

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
**PROYECTO ACTUALIZACIÓN PLAN DE ALERTA
TEMPRANA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL, SALAR
DE ATACAMA**

ANEXO MC8 – CÁLCULO DE LA RECARGA



ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	- 2 -
ÍNDICE DE FIGURAS	- 3 -
ÍNDICE DE TABLAS	- 4 -
MC8-I. IDENTIFICACIÓN Y AGRUPACIÓN DE SUBCUENCAS DEL SALAR DE ATACAMA PARA EL CÁLCULO DE LA RECARGA	- 5 -
I.1. INTRODUCCIÓN	- 6 -
MC8-II. CÁLCULO DE LA RECARGA	- 15 -
INTRODUCCIÓN	- 16 -
METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA RECARGA	- 16 -
FASE I – DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA TOPOGRAFÍA, TIPO Y USOS DE SUELO EN LA RECARGA	- 16 -
II.1.1 Usos del Suelo.....	- 19 -
II.1.2 Tipos de Suelo.....	- 23 -
II.1.3 Pendientes del terreno	- 27 -
II.1.4 Número de Curva y Umbral de Escorrentía	- 29 -
FASE II - Caracterización y análisis de la distribución temporal y espacial de los eventos de precipitación	- 36 -
RESULTADOS	- 42 -
ANEXO I – SERIES DE EVENTOS DE PRECIPITACIÓN –	- 44 -
BIBLIOGRAFÍA.....	- 58 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I-1. Zonificación morfométrica del Salar de Atacama. Fuente: modificado de IDAEA-CSIC (2017).	- 7 -
Figura I-2. Agrupamiento en sectores de las subcuencas aportantes al Área del Salar (Zona Aluvial, Marginal y Núcleo). Fecha Imagen satelital: 28/05/2018. Fuente: elaboración propia.	- 8 -
Figura I-3. Subdivisión del área Salar en zonas de evaporación. Fecha imagen satelital: 28/05/2018. Fuente: elaboración propia	- 9 -
Figura II-1. Relación entre precipitación y número de curva. Fuente: (NRCS, 2004)	- 19 -
Figura II-2. Mapa de Usos del Suelo para la Cuenca del Salar de Atacama. Fuente: CONAF, 2016.	- 20 -
Figura II-3. Mapa de Usos del Suelo para la Cuenca del Salar de Atacama según equivalencia del método de Temez (1978). Fuente: CONAF, 2016.	- 22 -
Figura II-4. Unidades Hidrogeológicas definidas para la cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Amphos 21 (2018)	- 23 -
Figura II-5. Mapa hidrogeológico definido por Amphos (2018) ajustado a la cuenca utilizada para este trabajo. Fuente: modificado de Amphos 21 (2018)	- 24 -
Figura II-6. Mapa de tipos del Suelo para la Cuenca del Salar de Atacama según el SCS. Fuente: elaboración propia.	- 26 -
Figura II-7. Mapa de pendientes agrupadas según indicaciones del método de Temez (1978). Fuente: Elaboración propia.	- 28 -
Figura II-8. Mapa de número de curva para la cuenca del Salar de Atacama según condiciones estándar (CN(II)). Fuente: Elaboración propia.	- 30 -
Figura II-9. Mapa de número de curva para la cuenca del Salar de Atacama según condiciones secas (CN(I)). Fuente: Elaboración propia.	- 31 -
Figura II-10. Mapa de número de curva para la cuenca del Salar de Atacama según condiciones húmedas (CN(III)). Fuente: Elaboración propia.	- 32 -
Figura II-11. Mapa de Umbral de Escorrentía para la cuenca del Salar de Atacama según condiciones secas del suelo. Fuente: Elaboración propia.	- 33 -
Figura II-12. Mapa de Umbral de Escorrentía para la cuenca del Salar de Atacama según condiciones estándar del suelo. Fuente: Elaboración propia.	- 34 -
Figura II-13. Mapa de Umbral de Escorrentía para la cuenca del Salar de Atacama según condiciones húmedas del suelo. Fuente: Elaboración propia.	- 35 -
Figura II-14. Puntos considerados para la interpolación de los eventos de precipitación en la cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia.	- 38 -
Figura II-15. IUA vs Precipitación Promedio Anual (mm/año) para las estaciones de la Cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia	- 39 -
Figura II-16. Evento del 01/02/1990 para toda la cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia.	- 41 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I-1. Área de subcuencas y referencia a zona en la que se agrupa cada una de ellas. Fuente: elaboración propia.	10 -
Tabla I-2. Resumen de agrupamiento de las subcuencas aportantes en sectores tras la remodelación de los límites de las cuencas externas. Fuente: Elaboración propia.	14 -
Tabla II-1. Equivalencias entre los usos del suelo de la cuenca del Salar de Atacama y los definidos en Temez (1978). Fuente: Elaboración propia.	21 -
Tabla II-2. Equivalencias entre los tipos del suelo de SCS y las unidades hidrogeológicas definidas en Amphos 21 (2018). Fuente: Elaboración propia.	25 -
Tabla II-3. Criterio para la definición de condiciones húmedas, secas y estándar. Fuente: (Singh, 1992) ...	27 -
Tabla II-4. Número de curva para condiciones medias de humedad. Fuente: tomado de Ferrer-Julia y otros. (1995).	29 -
Tabla II-5. Frecuencia de eventos de precipitación por estación, según rangos establecidos por Singh (1992). Fuente: Elaboración propia.	36 -
Tabla II-6. Puntos de amarre definidos para la interpolación de eventos de precipitación. Fuente: Elaboración propia.	37 -
Tabla II-7. IUA para las estaciones de la cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia.	39 -
Tabla II-8. Definición de la precipitación promedio anual para los puntos de amarre y la relación con las estaciones de referencia. Fuente: Elaboración propia.	40 -
Tabla II-9. Recarga por sectores en la Cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia.	43 -

MC8-I. IDENTIFICACIÓN Y AGRUPACIÓN DE
SUBCUENCAS DEL SALAR DE ATACAMA PARA EL
CÁLCULO DE LA RECARGA

I.1. INTRODUCCIÓN

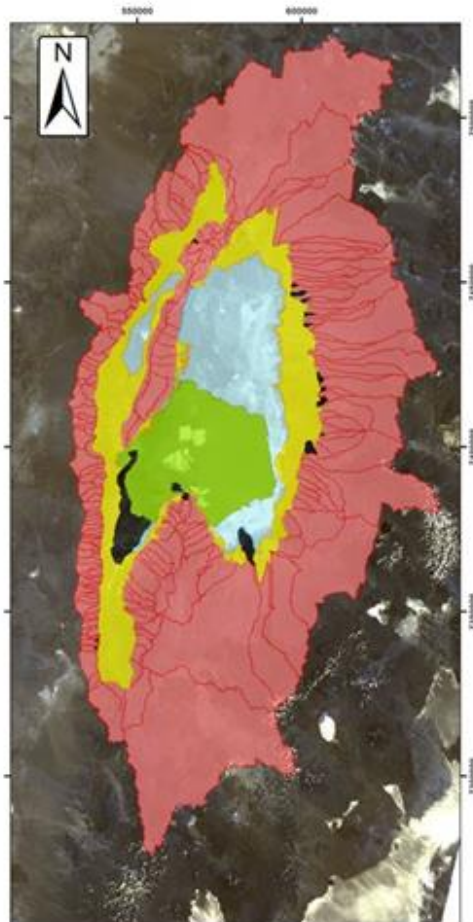
Para el cálculo de la recarga se ha considerado el estudio morfométrico realizado y presentado en el Anexo MC1, cuyos resultados se sintetizan en la Figura I-1.

Con el objetivo de simplificar los límites de contacto entre estas zonas y adaptarlas a las capacidades de ejecución de un modelo numérico a gran escala, las principales zonas morfométricas se subdividen y ajustan en función de:

- Las subcuencas aportantes de flujo lateral al Salar agrupadas en sectores definidos según sea la relación hidrológica aparente.
- La zonificación definida en los estudios de tipología de suelos y evaporación realizados por Mardones (1986; 1997).
- El dominio del modelo numérico definido en la Cuarta y Quinta Actualización del modelo de flujo del Salar de Atacama (IDAEA-CSIC, 2015; 2018; Figura I-3) con el fin de permitir la equivalencia en los supuestos abordados en dichas actualizaciones y el presente trabajo.

En la Figura I-2 se muestra la subdivisión de la zona de recarga más periférica al área Salar en los diferentes sectores identificados. Esta subdivisión incluye los límites modificados a partir de la evaluación del estudio morfométrico de la cuenca. Debido a esta modificación en los límites, se recalcularon las áreas de cada una de las subcuencas mediante la herramienta '*Calculate Geometry*' de ArcGIS. Adicionalmente, en esta figura se integra el dominio del área a modelar dentro de la Cuenca del Salar de Atacama en el que quedan comprendidas las zonas núcleo, marginal y gran parte de la zona aluvial.

En la Tabla I-2, se presentan las áreas recalculadas mediante ArcGIS para cada una de los sectores aportantes.



ZONA NÚCLEO

Superficie: 1450 km²

N° Unidades: 1

Se caracteriza por presentar poca variación altitudinal, siendo prácticamente una superficie totalmente plana sin escorrentía superficial durante todo el año. La litología de esta zona es prácticamente costra salina de Cloruro de Sodio. Se considera que esta superficie representa la cota más baja de la cuenca.

ZONA MARGINAL

Superficie: 1648 km²

N° Unidades: 4

Se caracteriza por presentar gradientes topográficos muy bajos sin escorrentía superficial durante todo el año, salvo por el Canal de Burro Muerto originado por la surgencia de agua subterránea. La litología de esta zona es fundamentalmente de tipo carbonatada, sulfatada, clorurada y detrítica tipo arena fina, limo y arcilla más materia orgánica, con contenidos de humedad perceptibles en una imagen satelital producto de niveles someros de agua subterránea, lo que en algunos sectores puede justificar la presencia de cuerpos lagunares debido a la dinámica con la interfaz agua-salmuera.

ZONA ALUVIAL

Superficie: 2219,4 km²

N° Unidades: 14

Se caracteriza por presentar gradientes topográficos bajos a medios sin escorrentía superficial durante mayor parte del año, salvo durante eventos de crecidas. La litología de esta zona es de tipo detrítico aluvial y en pequeñas proporciones de tipo eólico. En esta zona la escorrentía proveniente de las subcuencas se infiltra recargando los acuíferos asociados.

ZONA DE SUBCUENCAS

Superficie: 11596,5 km²

N° Unidades: 222

Presenta dos dominios divididos por un eje norte sur: la subzona Andina (Este) se caracteriza por presentar gradientes topográficos medios a altos, con escorrentía superficial permanente o intermitente durante el año. En esta subzona la red de drenaje está condicionada por las litologías volcánicas que caracterizan este lugar. En esta subzona se encuentran las quebradas y ríos que recargan el Salar, cuyo recurso proviene de las precipitaciones en las zonas altas y medias de la cuenca. La subzona Domeyko (Oeste) los gradientes son generalmente altos sin escorrentía permanente durante todo el año, salvo en eventos de precipitación considerables.

ZONA ARRÉICA

Superficie: 252,3 km²

N° Unidades: 16

Se caracteriza por presentar características topográficas y litológicas combinadas que impiden ser agrupadas en la clasificación anterior y a su vez, no permiten la generación de algún tipo de escorrentía durante todo el año.

Figura I-1. Zonificación morfométrica del Salar de Atacama. Fuente: modificado de IDAEA-CSIC (2017).

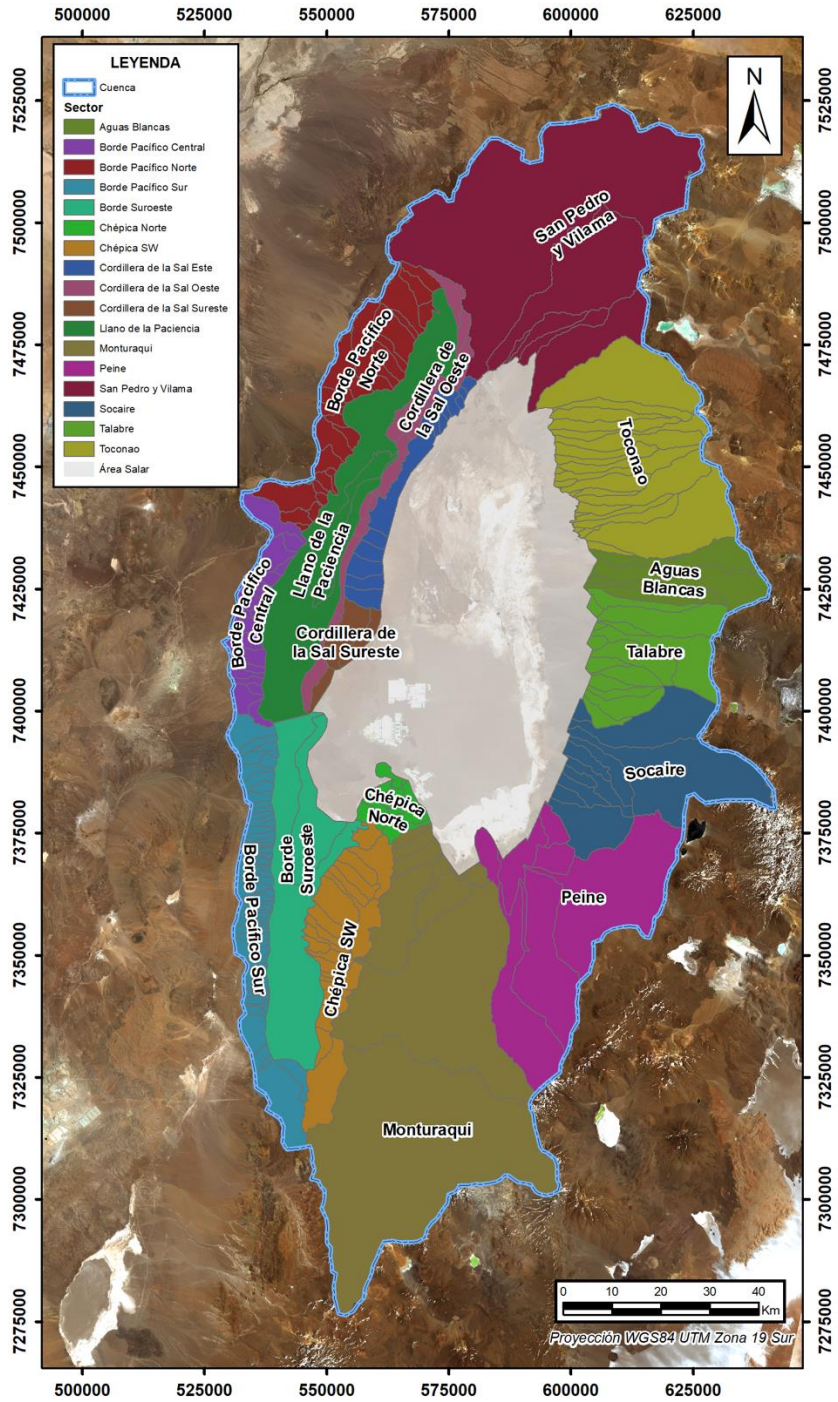


Figura I-2. Agrupamiento en sectores de las subcuencas aportantes al Área del Salar (Zona Aluvial, Marginal y Núcleo). Fecha Imagen satelital: 28/05/2018. Fuente: elaboración propia.

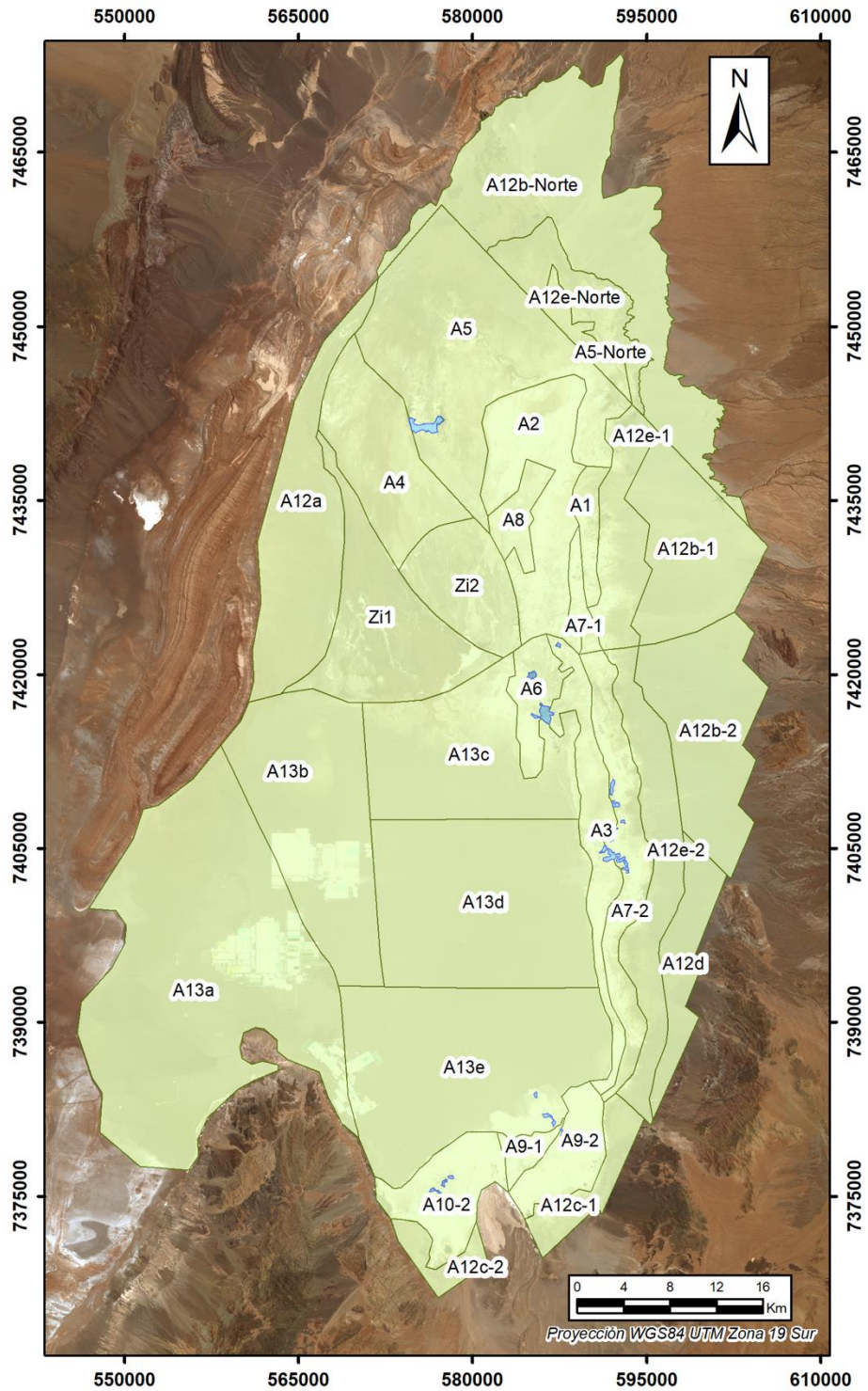


Figura I-3. Subdivisión del área Salar en zonas de evaporación. Fecha imagen satelital: 28/05/2018. Fuente: elaboración propia

Tabla I-1. Área de subcuencas y referencia a zona en la que se agrupa cada una de ellas. Fuente: elaboración propia.

