
Análisis de las series

de precipitación mensual
en la región Capital de Venezuela,
1891-2006

Analysis of the monthly precipitation
series in the Venezuelan Capital region,
1891-2006

Loan José Landaeta

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL),
Caracas, Venezuela
profesor_loan1@hotmail.com

Resumen

En Venezuela, las series de lluvia mensual presentan deficiencias en su continuidad temporal, así como irregularidades en la localización y datos de identificación de las estaciones a las que pertenecen. No obstante, los reportes descriptivos sobre la condición de la información pluviométrica son escasos, incluso para importantes territorios como la región Capital. Esta investigación de tipo descriptivo a partir de datos primarios, analizó la información disponible de 322 estaciones. Se identificaron 242 series con datos y 80 sin datos, se cuantificaron 63.649 montos de lluvia y 11.531 meses sin información que fueron discriminados según la cantidad de datos englobados, faltantes y otras cualidades ausentes o cuestionables asociadas a las series o datos de lluvia. Se propone una periodización histórica para las estaciones de la región.

Palabras clave: precipitación mensual; series de datos; región Capital.

Abstract

In Venezuela, the monthly rainfall series have deficiencies in their temporal continuity, such as irregularities in the location and identification of their stations. However, the reports referred to the condition of the rainfall information are scarce, even for important territories like the Venezuelan Capital region. In this research of descriptive type from primary data, the information of 322 meteorological stations was analyzed. 242 series with data and 80 without information were identified. 63,649 amounts of rain and 11,531 months without information were measured, discriminating the amount of missing data involved and other absent or questionable qualities associated with the series or rainfall data. A historical periodization is proposed for the region stations.

Key words: monthly precipitation; data series; Capital region.

1. Introducción

Las series de datos de precipitación son fuentes fundamentales para el desarrollo de estudios climáticos. En Venezuela, la información sobre la condición y calidad de las series de lluvia mensual es escasa (Sajo-Castelli *et al.*, 2014; Landaeta, 2015). La carencia de catálogos descriptivos es común a todas las entidades federales venezolanas, incluso la región Capital, conformada por el Distrito Capital y los estados Miranda y Vargas (Figura 1). Esta región político-administrativa constituye el principal centro económico, político, financiero y de servicios del país; en 2011 tenía 4.971.986 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, 2012), en una extensión de 9.880 km² (1,08% del territorio nacional), lo cual la hace la región con mayor densidad demográfica: 503,2 habitantes por km².

Su importancia actual y perspectivas de desarrollo demandan una constante evaluación del medio físico a efectos de comprender la interrelación entre las variables naturales y las actividades humanas. En este contexto, el estudio de las variables atmosféricas requiere de información recolectada y sistematizada para su análisis temporal y espacial. En tal sentido, se plantean interrogantes como: ¿cuántas series de precipitación mensual se encuentran disponibles en la región Capital venezolana? ¿Qué cantidad de montos de precipitación media mensual existen y faltan en las series de la región? ¿Cómo será la calidad de las series de lluvia disponibles en cuanto a su condición temporal y espacial?

A partir de las interrogantes planteadas, se analizó el registro de precipitación mensual de las estaciones localizadas en la región Capital, con el objetivo de describir la condición de los datos disponibles y ausentes.

