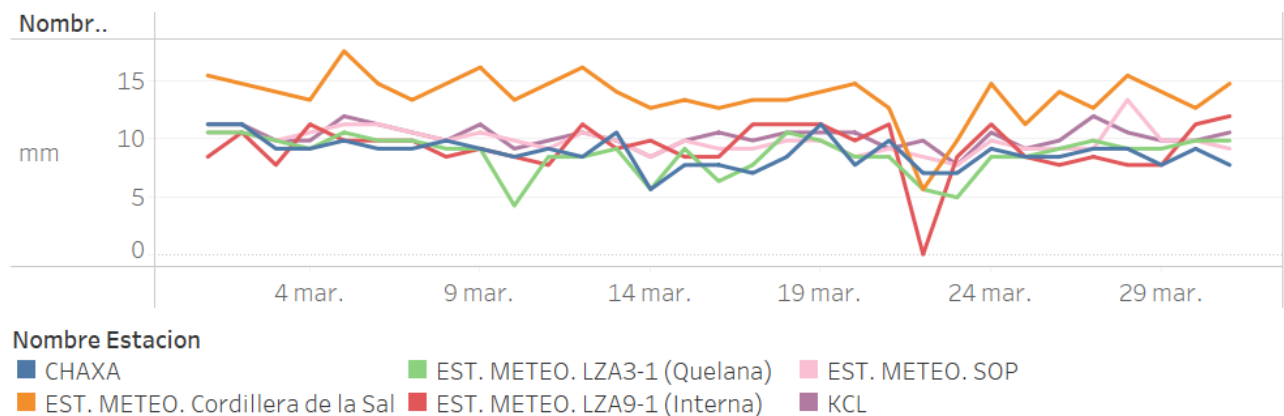


Figura 6: Evaporación diaria para el mes de marzo.

## Velocidad del viento

En la Figura 7 se muestra la velocidad del viento promedio para el mes de marzo. Las estaciones Domeyko y Cordillera de la Sal se destacan por presentar las mayores velocidades del viento.

## Velocidad del viento

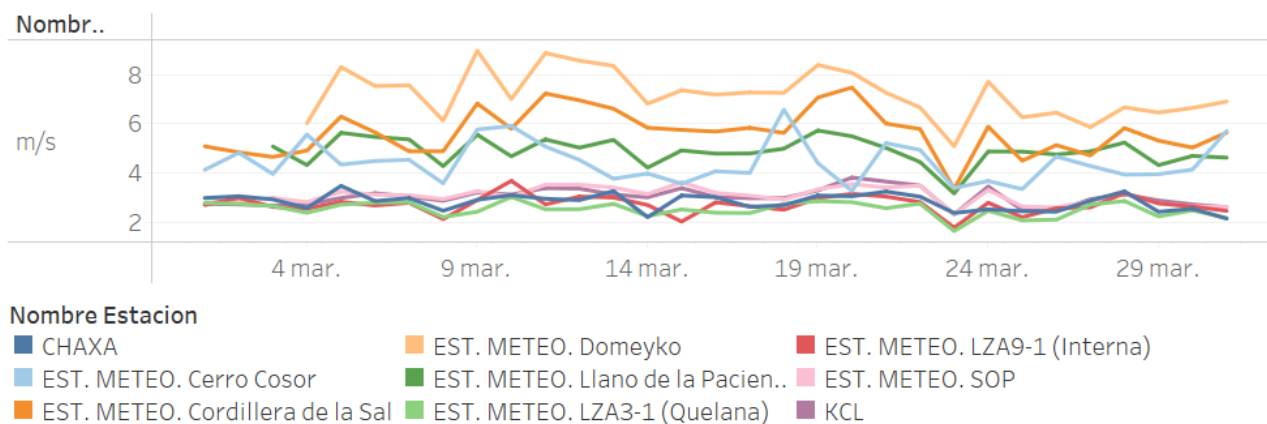


Figura 7: Velocidad del viento promedio diaria para el mes de marzo.

## Dirección del viento

En la Figura 8 se presenta la dirección del viento promedio para el mes de marzo. Las estaciones Domeyko, Cordillera de la Sal y KCL presentan la menor variación durante el mes.

## Dirección del viento

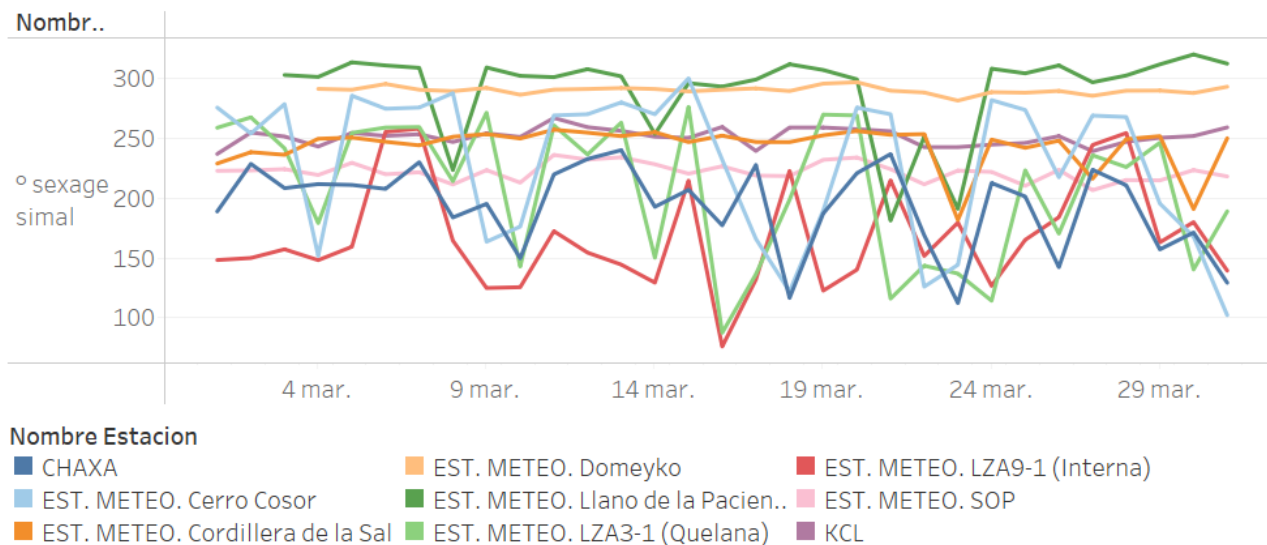



Figura 8: Dirección del viento promedio diario para el mes de marzo.

## Relleno de parámetros meteorológicos

En la Tabla 3 se detallan las estaciones cuyos parámetros fueron rellenos al tener menos de un 95% de las mediciones diarias validadas.



	<b>Validación y relleno de variables meteorológicas marzo 2023</b>	<b>MEMO</b> <b>SIRAH_23008</b> <b>Versión 1</b> <b>Página 8 de 11</b>
--	--	--

Llano de la Paciencia tiene un registro validado de 88.2% y 94.4 % para el 16 y 19 de marzo respectivamente, debido a que los parámetros diarios de referencia corresponden solo a los del mes de marzo, no se realizará un relleno para los días mencionados y se reportará el parámetro diario calculado con el comentario respectivo.

Tabla 3: Parámetros rellenados para el mes de marzo.

Estación	Fecha	Parámetros	Causa
LZA3-2	7, 8, 9 Y 10	Precipitación, temperatura del aire, humedad relativa.	Problema en transmisión satelital y PLC
LZA3-3	2 y 3	Precipitación, temperatura del aire, humedad relativa.	Problema de transmisión satelital
LZA12-3	1, 2, 3, 4, 10 y 11 de marzo	Precipitación, temperatura del aire, humedad relativa.	Problemas de transmisión satelital
LZA10-1	16 de marzo	Precipitación, temperatura del aire, humedad relativa.	Reconfiguración de cableado durante mantención.

A continuación, se detalla las estaciones utilizadas en el relleno para las variables mencionadas en la Tabla 3 a excepción de la precipitación, variable que se explicará de manera independiente más adelante. El código confeccionado por Flow Hidro realiza una interpolación lineal entre las estaciones seleccionadas, obteniendo una ecuación de la recta que permite el cálculo del valor a estimar.

### LZA3-2

En la Tabla 4 se presentan las estaciones seleccionadas y el porcentaje de correlación respectivo para el relleno de temperatura del aire y humedad relativa para los días 7, 8, 9 y 10 de marzo.

Tabla 4: Porcentajes de correlación para el relleno de LZA3-2.

Variable	Estación seleccionada	% de correlación
Temperatura del aire	LZA3-3	99.7
Humedad relativa	LZA12-1	99.7

### LZA3-3

En la Tabla 5 se detallan las estaciones y porcentaje de correlación utilizadas para el relleno en los días 2 y 3 de marzo.

Tabla 5: Porcentajes de correlación para el relleno de LZA3-3.

Variable	Estación seleccionada	% de correlación
Temperatura del aire	LZA12-1	99.8
Humedad relativa	LZA7-1	99.6

### LZA12-3

Para la estación LZA12-3 se utilizó la estación LZA12-1, con un porcentaje de correlación de 99.3% (Tabla 6). Los días rellenados fueron 1, 2, 3, 10 y 11 de marzo.

Tabla 6: Porcentaje de correlación para el relleno de LZA12-3.

Variable	Estación seleccionada	% de correlación
Temperatura del aire	LZA12-1	99.3



Humedad relativa	LZA12-1	99.3
------------------	---------	------

### LZA10-1

Para el relleno del 16 de marzo se utilizó la estación LZA7-2, con un porcentaje de correlación de 98.1% (Tabla 7).

Tabla 7: Porcentaje de correlación para el relleno de LZA10-1.

Variable	Estación seleccionada	% de correlación
Temperatura del aire	LZA7-2	98.1
Humedad relativa	LZA7-2	98.1

### Relleno de precipitación

Considerando la precipitación diaria presentada Tabla 1 y las estaciones que requieren relleno, se debe recalcular esta variable para LZA3-2 y LZA12-3 en el 10 de marzo y LZA10-1 en el 16 de marzo. El resto de los días que requieren relleno y no coinciden con lluvia registrada por la red meteorológica fue reportada con 0 mm.

En la Figura 9 se presenta la matriz de correlación para la precipitación durante el mes de marzo. No se incluye cerro Cosor ya que el pluviómetro presenta una falla en su configuración y no se cuenta con información para poder realizar un relleno.

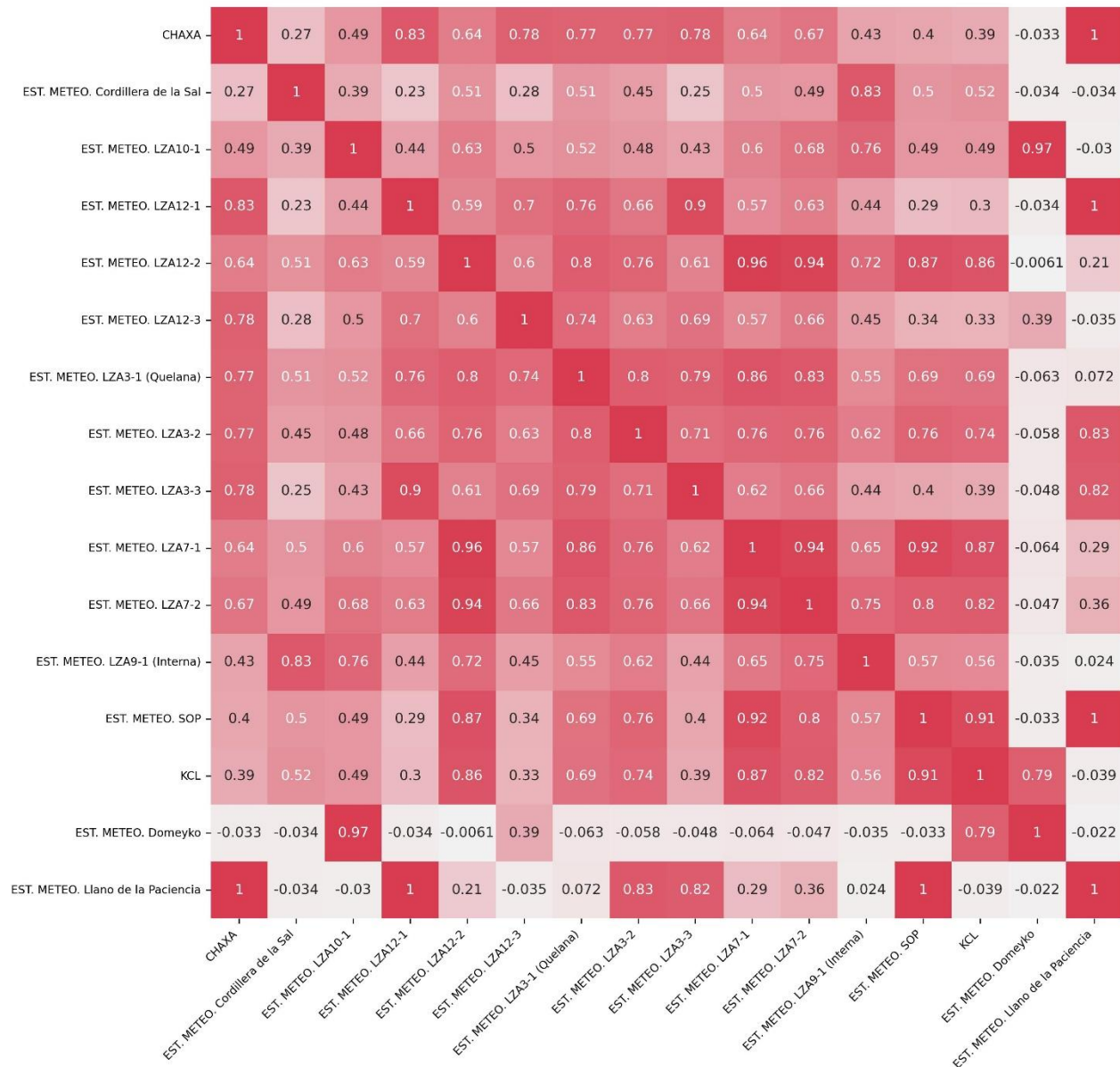


Figura 9: Matriz de correlación para la precipitación durante el mes de marzo.

De acuerdo con la Figura 9 la mejor correlación para LZA3-2 es con la estación LZA3-1 (Quelana) con un 80%, consistente con la cercanía geográfica entre ambos puntos. En la interpolación línea y ecuación utilizada para el relleno se presenta en la Figura 10. Considerando una precipitación de 5.3 mm en LZA3-1 (Quelana) se obtienen 3.5562 mm para LZA3-2.

Para LZA12-3 se cuenta con un 92% de los datos validados los cuales entregan una precipitación acumulada de 6.3 mm. De acuerdo con la matriz de correlación, las mejores estaciones corresponden a Chaxa, Quelana y

LZA12-1 con 78, 74 y 70 %. En estas tres estaciones registraron menos lluvia acumulada, por lo que se optó por reportar la precipitación registrada por LZA12-3 y no realizar relleno.

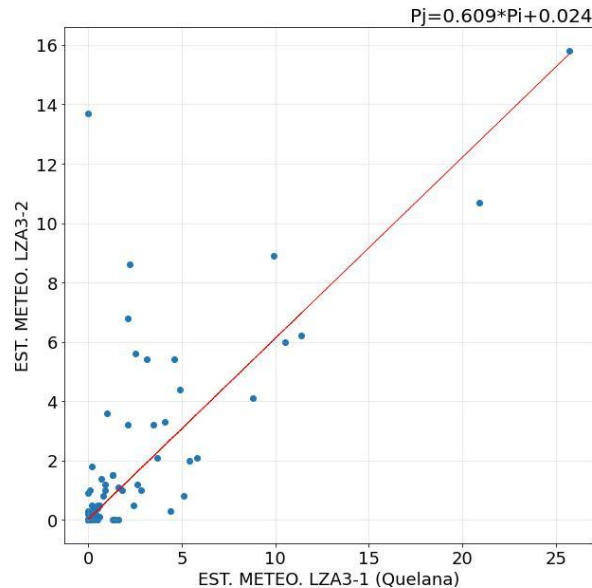


Figura 10: Interpolación lineal entre LZA3-2 y LZA3-1 (Quelana).

En la estación LZA10-1 se realizó un relleno con la estación meteorológica más cercana, LZA9-1 (Interna). con un porcentaje de correlación de 97%. Ya que en Interna no se registró lluvia, se reportan 0 mm para LZA10-1. Adicionalmente, el registro incompleto corresponde al periodo en que se realizó reconfiguración del cableado en la estación. El personal de instrumentación que estuvo en el punto no se observó lluvia.

Los resultados del relleno de precipitación se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8: Resultados del relleno de las estaciones LZA3-2 y LZA10-1.

Estación	Día	Estación de referencia	% de correlación	Precipitación en la estación de referencia [mm]	Precipitación calculada [mm]
LZA3-2	10	Quelana	80	5.8	3.5562
LZA10-1	16	LZA9-1 (Interna)	97	0	0

## Conclusiones

Las estaciones meteorológicas a excepción de LZA3-2, LZA10-1, LZA12-3 y LZA3-3, cuenta con un registro validado diario superior al 95%, permitiendo exitosamente el cálculo de parámetros diarios utilizando la herramienta ValMeteo.

El relleno de las estaciones con un porcentaje validado menor al 95% fue realizado con la herramienta desarrollada en Python por la consultora Flow Hidro, utilizando como referencia mediciones registradas en otras estaciones de la red de monitoreo meteorológico SQM. Las causas de esta necesidad se deben problemas en la transmisión satelital o mantenencias rutinarias.

<b>Para:</b>	<b>Edwin Guzmán</b>
<b>De:</b>	<b>Camila Zúñiga</b>
<b>CC:</b>	<b>Freddy Cortes, Julia Riera, Javiera Bruna, Mario Arze</b>
<b>Fecha:</b>	<b>3 de mayo del 2023</b>

## Contenido

Introducción.....	2
Validación de parámetros meteorológicos.....	2
Precipitación .....	2
Humedad relativa .....	3
Presión atmosférica .....	3
Temperatura del aire .....	3
Radiación global.....	4
Evaporación .....	5
Velocidad del viento .....	6
Dirección del viento .....	6
Relleno de parámetros meteorológicos .....	7
Llano de la Paciencia .....	8
Cordillera de la Sal .....	8
Cerro Cosor .....	8
Conclusiones .....	9
 Figura 1: Precipitación diaria para el mes de abril.....	3
Figura 2: Humedad relativa promedio diaria para el mes de abril. ....	4
Figura 3: Presión atmosférica promedio diaria para el mes de abril. ....	4
Figura 4: Temperatura del aire promedio diaria para el mes de abril.....	5
Figura 5: Radiación global promedio diaria para el mes de abril. ....	5
Figura 6: Evaporación diaria para el mes de abril.....	6
Figura 7: Velocidad del viento promedio diaria para el mes de abril. ....	6
Figura 8: Dirección del viento promedio diario para el mes de abril.....	7
 Tabla 1: Parámetros registrados por las estaciones meteorológicas .....	2
Tabla 2: Parámetros rellenos para el mes de abril. ....	7
Tabla 3: Porcentajes de correlación para el relleno de Llano de la Paciencia. ....	8
Tabla 4: Porcentaje de correlación para el relleno de Cordillera de la Sal. ....	8
Tabla 5: Porcentaje de correlación para el relleno de Cerro Cosor.....	8

## Introducción

En el presente reporte se detalla el proceso de validación del registro meteorológico para el mes de abril 2023 aplicado para la red de estaciones meteorológicas de SQM en Salar de Atacama en el marco del Programa de Cumplimiento (PdC) y operación continua de SQM. De acuerdo con el PdC, la meteorología validada mensual debe ser entregada a la autoridad el día 10 del mes siguiente.

El proceso de validación fue realizado con la aplicación ValMeteo y el relleno se llevo a cabo con la herramienta desarrollada en Python por la consultora Flow Hidro.

Tabla 1: Parámetros registrados por las estaciones meteorológicas

Estación	Precipitación	Humedad	Presión atmosférica	Radiación	Temperatura aire	Evaporación	Velocidad del viento	Dirección del viento
Cordillera de la Sal	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Chaxa	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
KCL	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
SOP	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Interna LZA9-1	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Quelana LZA3-1	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Domeyko	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
Llano de la Paciencia	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
Cerro Cosor	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
LZA3-2	◊	◊		◊	◊			
LAZA3-3	◊	◊		◊	◊			
LZA7-1	◊	◊		◊	◊			
LZA7-2	◊	◊		◊	◊			
LZA10-1	◊	◊		◊	◊			
LZA12-1	◊	◊		◊	◊			
LAZ12-2	◊	◊		◊	◊			
LZA12-3	◊	◊		◊	◊			

A continuación, se detallan los hallazgos y validación de cada variable

## Validación de parámetros meteorológicos

### Precipitación

Durante el mes de abril se identificaron precipitaciones durante la primera semana (Figura 1). En particular, el primero de abril las estaciones LZA3-2 y LZA12-2 registraron 0.2 y 0.5 mm diarios respectivamente; el día 2, se observaron lluvias en Llano de la Paciencia (0.4 mm), LZA9-1 (Interna, 0.1 mm), SOP (0.8 mm) y KCL (0.3 mm); el 4 de abril hay precipitaciones en LZA3-2 (0.2 mm), LZA3-3 (1.1 mm), LZA9-1 (Interna, 4.6 mm), LZA12-1 (0.3 mm) y LZA12-2 (0.2 mm), y finalmente durante el 5 de abril las estaciones LZA3-1 (Quelana) y LZA12-1 registraron 0.6 y 0.2 mm respectivamente.

La precipitación de Cerro Cosor es reportada desde el 21 de abril en adelante ya previo a esta fecha, el pluviómetro de nieve contaba con un problema de configuración.

El resto de los pulsos registrados corresponden a pruebas de pluviometría, calibración de pluviómetro o a outliers, los cuales fueron invalidados y justificados con ValMeteo.