ZONA	SUBCUENCA	Area (Km ²)	SECTOR	SUBCUENCA	Area (Km ²)
Aguas Blancas	25	29,31	Borde Pacífico Norte	177	7,78
Aguas Blancas	27	125,29	Borde Pacífico Norte	178	10,18
Aguas Blancas	28	136,75	Borde Pacífico Norte	179	13,86
Aguas Blancas	29	72,31	Borde Pacífico Norte	180	52,25
TOTAL	4	363,67	Borde Pacífico Norte	181	14,82
Borde Pacífico Central	147	25,57	Borde Pacífico Norte	182	16,26
Borde Pacífico Central	148	12,07	Borde Pacífico Norte	183	73,85
Borde Pacífico Central	149	5,80	Borde Pacífico Norte	184	22,87
Borde Pacífico Central	150	7,71	Borde Pacífico Norte	185	13,65
Borde Pacífico Central	151	11,73	Borde Pacífico Norte	186	50,69
Borde Pacífico Central	152	20,17	Borde Pacífico Norte	187	8,85
Borde Pacífico Central	153	9,63	Borde Pacífico Norte	188	22,27
Borde Pacífico Central	154	30,64	Borde Pacífico Norte	189	12,88
Borde Pacífico Central	155	15,58	Borde Pacífico Norte	190	50,60
Borde Pacífico Central	156	6,83	Borde Pacífico Norte	191	19,11
Borde Pacífico Central	157	7,55	TOTAL	26	570,66
Borde Pacífico Central	158	17,13	Borde Pacífico Sur	88	22,04
Borde Pacífico Central	159	9,41	Borde Pacífico Sur	89	3,26
Borde Pacífico Central	160	7,93	Borde Pacífico Sur	90	111,97
Borde Pacífico Central	161	5,74	Borde Pacífico Sur	91	11,14
Borde Pacífico Central	162	13,71	Borde Pacífico Sur	92	36,61
Borde Pacífico Central	163	36,23	Borde Pacífico Sur	93	6,97
Borde Pacífico Central	164	11,80	Borde Pacífico Sur	94	1,37
Borde Pacífico Central	165	54,09	Borde Pacífico Sur	95	3,32
TOTAL	19	309,29	Borde Pacífico Sur	96	6,72
Borde Pacífico Norte	166	2,64	Borde Pacífico Sur	97	1,36
Borde Pacífico Norte	167	15,98	Borde Pacífico Sur	98	3,12
Borde Pacífico Norte	168	6,89	Borde Pacífico Sur	99	4,22
Borde Pacífico Norte	169	4,82	Borde Pacífico Sur	100	6,94
Borde Pacífico Norte	170	5,29	Borde Pacífico Sur	101	5,21
Borde Pacífico Norte	171	57,59	Borde Pacífico Sur	102	9,07
Borde Pacífico Norte	172	10,53	Borde Pacífico Sur	103	6,12
Borde Pacífico Norte	173	5,61	Borde Pacífico Sur	104	3,18
Borde Pacífico Norte	174	20,72	Borde Pacífico Sur	105	7,94
Borde Pacífico Norte	175	12,69	Borde Pacífico Sur	106	18,14
Borde Pacífico Norte	176	37,99	Borde Pacífico Sur	107	11,91

ZONA	SUBCUENCA	Area (Km ²)	SECTOR	SUBCUENCA	Area (Km ²)
Borde Pacífico Sur	108	9,56	Borde Pacífico Sur	145	44,26
Borde Pacífico Sur	109	2,19	Borde Pacífico Sur	146	12,41
Borde Pacífico Sur	110	8,46	TOTAL		597,89
Borde Pacífico Sur	111	3,54	Borde Suroeste	227-2	547,90
Borde Pacífico Sur	112	6,16	Borde Suroeste	225	163,67
Borde Pacífico Sur	113	8,33	TOTAL	2	711,58
Borde Pacífico Sur	114	4,96	Chépica Norte	62	17,74
Borde Pacífico Sur	115	5,92	Chépica Norte	64	29,79
Borde Pacífico Sur	116	6,23	Chépica Norte	65	17,02
Borde Pacífico Sur	117	3,66	Chépica Norte	66	12,98
Borde Pacífico Sur	118	15,33	Chépica Norte	67	11,62
Borde Pacífico Sur	119	3,38	Chépica Norte	68	18,47
Borde Pacífico Sur	120	13,08	Chépica Norte	226	13,15
Borde Pacífico Sur	121	10,09	Chépica Norte	235	5,48
Borde Pacífico Sur	122	12,24	TOTAL	8	126,24
Borde Pacífico Sur	123	2,79	Chépica SW	256	17,43
Borde Pacífico Sur	124	1,37	Chépica SW	69	21,63
Borde Pacífico Sur	125	2,85	Chépica SW	70	54,90
Borde Pacífico Sur	126	3,64	Chépica SW	71	23,86
Borde Pacífico Sur	128	4,22	Chépica SW	72	52,50
Borde Pacífico Sur	129	3,64	Chépica SW	73	25,16
Borde Pacífico Sur	130	5,51	Chépica SW	74	56,61
Borde Pacífico Sur	131	8,05	Chépica SW	75	26,07
Borde Pacífico Sur	132	2,90	Chépica SW	76	17,03
Borde Pacífico Sur	133	11,06	Chépica SW	77	13,41
Borde Pacífico Sur	134	5,99	Chépica SW	78	10,88
Borde Pacífico Sur	135	6,86	Chépica SW	79	12,98
Borde Pacífico Sur	136	4,95	Chépica SW	80	17,48
Borde Pacífico Sur	137	4,50	Chépica SW	81	23,44
Borde Pacífico Sur	138	8,44	Chépica SW	82	3,42
Borde Pacífico Sur	139	12,16	Chépica SW	83	9,75
Borde Pacífico Sur	140	14,69	Chépica SW	84	16,55
Borde Pacífico Sur	141	7,72	Chépica SW	85	18,67
Borde Pacífico Sur	142	15,91	Chépica SW	86	16,43
Borde Pacífico Sur	143	6,54	Chépica SW	87	99,82
Borde Pacífico Sur	144	13,69	TOTAL	20	538,02

ZONA	SUBCUENCA	Area (Km ²)	SECTOR	SUBCUENCA	Area (Km ²)
Cordillera de la Sal Este	194	6,74	Llano de la Paciencia	230	130,30
Cordillera de la Sal Este	196	14,62	Llano de la Paciencia	227-1	691,16
Cordillera de la Sal Este	197	3,54	TOTAL	2	821,45
Cordillera de la Sal Este	198	3,21	Monturaqui	56	873,58
Cordillera de la Sal Este	203	8,01	Monturaqui	57	72,01
Cordillera de la Sal Este	204	5,51	Monturaqui	58	17,86
Cordillera de la Sal Este	205	15,66	Monturaqui	59	169,79
Cordillera de la Sal Este	206	13,86	Monturaqui	60	22,09
Cordillera de la Sal Este	207	78,87	Monturaqui	61	31,07
Cordillera de la Sal Este	208	17,76	Monturaqui	63	15,83
Cordillera de la Sal Este	209	26,13	Monturaqui	257	1459,36
Cordillera de la Sal Este	210	20,19	Monturaqui	232	18,75
Cordillera de la Sal Este	212	26,17	TOTAL	9	2680,33
TOTAL	13	240,27	Peine	50	30,88
Cordillera de la Sal Oeste	215	26,58	Peine	51	40,98
Cordillera de la Sal Oeste	216	13,59	Peine	52	487,66
Cordillera de la Sal Oeste	217	23,81	Peine	53	11,83
Cordillera de la Sal Oeste	218	8,77	Peine	54	244,94
Cordillera de la Sal Oeste	219	7,90	Peine	55	281,73
Cordillera de la Sal Oeste	220	4,56	Peine	224	37,16
Cordillera de la Sal Oeste	221	1,58	Peine	258	76,22
Cordillera de la Sal Oeste	222	25,02	TOTAL	8	1211,40
Cordillera de la Sal Oeste	223	29,82	San Pedro y Vilama	1	1466,68
Cordillera de la Sal Oeste	195	18,79	San Pedro y Vilama	2	386,60
Cordillera de la Sal Oeste	199	15,33	San Pedro y Vilama	3	6,21
Cordillera de la Sal Oeste	200	7,84	San Pedro y Vilama	4	40,11
Cordillera de la Sal Oeste	201	1,68	San Pedro y Vilama	5	37,51
Cordillera de la Sal Oeste	202	13,55	San Pedro y Vilama	6	199,60
Cordillera de la Sal Oeste	193	14,09	TOTAL	6	2136,70
Cordillera de la Sal Oeste	192	15,02	Socaire	41	188,81
Cordillera de la Sal Oeste	127	28,43	Socaire	42	369,54
TOTAL	17	256,36	Socaire	43	48,01
Cordillera de la Sal Sureste	211	67,88	Socaire	44	27,25
Cordillera de la Sal Sureste	213	28,47	Socaire	45	13,99
Cordillera de la Sal Sureste	214	18,02	Socaire	46	37,12
TOTAL	3	114,36	Socaire	47	17,55

ZONA	SUBCUENCA	Area (Km ²)	SECTOR	SUBCUENCA	Area (Km ²)
Socaire	48	26,41	Toconao	24	11,99
Socaire	49	124,71	Toconao	26	267,74
Socaire	255	10,93	Toconao	246	1,82
TOTAL	10	864,32	Toconao	247	5,52
Talabre	30	38,38	Toconao	248	1,73
Talabre	31	13,78	Toconao	249	1,71
Talabre	32	125,25	Toconao	250	1,73
Talabre	33	130,84	TOTAL	24	1253,71
Talabre	34	18,68			
Talabre	35	75,16			
Talabre	36	20,45			
Talabre	37	36,88			
Talabre	38	22,10			
Talabre	39	52,67			
Talabre	40	21,86			
Talabre	251	3,00			
Talabre	252	7,78			
Talabre	253	9,52			
TOTAL	14	576,32			
Toconao	7	288,26			
Toconao	8	47,30			
Toconao	9	52,36			
Toconao	10	46,06			
Toconao	11	47,95			
Toconao	12	19,83			
Toconao	13	41,41			
Toconao	14	78,84			
Toconao	15	24,09			
Toconao	16	60,57			
Toconao	17	13,54			
Toconao	18	46,37			
Toconao	19	23,72			
Toconao	20	17,39			
Toconao	21	4,52			
Toconao	22	42,30			
Toconao	23	106,96			

Tabla I-2. Resumen de agrupamiento de las subcuencas aportantes en sectores tras la remodelación de los límites de las cuencas externas. Fuente: Elaboración propia.

Sector	Nº de Subcuencas	Área (Km²)
Aguas Blancas	4	363,67
Borde Pacífico Central	19	309,29
Borde Pacífico Norte	26	570,66
Borde Pacífico Sur	58	597,89
Borde Suroeste	2	711,58
Chépica Norte	8	126,24
Chépica SW	20	538,02
Cordillera de la Sal Este	13	240,27
Cordillera de la Sal Oeste	17	256,36
Cordillera de la Sal Sureste	3	114,36
Llano de la Paciencia	2	821,45
Monturaqui	9	2.680,33
Peine	8	1.211,40
San Pedro y Vilama	6	2.136,70
Socaire	10	864,32
Talabre	14	576,32
Toconao	24	1.253,71
TOTAL	243	13.372,57

MC8-II. CÁLCULO DE LA RECARGA

INTRODUCCIÓN

La cuenca del Salar de de Atacama es del tipo endorréico, en donde la escorrentía originada en las partes altas de la cuenca, avanza hacia el Salar (la parte más baja de la cuenca) en forma de quebradas, vertientes o ríos, infiltrándose en las zonas de mayor permeabilidad (Zona Aluvial), originando la recarga hacia el Salar de Atacama. Asimismo, existen sectores como el Núcleo, Zona Marginal y Aluvial caracterizados por su permeabilidad, en donde es posible encontrar recarga directa por precipitación, es decir, parte de la precipitación que alcanza la superficie es retenida por el suelo originando recarga subterránea.

Por esta razón y dadas las características hidrogeológicas de la cuenca ya expuestas en los apartados anteriores, es necesario caracterizar el papel de la topografía, tipo y usos del suelo en la cuenca para la cuantificación de la recarga en el Salar de Atacama, a partir del análisis de la capacidad de infiltración inicial del suelo y a su vez, de los eventos de precipitación.

METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA RECARGA

La metodología aplicada para el cálculo de la recarga considera las siguientes fases:

- **FASE I:** Descripción y caracterización de la influencia de la topografía, tipos y usos de suelo en la recarga del Salar de Atacama.
- **FASE II:** Caracterización y análisis de la distribución temporal y espacial de los eventos de precipitación.

El desarrollo de cada una de las fases consideradas se explica a continuación.

FASE I – DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA TOPOGRAFÍA, TIPO Y USOS DE SUELO EN LA RECARGA

De acuerdo con lo indicado en el capítulo de hidrología, la cuenca del Salar de de Atacama es del tipo endorréico, en donde la escorrentía originada en las partes altas de la cuenca avanza hacia el Salar (la parte más baja de la cuenca) en forma de quebradas, vertientes o ríos, infiltrándose en las zonas de mayor permeabilidad (Zona Aluvial), originando la recarga hacia el Salar de Atacama. Asimismo, existen sectores como el Núcleo, Zona Marginal y Aluvial caracterizados por su permeabilidad, en donde es posible encontrar recarga directa por precipitación, es decir, parte de la precipitación caída es retenida por el suelo originando recarga subterránea.

Lo anterior refleja la influencia de la tipología del sustrato y de la topografía. De acuerdo con la caracterización de la geología y drenaje de la cuenca del Salar de Atacama, se aprecia que la Zona Endorréica o sector de las subcuencas (Figura I-1), definida a partir del análisis morfométrico, está caracterizada por presentar zonas de escorrentía superficial permanente e intermitente, la cual se -16-úmido sobre un lecho rocoso de origen volcánico principalmente, afectados por erosión, meteorización y fallas que le brindan una capacidad aparente de infiltración elevada. No obstante, debido a la topografía de la cuenca, esta capacidad de infiltración puede verse contrarestanda por las pendientes que caracterizan las partes altas de la cuenca, favoreciendo la escorrentía superficial especialmente en momentos de precipitación muy intensa. Este fenómeno se ve reflejado en las incisiones que se reconocen sobre las ignimbritas, las cuales han sido producidas por la erosión de dicha escorrentía.

Por otro lado, en las partes más bajas, tales como la Zona Aluvial, Marginal y Núcleo, los gradientes son mucho más bajos que en las partes altas de la cuenca. Esta característica sumada a la presencia de materiales detríticos y tipo karst (i.e. núcleo), favorece la infiltración tanto de la escorrentía proveniente de la zona endorréica como por la precipitación caída directamente sobre estos sectores. Por lo general la escorrentía suele infiltrarse a su llegada a la Zona Aluvial, salvo en evento hidrometeorológicos extremos, en donde la escorrentía puede llegar hacia la Zona Marginal o el Núcleo.

Sin embargo, en todos los casos la precipitación que infiltra puede evaporarse tanto desde las primeras capas del suelo de forma inmediata o bien, mucho más extendida desde toda la zona no saturada (sector entre la superficie del suelo y la napa del acuífero). Adicionalmente, este fenómeno se ve intensificado por la presencia de vegetación, zonas de cultivo o alguna intervención antrópica que favoreza la evaporación y/o transpiración del recurso hídrico.

Por esta razón y dadas las características hidrogeológicas de la cuenca ya expuestas en los apartados anteriores, es necesario caracterizar el papel de la topografía, tipo y usos del suelo en la cuenca para la cuantificación de la recarga en el Salar de Atacama, a partir del análisis de la capacidad de infiltración inicial del suelo y a su vez, en función de esta capacidad, la parte de precipitación que genera escorrentía directa, considerando que parte de la precipitación que infiltra es posteriormente evapotranspirada o retenida (Chow, y otros, 1994; Mockus, 1972). A la parte de la precipitación que genera escorrentía es lo que se denomina como precipitación neta, precipitación efectiva o en exceso (Sánchez, 2017). La parte de la precipitación que es retenida o abstraída es denominada abstracción inicial o umbral de escorrentía (Chow, y otros, 1994; Mockus, 1972), el cual será el objetivo del análisis de esta etapa.

Uno de los métodos más extendidos y experimentados de los modelos empíricos de infiltración para analizar todos estos factores, es el método establecido por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) de los Estados Unidos, actualmente el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) denominado Método de Curva Número, definido en 1972 (Mockus, 1972), el cual se mantiene vigente por parte del NRCS (NRCS, 2004; NRCS, 2009). No obstante, este método solo considera el tipo y usos del suelo para la definición de la capacidad de infiltración inicial del suelo, por lo que se ha considerado el método de Curva Número de Temez (Temez, 1978), el cual se basa en el mismo planteamiento que el método original, pero considerando además la topografía.

El método de curva número considera la hipótesis conceptual de que la escorrentía acumulada en una porción de la cuenca es a la infiltración acumulada, como la precipitación bruta acumulada, una vez descontada la fracción necesaria para que se produzca el encharcamiento, es la máxima infiltración acumulada que puede producirse, es decir:

$$\frac{Q}{F} = \frac{P}{S}$$

Donde:

Q : Escorrentía

F : Infiltración real después del encharcamiento

P : Precipitación bruta acumulada

S : Máxima infiltración potencial.

De esta manera, se debe cumplir por continuidad que:

$$F = P - Q$$

Por lo tanto,

$$Q = \frac{P^2}{P + S}$$

Lo anterior se considera cuando la abstracción es nula. Cuando no es nula, la cantidad de precipitación disponible para escorrentía es igual a:

$$(P - P_0)$$

Donde:

P_0 : Umbral de Escorrentía, es decir, la cantidad de precipitación necesaria para que el suelo se encharque y la escorrentía superficial aparezca (Ferrér, y otros, 1995).

Sustituyendo, en la relación queda establecida como:

$$Q = \frac{(P - P_0)^2}{(P - P_0) + S}$$

El umbral de escorrentía o abstracción inicial, consiste principalmente en la intercepción e infiltración durante los primeros momentos del evento de precipitación. Este valor refleja la cantidad de agua que el suelo necesita para saturarse y así originar la escorrentía. No obstante, el agua retenida será posteriormente evapotranspirada principalmente. Definir este término no es sencillo, pero el método desarrollado por el SCS ha generado una equivalencia en función de la máxima infiltración potencial (S), a partir de la observación de los eventos en un número considerable de cuencas (Mockus, 1972; NRCS, 2004). La relación entre estos dos términos se expresa como:

$$P_0 = 0,2S$$

Por lo tanto, la escorrentía queda definida como:

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S} \quad ; P > P_0$$

$$Q = 0 \quad ; P < P_0$$

Temez (1978), con base en los trabajos experimentales del SCS (Mockus, 1972), ha relacionado la máxima infiltración potencial con un parámetro de referencia. Dicho parámetro se ha denominado Número de Curva (CN), cuyos valores varían entre 0 y 100. La relación de estos dos términos queda reflejada en la siguiente ecuación:

$$CN = \frac{5000}{(50 - P_0)}$$

La interpretación de este CN se ilustra en la Figura II-1. En ella se aprecia que en un sector de la cuenca donde le corresponda un CN de 100, toda la precipitación generará escorrentía. Sin embargo, si le correspondiera un CN de 90, para un evento de precipitación de 1 pulgada (25,4 mm) generaría una escorrentía de 0,3 pulgadas (7,6 mm).

El objetivo, entonces, es obtener el valor del número de curva para cada punto de la cuenca. El CN depende del uso y tipo de suelo, características hidrogeológicas y la pendiente del terreno, por lo que es necesario analizar cada uno de esos parámetros por separado. Cada rasgo tiene asociado un número primo que luego, al ponderar todas las características, se traduce en un valor de Número de Curva (Ferrér, y otros, 1995; Temez, 1978).

A continuación, se detalla la definición de cada uno de estos elementos en la cuenca del Salar de Atacama, para la definición del CN.