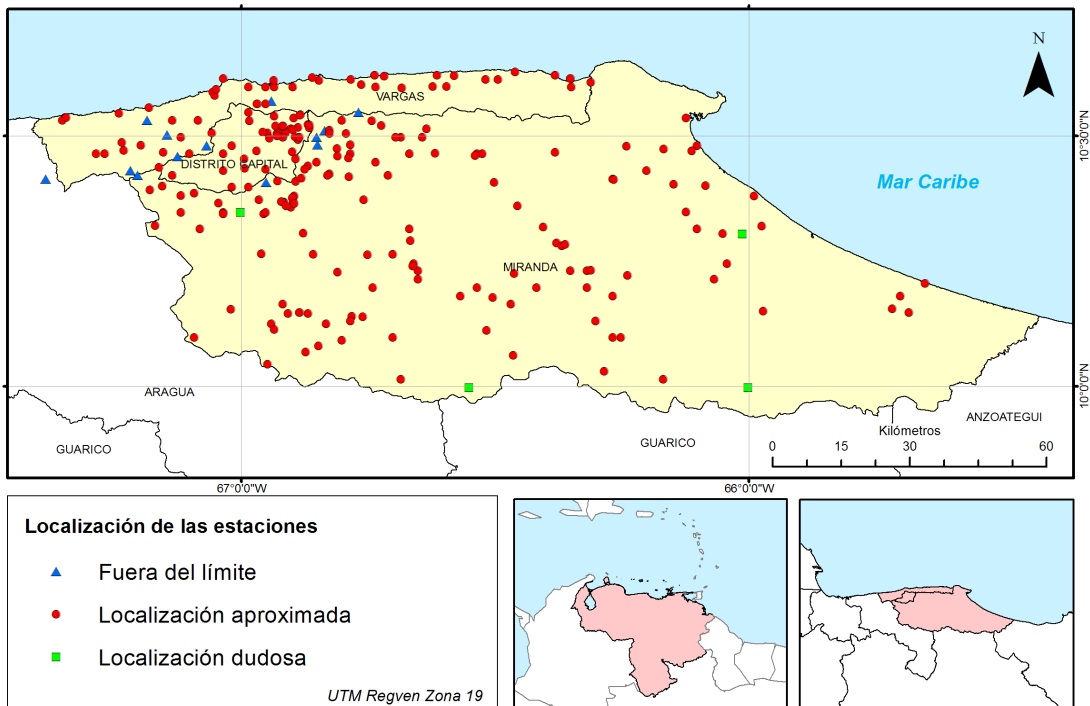


Figura 1 Localización de la región Capital de Venezuela y sus estaciones

2. Materiales y métodos

Con base en el Sistema de Información-Catálogo de Estaciones [SI-CE] disponible en la página web del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMEH, 2008], se contabilizaron 322 instalaciones meteorológicas y/o climáticas localizadas en la región Capital. A partir de este documento se conoció la información de identificación (serial y nombre), localización (longitud, latitud y altitud), características operacionales (tipo e institución de la estación, fecha de instalación y desincorporación) de cada estación. Las series de datos pluviométricos asociadas a cada estación se obtuvieron del Sistema de Información-Datos Hidrometeorológicos Mensuales [SI-DHM], de la misma página web del INAMEH (2008a).

2.1 Definición de variables y jerarquización de la información

- Estación: instalación destinada a medir y/o registrar variables meteorológicas.
- Estación con registro pluviométrico: instalación meteorológica con serie de datos de lluvia mensual disponible en el SI-DHM / INAMEH. Posee información total o parcial de parámetros no pluviométricos asociados a la estación: identificación, localización y características operacionales (tipo de estación y dependencia responsable).
- Estación sin registro pluviométrico: instalación meteorológica cuya existencia se conoce, pero que en el SI-DHM / INAMEH carece de la serie de datos asociada. Presenta información total o parcial de parámetros no pluviométricos asociados a la instalación.
- Monto mensual registrado: valor de precipitación mensual existente en la serie de datos de una estación.
- Monto mensual no registrado: dato de precipitación mensual que falta total o parcialmente en la serie de datos de una estación. Se subdividen en englobados y faltantes.
- Meses englobados: un par o más de meses sucesivos cuyo valor fue acumulado en un solo monto. Se diferencian en: **a)** monto englobado, valor numérico expresión de la acumulación y en Venezuela se distinguen con doble asterisco [**] inmediato al monto, y **b)** mes o meses acumulados en el valor numérico, identificado con un asterisco [*] según Guevara (1987).
- Mes faltante: dato que no existe en la serie de datos. Se identifica con un guion [-]. Estos datos pueden: **a)** faltar en un año entre otros montos mensuales registrados, o **b)** ser una sucesión de 12 meses de montos no registrados entre enero y diciembre, denominados entonces como año faltante. En una serie de datos pueden existir varios años faltantes sucesivos (periodo de años faltante) o de forma intercalada.
- Cantidad de meses ideal es la suma de los montos mensuales registrados y no registrados correspondientes a una serie de datos. La cantidad de años ideal es la división de la cantidad de meses ideal entre doce (12). Con base en estas variables se determina la proporción o porcentaje de montos mensuales registrados, englobados y faltantes en cada serie.

Se jerarquizó entre las estaciones con o sin series disponibles. Seguidamente se discriminó cada serie de datos según los montos mensuales registrados o no, subcategorizando diferentes conjuntos (**Figura 2**).