## Precipitación

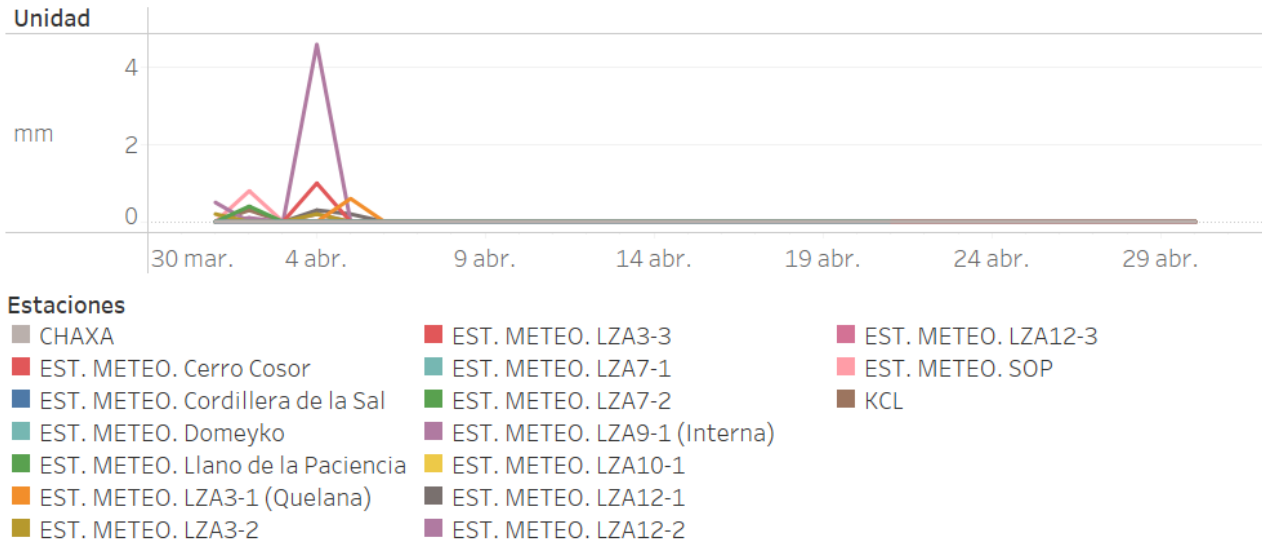


Figura 1: Precipitación diaria para el mes de abril.

## Humedad relativa

En la Figura 2 se presenta la humedad relativa promedio diaria. Se destacan una mayor humedad en la estación Cerro Cosor, consistente con la ubicación de este punto a 4.170 m.s.n.m aproximadamente.

En este periodo se hizo un relleno para las estaciones Llano de la Paciencia, Cordillera de la Sal y Cerro Cosor, detallado en la sección de relleno de parámetros meteorológicos.

## Presión atmosférica

En la Figura 3 se presenta la presión atmosférica promedio diaria, se observa una disminución en la presión atmosférica hacia estaciones ubicadas a mayor altitud. En este periodo se hizo un relleno para las estaciones Llano de la Paciencia, Cordillera de la Sal y Cerro Cosor, detallado en la sección de relleno de parámetros meteorológicos.

## Temperatura del aire

En la Figura 4 se presentan los resultados de la temperatura del aire promedio diaria. Nuevamente se destaca la estación Cerro Cosor con las temperaturas más bajas, propio del lugar de instalación.

En este periodo se hizo un relleno para las estaciones Llano de la Paciencia, Cordillera de la Sal y Cerro Cosor, detallado en la sección de relleno de parámetros meteorológicos.

## Humedad relativa

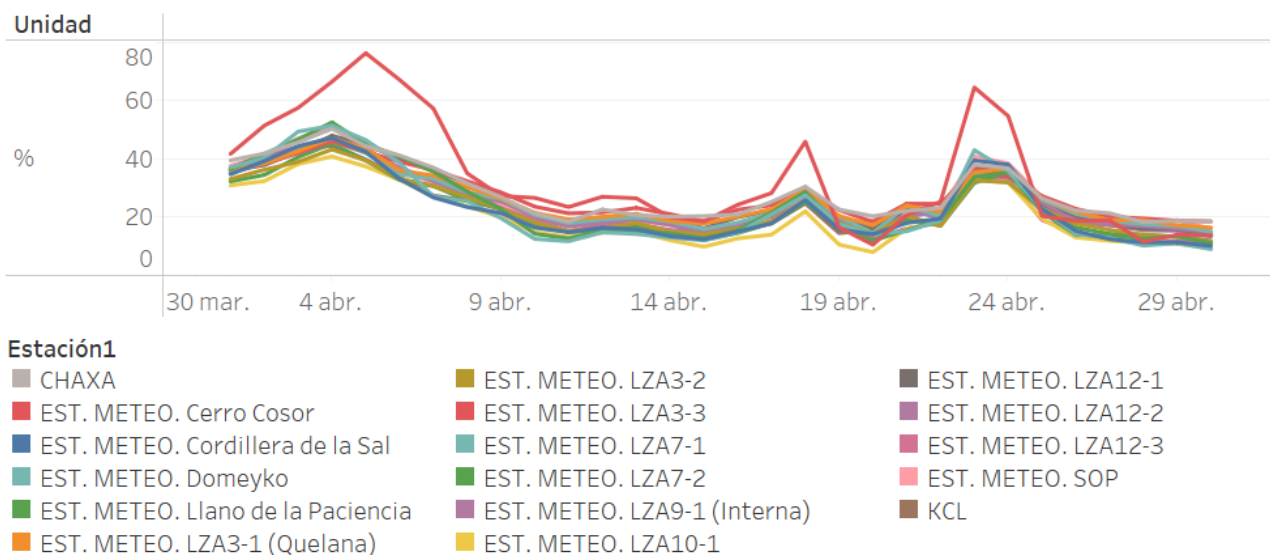


Figura 2: Humedad relativa promedio diaria para el mes de abril.

## Presión atmosférica

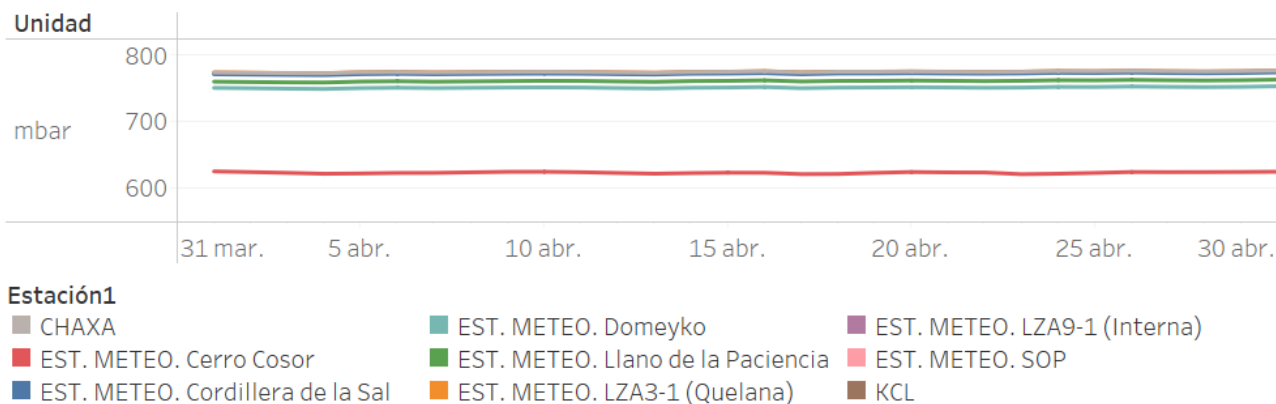


Figura 3: Presión atmosférica promedio diaria para el mes de abril.

## Radiación global

En la Figura 5 se presenta la radiación global promedio diario.

Para la estación Chaxa se identificaron mediciones anómalas recurrentes en los siguientes horarios 14:15, 14:20, 14:25, 14:30 y 15:15 (UTC-4), atribuible a una sombra en el sensor LUFF debido a un cable de soporte instalado en la estación. En KCL se observa un fenómeno similar, con outliers a las 14:35, 14:40 y 14:45 (UTC-4), cuya causa se puede atribuir a una sombra por estructura. Las mediciones invalidadas fueron justificadas en ValMeteo.

En este periodo se hizo un relleno para las estaciones Llano de la Paciencia, Cordillera de la Sal y Cerro Cosor, detallado en la sección de relleno de parámetros meteorológicos.

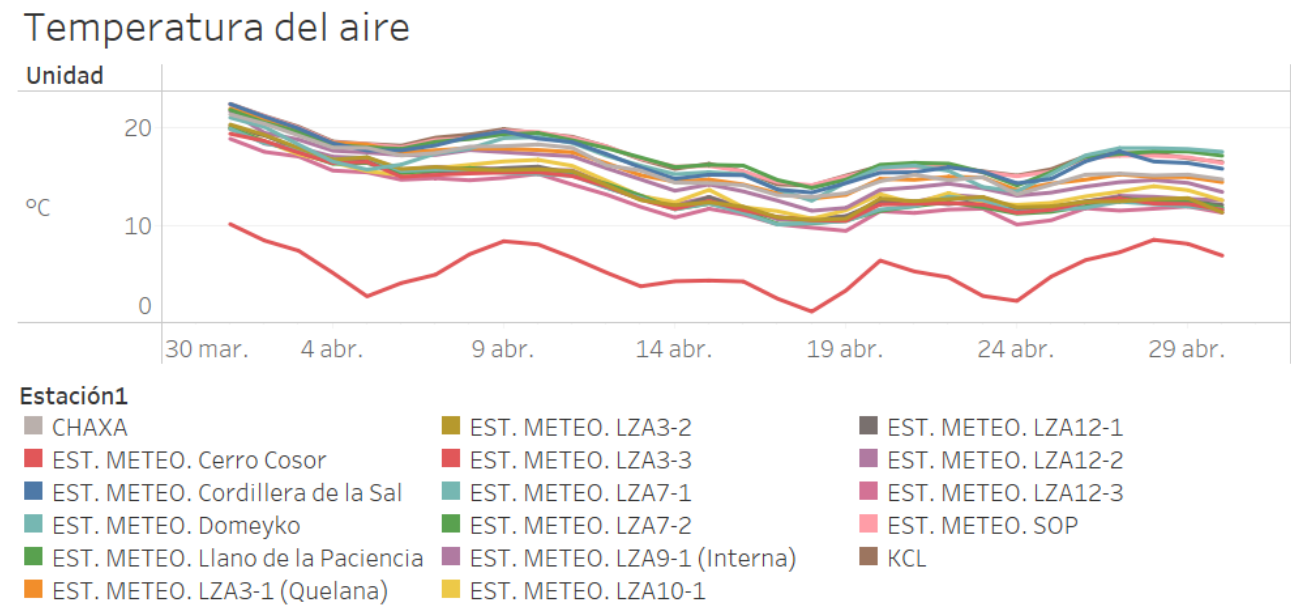


Figura 4: Temperatura del aire promedio diaria para el mes de abril.

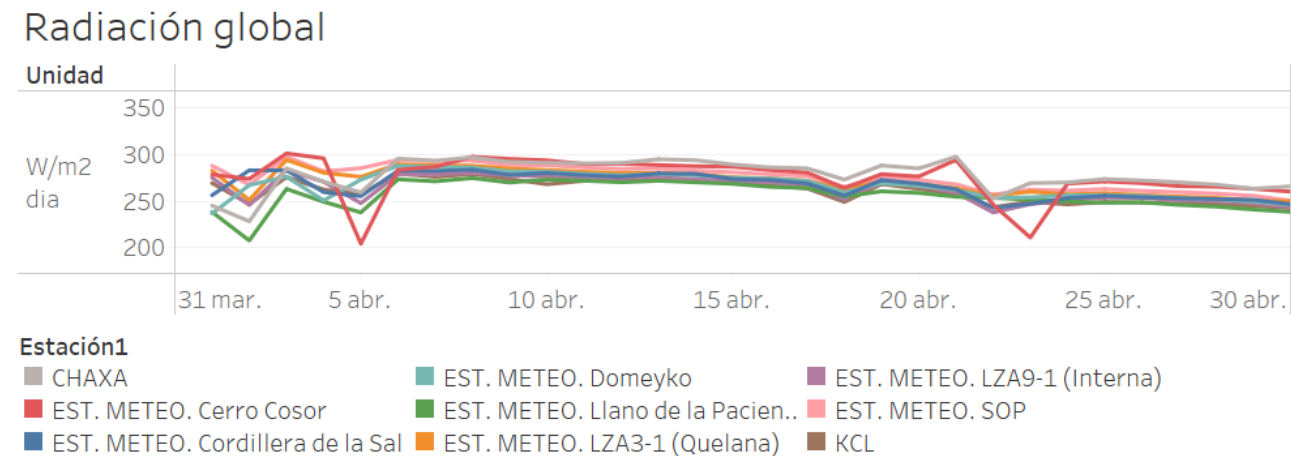


Figura 5: Radiación global promedio diaria para el mes de abril.

### Evaporación

En la Figura 6 se presenta los resultados de evaporación diaria. En este periodo se hizo un relleno en Cordillera de la Sal, proceso detallado en la sección de relleno de parámetros meteorológicos.



## Evaporación

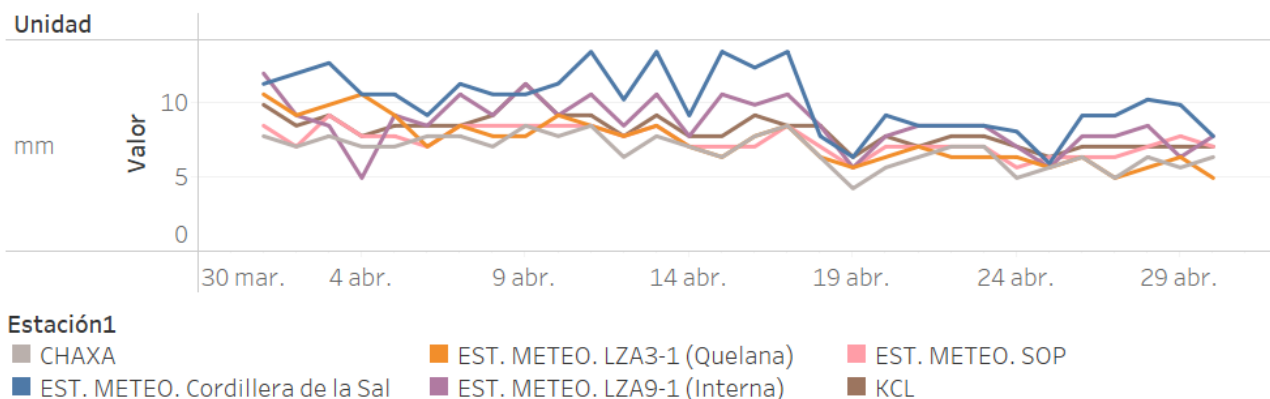


Figura 6: Evaporación diaria para el mes de abril.

## Velocidad del viento

En la Figura 7 se presentan los resultados de la velocidad del viento promedio diario, cuyos máximos se observan en las estaciones Domeyko y Cerro Cosor. En este periodo se hizo un relleno para las estaciones Llano de la Paciencia, Cordillera de la Sal y Cerro Cosor, detallado en la sección de relleno de parámetros meteorológicos.

## Velocidad del viento

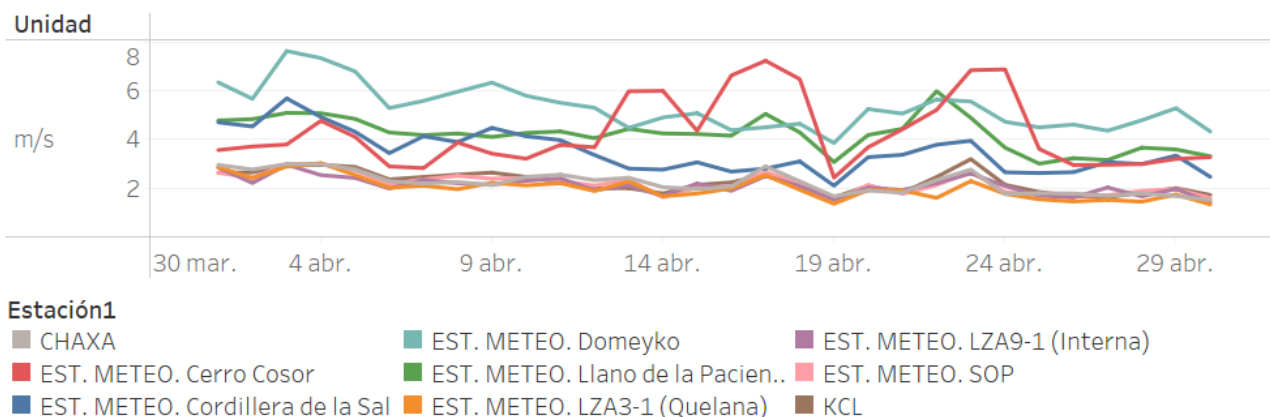


Figura 7: Velocidad del viento promedio diaria para el mes de abril.

## Dirección del viento

En la Figura 8 se presenta la dirección del viento promedio diario. Se destaca que las estaciones Domeyko y Llano de la Paciencia presentan un valor promedio con menor variación durante el mes. En este periodo se hizo un relleno para las estaciones Llano de la Paciencia, Cordillera de la Sal y Cerro Cosor, detallado en la sección de relleno de parámetros meteorológicos.

### Dirección del viento

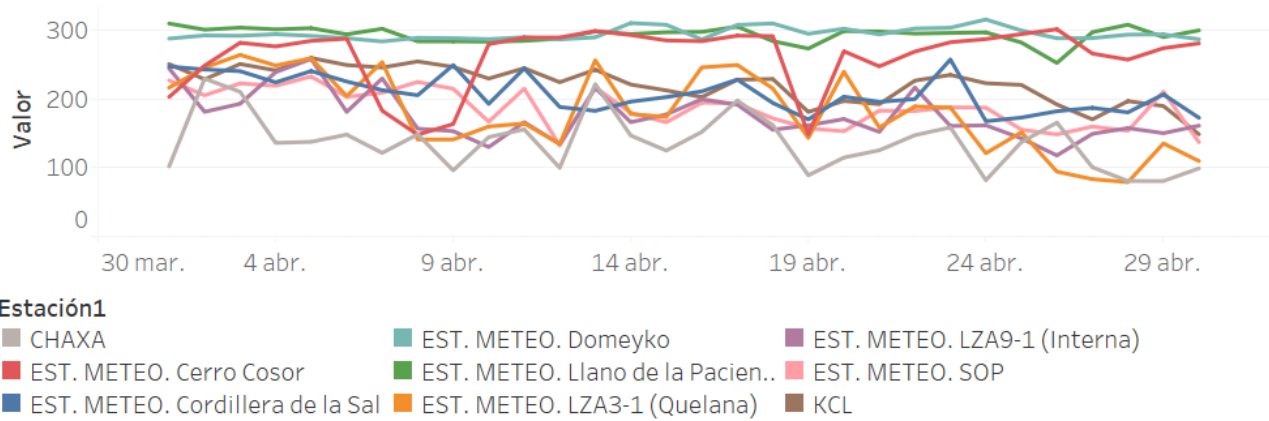


Figura 8: Dirección del viento promedio diario para el mes de abril.

### Relleno de parámetros meteorológicos

En la Tabla 2 se detallan las estaciones cuyos parámetros fueron rellenos al tener menos de un 95% de las mediciones diarias validadas. Vale la pena mencionar que el relleno para las estaciones instaladas hasta el 2022 cuentan con registros históricos desde el 2015, lo cual mejora el proceso de selección de que estación y ecuación de la recta debe ser utilizada para el relleno. Para Llano de la Paciencia, Domeyko y Cerro Cosor solo se cuenta con 2 meses de datos validados, por lo que el relleno tiene que ser analizado con esta consideración.

Tabla 2: Parámetros rellenos para el mes de abril.

Estación	Fecha	Parámetros	Causa
Llano de la Paciencia	2 al 9 de abril	Radiación global, temperatura del aire, presión atmosférica, humedad relativa, velocidad y dirección del viento.	Falla en sensor LUFF
Cordillera de la sal	10 al 15, 24 al 28 de abril	Evaporación	Válvula de pan de evaporación abierta provoca recarga continua
Cordillera de la sal	16 y 17 de abril	Todos	Falla de transmisión satelital
Cerro Cosor	14, 16, 17, 18, 19, 23, 24 de abril	Temperatura del aire	Falla en sensor LUFF
Cerro Cosor	21 y 22 de abril	Radiación global, temperatura del aire, presión atmosférica, humedad relativa, velocidad y dirección del viento.	Cambio de sensor LUFF

### Llano de la Paciencia

El relleno se realizó para las 6 variables medidas por el sensor LUFF para el periodo del 2 al 9 de abril. En la Tabla 3 se presentan las estaciones seleccionadas y los porcentajes de correlación con Llano de la Paciencia.

Tabla 3: Porcentajes de correlación para el relleno de Llano de la Paciencia.

Variable	Estación seleccionada	% de correlación
Radiación global	Chaxa	87.2
Temperatura del aire	KCL	96.7
Presión atmosférica	LZA9-1 (Interna)	99.1
Humedad relativa	Chaxa	99.8
Velocidad del viento	Chaxa	80.7
Dirección del viento	LZA3-1 (Quelana)	34.1

### Cordillera de la Sal

En esta estación se realizó un relleno por 2 motivos, en primer lugar, hubo una falla en la válvula del pan de evaporación que causó una alimentación continua de agua, lo que mantuvo el nivel del pan constante. En segundo lugar ocurrió una falla en la transmisión satelital la cual resultó en la transmisión de datos nulos entre el 16 y 17 de abril.

Para este último caso se reportó la variable precipitación con un valor igual a 0 ya que la red meteorológica de SQM no registró lluvias.