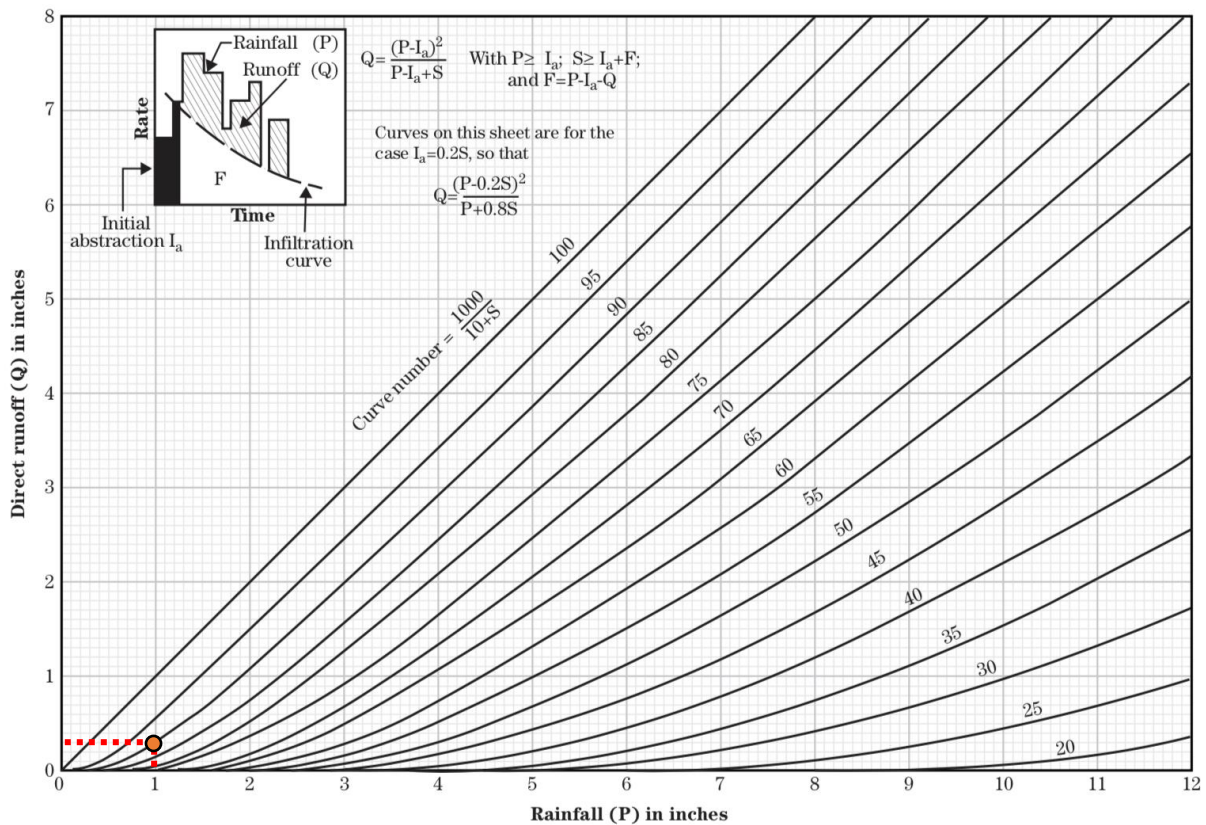


Figura II-1. Relación entre precipitación y número de curva. Fuente: (NRCS, 2004)

II.1.1 Usos del Suelo

En la Figura II-2 se indica el mapa de usos del suelo para la cuenca del Salar de Atacama, obtenido de la cartografía de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) a escala 1:250.000 (CONAF, 2016). En base a esta cartografía, se pudo identificar 13 usos del suelo en la cuenca del Salar de Atacama. No obstante y debido a la escala del mapa, se ha decidido incluir además las áreas de bofedales obtenidas del análisis de la evapotranspiración (ver Anexo MC1-VI).

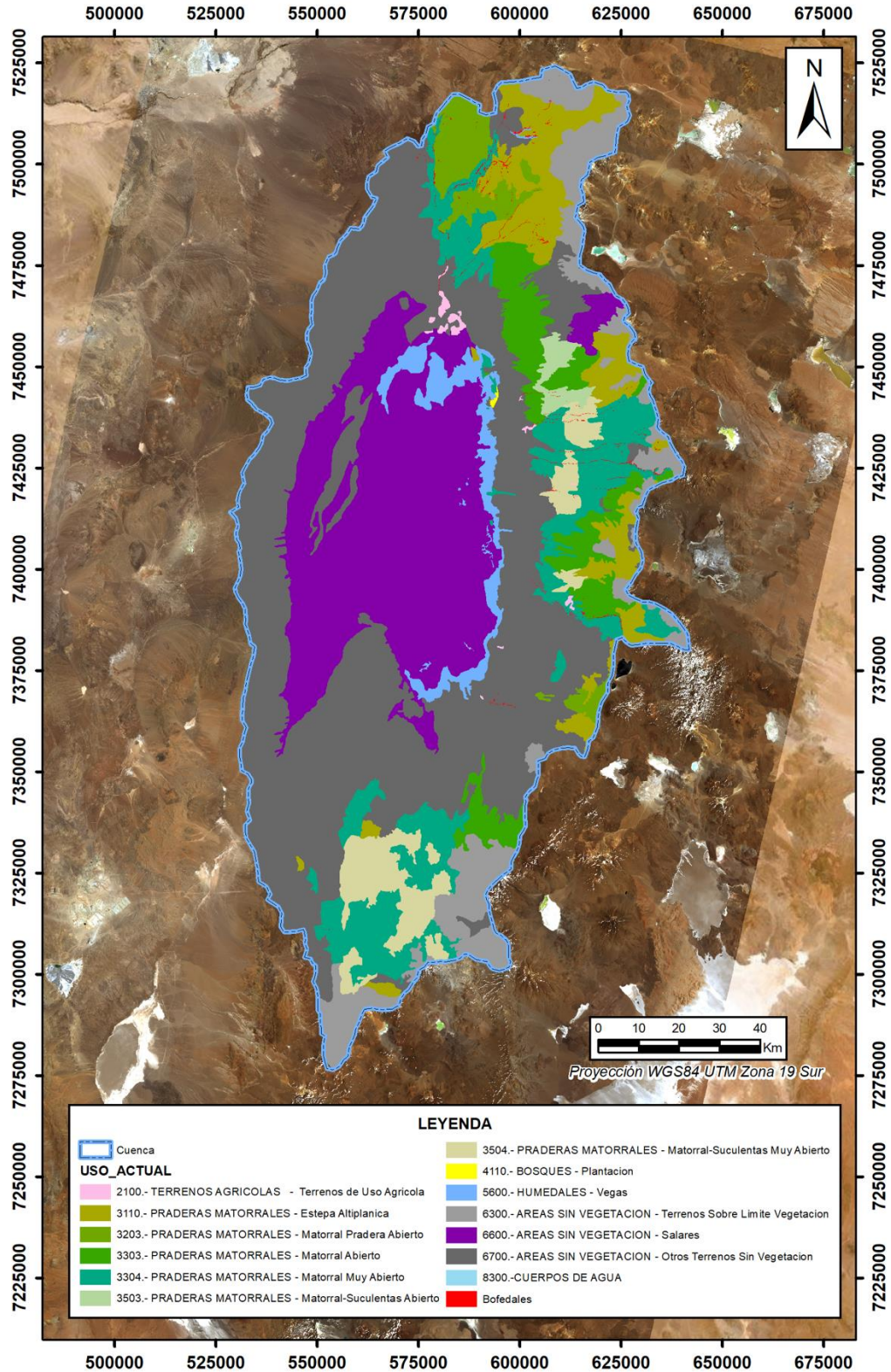


Figura II-2. Mapa de Usos del Suelo para la Cuenca del Salar de Atacama. Fuente:CONAF, 2016.

Sin embargo, para realizar la correcta aplicación del método de Temez (1978), es necesario realizar una equivalencia entre los usos del suelo definidos en el método y los obtenidos en la Cuenca del Salar de Atacama. Para realizar este ejercicio, se ha considerado la descripción realizada en Ferrer et al.(1995). En la Tabla II-1 se indica la equivalencia realizada.

Tabla II-1. Equivalencias entre los usos del suelo de la cuenca del Salar de Atacama y los definidos en Temez (1978). Fuente: Elaboración propia.

Usos del Suelo en la Cuenca Salar de Atacama		Usos del Suelo según Temez (1978)	
Usos del Suelo	Descripción	Usos del Suelo	Descripción
Terrenos de Uso Agrícola	Tradicionalmente en la cuenca se desarrollan los cultivos de alfalfa, maíz, trigo, frutales, hortalizas, entre otros (Sepúlveda, y otros, 2015)	Cultivos en Hilera	Agrupar a todos aquellos cultivos sembrados en hilera, con un riego regular para garantizar el crecimiento de las plantas.
Estepa Altiplánica	Se caracteriza por la presencia de hierbas bajas en las zonas altas de la cuenca.	Pradera Pobre	Agrupar a los pastos e hierbas de las zonas semiáridas y áridas, por lo que la cobertura vegetal no es muy elevada.
Matorral Pradera Abierta Matorral Abierto Matorral Muy Abierto	Caracterizado por la presencia de vegetación dominada por arbustos, herbazales y matas de altura, con una cobertura de la superficie muy baja.	Masa Forestal Muy Clara	Agrupar a todos aquellos sectores con vegetación, en donde hay una cobertura muy inferior al 50% de la superficie total. Este tipo de grupo es predominante en zonas áridas y semiáridas.
Matorral Suculentas Abierto Matorral Suculentas Muy Abierto	Similar a la descripción anterior pero con la presencia de especies suculentas propias de zonas áridas y semiáridas.		
Bosques (Plantación)	Corresponde a la presencia de plantaciones de tamarugos y algarrobos próximos al sector de San Pedro de Atacama.	Masa Forestal Media	Corresponde a zonas con presencia de árboles pero con mucha superficie del terreno descubierta.
Vegas	Corresponde a vegetación herbácea densa a muy densa de baja a mediana altura, sobre una superficial generalmente plana, la cual se desarrolla según sea el contenido de humedad del suelo.	Barbecho	Corresponde a zonas que se dejan sin cultivar durante un tiempo. Se entiende como aquellos sectores que sin la presencia de agua precipitada o de riego, no tienen ninguna actividad. En caso contrario, su actividad se vuelve importante y relevante.
Salares	Corresponde a la zona Núcleo y parte de la zona Marginal (no cubierta por vegetación).	Rocas Permeables	Agrupar a ciertas litologías o sectores que permiten la infiltración y abstracción del agua en menor o mayor proporción.
Otros terrenos sin vegetación	Corresponde a la zona Aluvial, algunas ignimbritas bajas (menor a los 3000 m s.n.m.) del borde este y rocas volcánicas del borde oeste.		
Terrenos sobre límite vegetación (Sin Vegetación) Cuerpos de Agua	Corresponde a sectores altos (sobre los 4000 m s.n.m.) sin vegetación. Asociados a los cuerpos lagunares.	Rocas Impermeables	Agrupar ciertos sectores caracterizados por no favorecer la infiltración y abstracción del agua en el suelo.
Bofedales	Se corresponde con cojines herbáceos presentes en cursos de agua normalmente permanentes.		

En función de la equivalencia realizada, en la Figura II-3 se indica el mapa de usos de suelo para el posterior cálculo del CN en la cuenca del Salar de Atacama.

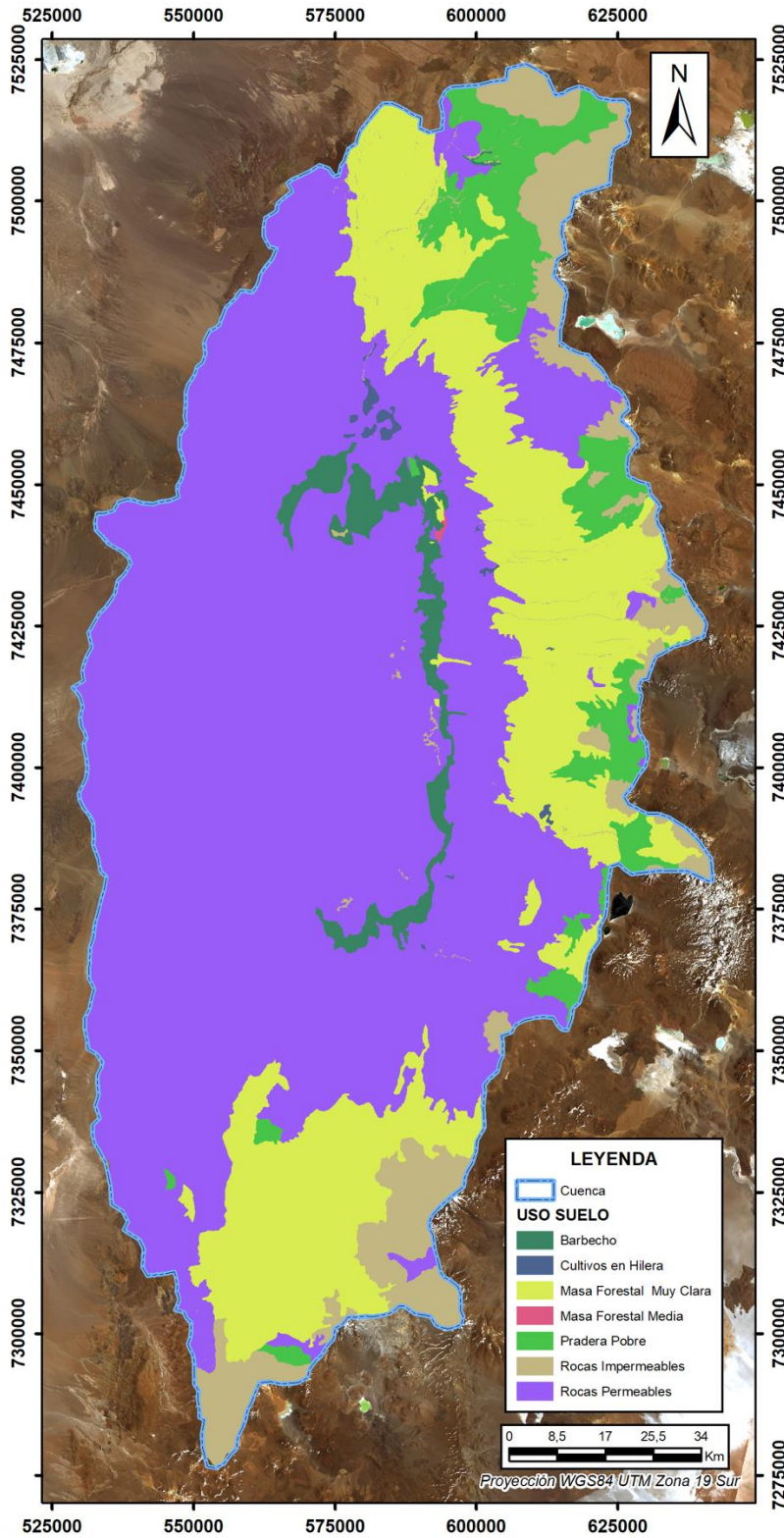


Figura II-3. Mapa de Usos del Suelo para la Cuenca del Salar de Atacama según equivalencia del método de Temez (1978). Fuente: CONAF, 2016.

II.1.2 Tipos de Suelo

El método del número de curva considera una clasificación de suelos de acuerdo con los rasgos hidrogeológicos del sistema. En específico, se definen cuatro grupos de suelos (NRCS, 2004; Mockus, 1972; NRCS, 2009), los cuales presentan algunas o todas de las siguientes características:

- **Tipo A:** En este grupo el agua se infiltra rápidamente, aun cuando estén muy húmedos. Profundos y de texturas gruesas (arenosas o areno-limosas), están excesivamente drenados.
- **Tipo B:** Cuando están muy - 23 -úmedos tienen una capacidad de infiltración moderada. La profundidad de suelo es de media a profunda. Su textura es franco-arenosa, franca, franco-arcillosa o franco-limosa. Están bien o moderadamente drenados.
- **Tipo C:** Cuando están muy húmedos la infiltración es lenta. La profundidad del suelo es inferior a la media y si textura es franco-arcillosa, franco-arcillo-limosa o arcillo-arenosa. Son suelos imperfectamente drenados.
- **Tipo D:** Cuando están muy húmedos la infiltración es muy lenta. Tienen horizontes de arcilla en la superficie o próximos a ella y están pobremente o muy pobremente drenados.

Para la caracterización de los tipos de suelo en función de la descripción anterior, se ha considerado el mapa hidrogeológico definido por Amphos 21 (2018) en el informe “Estudio de modelos hidrogeológicos conceptuales integrados, para los salares de Atacama, Maricunga y Pedernales” para el Comité de Minería no Metálica de la CORFO. No obstante, este mapa considera la delimitación de la cuenca del Salar del Atacama del SDT N° 339 de la DGA, por lo que para la homologación de dicho mapa con la delimitación del SIT N° 356 de la DGA (Figura II-5) utilizada en este trabajo, se replicaron los mismos criterios definidos en Amphos 21 (2018) utilizando la cartografía geológica con cobertura en la cuenca, a escala 1:250.000 del SERNAGEOMIN, del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) y del Servicio Nacional de Geología y Minería de Bolivia (SERGEOMIN). En el mapa hidrogeológico de Amphos 21 (2018) se definen 6 unidades hidrogeológicas según se muestra en la Figura II-4 y se exponen en el mapa de la Figura II-5.

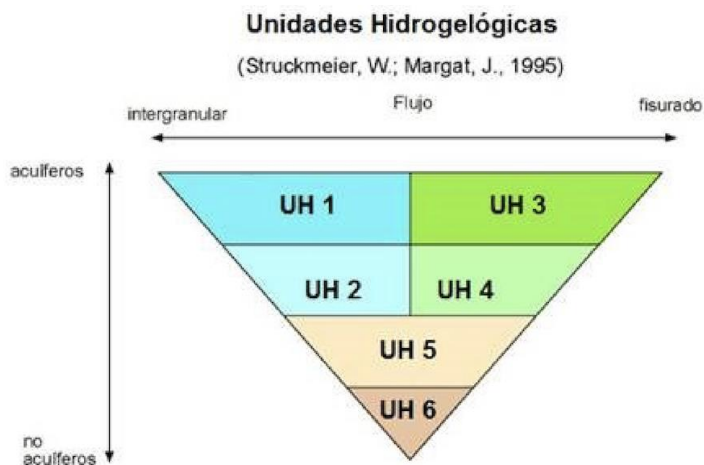


Figura II-4. Unidades Hidrogeológicas definidas para la cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Amphos 21 (2018)

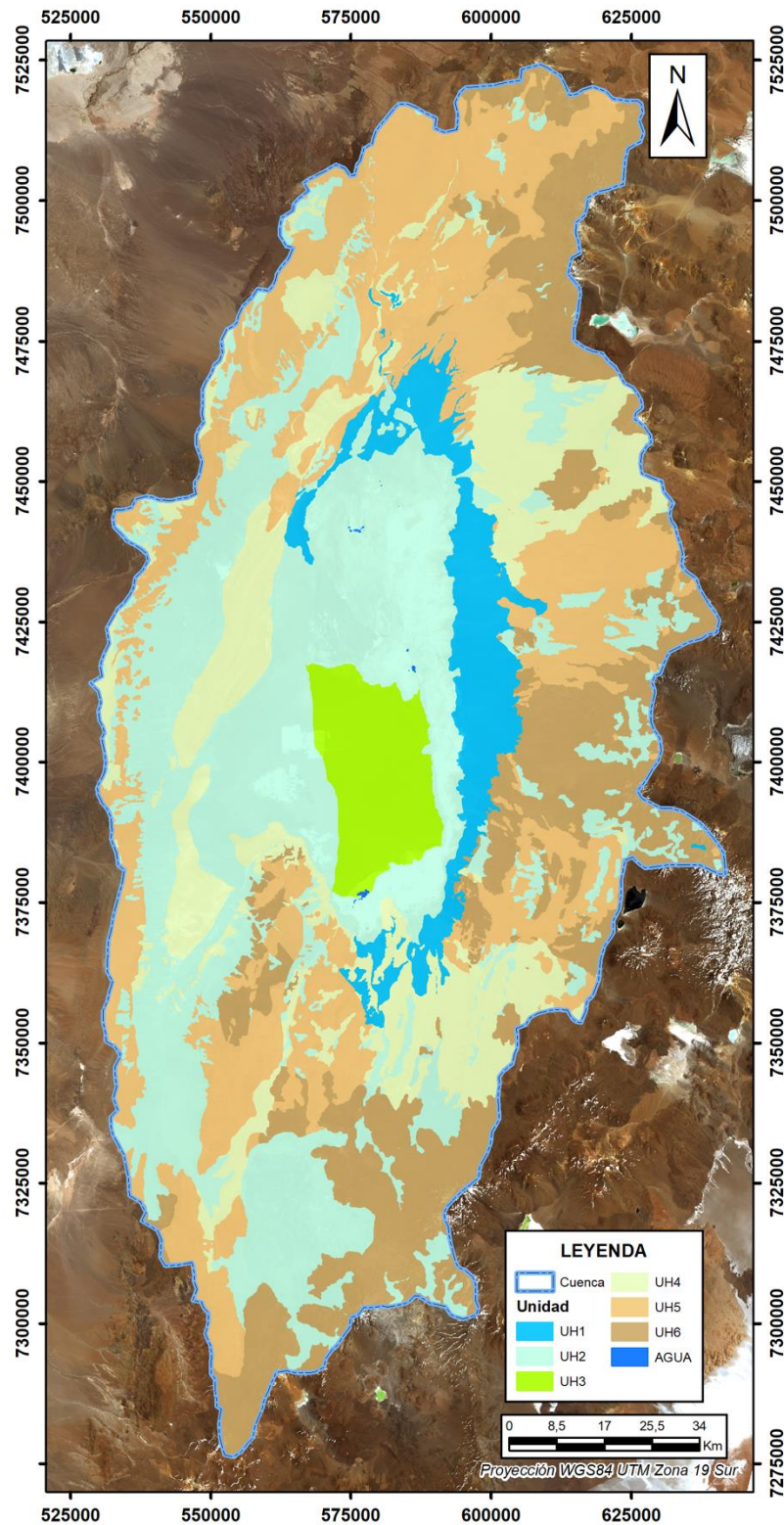


Figura II-5. Mapa hidrogeológico definido por Amphos (2018) ajustado a la cuenca utilizada para este trabajo. Fuente: modificado de Amphos 21 (2018).