En la Tabla 4 se presentan las estaciones utilizadas para el relleno y el respectivo porcentaje de correlación por variable.

Tabla 4: Porcentaje de correlación para el relleno de Cordillera de la Sal.

Variable	Estación seleccionada	% de correlación
Radiación global	LZA9-1 (Interna)	98.4
Temperatura del aire	KCL	99.5
Presión atmosférica	LZA3-1 (Quelana)	99.1
Humedad relativa	SOP	98.5
Velocidad del viento	Domeyko	95.6
Dirección del viento	KCL	66.6
Evaporación	LZA9-1 (Interna)	79.2

### Cerro Cosor

En la Tabla 5 se presentan las estaciones utilizadas para el relleno y porcentajes de correlación. El pluviómetro de nieve presentó fallas durante el mes de marzo y abril, por lo que no se cuenta con información de referencia para realizar un relleno de esta variable. La precipitación en esta estación se reporta desde el 21 de abril, fecha en la que se realiza una visita de mantención y reparación en Cerro Cosor.

Tabla 5: Porcentaje de correlación para el relleno de Cerro Cosor.

Variable	Estación seleccionada	% de correlación
----------	-----------------------	------------------

Radiación global	Chaxa	76.5
Temperatura del aire	Domeyko	81.9
Presión atmosférica	Domeyko	31.6
Humedad relativa	Llano de la Paciencia	90.2
Velocidad del viento	Llano de la Paciencia	30.6
Dirección del viento	Domeyko	30.2

## Conclusiones

Las estaciones meteorológicas a excepción de Cerro Cosor, Llano de la Paciencia y Cordillera de la Sal cuenta con un registro validado diario superior al 95%, permitiendo exitosamente el cálculo de parámetros diarios utilizando la herramienta ValMeteo.

El relleno de las estaciones con un porcentaje validado menor al 95% fue realizado con la herramienta desarrollada en Python por la consultora Flow Hidro, utilizando como referencia mediciones registradas en otras estaciones de la red de monitoreo meteorológico SQM. Las causas de esta necesidad se deben a fallos en el sensor LUFF; estación meteorológica pequeña a cargo de 6 de las variables reportadas; problemas con la transmisión satelital y fallos en la configuración de la válvula del pan de evaporación.

Para:	<b>Edwin Guzmán</b>
De:	<b>Camila Zúñiga</b>
CC:	<b>Freddy Cortes, Julia Riera, Javiera Bruna, Mario Arze</b>
Fecha:	<b>8 de junio del 2023</b>

## Contenido

Introducción.....	2
Validación de parámetros meteorológicos.....	3
Precipitación .....	3
Humedad relativa .....	3
Presión atmosférica .....	4
Temperatura del aire .....	4
Radiación global.....	4
Evaporación .....	8
Velocidad del viento .....	8
Dirección del viento .....	9
Relleno de parámetros meteorológicos .....	9
Estación meteorológica Cerro Cosor .....	10
Etapa I .....	10
Etapa II .....	10
Estación meteorológica Chaxa.....	10
Etapa 2 .....	10
Estación meteorológica El Tatio.....	10
Etapa II .....	10
Conclusiones .....	10
 Figura 1: Precipitación diaria para el mes de mayo.....	 3
Figura 2: Humedad relativa promedio diaria para el mes de mayo. ....	4
Figura 3: Presión atmosférica promedio diaria para el mes de mayo. ....	5
Figura 4: Temperatura del aire promedio diaria para el mes de mayo. ....	5
Figura 5: Radiación global promedio diaria para el mes de mayo.....	6
Figura 6: Registro bruto de radiación global para la estación meteorológica Cerro Cosor.....	6
Figura 7: Registro bruto de radiación global para la estación meteorológica El Tatio. ....	7
Figura 8: Registro bruto de radiación global para la estación Chaxa.....	7
Figura 9: Evaporación diaria para el mes de mayo. ....	8

Figura 10: Velocidad del viento promedio diaria para el mes de mayo. ....	8
Figura 11: Dirección del viento promedio diario para el mes de mayo.....	9
Figura 12: Matriz de correlación para la temperatura del aire en el relleno de la etapa I.....	11
Figura 13: Matriz de correlación para la radiación global en el relleno de la etapa I.....	12
Figura 14: Matriz de correlación para la temperatura del aire en el relleno de la etapa II.....	13
Figura 15: Matriz de correlación para la presión atmosférica en el relleno de la etapa II. ....	14
Figura 16: Matriz de correlación para la radiación global en el relleno de la etapa II.....	15
Figura 17: Matriz de correlación para la humedad relativa en el relleno de la etapa II.....	16
Figura 18: Matriz de correlación para la dirección del viento en el relleno de la etapa II. ....	17
Figura 19: Matriz de correlación para la velocidad del viento en el relleno de la etapa II.....	18
Tabla 1: Parámetros registrados por las estaciones meteorológicas .....	2
Tabla 2: Parámetros rellenos para el mes de mayo.....	9

## Introducción

En el presente reporte se detalla el proceso de validación del registro meteorológico para el mes de mayo 2023 aplicado para la red de estaciones meteorológicas de SQM en Salar de Atacama en el marco del Programa de Cumplimiento (PdC) y operación continua de SQM. De acuerdo con el PdC, la meteorología validada mensual debe ser entregada a la autoridad el día 10 del mes siguiente.

Tabla 1: Parámetros registrados por las estaciones meteorológicas

Estación	Precipitación	Humedad	Presión atmosférica	Radiación	Temperatura aire	Evaporación	Velocidad del viento	Dirección del viento
Cordillera de la Sal	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Chaxa	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
KCL	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
SOP	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Interna LZA9-1	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Quelana LZA3-1	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Domeyko	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
Llano de la Paciencia	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
Cerro Cosor	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
LZA3-2	◊	◊		◊	◊			
LAZA3-3	◊	◊		◊	◊			
LZA7-1	◊	◊		◊	◊			
LZA7-2	◊	◊		◊	◊			
LZA10-1	◊	◊		◊	◊			
LZA12-1	◊	◊		◊	◊			
LAZ12-2	◊	◊		◊	◊			
LZA12-3	◊	◊		◊	◊			

El proceso de validación fue realizado con la aplicación ValMeteo y el relleno se llevó a cabo con la herramienta desarrollada en Python por la consultora Flow Hidro.

El mes de mayo fue validado en dos etapas, la etapa I del 1 al 15 de mayo y etapa II del 16 al 31. Esta validación parcelada es excepcional y en respuesta a la entrega N°3 del PdC, entrega que requería los registros de las estaciones meteorológicas El Tatio, Cerro Cosor, Domeyko y Llano de la Paciencia hasta el 15 de mayo.

A continuación, se detallan los hallazgos y validación de cada variable. El relleno realizado será abordado considerando la primera y segunda quincena del mes.

## Validación de parámetros meteorológicos

### Precipitación

La precipitación acumulada diaria para el mes de mayo se presenta en la Figura 1. Solo se registró precipitación en la estación meteorológica Cerro Cosor con 0.1 mm, la cual fue medida con el pluviómetro de nieve OTT.

### Precipitación

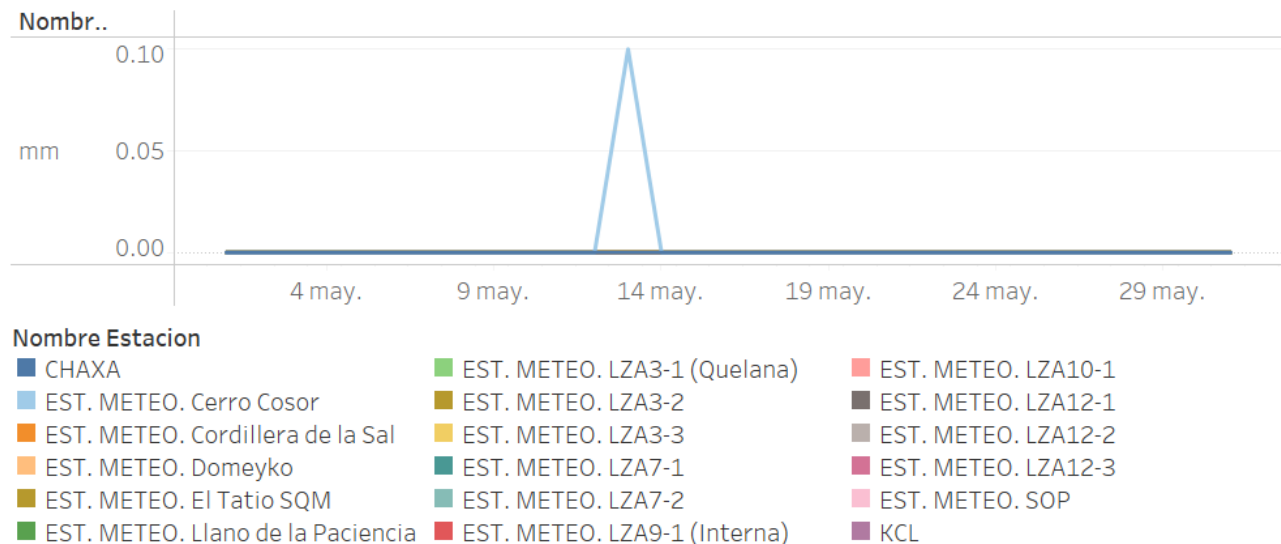


Figura 1: Precipitación diaria para el mes de mayo.

### Humedad relativa

En la Figura 2 se presenta la humedad relativa promedio diaria. Las humedades más elevadas se observan en las estaciones de alta montaña, Cerro Cosor y Tatio, característico de la zona geográfica en la cual se encuentran instaladas.

El relleno de esta variable para la estación meteorológica El Tatio se detalla en la sección de relleno de parámetros meteorológicos.

## Humedad relativa

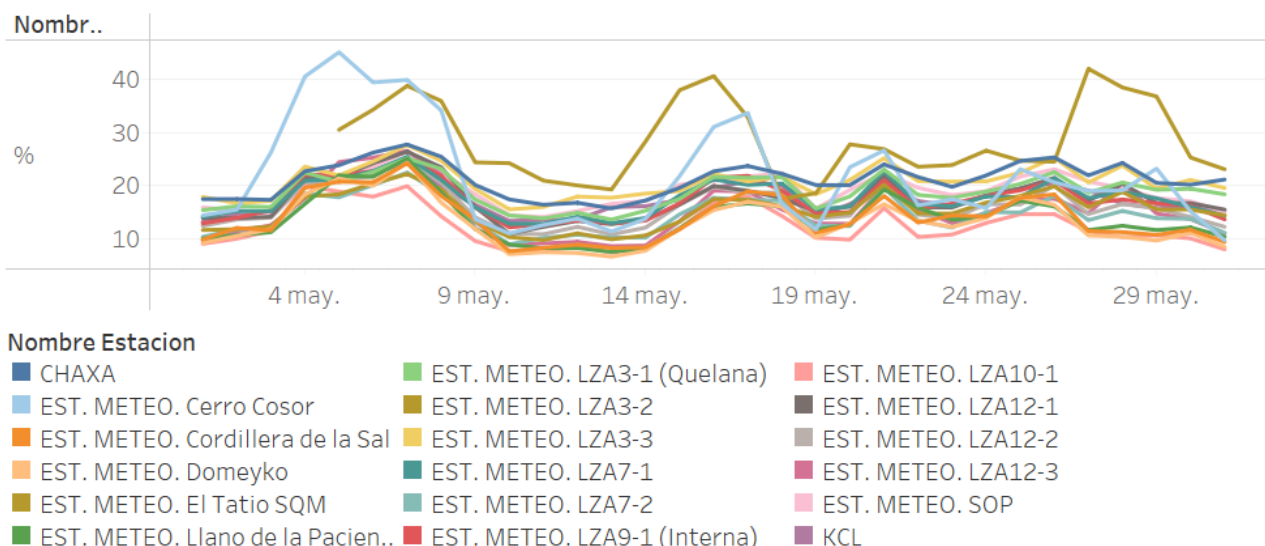


Figura 2: Humedad relativa promedio diaria para el mes de mayo.

## Presión atmosférica

La presión atmosférica promedio diaria se muestra en la Figura 3. Al igual que en la humedad relativa, las estaciones de alta montaña se diferencian del resto de la red meteorológica debido a su instalación por sobre los 4.000 metros. El Tatio destaca por presentar la menor presión atmosférica, al estar ubicada a una mayor altitud. No se observan variaciones mensuales importantes.

El relleno de esta variable para la estación meteorológica El Tatio se detalla en la sección de relleno de parámetros meteorológicos.

## Temperatura del aire

La temperatura del aire promedio se presenta en la Figura 4. Se destaca que para la estación El Tatio solo se cuentan con datos para 6 días, consecuencia de un problema en la configuración del umbral mínimo en el PLC. Previo al 26 de mayo, el umbral estaba programado con 0°C, esto provocó que durante la noche y madrugada las temperaturas bajo cero no fueran registradas. No se realizó un relleno para El Tatio debido a que el volumen de datos validados no es representativo.

La incorrecta programación del PLC afectó las mediciones de Chaxa durante el 23 y 24 de mayo y en Cerro Cosor para los días 17, 20, 21, 22 y 25 de mayo. Para ambas estaciones se realizó un relleno con la herramienta de Python, con la consideración de que Cerro Cosor cuenta con solo 2 meses de datos validados.

## Radiación global

La radiación global promedio diaria se muestra en la Figura 5. Los mínimos registrados para esta variable se observan el 4, 20 y 27 de mayo en toda la red meteorológica. Para la estación meteorológica El Tatio se destaca otro mínimo el 6 de mayo.



Durante la validación de la primera etapa se observó que el registro bruto de Cerro Cosor (Figura 6) para el día 3 y 4 de este mes eran inusualmente bajos, estos fueron invalidados y rellenos, ya que hasta ese momento no se contaba con la referencia de otra estación de alta montaña. En cambio, en la etapa II, las mediciones del 20 de mayo que se encuentran con capturas bajo los 500 W/m<sup>2</sup> son comparables con lo observado durante el 27 de mayo en El Tatio (Figura 7) y fueron consideradas válidas.

### Presión atmosférica

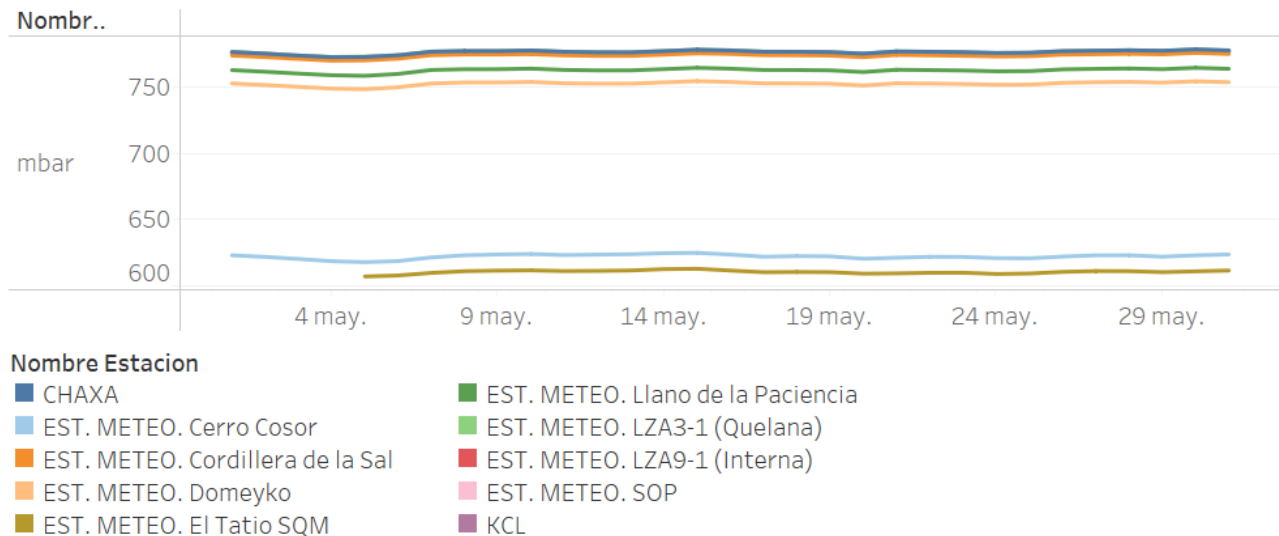


Figura 3: Presión atmosférica promedio diaria para el mes de mayo.

### Temperatura del aire

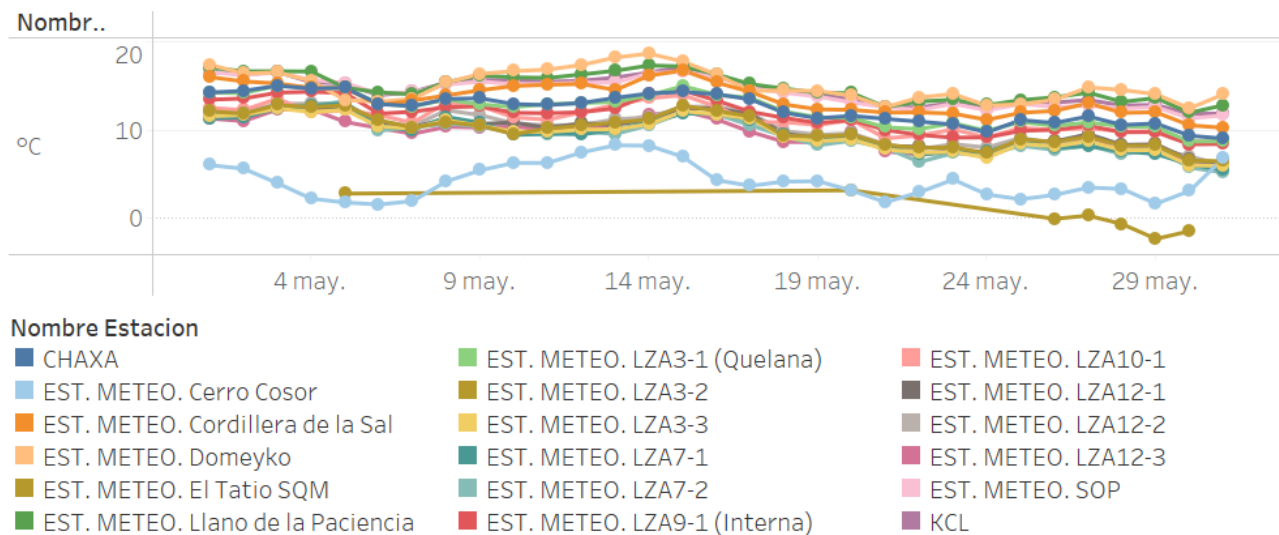


Figura 4: Temperatura del aire promedio diaria para el mes de mayo.

## Radiación global

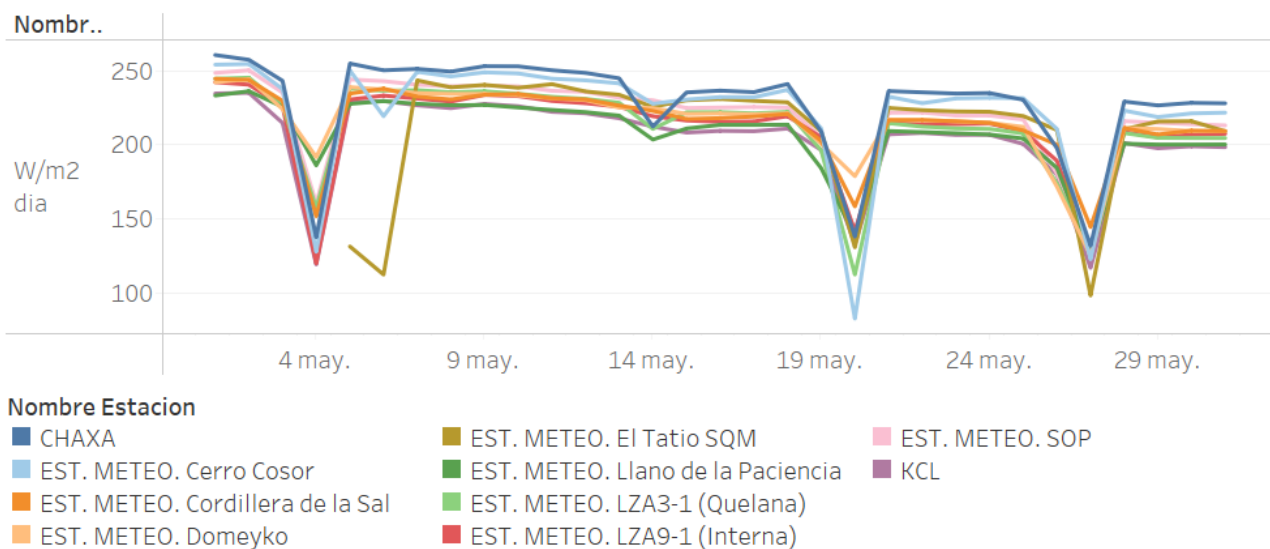


Figura 5: Radiación global promedio diaria para el mes de mayo.

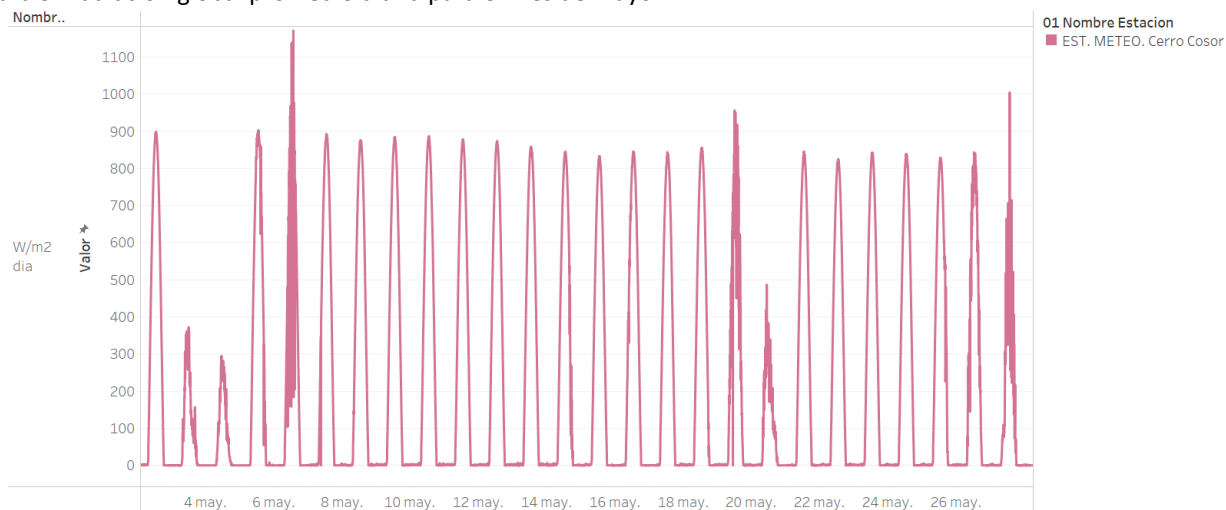


Figura 6: Registro bruto de radiación global para la estación meteorológica Cerro Cosor.

Para la estación Chaxa se identificó una medición anómala recurrente que se registra a principios de mes a las 15:30 (UTC-4) y se desplaza en el tiempo hasta observarse a las 15:50 (UTC-4) a finales de mayo (Figura 8). Esto se puede atribuir a una sombra en el sensor LUFF debido a un cable de soporte instalado en la estación.

En KCL se observa un fenómeno similar, con outliers entre las 14:50 y 15:20 (UTC-4), cuya causa se puede atribuir a una sombra por estructura.

En Quelana se observa registros anómalos desde el 21 de mayo entre las 11:25 a las 11:45 (UTC-4). En la visita programada para el 6 de junio, se comprobó que la instalación de un para rayos en el cerco de la estación causa sombra en el sensor LUFF en este horario.

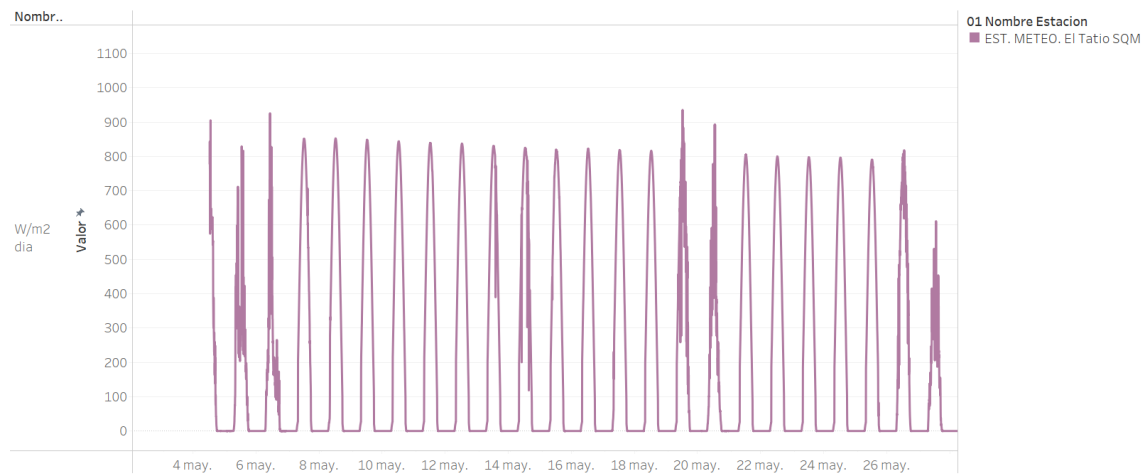


Figura 7: Registro bruto de radiación global para la estación meteorológica El Tatio.

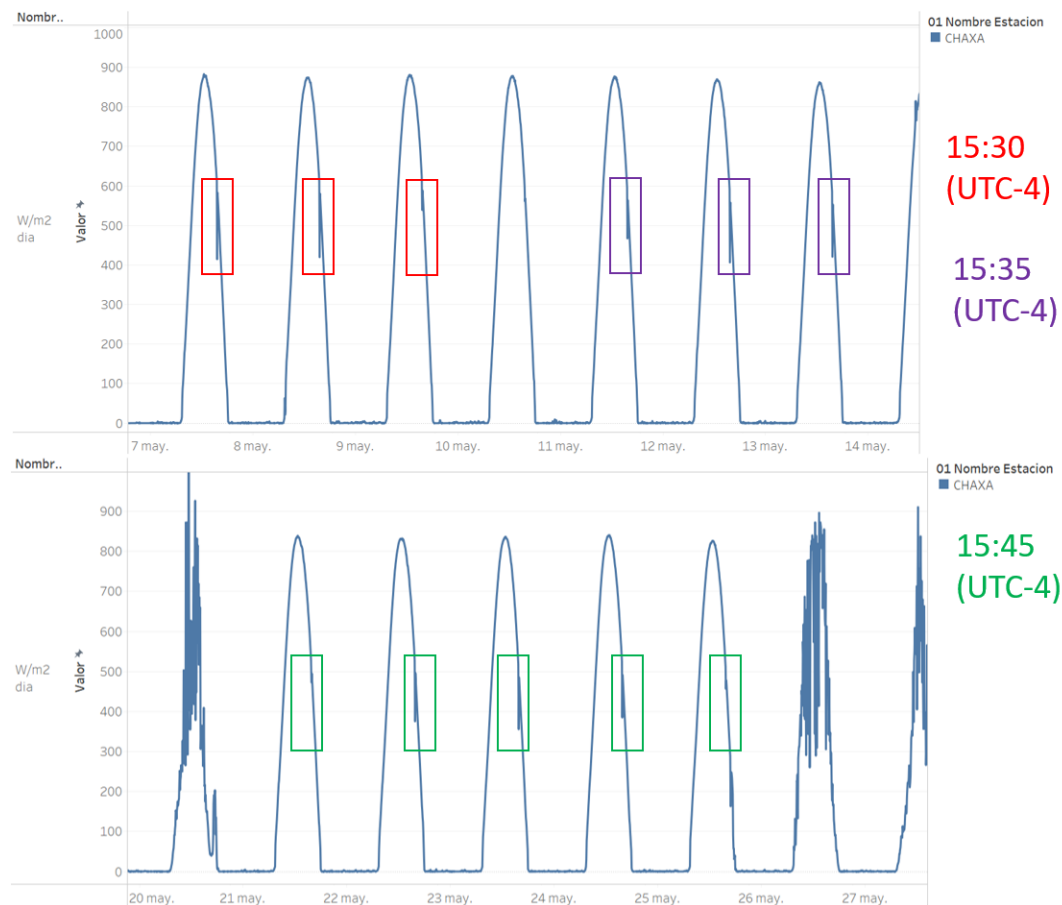


Figura 8: Registro bruto de radiación global para la estación Chaxa.

## Evaporación

La evaporación diaria se presenta en la Figura 9. Se observa que las mayores tasas de evaporación coinciden con los máximos observados en la velocidad del viento y lo mínimos en radiación global.

## Evaporación

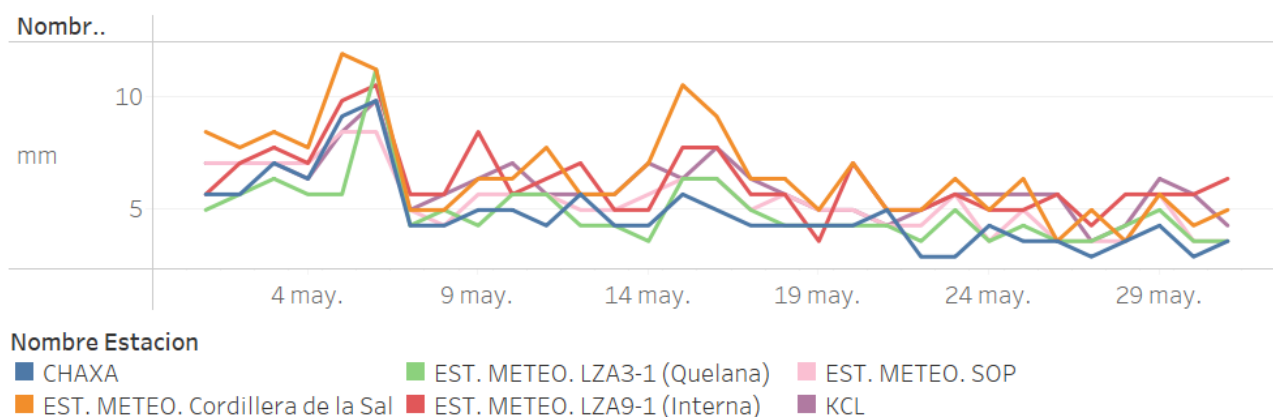


Figura 9: Evaporación diaria para el mes de mayo.

## Velocidad del viento

La velocidad del viento promedio diaria se muestra en la Figura 10. Se observa los máximos en el periodo del 4 al 6 de mayo.

## Velocidad del viento

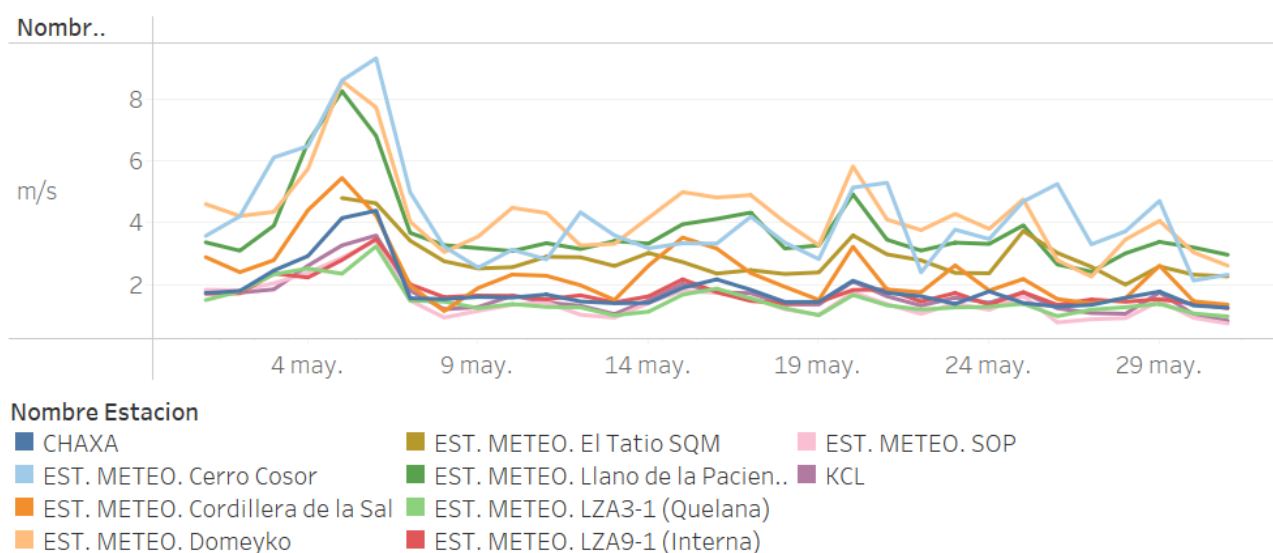


Figura 10: Velocidad del viento promedio diaria para el mes de mayo.

### Dirección del viento

En la Figura 11 se presenta la dirección del viento promedio diaria. Se aprecia que las estaciones Llano de la Paciencia y Domeyko presentan la menor variabilidad durante el mes.

### Dirección del viento

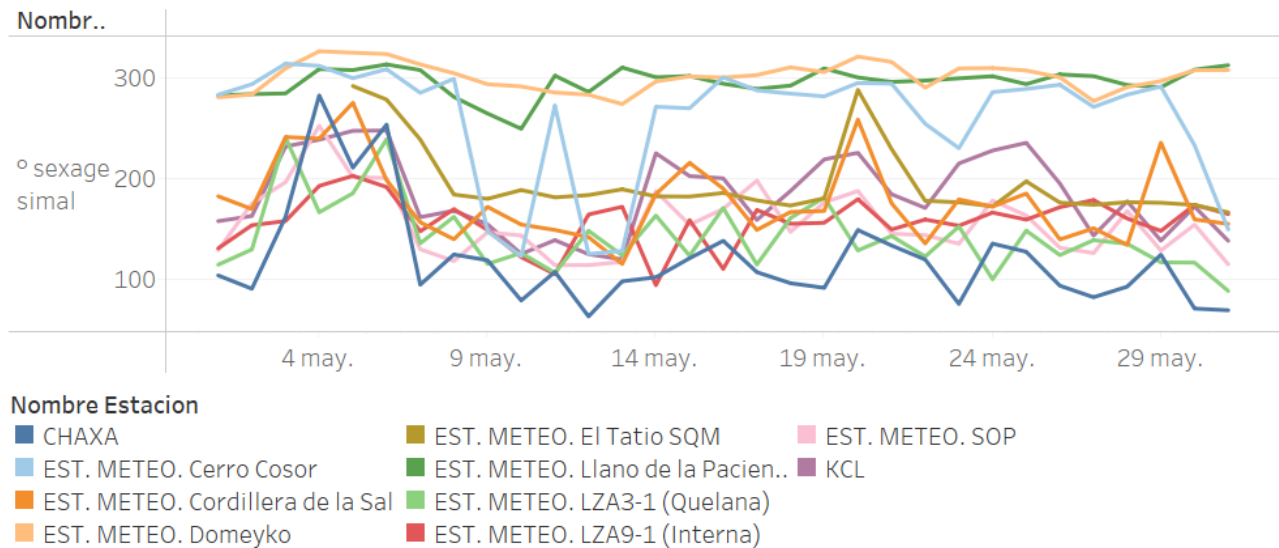


Figura 11: Dirección del viento promedio diario para el mes de mayo.

### Relleno de parámetros meteorológicos

En la Tabla 2 se detallan las estaciones cuyos parámetros fueron rellenados al tener menos de un 95% de las mediciones diarias validadas. Vale la pena mencionar que el relleno para las estaciones instaladas hasta el 2022 cuentan con registros históricos desde el 2015, lo cual mejora el proceso de selección de que estación y ecuación de la recta debe ser utilizada para el relleno. Para Llano de la Paciencia, Domeyko, Cerro Cosor solo se cuenta con 2 meses de datos validados y El Tatio con menos de un mes, por lo que el relleno tiene que ser analizado con esta consideración.

El relleno se llevó a cabo con la herramienta desarrollada en Python por la consultora Flow Hidro.

Tabla 2: Parámetros rellenados para el mes de mayo.

Estación	Fecha	Parámetros	Causa	Etap
Cerro Cosor	3 y 4 de mayo	Radiación global	Valores máximos por debajo a lo esperado	I
Cerro Cosor	5, 6, 7 y 8	Temperatura del aire	Umbral mínimo de 0°C en PLC	I
El Tatio	7 al 25	Temperatura del aire	Umbral mínimo de 0°C en PLC	I y II
Chaxa	23 y 24	Temperatura del aire	Umbral mínimo de 0°C en PLC	II
Cerro Cosor	17, 20, 21, 22 y 25	Temperatura del aire	Umbral mínimo de 0°C en PLC	II
El Tatio	31	Radiación global, temperatura del aire, presión atmosférica, humedad relativa, velocidad y dirección del viento	Falla en sensor LUFF	II

### Estación meteorológica Cerro Cosor

#### Etapa I

En la Figura 12 se presenta la matriz de correlación para la temperatura del aire, se observa que la estación con la mejor correlación es Domeyko con un 83%.

La matriz de correlación para la radiación global se presenta en la Figura 13. El relleno de esta variable para Cerro Cosor se realizó tomando como referencia la estación Chaxa, con un coeficiente de correlación de 0.82.

#### Etapa II

En la Figura 14 se muestra la matriz de correlación para la temperatura del aire considerando todos los valores del mes de mayo. Se observa que nuevamente la estación Domeyko es la que presenta el coeficiente de relación más alto con 0.86.

### Estación meteorológica Chaxa

#### Etapa 2

El relleno de la temperatura del aire para Chaxa fue realizado tomando en consideración la matriz de correlación de la Figura 14. La estación seleccionada fue LZA3-1 (Quelana) con una correlación del 99%.

### Estación meteorológica El Tatio

La temperatura del aire en la estación meteorológica El Tatio no pudo ser rellenada ya que no se cuenta con un número representativo de días con registros validados por sobre el 95%.

La temperatura del día 5 fue reportada con la consideración de que el promedio fue calculado con un 94.44% de los datos.

#### Etapa II

El día 31 de mayo, debido a un problema con el sensor LUFF, se debe realizar un relleno para todas las variables reportadas por la estación compacta. Los valores rellenos deben ser analizados con la consideración de que se cuenta con menos de un mes de información validada para la estación.

La matriz de correlación para la temperatura del aire se presenta en la Figura 14 y en las Figura 15Figura 16Figura 17Figura 18 Figura 19 se muestran las matrices para la presión atmosférica, radiación global, humedad relativa, dirección y velocidad del viento respectivamente.

Se observa que la estación Cerro Cosor posee el coeficiente de correlación más altos con la estación El Tatio para las variables presión atmosférica (0.99), radiación global (0.68), humedad relativa (0.6) y velocidad del viento (0.85). En el caso de la dirección, la estación con la mejor correlación corresponde a Chaxa (0.74)

## Conclusiones

Las estaciones meteorológicas a excepción de Cerro Cosor, Chaxa y El Tatio cuenta con un registro validado diario superior al 95%, permitiendo exitosamente el cálculo de parámetros diarios utilizando la herramienta ValMeteo.

El relleno de las estaciones con un porcentaje validado menor al 95% fue realizado con la herramienta desarrollada en Python por la consultora Flow Hidro, utilizando como referencia mediciones registradas en



otras estaciones de la red de monitoreo meteorológico SQM. Las causas de esta necesidad se deben a fallos en el sensor LUFF y la programación del umbral inferior para la temperatura del aire en el PLC.

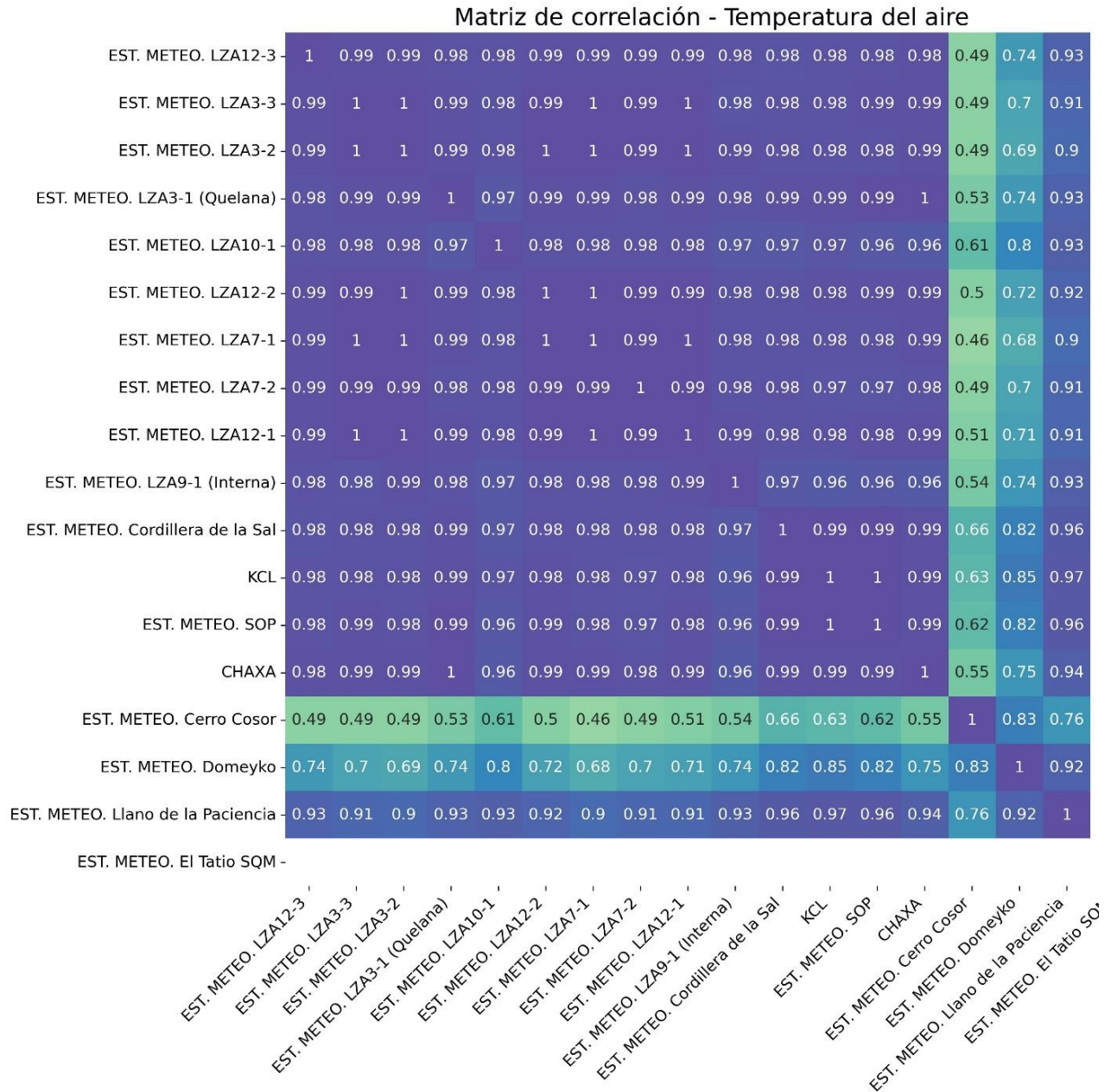


Figura 12: Matriz de correlación para la temperatura del aire en el relleno de la etapa I.