En función de lo anterior, en la Tabla II-2 se indica la equivalencia entre los tipos de suelos definidos por el SCS (Mockus, 1972) y el mapa hidrogeológico de Amphos 21 (2018). El resultado se presenta en la Figura II-6, en la que se expone el mapa de tipo de suelo según la SCS obtenido a partir de la equivalencia realizada.

**Tabla II-2. Equivalencias entre los tipos del suelo de SCS y las unidades hidrogeológicas definidas en Amphos 21 (2018).
Fuente: Elaboración propia**

Tipo de Suelo	Mapa Hidrogeológico (Amphos21, 2018)	
	Unidad Hidrogeológica	Descripción
B	UH1	Acuífero Aluvial. Representa acuíferos interganulares extensos y altamente productivos.
C	UH2	Acuífero superior en sector occidental del núcleo del salar, acuífero de depósitos salinos de la Zona Marginal norte y este, y Acuífero Monturaqui. En general son acuíferos interganulares productivos de carácter local o discontinuo, o acuíferos extensos, pero moderadamente productivos.
B	UH3	Acuífero kársito, superior, del sector oriental del núcleo del salar, y depósitos salinos de la Zona Marginal sureste. Corresponden a acuíferos fisurados extensos y altamente productivos.
C	UH4	Acuífero del núcleo de halita, no expuesto en superficie, y acuíferos de baja permeabilidad en las áreas de recarga de la cuenca. En general, son acuíferos fisurados productivos de carácter local o discontinuo, o acuíferos extensos, pero moderadamente productivos..
D	UH5	Materiales en zona cordillerana con escasos recursos hídricos. Son acuíferos menores con recursos de agua subterránea locales y limitados.
D	UH6	Rocas de la zona cordillerana que no constituyen acuífero. Son formaciones esencialmente sin recursos de agua subterránea.

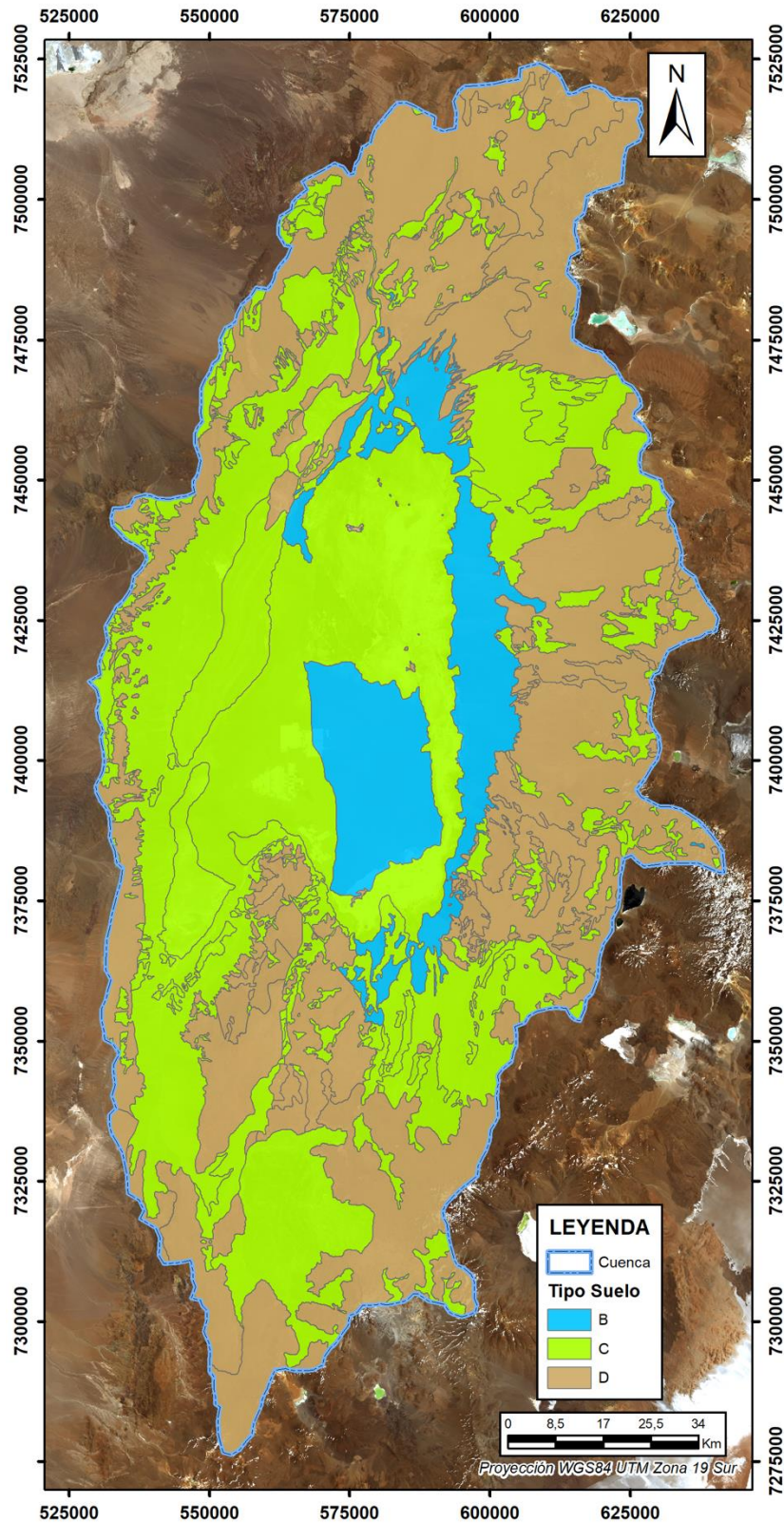


Figura II-6. Mapa de tipos del Suelo para la Cuenca del Salar de Atacama según el SCS. Fuente: elaboración propia.

II.1.3 Pendientes del terreno

El método de Temez (1978) considera la discretización de las pendientes del terreno de la cuenca en dos grupos:

- Grupo 1: pendientes menores del 3%
- Grupo 2: pendientes iguales o mayores del 3%

Considerando el DEM SRTM utilizado para el análisis morfométrico de la cuenca, se han definido las pendientes de la cuenca agrupadas según las entidades anteriormente indicadas (Figura II-7). Una vez definidos y caracterizados los factores necesarios para el cálculo de CN en la cuenca, se ha aplicado la metodología descrita en Ferrer et al. (1995) para la generación del CN a partir de un Sistema de Información Geográfico (SIG). En este caso, se ha utilizado el SIG ArcGIS en su versión 10.4, convirtiendo previamente los mapas de pendientes, usos y tipos de suelo a raster con un tamaño de píxel de 30 m. De esta manera, en la Figura se indica el mapa de número de curva para la cuenca del Salar de Atacama según el método de Temez (1978).

No obstante, el método establece que la formulación inicialmente indicada corresponde a un condición en donde existe un cierto grado de humedad del suelo medio, debido posiblemente a que en días anteriores se produjeran precipitaciones. Para discretizar si corresponde una condición estándar, húmeda o seca, Singh (1992) define un rango de precipitación a considerar para la definición de las condiciones previas del suelo (Tabla II-3).

Tabla II-3. Criterio para la definición de condiciones húmedas, secas y estándar. Fuente: (Singh, 1992)

Precipitación Total en cinco días		
Condición Seca	Condición Estándar	Condición Húmeda
Menos de 13 mm	De 13 a 32 mm	Más de 32 mm

En caso contrario, se debería de recalculer el mapa de CN para condiciones secas o húmedas de acuerdo a esta equivalencia (Chow, y otros, 1994):

$$CN(I) = \frac{4,2 * CN(II)}{10 - 0,058 * CN(II)} \qquad CN(III) = \frac{23 * CN(II)}{10 + 0,13 * CN(II)}$$

Donde:

CN(I): Número de curva para condiciones secas

CN(II): Número de curva para condiciones estándar (calculada anteriormente)

CN(III): Número de curva para condiciones húmedas

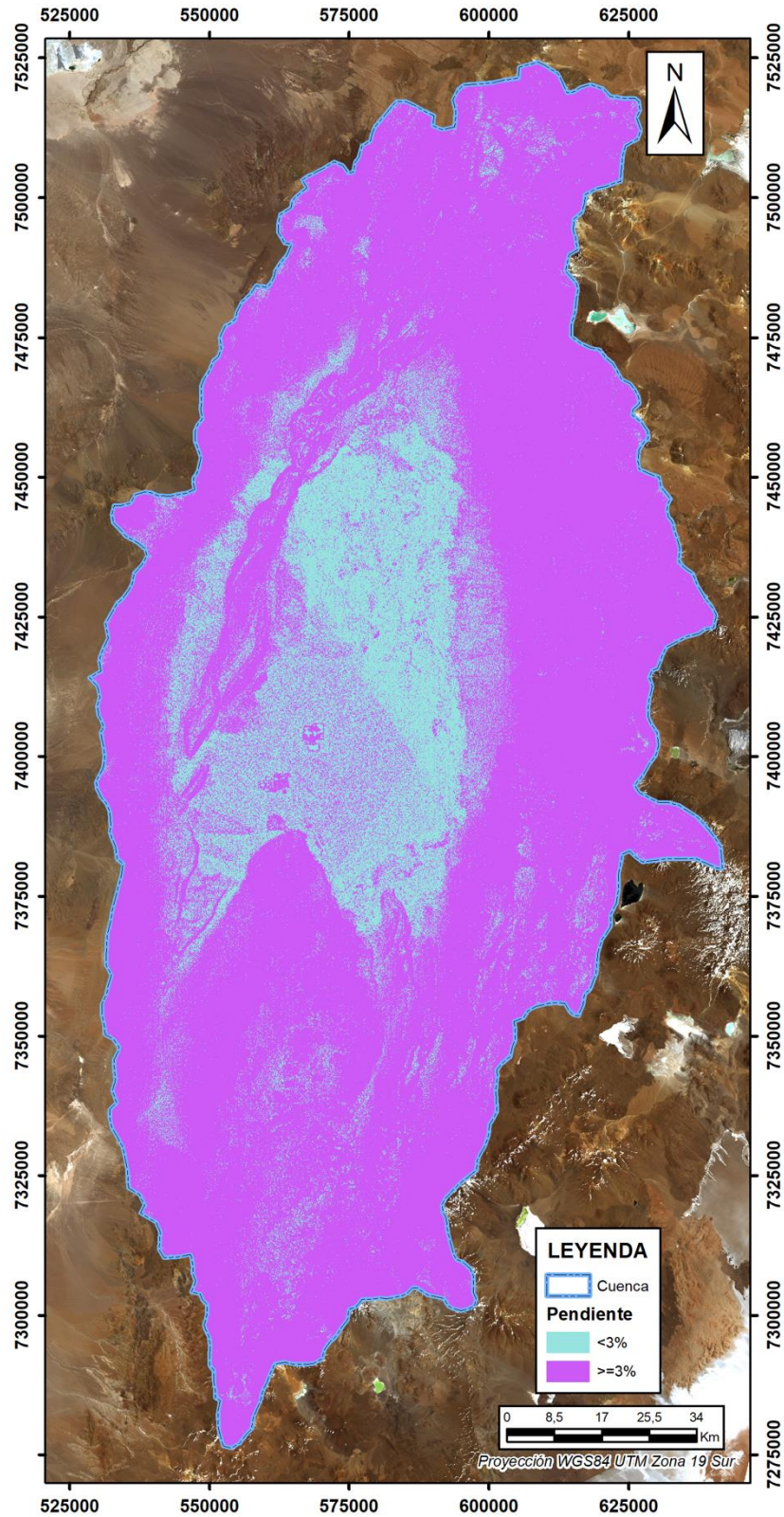


Figura II-7. Mapa de pendientes agrupadas según indicaciones del método de Temez (1978). Fuente: Elaboración propia.

II.1.4 Número de Curva y Umbral de Escorrentía

Considerando todos los aspectos antes presentados, en la Figura II-9 se muestra el mapa de CN para la condición seca (CN(I)) y en la Figura II-10 para la condición húmeda (CN(III)). A modo de referencia, en la Tabla II-4 se muestra el valor del número de curva según el uso del suelo, la pendiente y el tipo de suelo (A, B, C, D) para condiciones medias de humedad (Ferrer-Julia, y otros, 1995).

Tabla II-4. Número de curva para condiciones medias de humedad. Fuente: tomado de Ferrer-Julia y otros. (1995)

USO DE LA TIERRA	PENDIENTE	A	B	C	D
Barbecho R	≥ 3	77	68	89	93
Barbecho N	≥ 3	74	82	86	89
Barbecho R/N	< 3	71	78	82	86
Cultivos en hilera R	≥ 3	69	79	86	89
Cultivos en hilera N	≥ 3	67	76	82	86
Cultivos en hilera R/N	< 3	64	73	78	82
Cereales de invierno R	≥ 3	63	75	83	86
Cereales de invierno N	≥ 3	61	73	81	83
Cereales de invierno R/N	< 3	59	70	78	81
Rotación de cultivos pobres R	≥ 3	66	77	85	89
Rotación de cultivos pobres N	≥ 3	64	75	82	86
Rotación de cultivos pobres R/N	< 3	63	73	79	83
Rotación de cultivos densos R	≥ 3	58	71	81	85
Rotación de cultivos densos N	≥ 3	54	69	78	82
Rotación de cultivos densos R/N	< 3	52	67	76	79
Pradera pobre	≥ 3	68	78	86	89
Pradera media	≥ 3	49	69	78	85
Pradera buena	≥ 3	42	60	74	79
Pradera muy buena	≥ 3	39	55	69	77
Pradera pobre	< 3	46	67	81	88
Pradera media	< 3	39	59	75	83
Pradera buena	< 3	29	48	69	78
Pradera muy buena	< 3	17	33	67	76
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	≥ 3	45	66	77	83
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal media	≥ 3	39	60	73	78
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal buena	≥ 3	33	54	69	77
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	< 3	40	60	73	78
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal media	< 3	35	54	69	77
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal buena	< 3	25	50	67	76
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) muy clara		56	75	86	91
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) clara		46	68	78	83
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) media		40	60	69	76
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) espesa		36	52	62	69
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) muy espesa		29	44	54	60
Rocas permeables	≥ 3	94	94	94	94
Rocas permeables	< 3	91	91	91	91
Rocas impermeables	≥ 3	96	96	96	96
Rocas impermeables	< 3	93	93	93	93

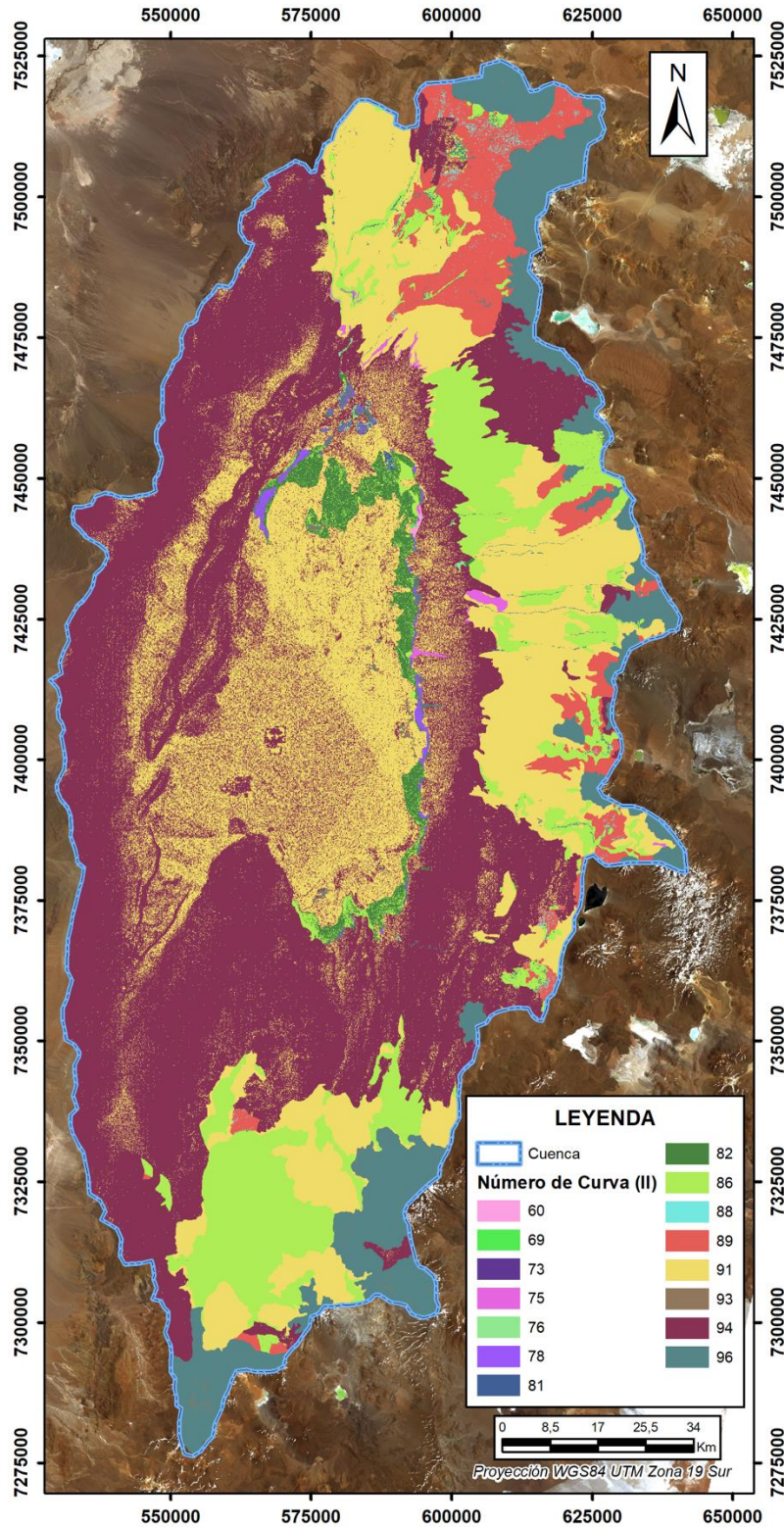


Figura II-8. Mapa de número de curva para la cuenca del Salar de Atacama según condiciones estándar (CN(II)). Fuente: Elaboración propia.

En base en lo anterior, en la Figura II-11, Figura II-12 y Figura II-13 se muestra el mapa de umbral de escorrentía para las condiciones secas, estándar y húmeda, respectivamente.

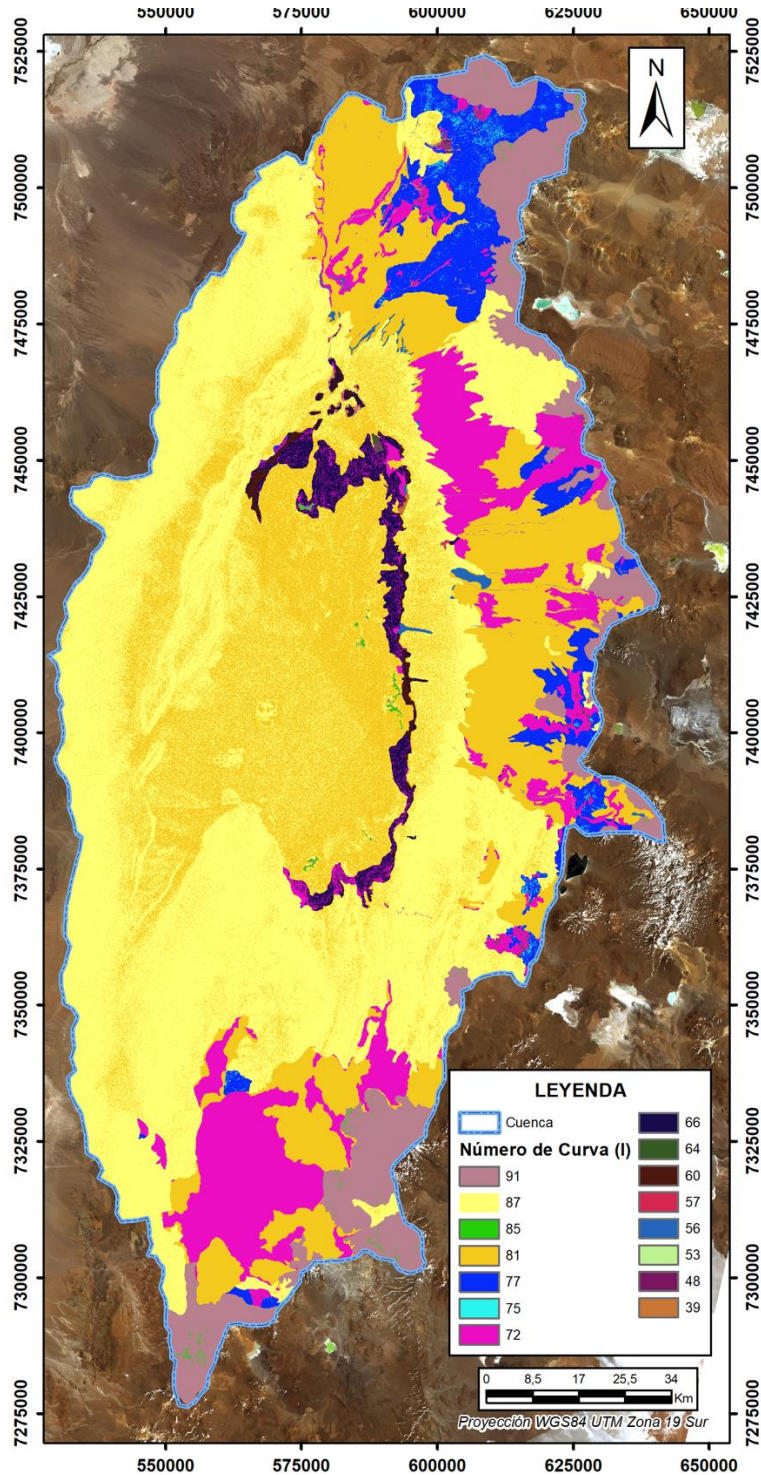


Figura II-9. Mapa de número de curva para la cuenca del Salar de Atacama según condiciones secas (CN(I)). Fuente: Elaboración propia.

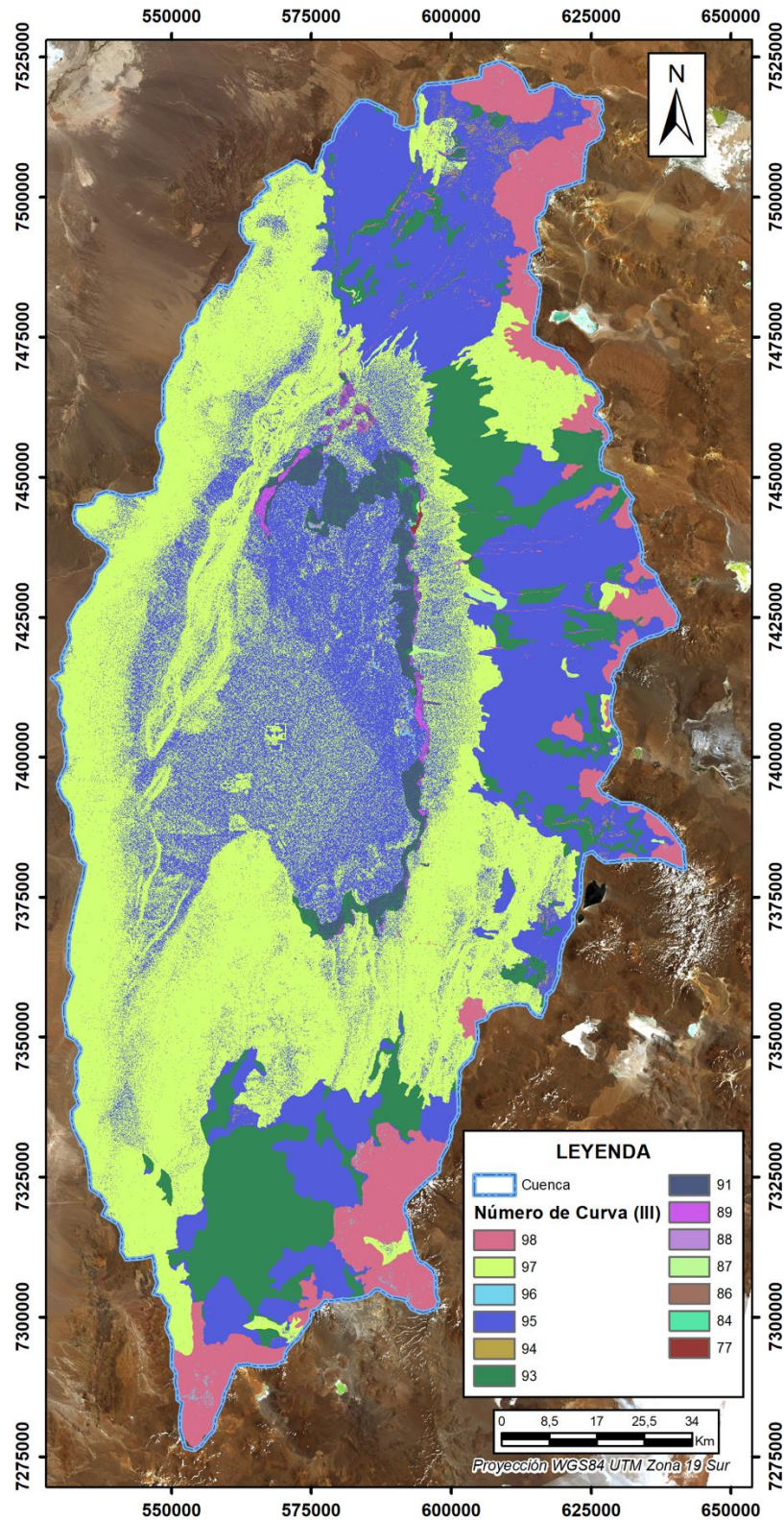


Figura II-10. Mapa de número de curva para la cuenca del Salar de Atacama según condiciones húmedas (CN(III)). Fuente: Elaboración propia.

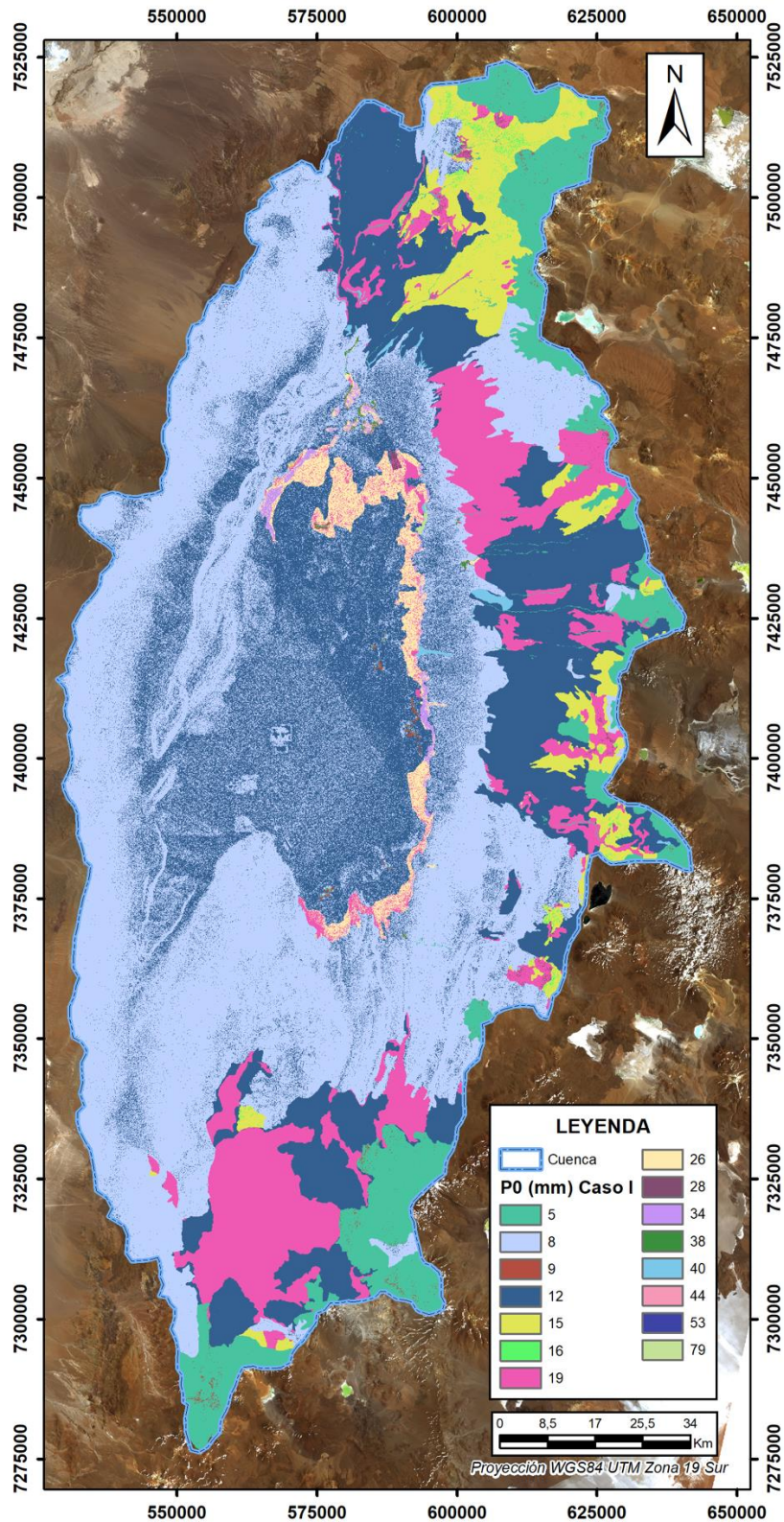


Figura II-11. Mapa de Umbral de Escorrentía para la cuenca del Salar de Atacama según condiciones secas del suelo. Fuente: Elaboración propia.

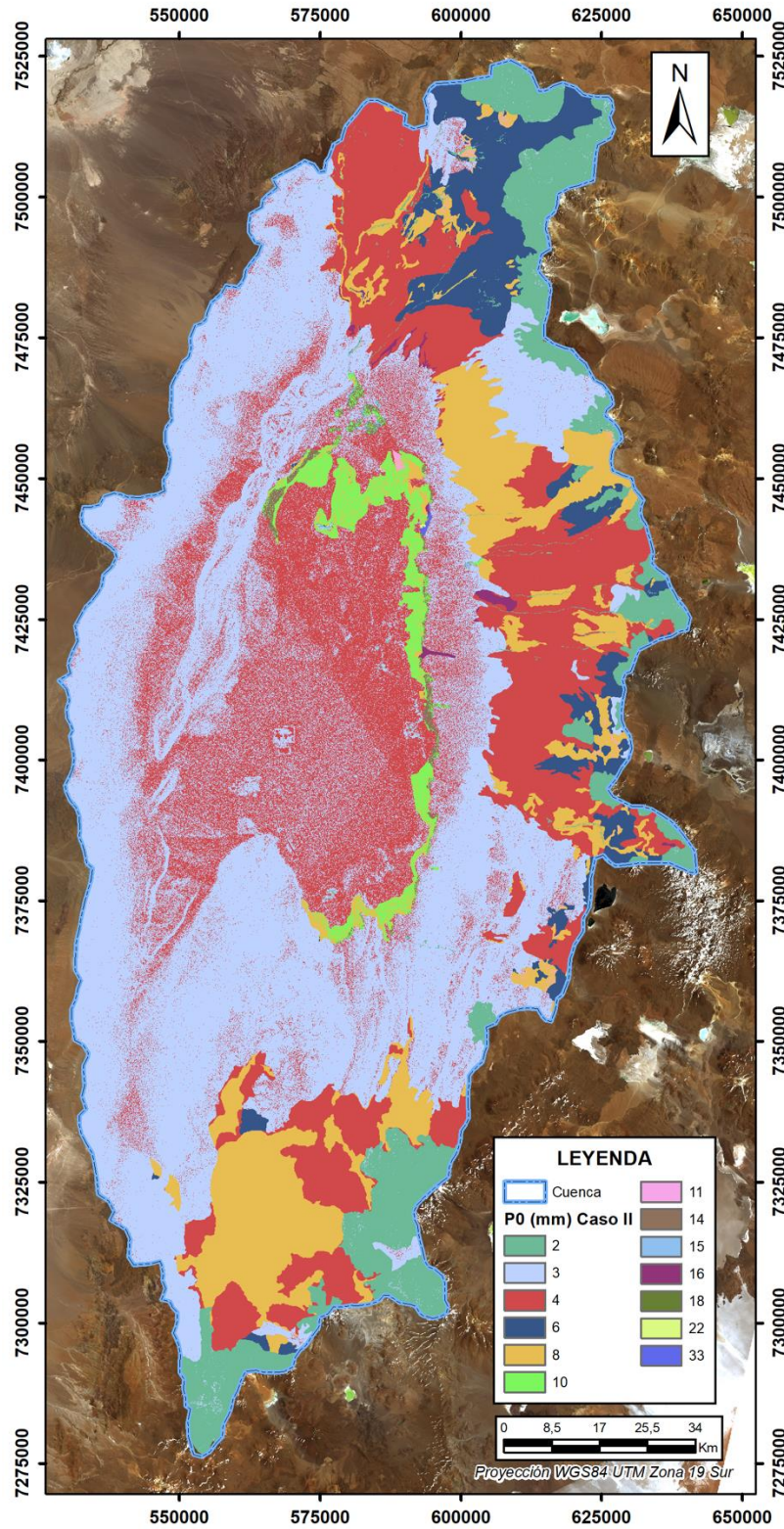


Figura II-12. Mapa de Umbral de Escorrentía para la cuenca del Salar de Atacama según condiciones estándar del suelo.
Fuente: Elaboración propia.

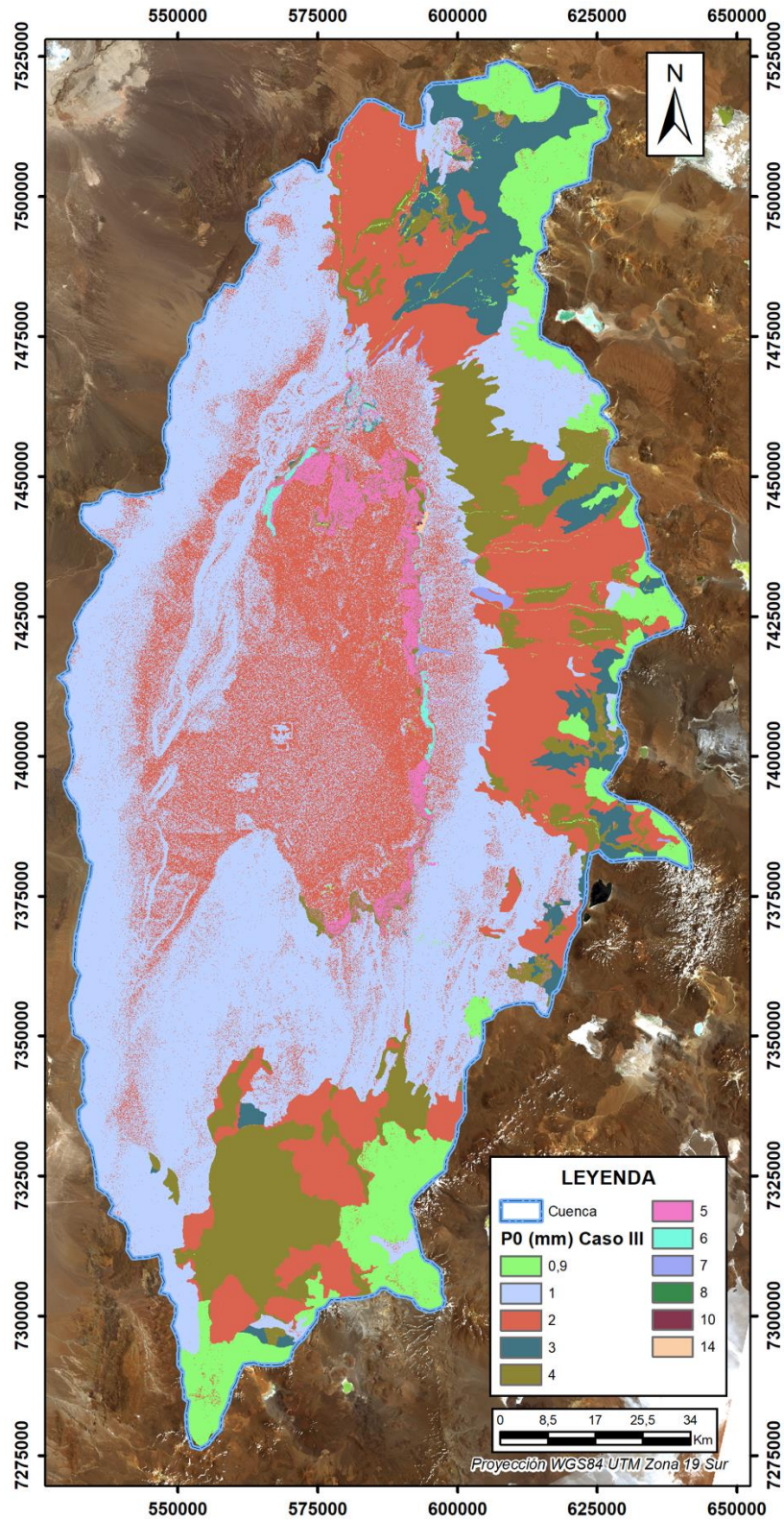


Figura II-13. Mapa de Umbral de Escorrentía para la cuenca del Salar de Atacama según condiciones húmedas del suelo.
Fuente: Elaboración propia.

FASE II - Caracterización y análisis de la distribución temporal y espacial de los eventos de precipitación

Una vez obtenido el umbral de escorrentía o abstracción en la cuenca del Salar de Atacama, se procede con el análisis de los eventos de precipitación considerando las observaciones indicadas en el apartado anterior. Para esto, se han utilizado las series de precipitación analizadas y rellenadas según lo indicado en el capítulo hidrología

Para facilitar el análisis de los eventos de precipitación, se han agrupado los días consecutivos de precipitación si al menos se a registrado precipitación en al menos una estación de las consideradas en la caracterización de la precipitación en la cuenca (apartado hidrología). Esta agrupación se ha realizado considerando además que los eventos no superen los cinco días consecutivos de precipitación. En caso de existir registros de precipitación de más de cinco días, se definirán la cantidad de eventos que permitan agrupar dichos registros pero considerando los cinco días consecutivos como cantidad máxima permitida de agrupamiento. La razón de este criterio se debe a la necesidad de evaluar las condiciones de humedad previamente a cada evento de precipitación, las cuales fueron indicadas en la Tabla II-3.

A cada evento resultado del agrupamiento aplicado, se le asigna la fecha del último día considerado en la agrupación. En función de lo anterior, se han identificado 443 eventos de precipitación desde enero de 1986 a diciembre de 2018. Las series temporales de los eventos de precipitación agrupados se indican en el Anexo I. A modo de resumen, en la Tabla II-5 se indica la frecuencia de eventos de precipitación menores a 13 mm, entre 13 y 32 mm y mayores a 32 mm según el criterio de Singh (1992) para la caracterización de los eventos de precipitación según condiciones previas de humedad en el suelo.

Tabla II-5. Frecuencia de eventos de precipitación por estación, según rangos establecidos por Singh (1992). Fuente: Elaboración propia

Estación	Número de eventos con precipitación acumulada		
	Menor a 13 mm	Entre 13 y 32 mm	Mayor a 32 mm
Camar (DGA)	411	27	5
Chaxa (DGA)	423	18	2
KCL (SQM)	439	4	0
Monturaqui (DGA)	408	24	11
Peine (DGA)	431	9	3
Rio Grande (DGA)	382	45	16
San Pedro de Atacama (DGA)	414	26	3
Socaire (DGA)	412	21	10
Rockwood (ALB)	431	12	0
Talabre (DGA)	395	35	13
Toconao Experimental (DGA)	417	22	4
El Tatio (DGA)	335	61	45

Considerando lo anterior, se aprecia que más del 90% de los eventos de precipitación se encuentran por debajo de los 32 mm de precipitación acumulados en máximo 5 días consecutivos. Adicionalmente, se aprecia que en las estaciones localizadas a mayor altura es más frecuente los eventos mayores a 32 mm, aunque su frecuencia respecto en el periodo de estudio (1986-2018), sigue siendo menor al 10% por lo general.