El relleno de Cerro Cosor debe analizarse con la consideración de que se cuenta con solo 2 meses de datos validados. El relleno fue realizado considerando un porcentaje de correlación superior al 50% con otra estación de la red meteorológica.

La temperatura del aire para El Tatio no fue rellenada ya que solo 6 días cuentan con un 95% o más de mediciones validadas y no es suficiente estimar una correlación representativa.

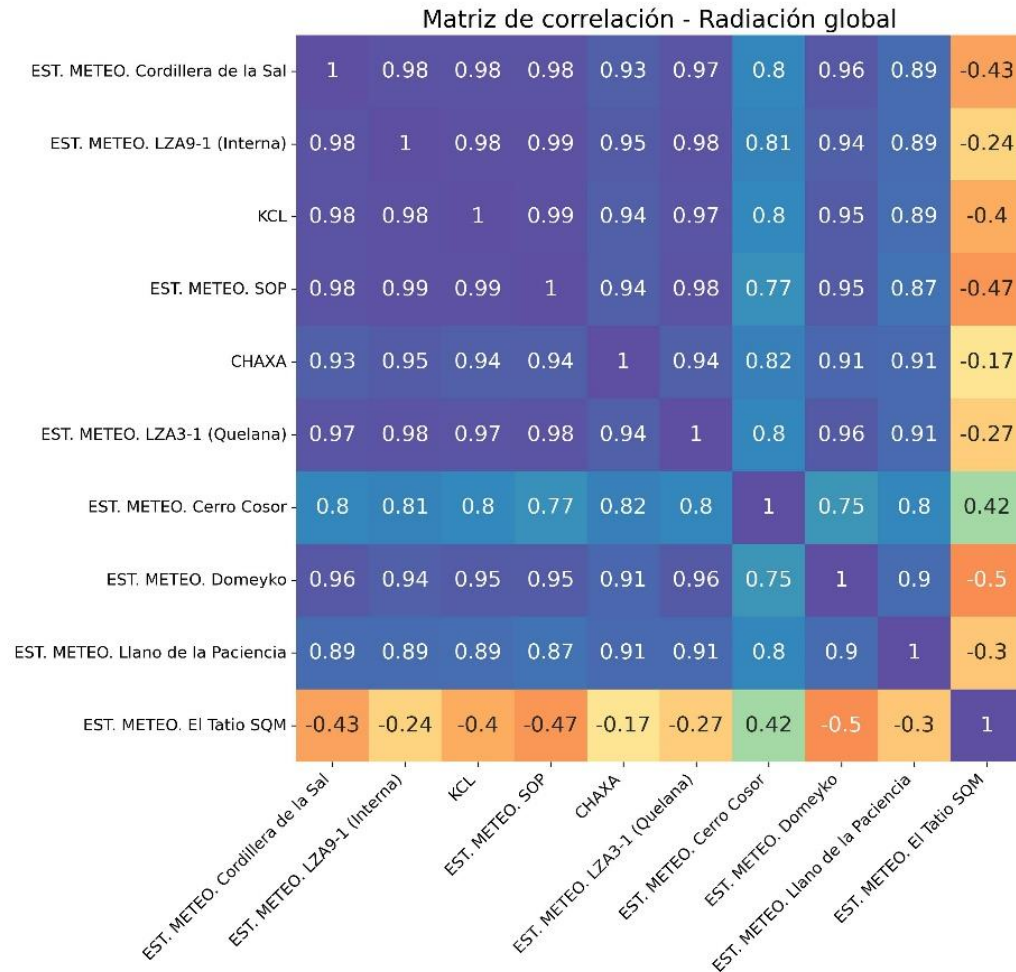


Figura 13: Matriz de correlación para la radiación global en el relleno de la etapa I.



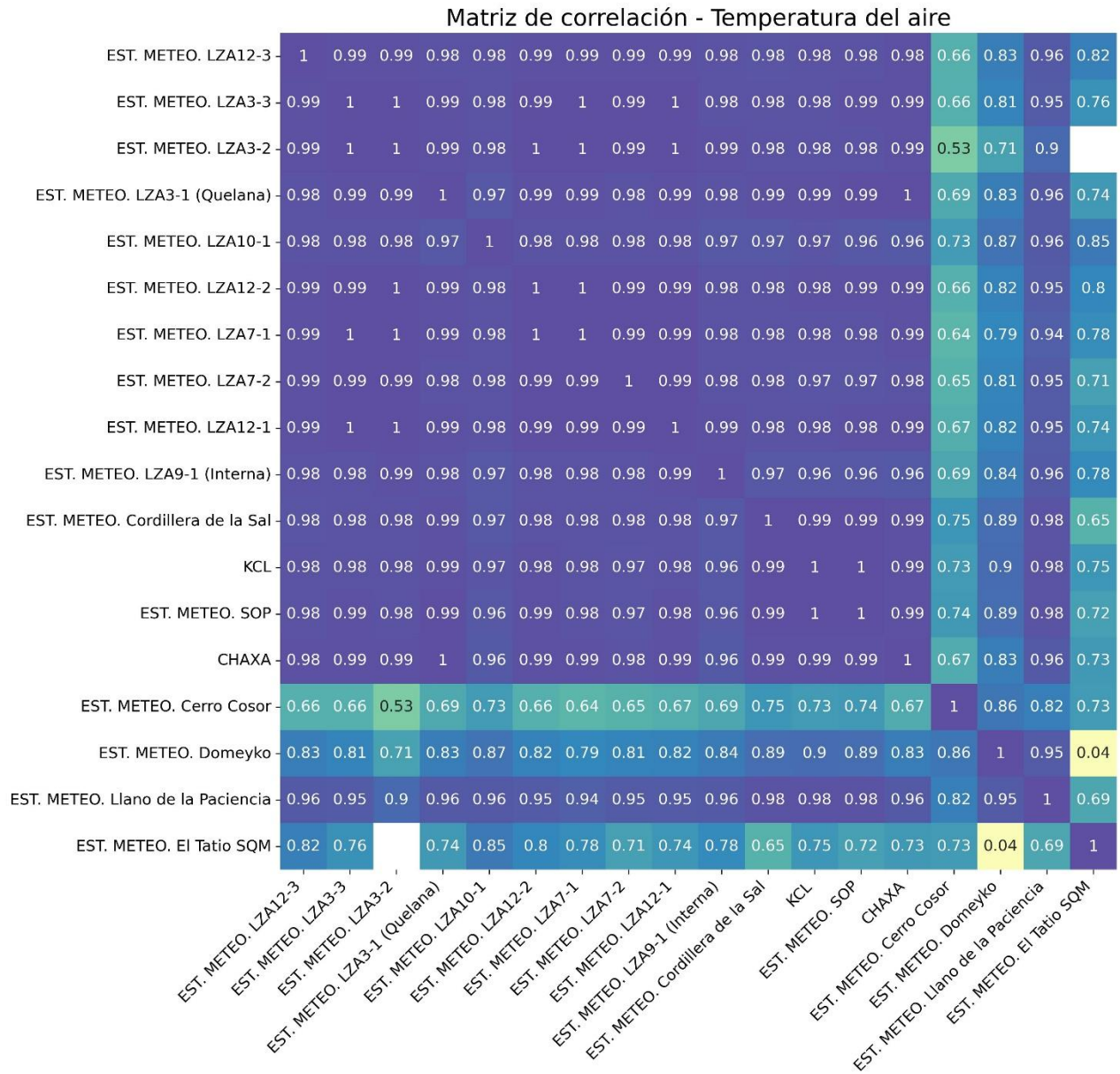


Figura 14: Matriz de correlación para la temperatura del aire en el relleno de la etapa II.

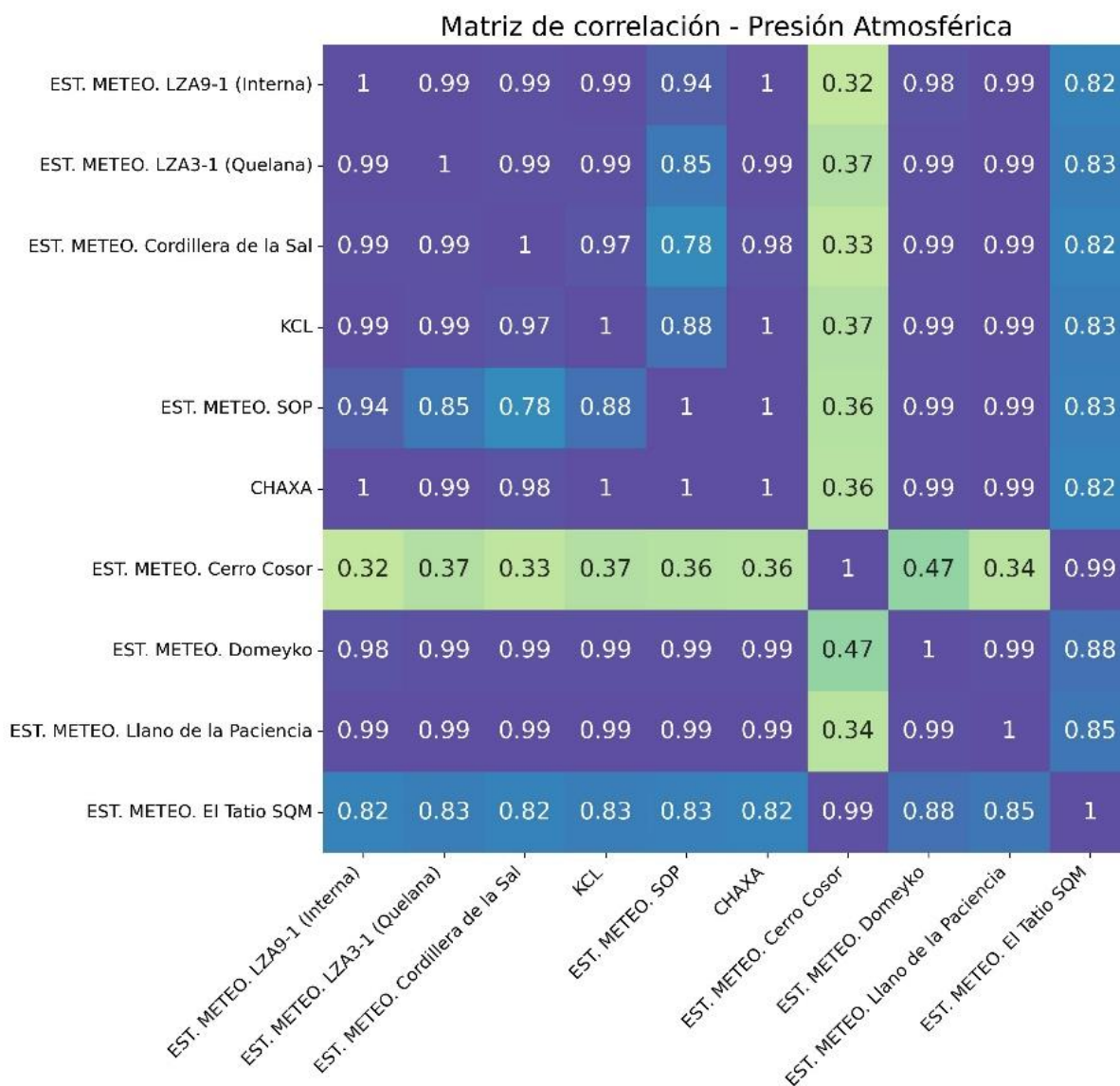


Figura 15: Matriz de correlación para la presión atmosférica en el relleno de la etapa II.

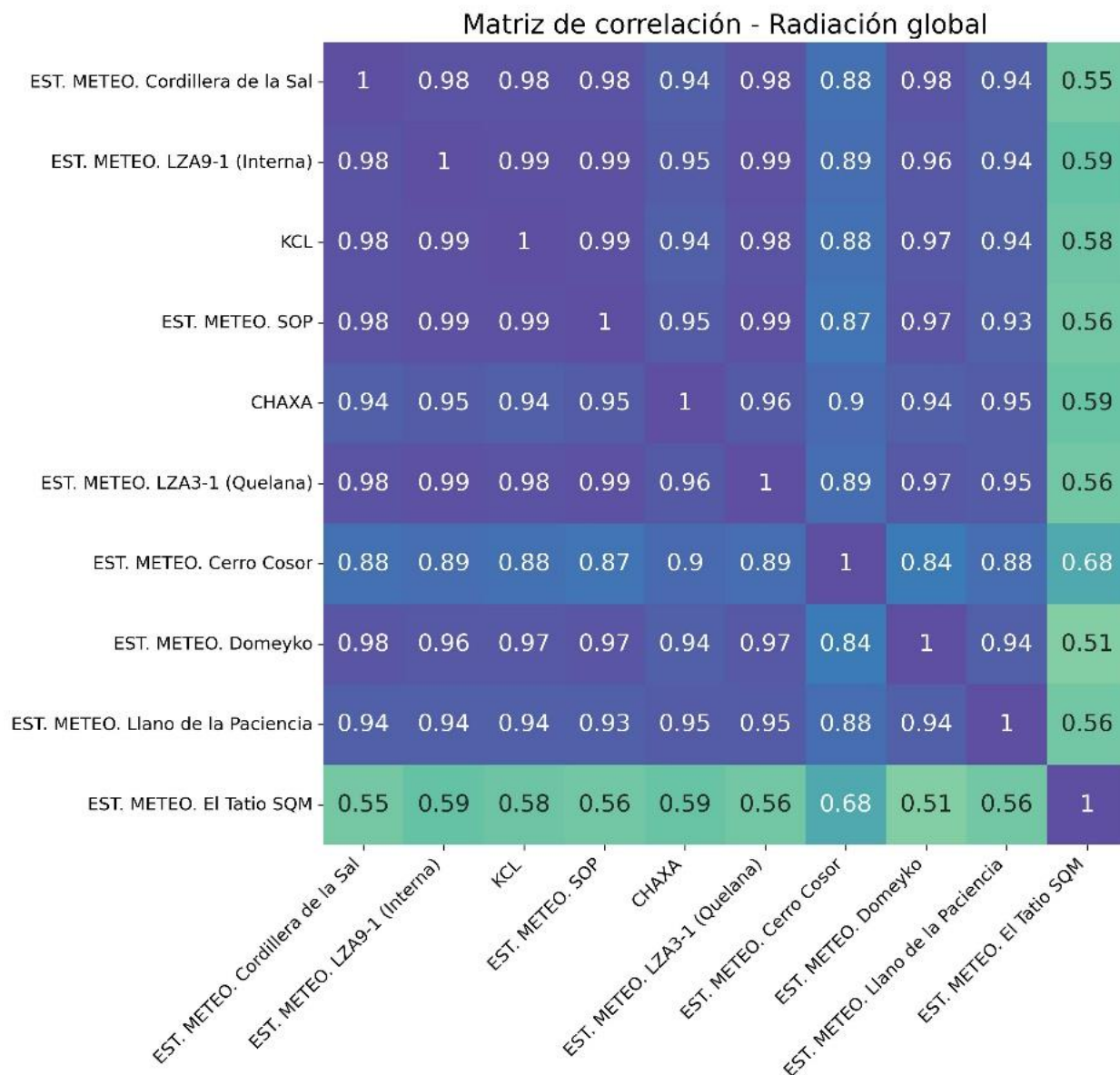


Figura 16: Matriz de correlación para la radiación global en el relleno de la etapa II.

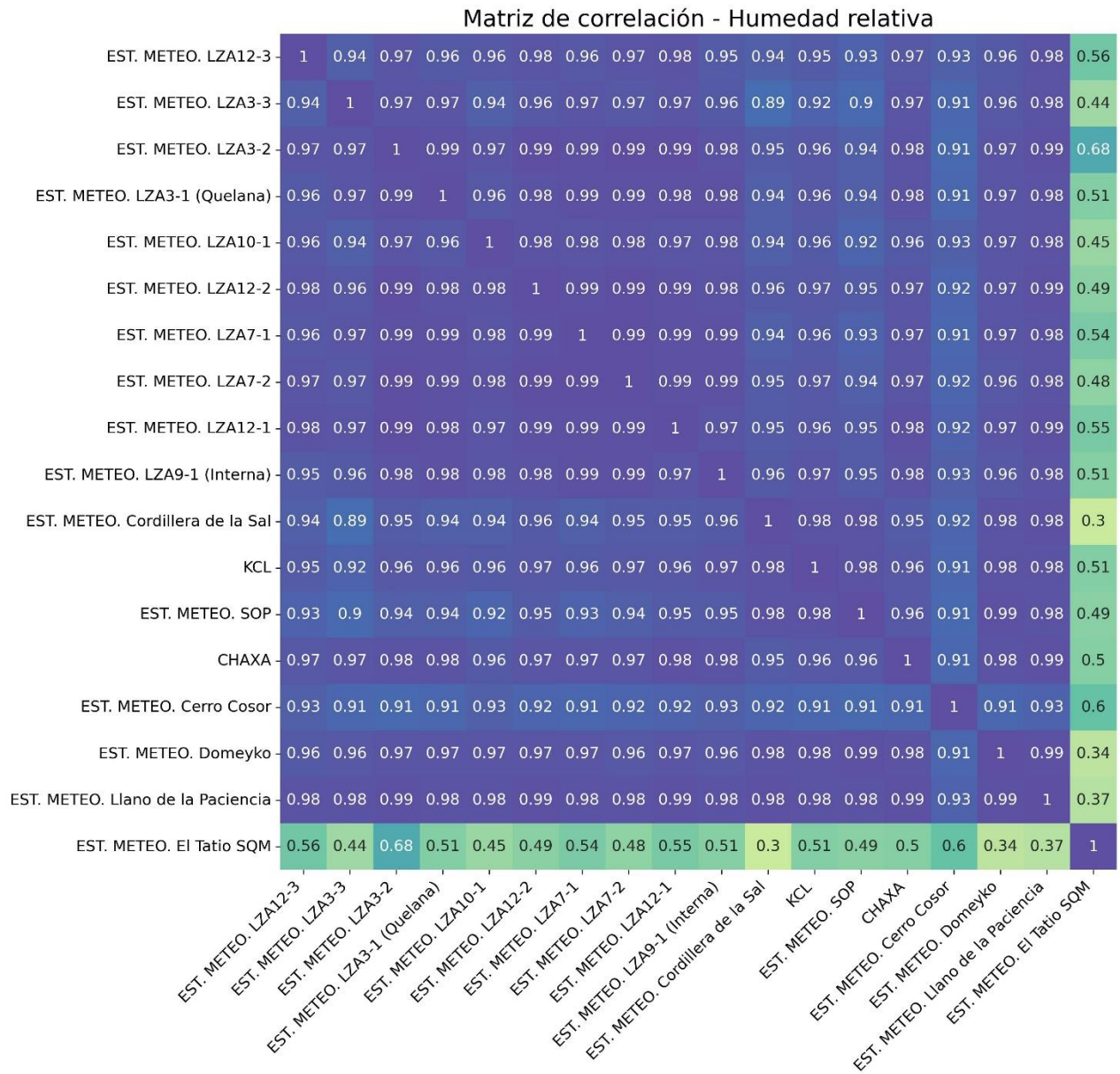


Figura 17: Matriz de correlación para la humedad relativa en el relleno de la etapa II.



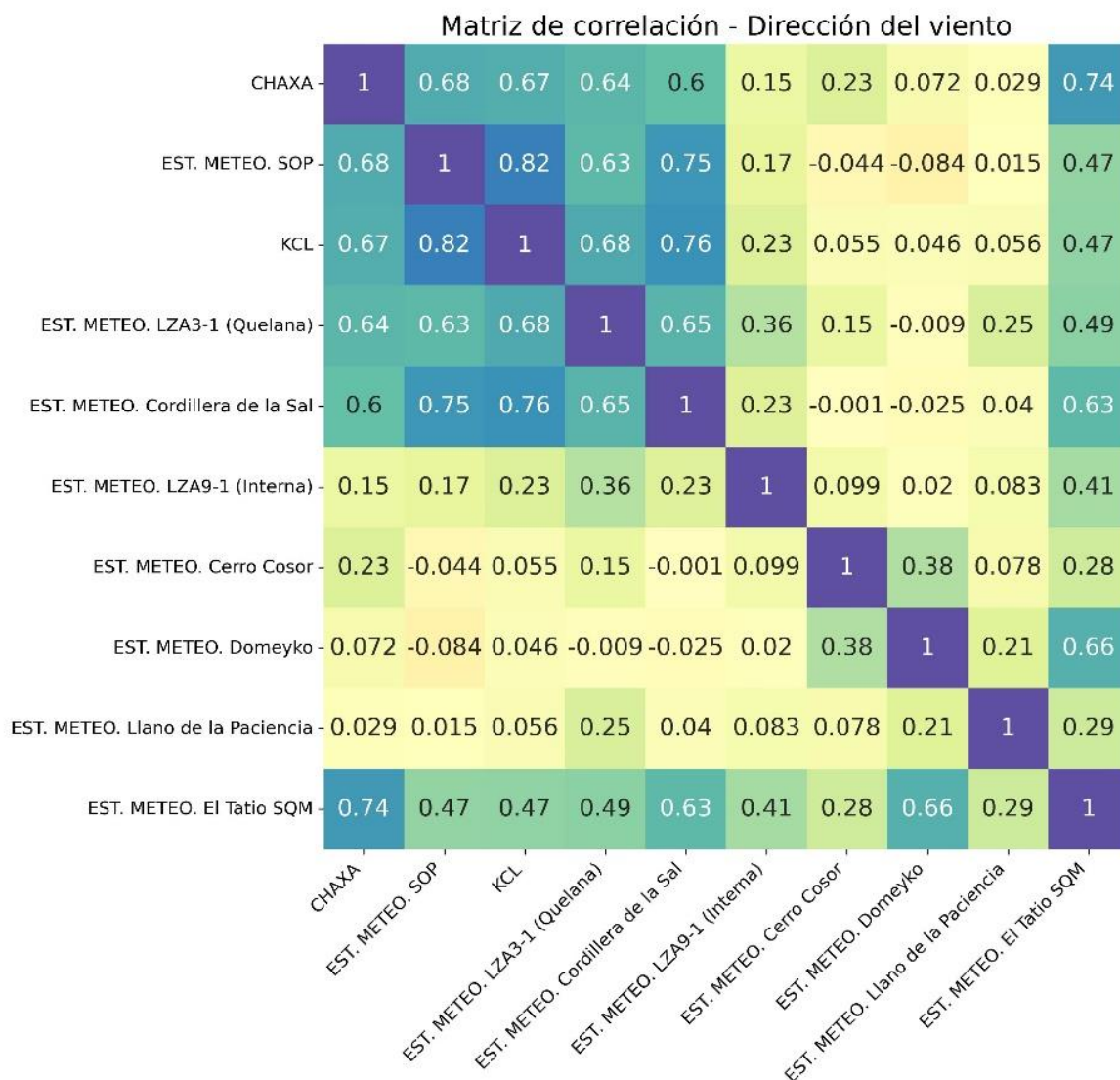


Figura 18: Matriz de correlación para la dirección del viento en el relleno de la etapa II.

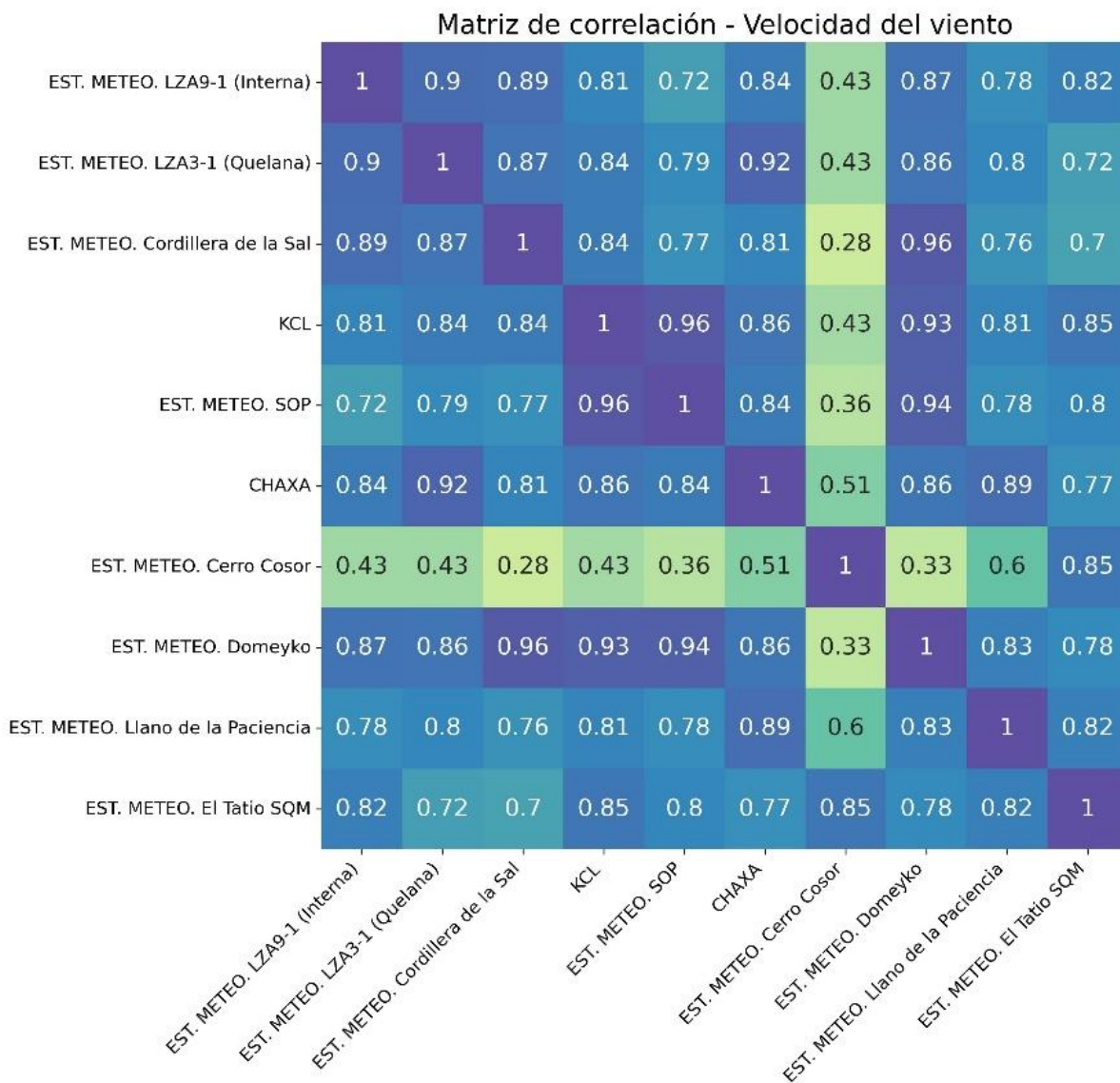


Figura 19: Matriz de correlación para la velocidad del viento en el relleno de la etapa II.

Para:	Edwin Guzmán
De:	Camila Zúñiga
CC:	Freddy Cortes, Julia Riera, Javiera Bruna, Mario Arze
Fecha:	28 de julio del 2023

## Contenido

Introducción.....	2
Validación de parámetros meteorológicos.....	3
Precipitación .....	3
Humedad relativa .....	3
Presión atmosférica .....	4
Temperatura del aire .....	4
Radiación global.....	4
Evaporación .....	8
Velocidad del viento .....	8
Dirección del viento .....	9
Relleno de parámetros meteorológicos .....	10
Estación meteorológica Chaxa.....	10
Estación meteorológica El Tatío.....	11
Estación meteorológica Cerro Cosor .....	11
Estación meteorológica Quelana.....	12
Estación meteorológica LZA3-2 .....	12
Estación meteorológica LZA9-1 (Interna) .....	12
Conclusiones .....	17
 Figura 1: Precipitación diaria para el mes de junio.....	 3
Figura 2: Humedad relativa promedio diaria para el mes de junio. ....	4
Figura 3: Presión atmosférica promedio diaria para el mes de junio.....	5
Figura 4: Temperatura del aire promedio diaria para el mes de junio.....	5
Figura 5: Radiación global promedio diaria para el mes de junio.....	6
Figura 6: Registro bruto de radiación global para el 17 al 22 de junio. ....	6
Figura 7: Registro bruto de radiación global para la estación Chaxa.....	7
Figura 8: Registro bruto de radiación global para las estaciones KCL y SOP. ....	7
Figura 9: Evaporación diaria para el mes de junio.....	8
Figura 10: Congelamiento del pan de evaporación (Izquierda y centro) y sistema de válvula de relleno programado (derecha) en la estación meteorológica LZA9-1 (Interna). ....	8

Figura 11: Velocidad del viento promedio diaria para el mes de junio. ....	9
Figura 12: Dirección del viento promedio diario para el mes de junio.....	9
Figura 13: Matriz de correlación para la evaporación. ....	12
Figura 14: Matriz de correlación para la humedad relativa.....	13
Figura 15: Matriz de correlación para la presión atmosférica. ....	14
Figura 16: Matriz de correlación para la radiación global .....	14
Figura 17: Matriz de correlación para la temperatura del aire. ....	15
Figura 18: Matriz de correlación para la velocidad del viento.....	16
Figura 19: Matriz de correlación para la dirección del viento. ....	16
Figura 20: Registro de precipitación acumulada de la estación Caspana del 29 de junio al 1 de julio. Fuente: INIA. ....	17
Figura 21: Registro de precipitación acumulada de la estación San Pedro de Atacama del 29 de junio al 1 de julio. Fuente: INIA. ....	17
Figura 22: Registro de precipitación acumulada de la estación Camar y San Pedro de Atacama del 1 al 6 de junio. Fuente: INIA. ....	17
Tabla 1: Parámetros registrados por las estaciones meteorológicas. ....	2
Tabla 2: Parámetros registrados por las estaciones meteorológicas (continuación).....	3
Tabla 3: Parámetros rellenos para el mes de junio. ....	10

## Introducción

En el presente reporte se detalla el proceso de validación del registro meteorológico para el mes de junio 2023 aplicado para la red de estaciones meteorológicas de SQM en Salar de Atacama en el marco del Programa de Cumplimiento (PdC) y operación continua de SQM. De acuerdo con el PdC, la meteorología validada mensual debe ser entregada a la autoridad el día 10 del mes siguiente.

Tabla 1: Parámetros registrados por las estaciones meteorológicas.

Estación	Precipitación	Humedad	Presión atmosférica	Radiación	Temperatura aire	Evaporación	Velocidad del viento	Dirección del viento
Cordillera de la Sal	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Chaxa	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
KCL	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
SOP	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Interna LZA9-1	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Quelana LZA3-1	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊	◊
Domeyko	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
Llano de la Paciencia	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
Cerro Cosor	◊	◊	◊	◊	◊		◊	◊
LZA3-2	◊	◊		◊	◊			
LAZA3-3	◊	◊		◊	◊			
LZA7-1	◊	◊		◊	◊			
LZA7-2	◊	◊		◊	◊			



Tabla 2: Parámetros registrados por las estaciones meteorológicas (continuación).

Estación	Precipitación	Humedad	Presión atmosférica	Radiación	Temperatura aire	Evaporación	Velocidad del viento	Dirección del viento	Nivel lisímetro
LZA10-1	◊	◊		◊	◊				◊
LZA12-1	◊	◊		◊	◊				◊
LZA12-2	◊	◊		◊	◊				◊
LZA12-3	◊	◊		◊	◊				◊

El proceso de validación fue realizado con la aplicación ValMeteo y el relleno se llevó a cabo con la herramienta desarrollada en Python por la consultora Flow Hidro.

A continuación, se detallan los hallazgos y validación de cada variable.

## Validación de parámetros meteorológicos

### Precipitación

La precipitación acumulada diaria se presenta en la Figura 1. Se observa que durante el mes de junio no se registraron precipitaciones. Las mediciones brutas con precipitaciones mayores a 0 corresponden a pruebas de pluviometría y outliers, los cuales fueron invalidados y justificados con ValMeteo.

### Precipitación

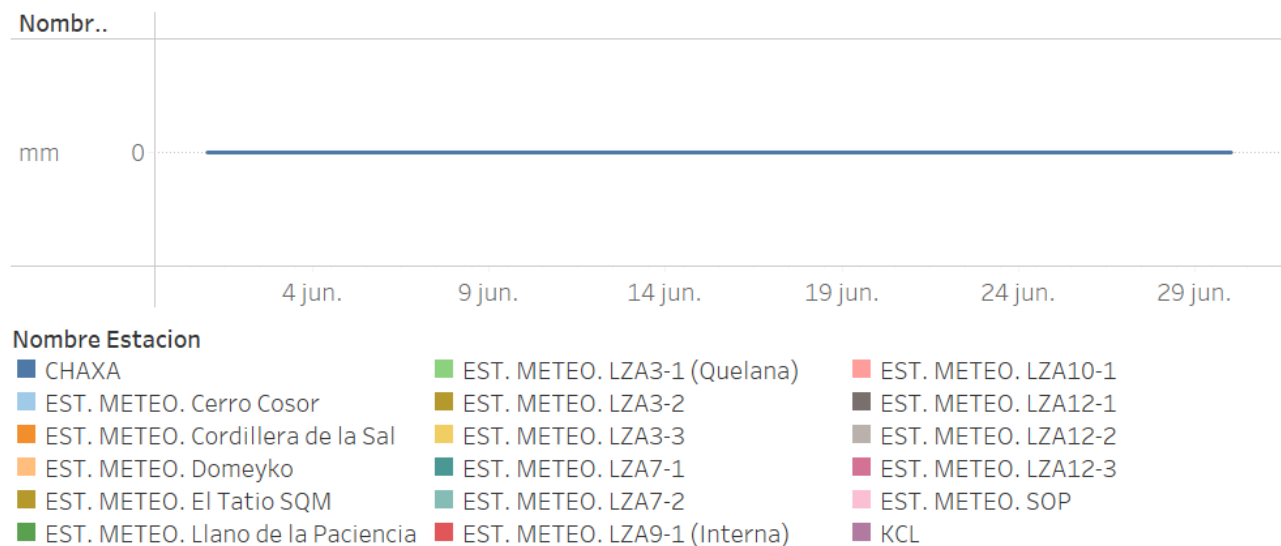


Figura 1: Precipitación diaria para el mes de junio.

### Humedad relativa

En la Figura 2 se presenta la humedad relativa promedio diaria. Se destaca un aumento hacia el 13 de junio y en un segundo periodo hacia el 19 y 20 de junio.

El relleno de esta variable para las estaciones Cerro Cosor, Llano de la Paciencia, El Tatio y LZA3-2 se presenta en la sección de relleno de parámetros meteorológicos.

### Humedad relativa

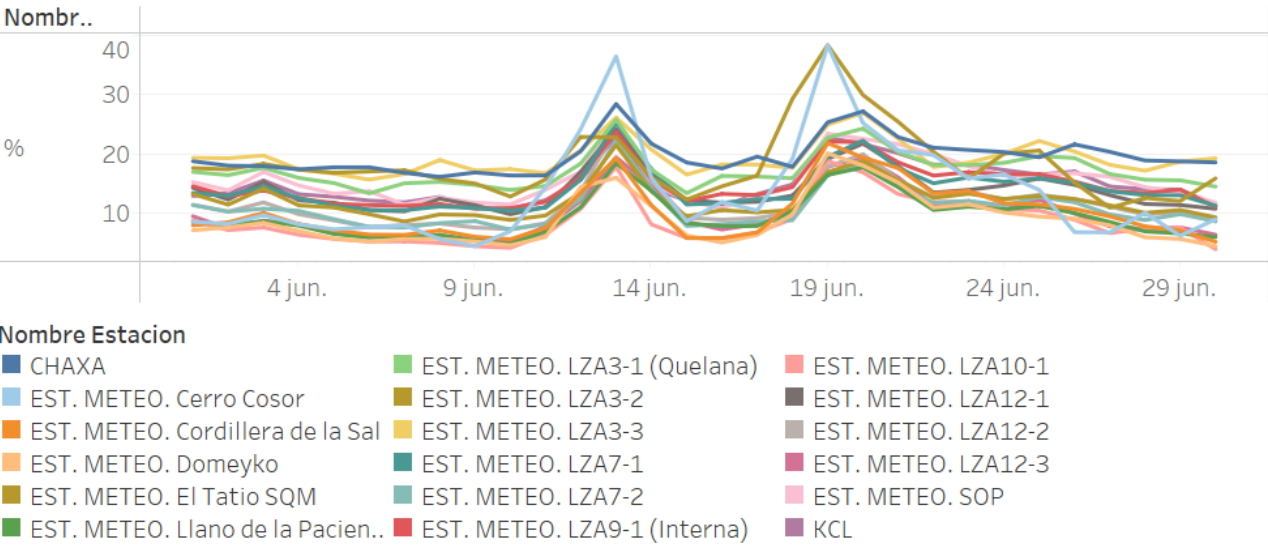


Figura 2: Humedad relativa promedio diaria para el mes de junio.

### Presión atmosférica

La presión atmosférica promedio diaria se presenta en la Figura 3. Las estaciones de alta montaña Cerro Cosor y El Tatio sobresalen con el registro de menor magnitud, consistente con la instalación de estas estaciones por sobre los 4000 m.s.n.m.

El relleno de esta variable para las estaciones Cerro Cosor, Llano de la Paciencia y El Tatio se presenta en la sección de relleno de parámetros meteorológicos.

### Temperatura del aire

La temperatura del aire promedio diaria se grafica en la Figura 4. Se observa una leve tendencia de descenso hacia el 13 de junio, lo cual coincide con el máximo observado en la humedad relativa.

El relleno de esta variable para las estaciones Cerro Cosor, Llano de la Paciencia, El Tatio y LZA3-2 se presenta en la sección de relleno de parámetros meteorológicos.

### Radiación global

En la Figura 5 se presenta la radiación global promedio diaria. Se observa un mínimo en el registro del 18 de junio atribuido a nubosidad en la zona caracterizado por la marcada fluctuación en las mediciones (Figura 6).

### Presión atmosférica

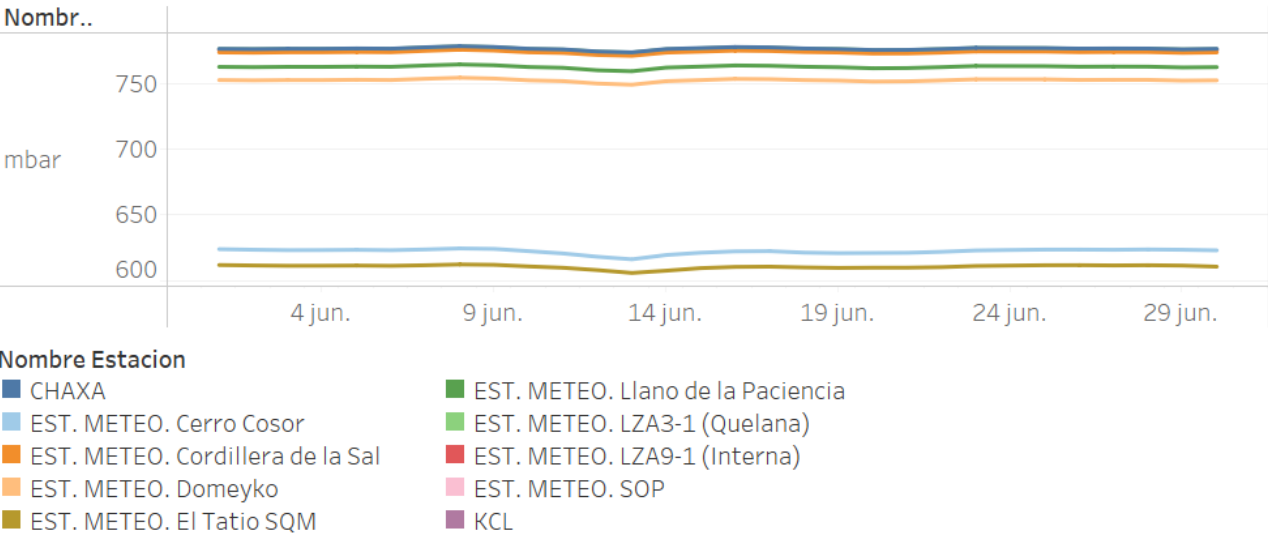


Figura 3: Presión atmosférica promedio diaria para el mes de junio.

### Temperatura del aire

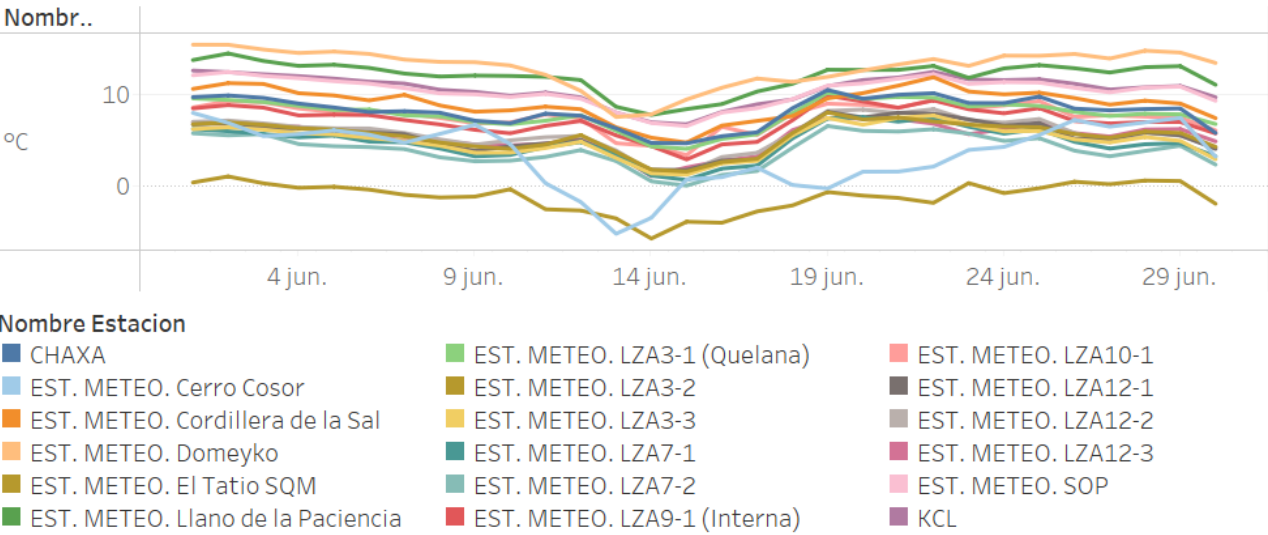


Figura 4: Temperatura del aire promedio diaria para el mes de junio.

Para la estación Chaxa se identificó una medición anómala recurrente que se registra a principios de mes a las 15:55 (UTC-4) y se desplaza en el tiempo hasta observarse a las 16:05 (UTC-4) a finales de junio (Figura 7). Esto se puede atribuir a una sombra en el sensor LUFFT debido a un cable de soporte instalado en la estación.

En KCL se observa un fenómeno similar, con outliers entre las 15:20 y 15:30 (UTC-4) y en SOP, entre las 8:35 a las 8:45 (UTC-4), en cuya causa se puede atribuir a una sombra por estructura.. Lo mencionado anteriormente se presenta en la Figura 8.

El relleno de esta variable para las estaciones Cerro Cosor, Llano de la Paciencia, El Tatio y LZA3-2 se presenta en la sección de relleno de parámetros meteorológicos.