Una vez definidos las series de eventos de precipitación por estación, se realizan 443 interpolaciones para obtener la distribución de dichos eventos en la cuenca. Para esto se ha utilizado el método de interpolación Spline, por la facultad que tiene de respetar los valores indicados en cada uno de los puntos (i.e. estaciones meteorológicas) utilizados para la interpolación.

Sin embargo, debido a la distribución de las estaciones meteorológicas en la cuenca y a la ausencia del monitoreo en algunas zonas, fue necesario definir los puntos de amarre indicados en la Figura II-14 y Tabla II-6, considerando su ubicación lo más cercana a una estación de referencia.

Tabla II-6. Puntos de amarre definidos para la interpolación de eventos de precipitación. Fuente: Elaboración propia

Punto de Amarre	Este 84 (m)	Norte 84 (m)	Cota (m s.n.m.)	Estación de Referencia
PW2	527.811	7.397.766	2.796	KCL (SQM)
PE1	632.463	7.519.854	4.929	El Tatio (DGA)
PE2	605.326	7.342.840	3.722	Monturaqui (DGA)
PW3	564.406	7.501.409	3.531	Rio Grande (DGA)
PW1	531.865	7.337.914	3.184	Monturaqui (DGA)

Para la respectiva asignación de valores de precipitación a dichos puntos de amarre, se ha considerado la aplicación del Índice de Ubicación de Estaciones (IUA) en la cuenca del Salar de Atacama a todas las estaciones meteorológicas consideradas junto con los puntos de amarre. El IUA fue definido por Amphos21 (2018) de acuerdo al siguiente planteamiento:

$$IUA = \left(\frac{N - N'}{300} + \frac{E - E'}{200} + Z \right) * \frac{1}{1000}$$

Donde:

- N: Coordenada Norte en UTM de la estación en m
- N': Coordenada Norte en UTM de referencia (7.000.000 m)
- E: Coordenada Este en UTM de la estación en m
- N': Coordenada Este en UTM de referencia (350.000 m)
- Z: Cota de la estación en m s.n.m.

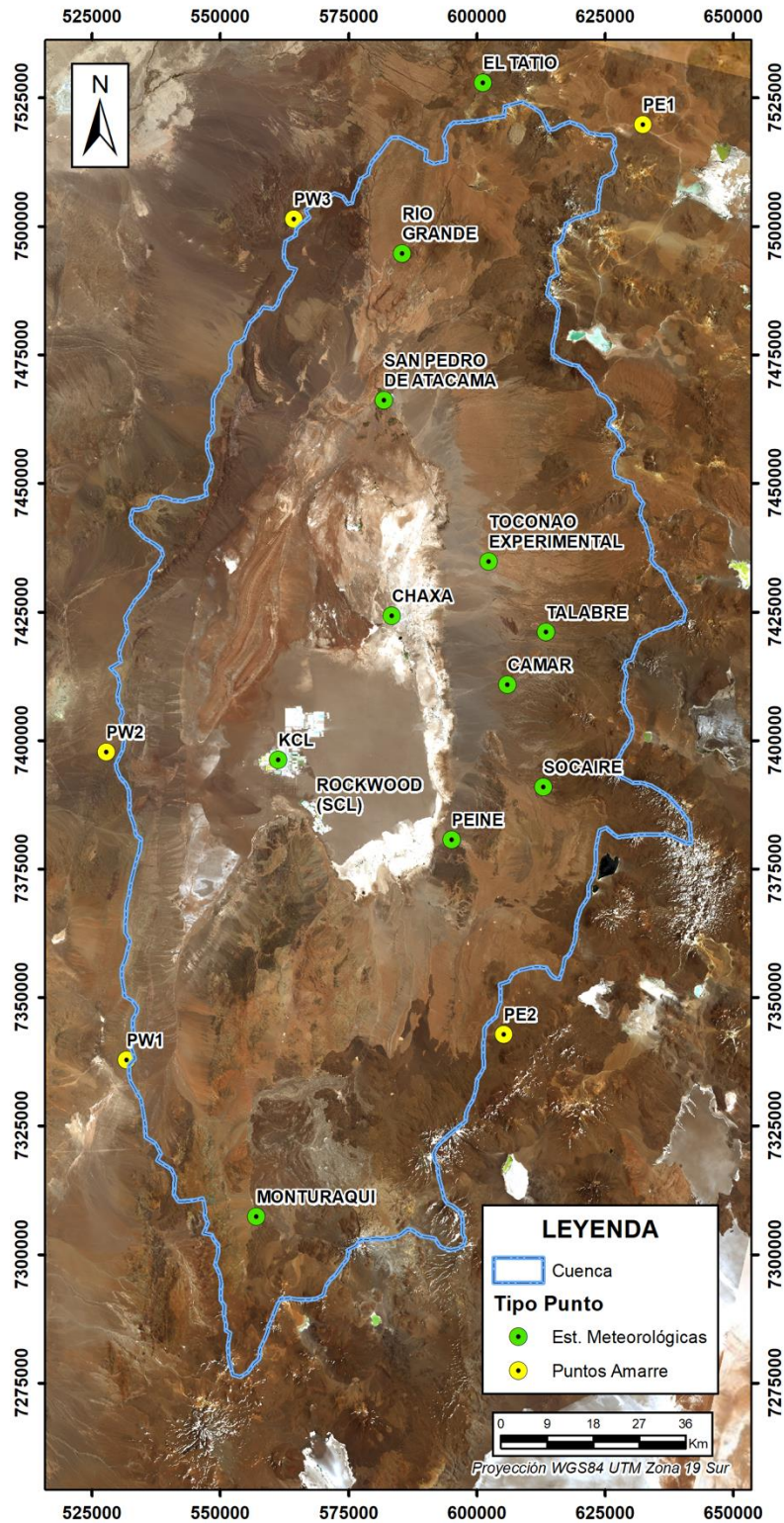


Figura II-14. Puntos considerados para la interpolación de los eventos de precipitación en la cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, obteniendo el IUA para todas las estaciones consideradas (Tabla II-7) y graficando el IUA respectivo vs, la precipitación promedio anual por estación (Figura II-15), se obtiene la función que permite estimar la precipitación promedio anual de los puntos de amarre en función de su IUA respectivamente (Tabla II-8).

Tabla II-7. IUA para las estaciones de la cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia

Estación	Coordenada Este (WGS84) (m)	Coordenada Norte (WGS84) (m)	Cota (m s.n.m.)	PP ANUAL (mm/año)	IUA
Camar (DGA)	606.057	7.410.866	2.721	33,94	5,37
Chaxa (SQM)	583.500	7.424.261	2.307	26,00	4,89
KCL (SQM)	561.354	7.396.247	2.300	8,44	4,68
Monturaqui (DGA)	557.103	7.307.450	3.430	41,75	5,49
Peine (DGA)	595.137	7.380.682	2.390	19,23	4,88
Rio Grande (DGA)	585.548	7.494.766	3.217	70,90	6,04
San Pedro de Atacama (DGA)	581.987	7.466.178	2.445	34,32	5,16
Socaire (DGA)	613.092	7.390.963	3.248	38,15	5,87
Rockwood (ALB)	568.771	7.385.238	2.300	14,65	4,68
Talabre (DGA)	613.530	7.421.080	3.255	58,25	5,98
Toconao Experimental (DGA)	602.388	7.434.809	2.500	28,87	5,21
El Tatio (DGA)	601.295	7.527.990	4.329	128,01	7,35

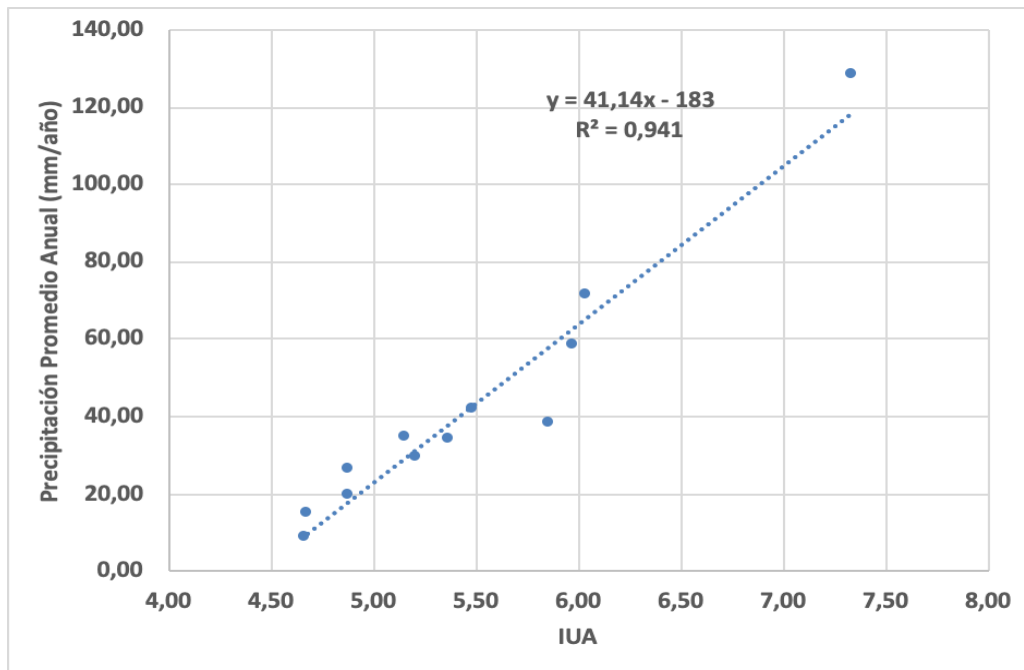


Figura II-15. IUA vs Precipitación Promedio Anual (mm/año) para las estaciones de la Cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia

Tabla II-8. Definición de la precipitación promedio anual para los puntos de amarre y la relación con las estaciones de referencia. Fuente: Elaboración propia

Punto de Amarre	IUA	PP ANUAL CALCULADA (mm/año)	Estación de Referencia	PP ANUAL (mm/año)	RAZÓN
PW2	5,01	23,15	KCL (SQM)	8,44	2,74
PE1	8,07	149,17	El Tatio (DGA)	128,01	1,16
PE2	6,14	69,66	Monturaqui (DGA)	41,75	1,67
PW3	6,27	75,13	Rio Grande (DGA)	70,90	1,06
PW1	5,22	31,74	Monturaqui (DGA)	41,75	0,76

Finalmente, relacionando la precipitación promedio anual de los puntos de amarre y sus respectivas estaciones meteorológicas de referencia, se obtiene la razón entre ambos puntos (Tabla II-8), el cual permite asignar a cada punto de amarre la respectiva serie de eventos de la estación meteorológica de referencia ponderada por dicha razón.

En la Figura II-16 se muestra un ejemplo de la interpolación de un evento de precipitación en la cuenca del Salar de Atacama.

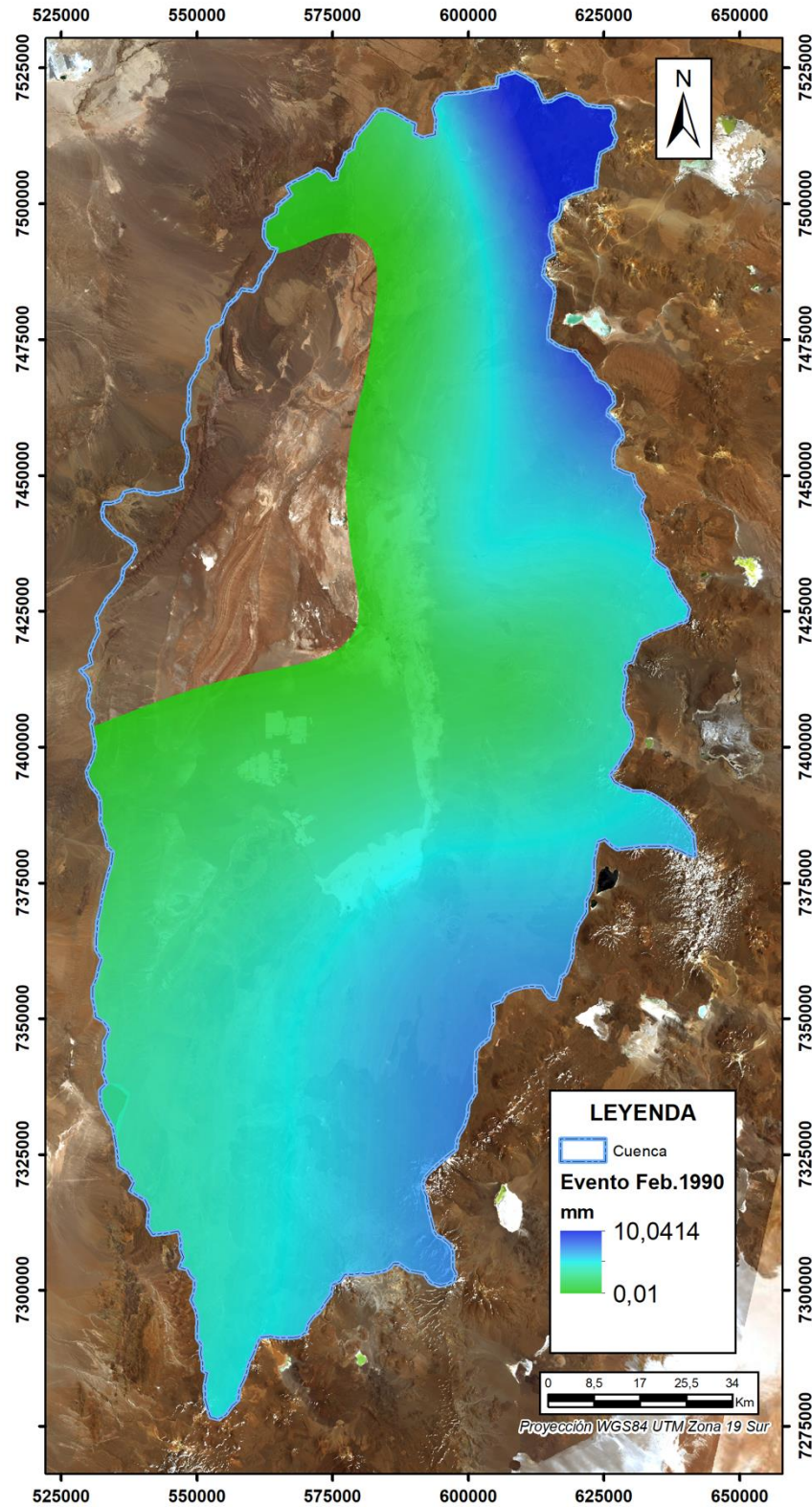


Figura II-16. Evento del 01/02/1990 para toda la cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

Considerando los resultados obtenidos en las dos fases previas, se puede considerar que la discretización definida por Stingham (1992) y asociada al método del número de la curva para el cálculo de la recarga, permite evidenciar que la mayoría de los eventos pueden considerarse como normales o estándar, pero principalmente secos. No obstante, esta discretización se realiza considerando un evento de precipitación y quien lo antecede. Debido a esto, es importante considerar el papel de la evaporación en la cuenca, cuya magnitud es notable, especialmente en verano donde ocurren los principales eventos de precipitación, por lo que es de esperar que una vez ocurren dichos eventos, se evapore a lo menos las primeras capas del suelo.

Debido a esto, se ha considerado calcular la recarga de la cuenca del Salar de Atacama considerando:

- Condición SECA del suelo previa a un evento de precipitación, cuando entre un evento y su antecesor ha pasado 1 día o más sin precipitación.
- Condición NORMAL o ESTÁNDAR del suelo previa a un evento de precipitación, cuando han ocurrido eventos de precipitación continuos; es decir, no ha pasado ni un día entre un evento y su antecesor.

De esta manera, la recarga se calculó por evento de precipitación a partir de la ecuación:

$$Q = \frac{(P - P_0)^2}{(P - P_0) + S} \quad ; P > P_0$$

$$Q = 0; \quad P < P_0$$

Considerando el P_0 en condiciones secas (Figura II-11) o estándar (Figura II-12) según corresponde para cada evento.

Esto se realiza mediante la herramienta "Raster Calculator" del ArcGIS. En la Tabla II-9 se indican los valores de recarga obtenidos para las subcuencas aportantes y el sector Salar, considerando la zonificación definida.

Tabla II-9. Recarga por sectores en la Cuenca del Salar de Atacama. Fuente: Elaboración propia

Sector	PRECIPITACIÓN ANUAL PROMEDIO (mm/a)	UMBRAL O ABSTRACCIÓN INICIAL (mm/a)	RECARGA (L/s)	%RECARGA
San Pedro y Vilama	65,59	10,45	1786,42	40,20
Toconao	46,84	10,18	603,04	32,38
Aguas Blancas	67,49	9,74	296,55	38,10
Talabre	45,32	7,85	286,16	34,55
Socaire	33,24	6,55	400,18	43,92
Peine	38,24	7,10	666,94	45,40
Monturaqui	29,17	6,18	1219,77	49,20
Chépica Norte	15,05	4,76	26,37	43,78
Chépica SW	28,22	5,34	140,21	29,13
Borde Suroeste	18,88	5,88	121,71	28,56
Borde Pacífico Sur	20,02	4,92	122,36	32,24
Borde Pacífico Central	10,14	4,59	20,34	20,46
Borde Pacífico Norte	36,94	5,84	206,95	30,96
Llano de la Paciencia	23,33	7,24	153,22	25,22
Cordillera de la Sal Oeste	30,05	5,80	65,80	26,94
Cordillera de la Sal Este	27,03	6,09	43,37	21,06
Cordillera de la Sal Sureste	10,05	4,82	6,64	18,22
Zona Norte	27,13	10,19	273,66	20,96
Zona Este	25,12	8,67	114,52	28,29
Zona Sureste-Peine	19,63	9,67	13,13	21,01
Zona Núcleo	16,86	6,86	156,31	20,17
Zona Sureste-Tilopozo	21,94	10,86	12,46	20,03
TOTAL	29,83	7,25	6736,11	30,49

ANEXO I – SERIES DE EVENTOS DE PRECIPITACIÓN –

Eventos de Precipitación por Estación (mm/día)													
FECHA	Evento	Camar (DGA)	Chaxa (SQM)	KCL (SQM)	Monturaqui (DGA)	Peine (DGA)	Río Grande (DGA)	San Pedro de Atacama (DGA)	Socaire (DGA)	Rockwood (ALB)	Talabre (DGA)	Toconao Experimental (DGA)	El Tatío (DGA)
23-01-86	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
30-01-86	2	23,0	27,2	0,9	19,7	3,0	70,5	25,5	18,0	1,6	21,3	23,0	40,5
01-02-86	3	6,0	0,0	0,5	3,3	1,5	0,4	0,0	3,0	0,8	3,6	19,0	13,5
07-02-86	4	11,0	12,3	1,6	6,6	5,0	24,8	12,7	6,0	2,7	7,8	7,3	37,0
09-02-86	5	1,0	0,1	0,3	1,6	1,0	0,2	0,1	1,5	0,5	1,9	23,0	1,6
04-03-86	6	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	1,9	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5
16-03-86	7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
19-03-86	8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
31-03-86	9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
29-06-86	10	10,0	5,3	0,6	4,4	2,0	1,6	0,8	4,0	1,1	6,9	3,0	1,6
28-07-86	11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
19-08-86	12	2,0	1,6	0,6	2,6	2,0	4,9	1,2	2,4	1,1	2,2	8,0	9,6
09-11-86	13	7,5	10,5	0,3	12,8	1,0	8,1	13,3	11,7	0,5	9,6	3,0	14,2
18-12-86	14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,5
22-12-86	15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
30-12-86	16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,5
06-01-87	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	84,5
09-01-87	18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
22-01-87	19	9,5	8,9	1,9	23,5	6,0	27,8	4,0	21,5	3,3	17,7	19,0	41,0
26-01-87	20	4,5	0,0	0,2	0,5	0,5	8,8	0,0	0,5	0,3	0,4	4,0	25,1
29-01-87	21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
01-02-87	22	13,0	4,7	0,0	13,1	0,0	1,2	3,0	12,0	0,0	10,2	12,0	3,5
12-02-87	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
17-02-87	24	2,1	6,2	8,1	10,6	26,0	15,1	4,0	9,7	14,2	8,3	7,5	22,0
10-03-87	25	15,0	13,3	7,7	21,9	24,5	24,9	14,5	20,0	13,4	17,0	24,0	51,5
15-03-87	26	12,5	17,0	3,6	21,3	11,5	24,4	18,5	19,5	6,3	16,6	3,5	26,0
05-05-87	27	0,5	0,2	0,0	2,2	0,0	0,9	0,0	2,0	0,0	1,4	0,0	0,0
21-05-87	28	2,0	1,0	0,0	4,4	0,0	4,5	0,0	4,0	0,0	2,9	0,0	7,0
21-06-87	29	1,5	2,0	0,3	3,3	1,0	9,2	2,5	3,0	0,5	2,3	1,5	7,0
03-07-87	30	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,5	0,0	0,0
11-09-87	31	0,3	0,3	0,0	2,2	0,0	0,0	0,5	2,0	0,0	1,1	0,0	0,0
13-09-87	32	0,0	0,3	0,0	2,2	0,0	0,5	0,5	2,0	0,0	1,1	0,0	0,6
19-10-87	33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
20-01-88	34	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,5
01-02-88	35	3,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	17,0