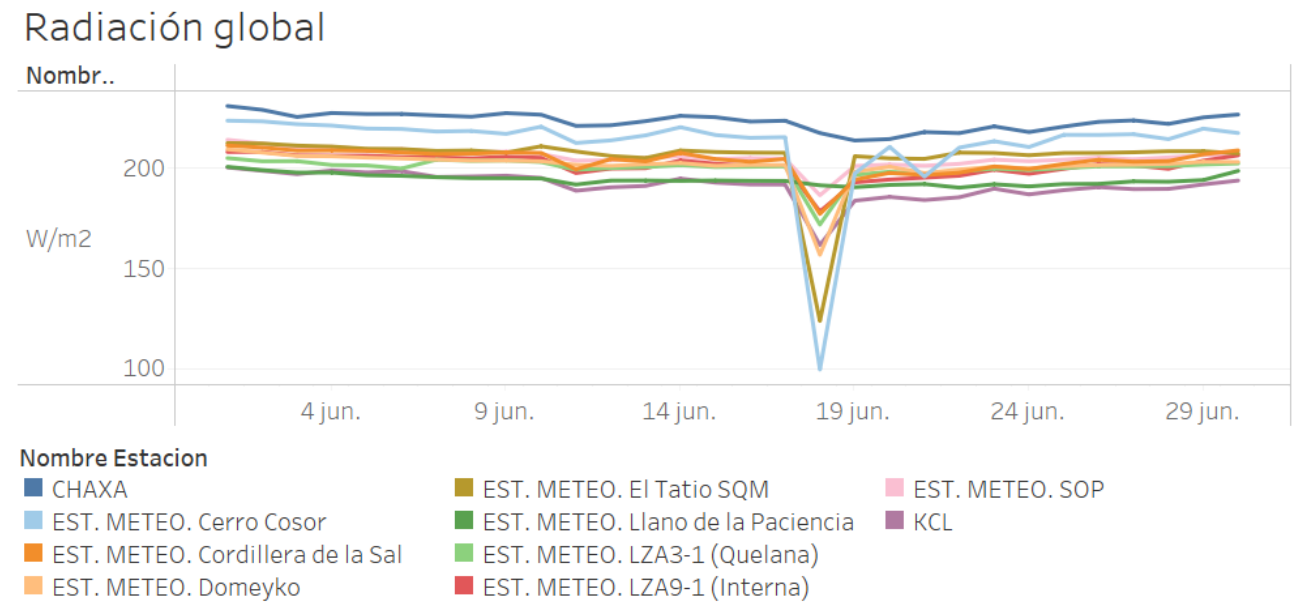


Figura 5: Radiación global promedio diaria para el mes de junio.

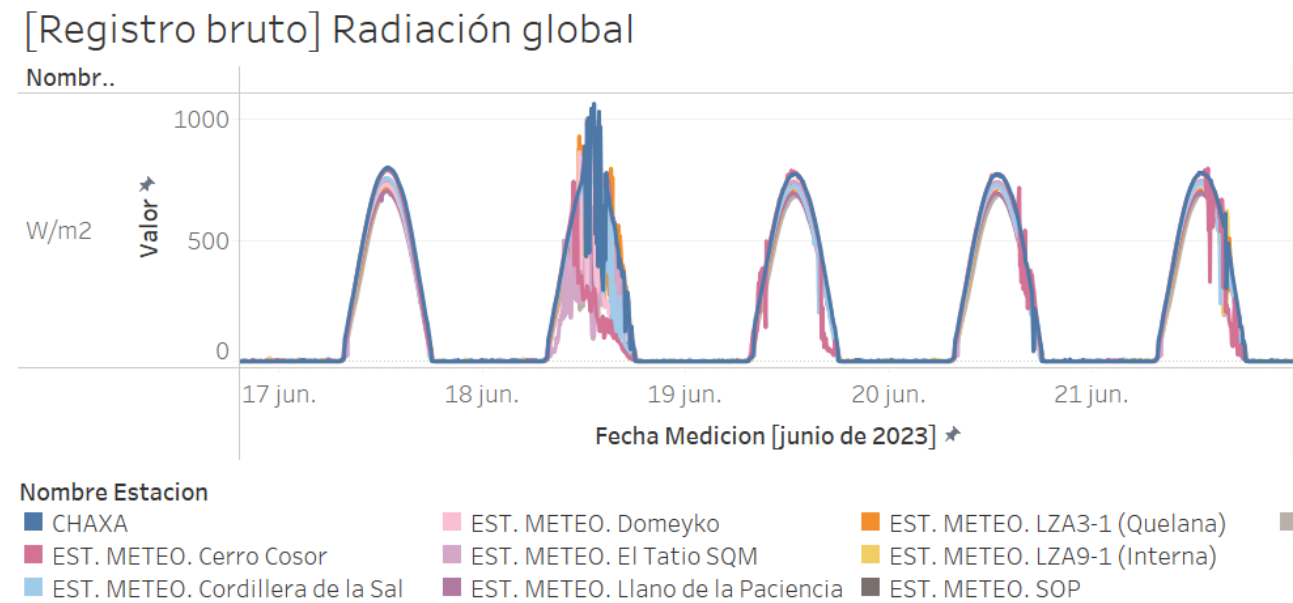
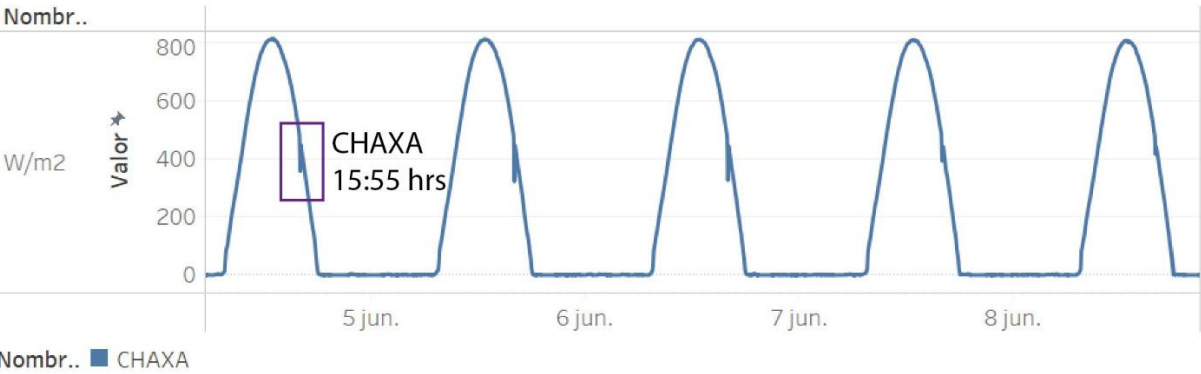


Figura 6: Registro bruto de radiación global para el 17 al 22 de junio.

[Registro bruto] Radiación global



[Registro bruto] Radiación global

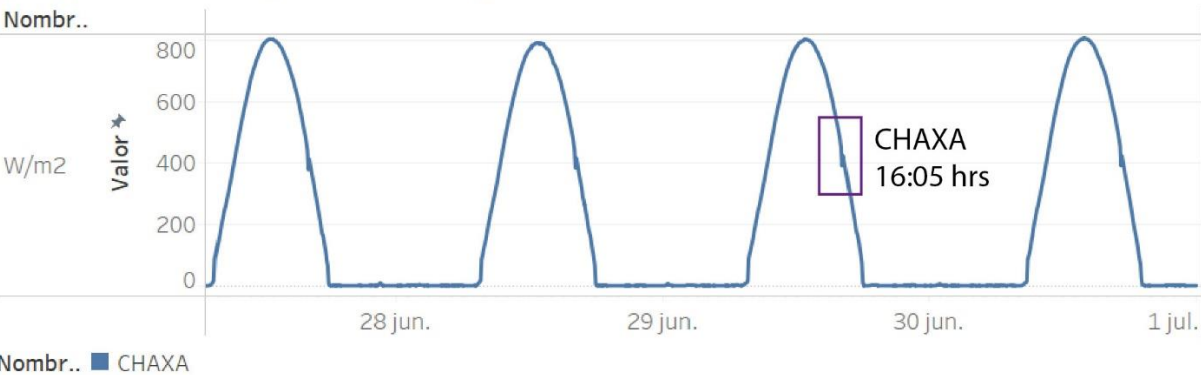


Figura 7: Registro bruto de radiación global para la estación Chaxa.

[Registro bruto] Radiación global

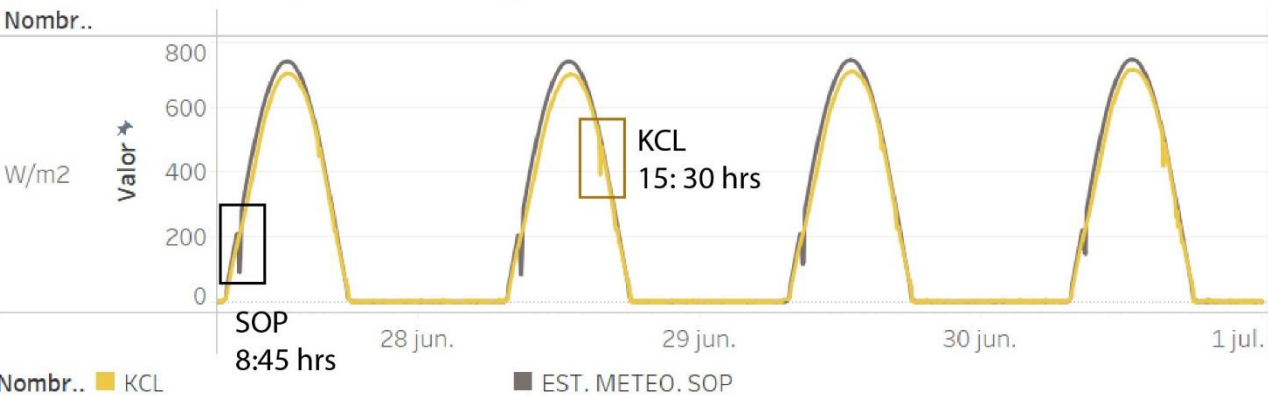


Figura 8: Registro bruto de radiación global para las estaciones KCL y SOP.

## Evaporación

En la Figura 9 se muestra la evaporación promedio diaria. Durante el mes de junio se presentó una dificultad para medir esta variable con el PAN de evaporación debido a el congelamiento del agua y el sistema de válvula (Figura 10) a consecuencia de las bajas temperaturas del aire durante la noche a madrugada. Durante junio se alcanzaron temperaturas mínimas de hasta  $-11^{\circ}\text{C}$  (15 de junio en la estación LZA9-1 Interna).

## Evaporación

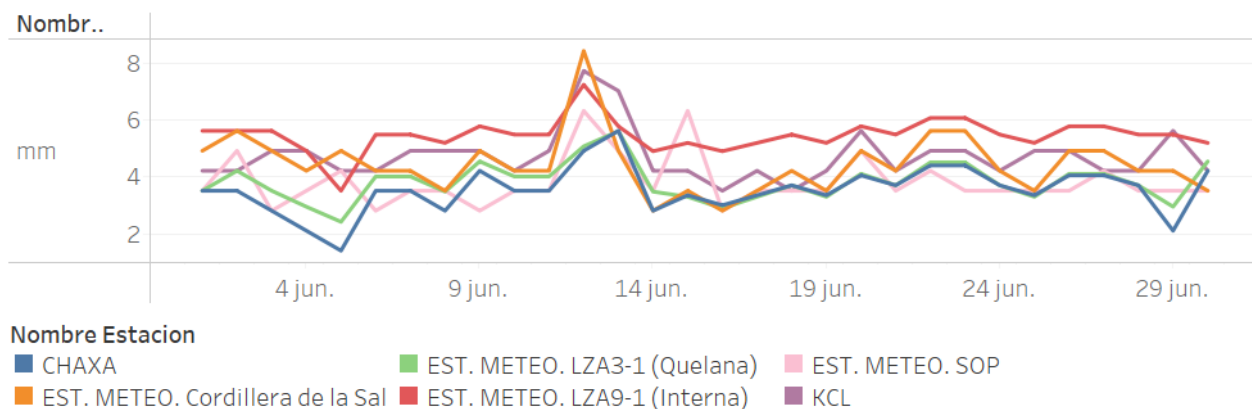


Figura 9: Evaporación diaria para el mes de junio.



Figura 10: Congelamiento del pan de evaporación (Izquierda y centro) y sistema de válvula de relleno programado (derecha) en la estación meteorológica LZA9-1 (Interna).

## Velocidad del viento

La velocidad del viento promedio diaria se presenta en la Figura 11. Se observa un aumento en la velocidad del viento general para todas las estaciones entre el 13 y 14 de junio. El relleno de esta variable para las estaciones Cerro Cosor, Llano de la Paciencia, El Tatio y LZA3-2 se presenta en la sección de relleno de parámetros meteorológicos.



## Velocidad del viento

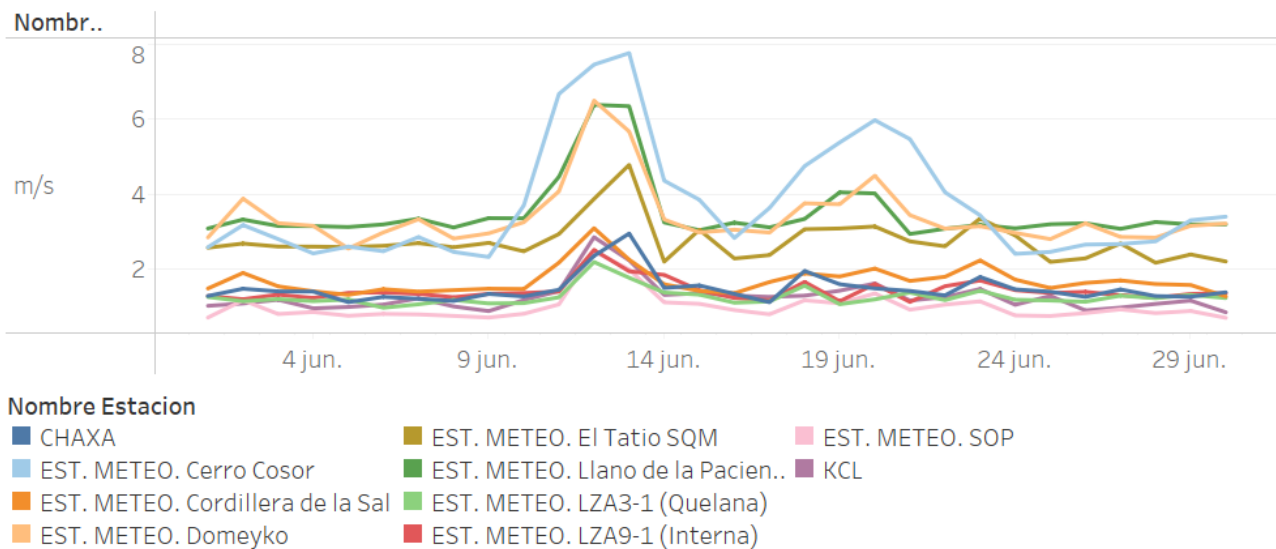


Figura 11: Velocidad del viento promedio diaria para el mes de junio.

## Dirección del viento

En la Figura 12 se presenta la dirección del viento promedio para el mes de junio. El relleno de esta variable para las estaciones Cerro Cosor, Llano de la Paciencia, El Tatio y LZA3-2 se presenta en la sección de relleno de parámetros meteorológicos.

## Dirección del viento

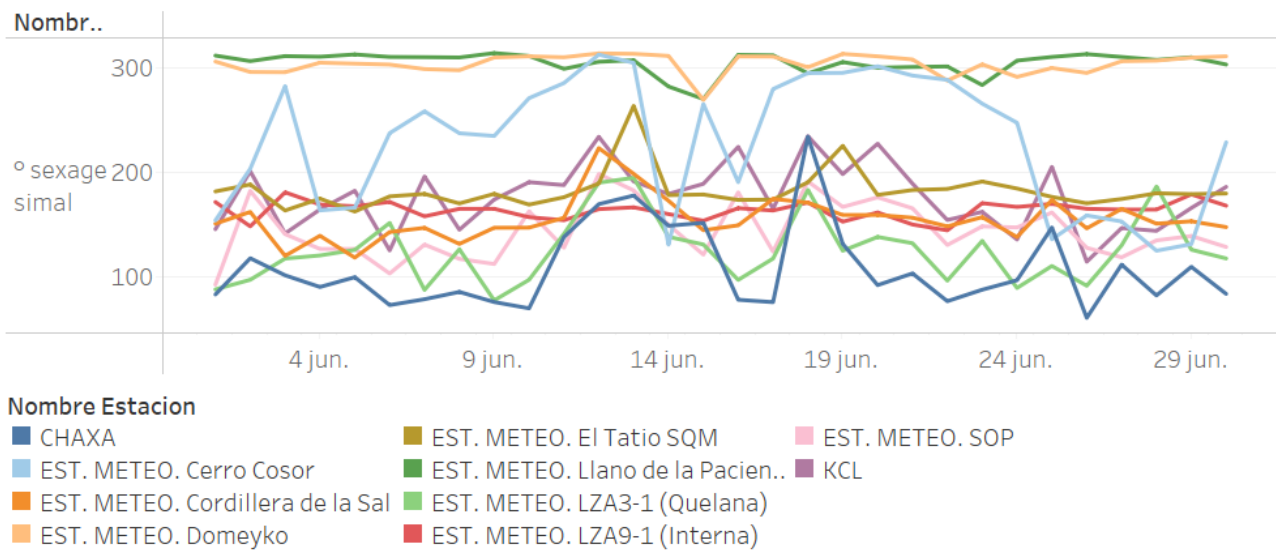


Figura 12: Dirección del viento promedio diario para el mes de junio.

## Relleno de parámetros meteorológicos

En la Tabla 3 se detallan las estaciones cuyos parámetros fueron rellenos al tener menos de un 95% de las mediciones diarias validadas. Vale la pena mencionar que el relleno para las estaciones instaladas hasta el 2022 cuentan con registros históricos desde el 2015, lo cual mejora el proceso de selección de que estación y ecuación de la recta debe ser utilizada para el relleno. Para Llano de la Paciencia, Domeyko, Cerro Cosor solo se cuenta con 3 meses de datos validados y El Tatio 2 meses, por lo que el relleno tiene que ser analizado con esta consideración.

El relleno se llevó a cabo con la herramienta desarrollada en Python por la consultora Flow Hidro.

Tabla 3: Parámetros rellenos para el mes de junio.


Estación	Fecha	Parámetros	Causa
CHAXA	15 al 28 de junio	Evaporación	Congelación del PAN de evaporación y sistema de válvula de relleno de agua
El Tatio	1 al 9 de junio	presión atmosférica, humedad relativa, temperatura del aire, radiación global, dirección y velocidad del viento	Problema con sensor LUFFTT
El Tatio	30 de junio	Precipitación, presión atmosférica, humedad relativa, temperatura del aire, radiación global, dirección y velocidad del viento	Problema transmisión satelital
Cerro Cosor	30 de junio	Precipitación, presión atmosférica, humedad relativa, temperatura del aire, radiación global, dirección y velocidad del viento	Problema transmisión satelital
Llano de la Paciencia	30 de junio	Precipitación, presión atmosférica, humedad relativa, temperatura del aire, radiación global, dirección y velocidad del viento	Problema transmisión satelital
Quelana	4 al 30 de junio	Evaporación	Congelación del PAN de evaporación y sistema de válvula de relleno de agua
LZA3-2	1 al 6 de junio	Precipitación, temperatura del aire y humedad relativa	Problema transmisión satelital
Interna	6 al 30 de junio	Evaporación	Congelación del PAN de evaporación y sistema de válvula de relleno de agua

El proveedor de la transmisión satelital, Proyex, reportó que el día 30 de junio hubo un problema con el sistema de satélites de SkyWave lo cual interrumpió la transmisión de la información en todas las estaciones. Aquellas que contaban con el sistema de envío de información por GPRS permitió recuperar el registro, pero el registro de las estaciones Llano de la Paciencia, Cerro Cosor y El Tatio quedó incompleto.

### Estación meteorológica Chaxa

En la Figura 13 se presenta la matriz de correlación para el parámetro evaporación considerando todas aquellas estaciones que monitorean esta variable. De acuerdo con el gráfico, el mejor ajuste que con la estación LZA3-



	<h1>Validación y relleno de variables meteorológicas junio 2023</h1>	<p>MEMO SIRAH_23016 Versión 1 Página 11 de 18</p>
--	--	---

1 (Quelana), seguida por Interna, las cuales no pueden ser utilizadas al no contar con información bruta validada para gran parte del mes.

El relleno se realizó tomando en consideración la estación Cordillera de la Sal, con un porcentaje de correlación del 64%.

## Estación meteorológica El Tatio

En la estación El Tatio el relleno fue realizado en dos periodos: del 1 al 9 de junio y para el 30 del mismo mes.

En la primera etapa se rellenaron los parámetros medidos por la estación compacta LUFFT: humedad relativa, presión atmosférica, radiación global, temperatura del aire, dirección y velocidad del viento.

El registro de la humedad relativa, presión atmosférica y radiación global fueron completados con Cerro Cosor, con un coeficiente de correlación de 0.72 (Figura 14), 0.99 (Figura 15) y 0.73 (Figura 16) respectivamente.

La temperatura del aire y velocidad del viento fueron rellenadas considerando las mediciones de Llano de la Paciencia con una correlación del 84% (Figura 17) y 81% (Figura 18) respectivamente. Finalmente, para la dirección del viento se tomó como referencia la estación Cordillera de la Sal con una correlación del 61% (Figura 19).

En la segunda etapa, correspondiente al 30 de junio, se rellenaron todas las variables que reporta la estación. En cuanto a la precipitación, la red meteorológica de SQM no presenta registros de lluvia (Figura 1) por lo que se rellenó con 0 mm. Para respaldar esta decisión, se consultó el registro de la estación Caspana de la Red Agrometeorológica INIA ([Agrometeorología | INIA \(agrometeorologia.cl\)](http://Agrometeorología | INIA (agrometeorologia.cl))), confirmado que no se registraron precipitaciones en los alrededores de Caspana y los Géiser del Tatio.