Eventos de Precipitación por Estación (mm/día)													
FECHA	Evento	Camar (DGA)	Chaxa (SQM)	KCL (SQM)	Monturaqui (DGA)	Peine (DGA)	Río Grande (DGA)	San Pedro de Atacama (DGA)	Socaire (DGA)	Rockwood (ALB)	Talabre (DGA)	Toconao Experimental (DGA)	El Tatio (DGA)
10-03-88	36	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,0
13-03-88	37	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
28-12-88	38	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
07-02-89	39	28,0	19,7	2,8	38,3	9,0	39,7	19,0	35,0	4,9	35,2	27,5	26,0
12-02-89	40	11,5	11,4	0,6	4,4	2,0	20,7	11,0	4,0	1,1	4,0	4,0	41,0
17-02-89	41	1,0	7,8	0,0	0,0	0,0	7,6	7,5	0,0	0,0	0,0	4,5	26,5
22-02-89	42	0,0	0,0	0,3	1,1	1,0	11,8	0,0	1,0	0,5	1,0	0,0	9,0
26-02-89	43	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5
14-03-89	44	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
23-03-89	45	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	1,6	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
28-03-89	46	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
21-06-89	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7
29-01-90	48	0,0	0,4	0,0	0,5	0,0	0,4	0,2	0,5	0,0	0,3	0,0	1,9
01-02-90	49	1,0	0,2	1,0	2,7	3,1	0,2	0,1	2,5	1,7	1,7	2,9	9,7
20-02-90	50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
11-03-90	51	1,0	3,9	0,3	4,9	1,0	13,1	6,7	4,5	0,5	2,8	3,0	15,5
16-05-90	52	2,0	1,0	0,9	3,3	3,0	0,0	0,0	3,0	1,6	2,5	0,2	3,5
04-06-90	53	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2
11-06-90	54	0,5	2,3	0,0	0,5	0,0	7,9	4,0	0,5	0,0	0,5	0,1	6,1
17-06-90	55	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
09-07-90	56	1,5	1,8	0,0	1,1	0,0	3,9	2,0	1,0	0,0	1,2	0,0	4,2
18-08-90	57	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
27-09-90	58	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
02-12-90	59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
27-12-90	60	0,5	13,2	0,0	11,8	0,0	25,9	13,3	10,8	0,0	10,4	21,5	23,5
01-01-91	61	20,0	7,0	2,2	11,3	7,0	14,3	7,3	10,3	3,8	9,9	18,5	51,5
06-01-91	62	0,0	1,9	0,0	0,9	0,0	5,8	3,0	0,8	0,0	0,9	6,0	22,7
08-01-91	63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
10-01-91	64	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
12-01-91	65	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2
24-01-91	66	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,0
12-02-91	67	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0
25-02-91	68	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5
10-03-91	69	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	2,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
04-04-91	70	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0

Eventos de Precipitación por Estación (mm/día)													
FECHA	Evento	Camar (DGA)	Chaxa (SQM)	KCL (SQM)	Monturaqui (DGA)	Peine (DGA)	Río Grande (DGA)	San Pedro de Atacama (DGA)	Socaire (DGA)	Rockwood (ALB)	Talabre (DGA)	Toconao Experimental (DGA)	El Tatio (DGA)
30-04-91	71	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
04-08-91	72	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
06-01-92	73	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	5,6	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	30,5
14-01-92	74	1,1	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	2,8	0,0	6,8
01-04-92	75	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,8	0,0	0,0
27-04-92	76	1,0	0,7	0,9	8,8	3,0	0,9	0,5	8,0	1,6	4,5	0,5	0,0
29-05-92	77	3,0	1,6	2,2	1,1	7,0	0,5	0,3	1,0	3,8	2,0	1,5	0,3
04-06-92	78	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
25-06-92	79	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
29-06-92	80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
14-07-92	81	0,0	0,0	0,3	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
26-12-92	82	3,0	1,5	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	2,2	0,0	3,0
30-12-92	83	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9
03-01-93	84	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
05-01-93	85	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10-01-93	86	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
14-01-93	87	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
23-01-93	88	0,0	4,8	1,3	4,4	4,0	14,4	7,4	4,0	2,2	3,0	0,0	36,5
29-01-93	89	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
06-02-93	90	6,0	4,3	1,4	4,9	4,5	5,3	2,7	4,5	2,5	5,2	0,0	12,0
07-02-93	91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
09-03-93	92	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5
27-03-93	93	9,1	7,2	0,3	2,2	1,0	11,9	6,1	2,0	0,5	3,2	2,0	13,0
29-03-93	94	1,0	1,4	0,3	2,7	1,0	2,3	1,2	2,5	0,5	4,0	0,5	15,0
29-05-93	95	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1
13-06-93	96	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
15-07-93	97	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5
12-08-93	98	2,0	1,3	0,0	0,9	0,0	2,5	1,3	0,8	0,0	1,4	0,0	9,5
20-08-93	99	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	1,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
14-12-93	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
22-01-94	101	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,6
05-02-94	102	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	5,7	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0
08-03-94	103	2,0	9,4	0,0	4,9	0,0	22,1	11,3	4,5	0,0	5,9	0,0	14,5
12-03-94	104	9,4	5,2	0,5	2,7	1,5	12,3	6,3	2,5	0,8	3,3	6,6	31,9
29-03-94	105	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2

Eventos de Precipitación por Estación (mm/día)													
FECHA	Evento	Camar (DGA)	Chaxa (SQM)	KCL (SQM)	Monturaqui (DGA)	Peine (DGA)	Río Grande (DGA)	San Pedro de Atacama (DGA)	Socaire (DGA)	Rockwood (ALB)	Talabre (DGA)	Toconao Experimental (DGA)	El Tatio (DGA)
15-04-94	106	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
19-06-94	107	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
15-08-94	108	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	2,3	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0
30-09-94	109	1,0	0,5	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	2,0	0,0	1,0
13-12-94	110	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5
04-01-95	111	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,5
13-01-95	112	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5
28-01-95	113	4,5	11,7	0,5	4,2	1,5	27,7	14,2	3,8	0,8	4,2	7,8	79,5
30-01-95	114	17,5	16,8	2,8	16,3	9,0	39,9	20,4	14,9	4,9	16,2	12,0	47,0
16-03-95	115	6,5	6,8	2,2	6,0	7,0	13,7	7,0	5,5	3,8	6,0	4,2	17,0
18-03-95	116	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
13-04-95	117	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
18-05-95	118	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0
12-09-95	119	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	3,0	0,0	0,0
16-09-95	120	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	6,5
20-01-96	121	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	2,4	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
22-02-96	122	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	3,0	1,5	0,0	0,0	1,0	2,0	4,5
06-03-96	123	0,0	0,0	1,6	4,9	5,0	0,0	0,0	4,5	2,7	3,0	3,0	0,0
20-03-96	124	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,6	0,3	0,0	0,0	1,5	0,0	10,5
18-06-96	125	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
24-06-96	126	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
30-08-96	127	16,0	11,3	2,0	21,9	6,5	13,3	6,8	20,0	3,6	42,0	0,0	0,0
29-09-96	128	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0
01-01-97	129	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07-01-97	130	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	3,8	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
16-01-97	131	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	1,9	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0
22-01-97	132	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,5
26-01-97	133	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	6,8	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01-02-97	134	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
07-02-97	135	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
10-02-97	136	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
15-02-97	137	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
23-02-97	138	23,0	25,0	0,5	19,7	18,0	38,2	19,6	18,0	0,9	26,0	3,6	65,0
28-02-97	139	28,0	16,4	0,1	36,7	2,0	25,1	12,8	33,5	0,1	29,0	9,7	53,5
05-03-97	140	6,5	11,9	12,0	0,0	0,0	29,4	15,0	0,0	23,6	16,0	22,0	17,5

Eventos de Precipitación por Estación (mm/día)													
FECHA	Evento	Camar (DGA)	Chaxa (SQM)	KCL (SQM)	Monturaqui (DGA)	Peine (DGA)	Río Grande (DGA)	San Pedro de Atacama (DGA)	Socaire (DGA)	Rockwood (ALB)	Talabre (DGA)	Toconao Experimental (DGA)	El Tatio (DGA)
07-03-97	141	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
20-03-97	142	2,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	3,0	0,5	1,0
11-05-97	143	0,0	2,5	1,7	7,7	5,5	9,5	4,9	7,0	3,3	4,5	0,0	0,0
04-06-97	144	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
11-08-97	145	0,0	3,8	1,1	0,0	0,0	14,4	7,4	0,0	2,2	1,5	2,0	0,6
19-09-97	146	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
28-09-97	147	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0
20-01-98	148	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	21,0	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0	42,0
24-01-98	149	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	2,5	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28-01-98	150	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0
09-02-98	151	0,0	1,3	2,0	15,3	8,0	5,0	2,6	14,0	4,0	6,0	3,5	26,5
25-06-98	152	2,0	1,0	0,8	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,5	3,0	0,0	5,2
27-06-98	153	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
23-12-98	154	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	1,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30-12-98	155	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28-01-99	156	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
01-02-99	157	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05-02-99	158	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	3,1	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0
11-02-99	159	7,0	13,3	1,3	9,3	6,0	30,3	15,5	8,5	2,6	2,5	1,5	34,5
16-02-99	160	5,0	2,0	1,0	8,2	4,5	4,5	2,3	7,5	2,0	1,0	4,0	9,0
20-02-99	161	6,0	3,3	1,2	7,7	5,5	7,6	3,9	7,0	2,4	4,5	3,5	35,5
27-02-99	162	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	4,4	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0
01-03-99	163	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
07-03-99	164	0,0	2,2	0,1	0,0	0,0	5,5	2,8	0,0	0,2	6,5	5,0	29,0
12-03-99	165	5,0	6,0	0,2	0,0	0,0	14,6	7,5	0,0	0,4	12,5	13,0	40,0
14-03-99	166	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0
30-03-99	167	1,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	9,0	0,0	2,0
27-12-99	168	1,5	0,0	0,3	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,5	2,0	0,0	0,0
08-01-00	169	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17-01-00	170	9,0	0,1	0,5	21,9	0,5	24,8	14,4	20,0	0,9	27,5	0,0	34,0
22-01-00	171	21,5	18,3	1,4	15,3	1,5	26,9	15,7	14,0	2,8	45,0	0,0	69,5
27-01-00	172	7,0	0,5	1,4	35,0	1,5	29,1	16,9	32,0	2,8	18,0	16,0	71,5
01-02-00	173	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,4	0,2	1,0	0,0	1,0	0,0	14,5
25-02-00	174	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	29,2
26-02-00	175	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5

Eventos de Precipitación por Estación (mm/día)													
FECHA	Evento	Camar (DGA)	Chaxa (SQM)	KCL (SQM)	Monturaqui (DGA)	Peine (DGA)	Río Grande (DGA)	San Pedro de Atacama (DGA)	Socaire (DGA)	Rockwood (ALB)	Talabre (DGA)	Toconao Experimental (DGA)	El Tatio (DGA)
09-03-00	176	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,3	12,5	0,0	0,0	3,0	0,5	17,0
12-03-00	177	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12-04-00	178	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	6,0	0,0	0,0
13-05-00	179	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	6,0
02-06-00	180	0,4	0,4	1,5	0,0	2,0	0,5	0,4	0,0	2,9	12,0	3,0	0,0
18-07-00	181	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
14-12-00	182	0,0	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07-01-01	183	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
14-01-01	184	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	3,0	0,0	0,0	3,0	0,0	16,5
16-01-01	185	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,5
25-01-01	186	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	4,0	0,0	0,0	3,5	0,0	19,5
29-01-01	187	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	7,5
04-02-01	188	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	3,9	0,0	0,0	2,0	0,0	26,0
05-02-01	189	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
14-02-01	190	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	14,7	9,7	1,0	0,0	8,0	2,3	14,5
19-02-01	191	0,0	3,8	0,0	1,1	0,0	14,9	9,9	1,0	0,0	5,5	0,5	25,0
24-02-01	192	0,0	2,1	0,0	1,6	0,0	20,6	13,7	1,5	0,0	7,5	0,0	53,5
01-03-01	193	23,0	31,4	12,1	2,2	10,5	67,9	45,6	2,0	23,8	36,5	37,5	38,5
06-03-01	194	14,0	19,4	15,8	0,0	13,5	19,6	13,4	0,0	31,1	18,0	5,0	45,5
11-03-01	195	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,7	8,0	0,0	0,0	13,0	3,5	60,5
16-03-01	196	18,0	3,6	10,0	7,1	8,5	12,4	8,5	6,5	19,6	25,0	15,2	38,0
21-03-01	197	30,0	3,8	2,9	36,1	2,5	11,0	7,5	33,0	5,8	31,0	7,0	39,5
23-03-01	198	4,5	6,6	2,9	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	5,8	3,0	0,0	14,0
12-04-01	199	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
30-04-01	200	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04-05-01	201	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	4,0	0,0	0,0
08-05-01	202	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19-05-01	203	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
22-08-01	204	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
10-09-01	205	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29-10-01	206	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31-10-01	207	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04-11-01	208	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10-11-01	209	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15-11-01	210	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Eventos de Precipitación por Estación (mm/día)													
FECHA	Evento	Camar (DGA)	Chaxa (SQM)	KCL (SQM)	Monturaqui (DGA)	Peine (DGA)	Río Grande (DGA)	San Pedro de Atacama (DGA)	Socaire (DGA)	Rockwood (ALB)	Talabre (DGA)	Toconao Experimental (DGA)	El Tatio (DGA)
20-11-01	211	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25-11-01	212	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01-12-01	213	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
03-12-01	214	0,0	0,2	0,0	1,1	0,0	0,0	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
08-12-01	215	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14-12-01	216	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15-01-02	217	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30-01-02	218	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
03-02-02	219	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
07-02-02	220	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,9	0,0	0,0	6,0	3,5	0,0
16-02-02	221	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0
01-03-02	222	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0
12-03-02	223	57,0	0,0	9,8	31,2	67,0	58,5	27,2	28,5	19,3	67,0	75,5	20,2
18-03-02	224	1,0	1,1	0,4	0,5	2,5	14,1	6,6	0,5	0,7	12,0	2,5	11,7
09-04-02	225	0,0	23,4	1,5	0,0	0,0	0,0	12,7	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
14-05-02	226	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
25-05-02	227	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	1,0
03-07-02	228	0,7	3,9	9,7	5,5	8,5	20,3	11,4	5,0	19,0	10,0	2,7	1,3
23-10-02	229	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
08-01-03	230	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
18-01-03	231	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
31-01-03	232	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	1,9	1,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0
08-02-03	233	7,0	7,0	0,0	8,8	40,5	12,3	9,4	8,0	0,0	30,0	20,2	5,0
28-02-03	234	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
17-03-03	235	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
31-03-03	236	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18-05-03	237	10,0	5,5	0,3	17,5	2,5	5,5	6,4	16,0	0,7	9,0	7,0	16,0
19-05-03	238	0,0	1,7	0,7	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,0	4,5	4,0
25-07-03	239	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
11-11-03	240	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16-01-04	241	3,0	0,3	0,0	1,6	0,0	0,1	0,2	1,5	0,0	18,0	0,0	0,1
09-02-04	242	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,6	19,0	0,0	0,0	13,0	1,0	56,0
10-02-04	243	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0
12-02-04	244	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15-02-04	245	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Eventos de Precipitación por Estación (mm/día)													
FECHA	Evento	Camar (DGA)	Chaxa (SQM)	KCL (SQM)	Monturaqui (DGA)	Peine (DGA)	Río Grande (DGA)	San Pedro de Atacama (DGA)	Socaire (DGA)	Rockwood (ALB)	Talabre (DGA)	Toconao Experimental (DGA)	El Tatio (DGA)
17-02-04	246	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11-03-04	247	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	1,1	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
23-03-04	248	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26-03-04	249	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
11-08-04	250	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
15-08-04	251	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
23-08-04	252	2,0	0,0	0,8	2,7	1,5	0,0	0,0	2,5	1,5	1,5	2,0	3,6
13-01-05	253	21,5	8,1	0,6	0,0	0,0	18,9	10,8	0,0	1,2	31,5	0,0	34,1
17-01-05	254	2,0	1,6	0,2	6,6	0,0	16,9	9,7	6,0	0,3	9,0	0,0	15,5
21-01-05	255	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0
24-01-05	256	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
06-02-05	257	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	10,1
10-02-05	258	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	3,5
21-02-05	259	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0
08-03-05	260	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11-03-05	261	1,5	0,0	0,0	2,2	3,0	12,5	7,6	2,0	0,0	2,0	0,0	17,5
26-04-05	262	1,5	0,8	0,2	3,3	6,0	3,1	1,8	3,0	4,0	10,0	3,5	0,0
04-05-05	263	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
14-09-05	264	6,5	0,5	0,0	6,6	8,5	6,0	3,0	6,0	3,0	5,0	3,0	3,5
20-01-06	265	6,0	0,8	0,0	4,4	0,0	0,0	0,4	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
03-02-06	266	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0
15-02-06	267	6,0	3,8	8,4	3,3	2,0	4,5	4,4	3,0	4,0	14,0	0,0	6,1
16-02-06	268	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23-02-06	269	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
03-05-06	270	0,2	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	4,7	0,0	4,0	0,0	0,0
08-06-06	271	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
30-08-06	272	0,2	0,1	0,0	2,7	2,0	0,0	0,1	2,5	3,0	0,5	0,0	0,0
02-01-07	273	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
07-01-07	274	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
14-01-07	275	0,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	9,0	11,0
14-02-07	276	6,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0
15-02-07	277	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
18-02-07	278	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
25-02-07	279	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
12-03-07	280	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3