La humedad relativa y temperatura del aire fueron rellenadas utilizando LZA12-3, con coeficientes de correlación de 0.71 (Figura 14) y 0.8 (Figura 17) respectivamente. El resto de las variables, presión atmosférica, radiación global, velocidad y dirección del viento fueron rellenadas considerando las estaciones Domeyko (0.83, Figura 15), LZA9-1 (0.6, Figura 16), KCL (0.8, Figura 18) y Cordillera de la Sal (0.61, Figura 19) respectivamente.

Se destaca que las estaciones Cerro Cosor y Llano de la Paciencia no pudieron ser utilizadas para rellenar debido a sufrieron el mismo problema de transmisión satelital.

## Estación meteorológica Cerro Cosor

El relleno para el día 30 de junio comprende todos los parámetros medidos por la estación. La precipitación fue rellenada con 0 mm ya que la red meteorológica de SQM no registró precipitaciones (Figura 1). Esto fue confirmado tomando como referencia el registro de precipitación acumulada de la estación Socaire de la Red Agrometeorológica INIA (Figura 21).

Las variables radiación global, velocidad y dirección del viento fueron rellenadas según las mediciones de Chaxa, con coeficientes de correlación de 0.91 (Figura 16), 0.53 (Figura 18) y 0.26 (Figura 19). En cuanto a la presión atmosférica y temperatura promedio, se utilizó la estación Domeyko con correlaciones de 45% (Figura 15) y 88% (Figura 17).

### Estación meteorológica Quelana

Para LZA3-1 (Quelana), fue posible rellenar el registro utilizando las mediciones tomadas en Chaxa hasta el 14 de junio, considerando una correlación del 81% (Figura 13). Ya que ni Chaxa e Interna cuentan con valores de evaporación validados para la segunda quincena, el relleno fue realizado con el siguiente mejor ajuste.

El relleno de 15 al 30 con Cordillera de la Sal, con un coeficiente de correlación de 0.79.

### Estación meteorológica LZA3-2

El periodo por rellenar comprende desde el 1 al 6 de junio y las variables comprometidas son a la precipitación, humedad relativa y temperatura del aire. En este periodo no se registraron lluvias en la red meteorológica SQM, por lo que la precipitación acumulada fue rellenada con 0 mm. Lo anterior fue validado con la precipitación acumulada reportada por las estaciones de la Red Agrometeorológica INIA, Camar y San Pedro de Atacama (Figura 22).

La humedad relativa fue ajustada de acuerdo con las mediciones de la LZA12-1 con una correlación del 99% (Figura 14). En cuanto a la temperatura del aire, la estación de referencia es LZA3-1 (Quelana), también con una correlación de 99%.

### Estación meteorológica LZA9-1 (Interna)

La evaporación en la estación LZA9-1 fue realizada utilizando los registros de Cordillera de la Sal, con el tercer mejor ajuste de 0.79 (Figura 13), similar al relleno de las estaciones Quelana y Chaxa.

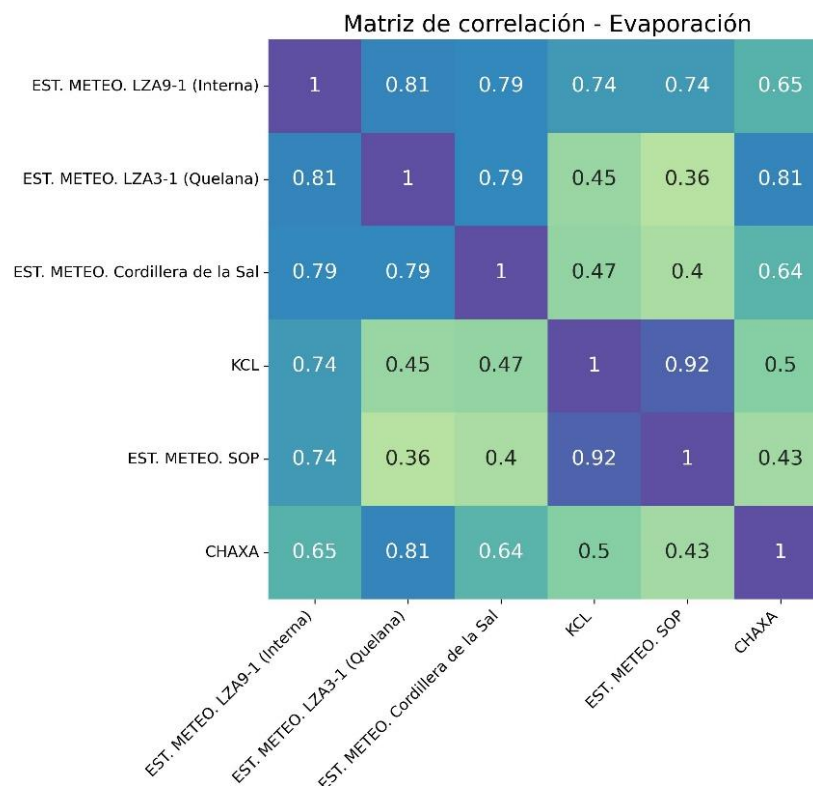


Figura 13: Matriz de correlación para la evaporación.

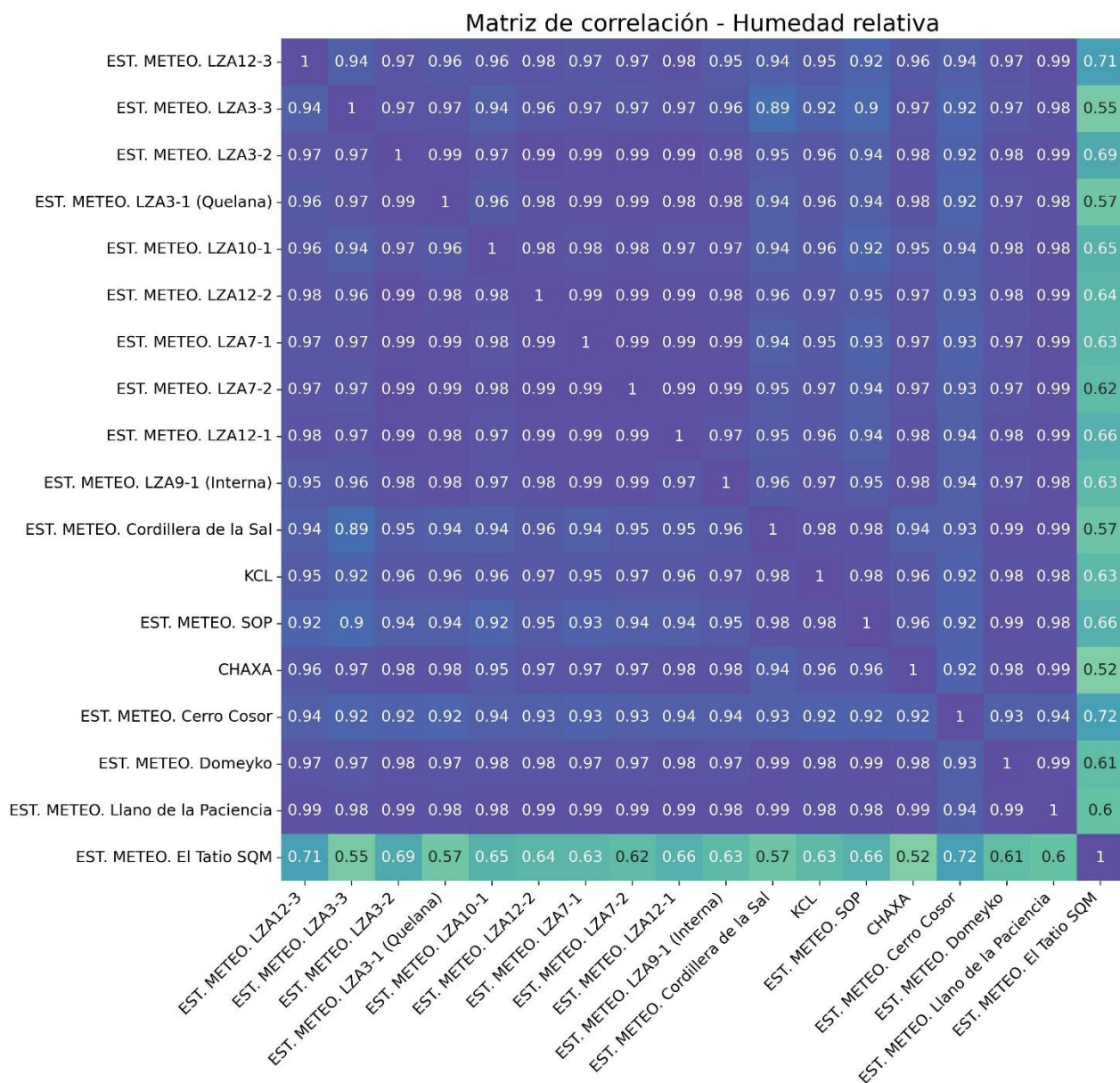


Figura 14: Matriz de correlación para la humedad relativa.

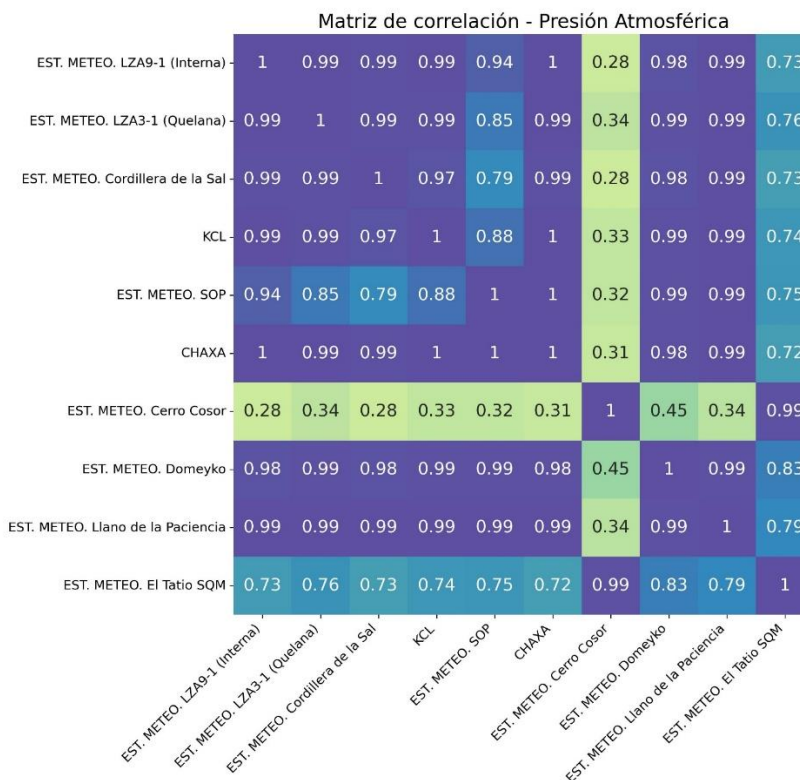


Figura 15: Matriz de correlación para la presión atmosférica.

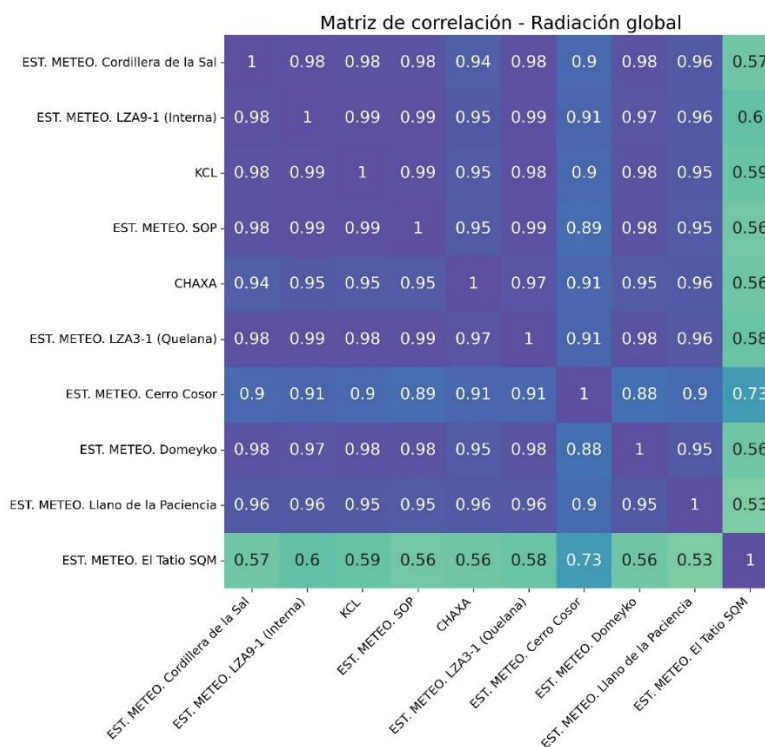


Figura 16: Matriz de correlación para la radiación global



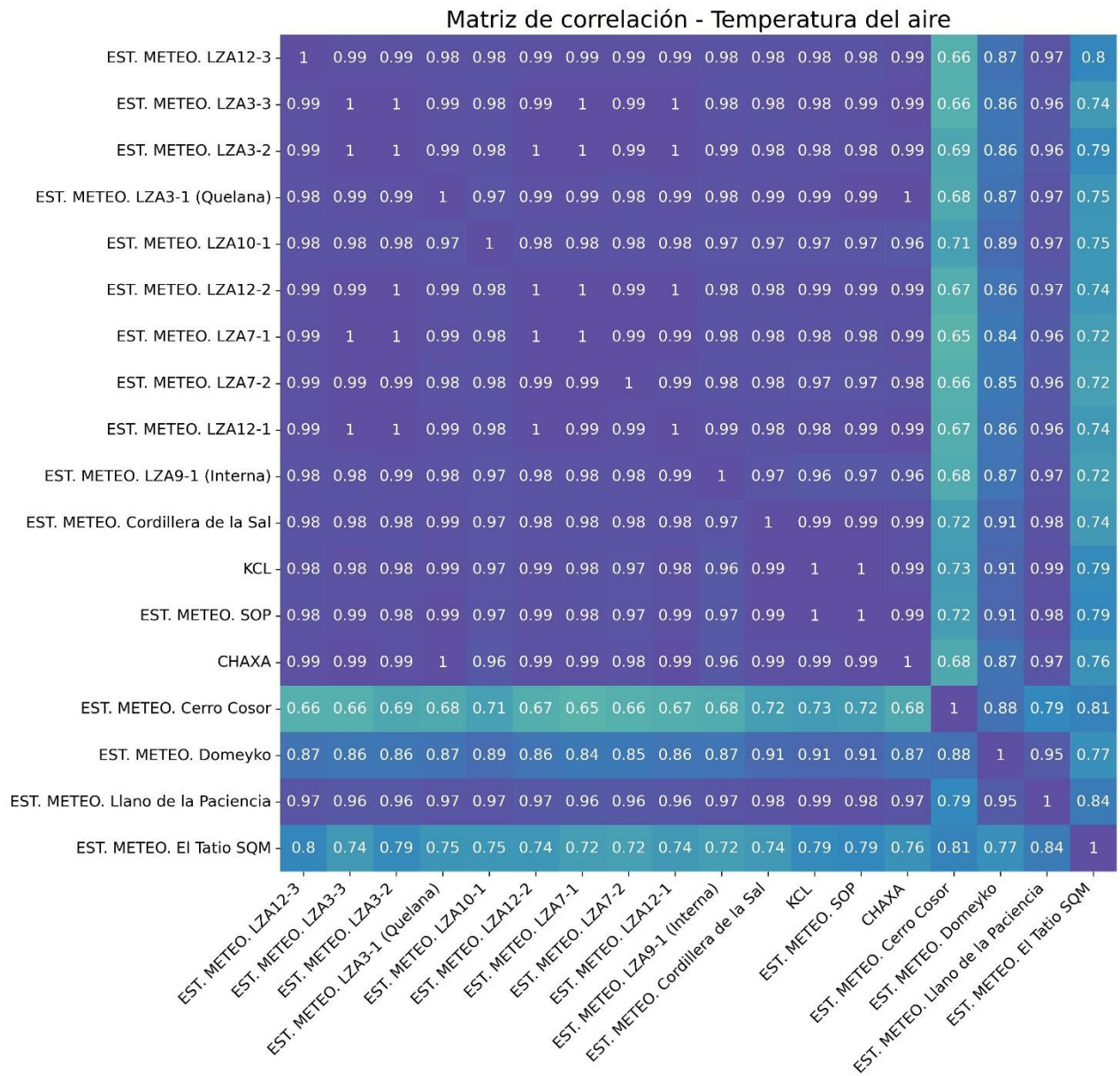


Figura 17: Matriz de correlación para la temperatura del aire.

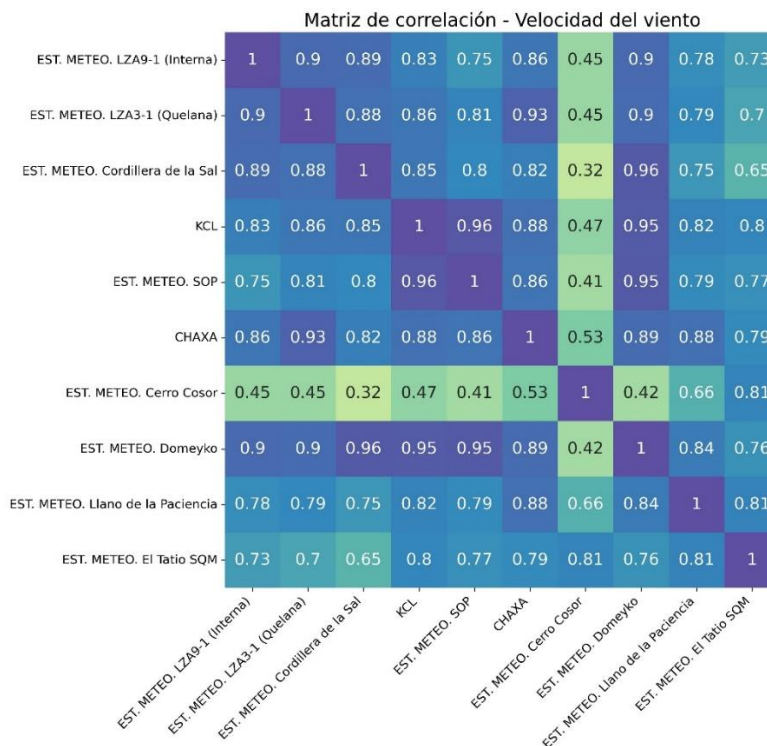


Figura 18: Matriz de correlación para la velocidad del viento.

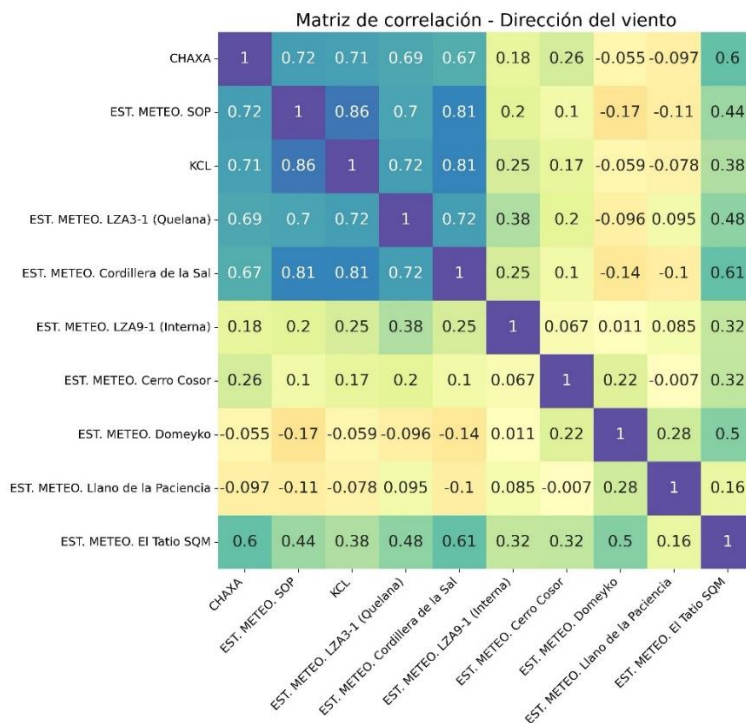
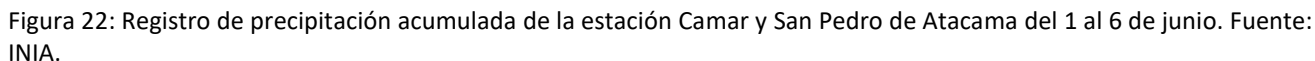
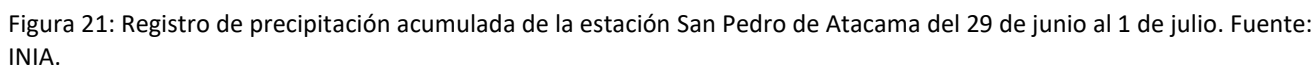



Figura 19: Matriz de correlación para la dirección del viento.



El relleno de las estaciones con un porcentaje validado menor al 95% fue realizado con la herramienta desarrollada en Python por la consultora Flow Hidro, utilizando como referencia mediciones registradas en otras estaciones de la red de monitoreo meteorológico SQM. Las causas de esta necesidad se deben a fallos en el sensor LUFFTT, problemas en la transmisión satelital y congelamiento del pan de evaporación y sistema de válvula de relleno programado.

	<h1>Validación y relleno de variables meteorológicas junio 2023</h1>	<p>MEMO SIRAH_23016 Versión 1 Página <b>18</b> de <b>18</b></p>
--	--	---

El relleno de las estaciones Cerro Cosor, Tatio y Llano de la Paciencia deben analizarse con la consideración de que se cuenta con solo a lo más 3 meses de datos validados.