Eventos de Precipitación por Estación (mm/día)													
FECHA	Evento	Camar (DGA)	Chaxa (SQM)	KCL (SQM)	Monturaqui (DGA)	Peine (DGA)	Río Grande (DGA)	San Pedro de Atacama (DGA)	Socaire (DGA)	Rockwood (ALB)	Talabre (DGA)	Toconao Experimental (DGA)	El Tatio (DGA)
26-06-07	281	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4
05-08-07	282	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11-08-07	283	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12-08-07	284	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14-09-07	285	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7
06-01-08	286	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,1	3,8
11-01-08	287	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	2,5	1,3	0,1	0,0	11,0	0,0	18,1
16-01-08	288	1,0	3,0	7,4	2,4	0,0	19,6	10,2	2,2	8,6	15,0	0,8	28,4
21-01-08	289	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	8,4	4,4	0,0	1,4	4,0	0,0	41,4
25-01-08	290	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,1	21,9
30-01-08	291	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
12-02-08	292	4,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	3,2	0,0
18-02-08	293	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	2,3	0,0	0,0	5,0	0,0	0,2
21-02-08	294	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
21-03-08	295	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
26-03-08	296	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
31-03-08	297	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2
02-04-08	298	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
04-04-08	299	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
04-01-09	300	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,5	0,0	0,7
07-01-09	301	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1
19-01-09	302	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2
22-01-09	303	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10-02-09	304	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
13-02-09	305	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	1,2	0,0	0,0
19-02-09	306	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	3,3
25-02-09	307	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,1
28-02-09	308	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
02-03-09	309	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
14-03-09	310	4,0	0,0	0,0	1,2	0,0	7,8	3,6	1,1	0,0	1,7	3,2	12,0
21-03-09	311	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	6,3	2,9	0,1	0,0	0,0	0,0	4,1
13-04-09	312	0,0	0,0	0,8	1,2	2,5	3,5	1,6	1,1	2,4	0,6	0,0	2,8
03-07-09	313	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29-07-09	314	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26-01-10	315	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Eventos de Precipitación por Estación (mm/día)													
FECHA	Evento	Camar (DGA)	Chaxa (SQM)	KCL (SQM)	Monturaqui (DGA)	Peine (DGA)	Río Grande (DGA)	San Pedro de Atacama (DGA)	Socaire (DGA)	Rockwood (ALB)	Talabre (DGA)	Toconao Experimental (DGA)	El Tatio (DGA)
27-02-10	316	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	11,9	5,4	0,5	0,0	0,0	0,0	8,8
02-05-10	317	2,0	0,5	0,0	0,0	2,0	0,0	0,3	0,0	0,0	11,0	1,6	0,0
14-05-10	318	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
01-11-10	319	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
11-12-10	320	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25-01-11	321	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
28-01-11	322	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2
03-02-11	323	24,5	9,4	1,4	50,3	1,5	29,5	4,8	46,0	0,3	34,1	14,4	64,7
08-02-11	324	11,0	1,3	0,0	26,3	12,5	7,9	0,0	24,0	2,7	17,8	6,5	43,9
13-02-11	325	3,0	1,3	0,0	13,1	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0	8,9	1,8	7,7
19-02-11	326	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	14,6
20-02-11	327	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4
26-02-11	328	0,0	0,0	0,6	1,2	0,0	3,2	0,0	1,1	0,0	0,8	0,0	9,2
01-03-11	329	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
04-03-11	330	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5
11-04-11	331	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	2,0	1,0	16,3
23-05-11	332	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
20-06-11	333	1,0	0,2	3,8	0,0	12,4	1,1	1,5	0,0	9,5	7,0	1,1	1,2
07-07-11	334	4,0	0,1	0,0	7,7	0,0	17,8	2,2	7,0	0,0	16,0	1,4	16,6
08-07-11	335	0,0	0,2	0,0	14,0	2,0	0,0	2,0	12,8	4,2	13,0	0,0	1,4
28-12-11	336	0,2	0,6	0,0	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	17,6
29-12-11	337	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
06-01-12	338	14,3	0,3	0,0	39,9	0,0	26,7	13,3	36,5	0,0	19,0	7,1	55,8
07-01-12	339	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
09-01-12	340	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
20-01-12	341	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
26-01-12	342	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0
01-02-12	343	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	23,8	4,3	0,3	0,0	8,0	0,0	9,2
09-02-12	344	30,3	1,7	0,0	53,7	23,5	74,7	36,0	49,1	0,0	76,0	36,1	58,8
14-02-12	345	43,5	44,8	4,0	24,6	14,0	28,3	31,0	22,5	0,0	45,0	51,8	74,3
19-02-12	346	0,0	0,7	0,0	5,8	0,0	50,0	24,6	5,3	0,0	22,0	0,0	42,3
22-02-12	347	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	2,2	0,0	0,0	3,0	0,0	16,6
05-03-12	348	0,0	0,3	0,0	5,5	0,0	3,5	0,0	5,0	0,0	3,0	0,0	53,9
08-03-12	349	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0
13-03-12	350	2,3	0,4	0,0	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	11,0	4,6	16,3

Eventos de Precipitación por Estación (mm/día)													
FECHA	Evento	Camar (DGA)	Chaxa (SQM)	KCL (SQM)	Monturaqui (DGA)	Peine (DGA)	Río Grande (DGA)	San Pedro de Atacama (DGA)	Socaire (DGA)	Rockwood (ALB)	Talabre (DGA)	Toconao Experimental (DGA)	El Tatio (DGA)
12-04-12	351	0,0	0,0	0,0	2,7	0,5	3,4	0,5	2,5	0,0	7,0	2,6	1,9
13-04-12	352	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
09-12-12	353	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
09-01-13	354	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
17-01-13	355	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
21-01-13	356	0,0	0,0	0,0	20,6	1,5	0,0	0,0	18,8	0,0	2,0	0,9	9,5
07-02-13	357	6,0	1,2	16,8	9,5	12,9	21,0	59,9	8,7	29,3	33,0	0,1	12,4
12-02-13	358	19,5	26,1	3,3	27,3	0,1	27,6	20,2	24,9	0,2	57,0	0,5	46,0
14-02-13	359	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7
26-02-13	360	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
01-03-13	361	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
08-03-13	362	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
19-05-13	363	13,0	10,9	5,3	16,4	14,0	7,5	7,0	15,0	6,5	14,0	8,6	11,0
21-05-13	364	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
09-06-13	365	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	9,4	1,5	0,0	0,0	1,0	0,2	0,8
14-06-13	366	0,0	0,8	0,0	5,5	0,0	1,5	3,5	5,0	0,0	2,0	0,4	1,3
24-06-13	367	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
26-06-13	368	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
04-07-13	369	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
15-07-13	370	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
26-07-13	371	2,0	1,5	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	6,0	0,6	0,0
24-08-13	372	6,0	0,0	0,0	0,0	9,0	3,9	0,0	0,0	3,0	18,0	3,0	0,1
25-08-13	373	0,0	2,3	1,6	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30-08-13	374	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
28-12-13	375	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
08-01-14	376	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
10-01-14	377	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
18-01-14	378	0,7	1,2	0,0	0,0	0,0	50,2	12,0	0,0	1,8	0,0	2,9	63,1
26-01-14	379	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,2	0,0	2,9	0,0
16-03-14	380	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
28-03-14	381	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05-04-14	382	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	1,1	0,0	0,5	0,0	6,0	0,0	0,0
13-04-14	383	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24-05-14	384	1,0	0,3	1,0	10,9	3,5	2,2	0,3	10,0	2,2	0,0	6,3	0,0
18-07-14	385	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Eventos de Precipitación por Estación (mm/día)													
FECHA	Evento	Camar (DGA)	Chaxa (SQM)	KCL (SQM)	Monturaqui (DGA)	Peine (DGA)	Río Grande (DGA)	San Pedro de Atacama (DGA)	Socaire (DGA)	Rockwood (ALB)	Talabre (DGA)	Toconao Experimental (DGA)	El Tatio (DGA)
20-12-14	386	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25-01-15	387	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0
30-01-15	388	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0
06-02-15	389	11,0	22,0	0,0	8,5	0,0	38,6	9,1	7,8	0,0	32,0	15,2	52,0
11-02-15	390	13,2	2,0	0,0	5,9	0,0	4,6	5,8	5,4	0,0	3,0	18,2	6,2
18-02-15	391	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0
28-02-15	392	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2
20-03-15	393	34,0	8,1	3,6	37,8	32,0	7,8	0,5	34,5	20,8	78,0	16,0	10,5
25-03-15	394	29,0	16,1	17,0	74,3	26,5	31,8	19,7	67,9	17,3	51,0	13,7	42,8
26-03-15	395	0,0	0,1	0,3	11,5	0,0	0,0	1,8	10,5	0,0	13,0	0,0	0,0
26-05-15	396	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
09-08-15	397	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0
19-10-15	398	2,0	0,1	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	1,0	0,0
02-02-16	399	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25-02-16	400	3,0	0,1	0,0	0,0	0,0	77,9	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0
20-04-16	401	15,0	1,6	0,1	9,3	0,0	9,9	0,3	8,5	1,6	0,0	4,6	0,0
09-07-16	402	5,0	0,7	1,0	8,2	0,0	0,0	0,0	7,5	1,7	0,0	1,7	0,0
18-08-16	403	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29-08-16	404	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21-11-16	405	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12-01-17	406	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18-01-17	407	0,0	0,8	0,2	0,0	0,0	35,8	14,3	0,0	0,5	2,0	0,0	0,0
23-01-17	408	28,0	28,1	0,8	21,2	0,0	34,1	13,6	19,4	9,9	38,0	17,6	0,0
27-01-17	409	16,0	18,3	1,3	12,1	0,0	20,9	8,4	11,1	1,8	7,0	10,1	2,8
31-01-17	410	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5
22-02-17	411	47,0	4,8	0,5	39,3	7,5	26,8	5,9	35,9	6,4	29,1	24,1	35,3
27-02-17	412	48,2	59,4	15,1	40,3	37,5	61,5	13,6	36,8	32,0	12,0	24,7	57,0
04-03-17	413	0,0	0,0	1,9	8,4	0,0	0,0	0,5	7,7	0,0	24,0	0,7	16,4
06-03-17	414	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
12-03-17	415	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
18-03-17	416	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,4	1,6	0,0	5,1	0,1	11,9
25-03-17	417	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
17-04-17	418	2,0	0,0	0,0	3,9	0,0	2,1	0,0	3,6	0,0	0,0	0,5	0,0
20-04-17	419	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
25-05-17	420	0,0	3,9	1,8	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	2,2	21,0	5,1	9,4

Eventos de Precipitación por Estación (mm/día)													
FECHA	Evento	Camar (DGA)	Chaxa (SQM)	KCL (SQM)	Monturaqui (DGA)	Peine (DGA)	Río Grande (DGA)	San Pedro de Atacama (DGA)	Socaire (DGA)	Rockwood (ALB)	Talabre (DGA)	Toconao Experimental (DGA)	El Tatio (DGA)
28-05-17	421	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5
09-06-17	422	0,0	8,8	9,1	18,1	0,0	0,0	7,2	16,5	12,8	20,0	11,0	19,0
21-07-17	423	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,0	1,0	0,0
15-08-17	424	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0
08-09-17	425	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
14-09-17	426	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04-12-17	427	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12-01-18	428	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
01-02-18	429	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	1,1	0,0	0,0	0,0	0,2	18,3
06-02-18	430	2,7	1,1	0,0	2,9	0,0	29,6	5,8	2,7	0,0	10,0	3,7	48,7
11-02-18	431	17,2	4,9	0,0	18,7	8,0	40,2	7,9	17,1	0,0	32,0	23,5	36,5
12-02-18	432	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0
18-02-18	433	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5
22-02-18	434	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
25-02-18	435	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
27-03-18	436	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29-03-18	443	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6
26-04-18	437	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
11-06-18	438	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
16-06-18	439	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	10,0	0,0	8,2
22-07-18	440	13,0	2,9	2,9	14,1	0,0	0,0	1,6	12,9	3,3	0,0	3,6	6,9
05-08-18	441	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,7	3,6
31-12-18	442	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo E. [y otros]** Relaciones hídricas de Prosopis tamarugo Phil, Uso de isótopos estables, Santiago: Universidad de Chile [Libro]. - 2007.
- Álvarez E.** Exploración del Salar de Pedernales (Atacama) mediante imágenes Landsat procesadas por computador [Publicación periódica] // Revista Geológica de Chile, N21. - 1984. - págs. 77-97.
- Amphos 21** Estudio de modelos hidrogeológicos conceptuales integrados para el Salar de Atacam. Preparado para el Comité de Minería no Metálica de CORFO [Libro]. - 2018.
- Barrera A.** Técnicas de completado de series mensuales y aplicación al estudio de la influencia de la NAO en la distribución de la precipitación en España. Trabajo para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados (DEA). [Informe]. - 2004.
- Bevacqua P.** Descripción de las unidades geológicas de superficie del Salar de Atacama. - Santiago : Minsal Ltda, 1988.
- Burgos V.** Evaluación de ASTER GDEM y SRTM-C/X para modelación hidráulica de la rotura de presa El Carrizal, Mendoza [Conferencia] // Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos. - Buenos Aires : [s.n.], 2012.
- Chow V.T., Maidment D.R. y Mays L.W.** Hidrología Aplicada, 13ª Edición [Libro]. - Bogotá : McGraw-Hill, 1994.
- CONAF** Catastro de Uso de Suelo y Vegetación [Libro]. - Santiago : [s.n.], 2016.
- CORFO** Proyecto CHI 535, Investigación de recursos hidráulicos en el Norte Grande [Informe]. - 1977.
- Cortés J.** Carta Sierra Mariposa, Región de Antofagasta, Escala 1:100.000 [Informe]. - Santiago : SERNAGEOMIN, 2012.
- DGA** Actualización de la disponibilidad de recursos hídricos para constituir derechos de aprovechamiento en las subcuencas afluentes al Salar de Atacama.S.I.T. 210, pp 277). [Informe]. - Santiago : Ministerio de Obras Públicas. realizado por GCF, 2010.
- DGA** Actualización de la evaluación de la disponibilidad de recursos hídricos para construir derechos de aprovechamiento en las subcuencas afluentes al salar de Atacama.S.I.T. 210, pp 277). Ministerio de Obras Públicas. realizado por GCF [Informe]. - 2010.
- DGA** Análisis de la oferta hídrica del salar de Atacama. Santiago, Chile. Ministerio de Obras Públicas. Departamento de Estudios y Planificación. [Informe]. - 2013.
- DGA** Estimaciones de demanda de agua y proyecciones futuras. Zona I norte. Regiones I a IV. SIT N°122. [Libro]. - 2007.
- DGA** Evaluación de la disponibilidad de recursos hídricos para constituir derechos de aprovechamiento en las subcuencas afluentes al Salar de Atacama. II Región. Minuta técnica N°60. Ministerio de Obras Públicas. Departamento de Administración de Recursos Hídr [Informe]. - [s.l.] : Dirección General de Aguas, 1999.
- DGA** Informe Técnico Inventario de Cuencas, Subcuencas, Subsubcuencas de Chile [Informe]. - Santiago : División de Estudios y Planificación, Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile, 2014.
- DGA** Informe Técnico: Análisis Crítico de la Definición de Cuencas del Banco Nacional de Aguas (SDT N° 341) [Informe]. - Santiago : División de Estudios y Planificación, Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, 2013b.
- DGA** Redefinición de la clasificación red hidrográfica a nivel nacional (Informe Final) (SDT N°356) [Informe]. - Santiago : Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), 2014b.
- DGA** SDT N° 392: Sistematización de información de los recursos hídricos del Salar de Atacama para un futuro Plan de Gestión [Informe]. - Santiago : División de Estudios y Planificación de la Dirección General de Aguas, 2016.

- ERSDAC** Aster reference guide version 1.0. [Libro]. - Japón : Earth Remote Sensing Data Analysis Center, 2003.
- Espino G. [y otros]** Diccionario de Hidrología y Ciencias Afines [Libro]. - Ciudad de México : Plaza y Valdes Editores, 1999. - pág. 286.
- ESRI** Arc hydro Tools - Tutorial [Informe]. - New York : ESRI, 2011.
- Ferrér M., Rodríguez J. y Estrela T.** Generación automática del número de curva con Sistemas de Información Geográfica [Publicación periódica]. - 1995. - pág. 16.
- Ferrer-Julia Montserrat, Rodriguez Joaquín y Estrela Teodoro** Generación automática del número de curva con sistemas de información geográfica [Publicación periódica] // Ingeniería del agua. - 1995. - 4 : Vol. 2. - pág. 16.
- Geobiota** Plan de seguimiento ambiental. Campaña de monitoreo N° 11- abril de 2017. [Informe]. - 2017.
- Gómez N., Jensen A. y Córdoba-M D.** Morfometría de la cuenca hidrográfica Quebrada de Tarapacá y granulometría de sus depósitos aluviales, Región de Tarapacá [Libro] / ed. Norte Universidad Católica del. - Antofagasta : Tesis para obtener el título de geólogo, 2016.
- Henríquez G., Susana, Becerra Juan y Arriagada César** Geología del área San Pedro de Atacama, región de Antofagasta, escala 1:100.000 [Informe]. - Santiago : SERNAGEOMIN, 2014.
- IDAEA-CSIC** Cuarta Actualización del Modelo de Flujo del Salar de Atacama [Informe]. - Santiago : [s.n.], 2017.
- Machiwal D. y Jha M.K.** Hydrologic Time Series Analysis [Libro]. - [s.l.] : Springer, 2012.
- Mardones L.** Características geológicas e hidrogeológicas del Salar de Atacama [Sección de libro] // El litio, un nuevo recurso para Chile / aut. libro Lagos G.. - 1986.
- Mardones L.** Estudio de evaporación en el salar de Atacama. Tesis Doctorado. [Informe]. - 1997.
- Mehta A.** Overview of SRTM and ASTER DEM DATA [Informe]. - [s.l.] : Applied remote sensing training program, 2017.
- Mokus Victor** National Engineering Handbook, Section 4: Hydrology. Chapter 21. Design Hydrographs. [Informe]. - Washington, DC. : Soil Conservation Service (SCS), USDA, 1972.
- Muñoz-Pardo J.F., Mardones-Perez L. y Vidts-Sabelle P.** Funcionamiento hidrogeológico del acuífero del núcleo del Salar de Atacama, Chile [Publicación periódica] // Ingeniería hidráulica en México, vol. XIX, núm. 3, pp. 69-81. julio-septiembre de 2004.. - 2004.
- Niemeyer H.** Geología del área Cerro Lila-Peine, Región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 147, 1 mapa escala 1:100.000. [Informe]. - Santiago : [s.n.], 2013.
- NRCS** National Engineering Handbook. Part 630: Hydrology, chapter 10. [Libro]. - [s.l.] : National Resources Conservation Service, 2004.
- NRCS** Small Watershed Hydrology. WinTR-55 User Guide. [Libro]. - [s.l.] : National Resources Conservation Service. , 2009.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM)** Reglamento Técnico [Libro]. - Ginebra : OMM-Nº49, 2006. - Vols. Volumen III - Hidrología.
- Peterson T. y Easterling D.** Creation of homogenous composite climatological reference series [Publicación periódica] // International Journal of Climatology, nº14. - 1994. - págs. 671-679.
- Philip J.** Theory of infiltration. Soil Science 83 (5): 345-357 [Informe]. - 1957.
- Press W. [y otros]** Numerical Recipes in FORTRAN: The Art of Scientific Computing, 2nd Edition [Libro]. - Victoria : Cambridge University Press, 1992.
- Ramírez C. y Gardewed M.** Geología de la hoja Toconao, Región de Antofagasta. Escala 1:250.000 [Informe]. - Santiago : SERNAGEOMIN, 1982.

- Rozas D., Rebolledo G. y Gutiérrez P.** Cartografía [En línea] // Evaluación de la calidad de los DEM SRTM y ASTER. - 12 de 10 de 2016. - <http://sitio.cartografia.cl/evaluacion-de-la-calidad-de-los-dem-y-srtm-y-aster>.
- Salazar C. [y otros]** Análisis de requerimientos hídricos de vegas y Bofedales en el norte de Chile, Revista Vertiente [Libro]. - 1999.
- Sánchez F.J.** Hidrología Superficial y Subterránea [Libro]. - Salamanca : Createspace Independent pub., 2017.
- Sepúlveda I. [y otros]** Aguas, riego y cultivo: cambios y permanencia en los Ayllus de San Pedro de Atacama [Publicación periódica] // Estudios Atacameños. Arqueología y Antropología Surandinas. - 2015. - 51. - págs. 185-206.
- SGA** Estudio Hidrogeológico y Modelo Numérico Sector Sur del Salar de Atacama (Anexo 1). Para Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Modificaciones del Sistema de Pozas de Evaporación solar en el Salar de Atacama de Rockwood Lithium. [Informe]. - Santiago, Chile : [s.n.], 2015.
- Singh V.P.** Elementary Hydrology [Libro]. - [s.l.] : Prentice Hall, 1992. - pág. 973.
- SRGIS** Generación de Índices de los Sistemas Lagunares Soncor, Aguas de Quelana, Peine y Tilopozo mediante procesamiento de imágenes satelitales Landsat [Informe]. - Santiago : SRGIS Geología y Geomática LTDA. Informe para SQM, 2018.
- Strahler A.** Geografía Física [Libro]. - [s.l.] : Omega, 1989. - Vol. Tercera Edición.
- Temez J.R.** Cálculo Hidrometeorológico de Caudales de Avenida en Pequeñas Cuencas Naturales. [Libro]. - Madrid : Ministerio de Obras Públicas de España, 1978.
- Turner D. [y otros]** Relationships between leaf area index and Landsat TM spectral vegetation indices across three temperate zone sites [Libro]. - 1999.
- USGS** Landsat missions. SLC-off Products: Background. U.S. Department of the Interior / U.S Geological Survey. [Libro]. - 2018.
- USGS** Shuttle Radar Topography Mission [Libro]. - [s.l.] : United States Geological Survey (USGS), 2005.
- Wagner M.** SRTM DTED format, product description SRTM/PD03/11/03, Version 1.1, Deutsches Zentrum Für Luft-und Raumfahrt [Libro]. - 2005.