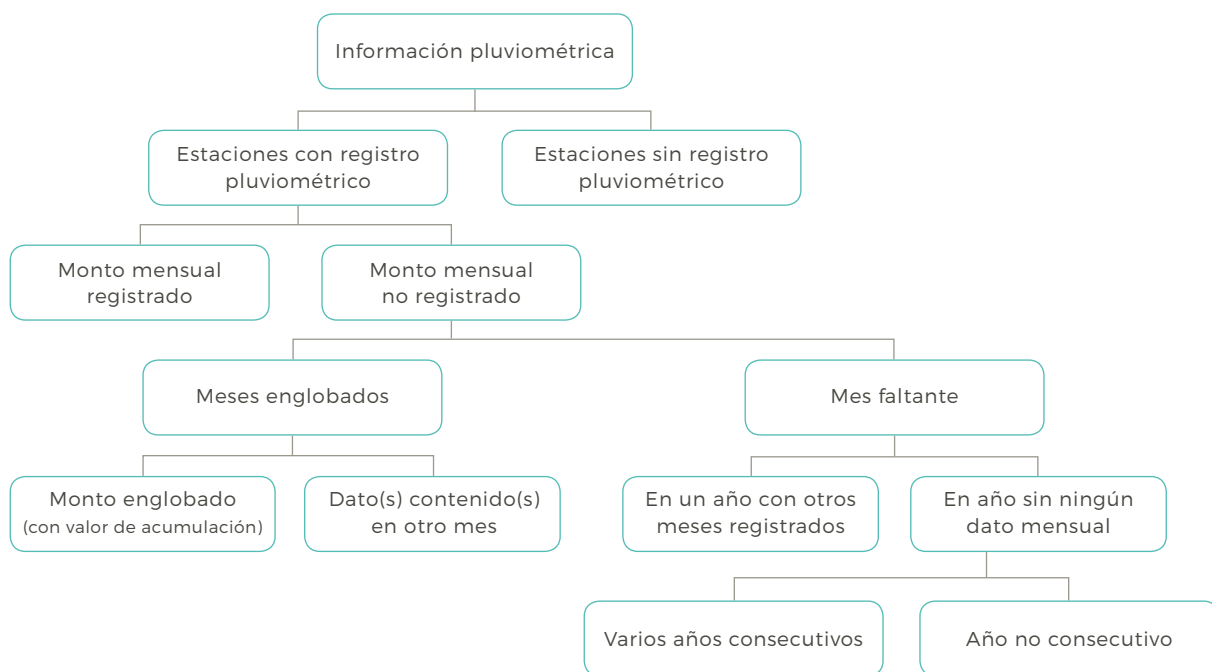


Figura 2 Jerarquización de la información pluviométrica de la región Capital

2.2 Procesamiento de la información pluviométrica

A partir del SI-CE y SI-DHM se construyó una base de datos en *Microsoft Excel 2010*. Se incluyeron los años faltantes (no registrados en el SI-DHM). Se estableció una convención de color y símbolos (**Cuadro 1**) para los montos registrados, englobados, meses acumulados y datos faltantes que permitió su identificación y conteo según años y estación, a partir de funciones (fórmulas) integradas del software; se construyeron tablas de la distribución de los datos según año y estación para cada entidad federal. La adición de los montos (registrados o no), permitió estimar la cantidad de datos ideal para cada serie de datos.

La representación espacial de las estaciones se realizó con *Quantum Gis 2.14 Essen*, a partir de los datos de localización del SI-CE y la información vectorial generada por el Labora-

torio de Productividad y Desarrollo Vegetal del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (LPDV - IVIC). Se cartografiaron las estaciones con series pluviométricas disponibles y coordenadas sexagesimales completas (grados y minutos). Las estaciones localizadas fuera de los límites de la entidad correspondiente fueron identificadas e inventariadas en el SIG.

3. Resultados y discusión

3.1 Región Capital

El inventario del SI-CE registra 322 estaciones, de las cuales 242 (75,2%) poseen series de lluvia en el SI-DHM (**Cuadro 2**), mientras que 80 no tienen series en dicho sistema (**Cuadro 3**). Considerando el año inicial y final de cada serie, se estima que deberían existir 75.180 montos mensuales, equivalentes a 6.265 años. El total

Cuadro 1 Convención de color y símbolos utilizados para los montos registrados, englobados, meses acumulados y datos faltantes en las series de datos

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1982	22,6	20,8	*	*	324,4**	241,2	125,2	-	-	83	23,4	38,8
1983	40	2,2	0	50,6	152,6	169,8	91,8	268,6	117	96,4	-	-
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987	-	-	-	27,6	157	163,4	135	116	139,2	158,6	73	55,8
1988	7,4	*	20,5**	0	9,6	203,8	67	83,6	168,6	261,2	82,2	86
1989	27,8	45,6	0	7,2	80,2	166,6	190,2	240,2	172,6	*	286,4**	33,6
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	4,6	8	0	34	*	*	513,4**	174	132	53,4	103,8	61,6
1992	23,2	8	0,4	143	240	167,6	125	193	117	8,6	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	72,6	27,2	38	201,6	115,2	94,2	86,6	122,5	82,8	34,4
1995	6,2	3,2	4	2,2	52,6	142,8	173,6	110,3	207,8	151,8	-	-

Nota. Vista parcial de una serie de datos. Los números en color negro son 'montos registrados'. Los números en rojo son 'meses englobados': los valores numéricos con doble asterisco son 'montos englobados' y los asteriscos 'meses acumulados' en un mes sucesivo. Los guiones son meses faltantes. El lapso 1984-1986 es un 'periodo faltante', mientras que 1990 y 1993 son cada uno un 'año faltante' de forma intercalada. Los años 1983, 1987, 1992 y 1995 son ejemplos de años registrados que contienen meses faltantes

de datos de precipitación mensual es 63.649 (84,7% respecto a la cantidad ideal). El estado Miranda es la entidad que tiene mayor cantidad de estaciones, datos mensuales disponibles y ausentes; le siguen el Distrito Capital y el estado Vargas respectivamente (**Cuadro 4**).

Los 11.531 meses ausentes de la región se distribuyen en 4.198 meses englobados (1.791 montos con ** y 2.407 montos con *) y 7.333 meses faltantes (3.817 montos en años que contienen otros meses de registro y 3.516 montos en años que no tienen ningún mes asentado). La distribución por entidad federal se presenta en la **Figura 3**.

Si bien en la región el lapso de diciembre a marzo corresponde al periodo seco o escasas precipitaciones, en 64 series (26,4%) el primer

mes de registro –y hasta varios consecutivos– tienen montos iguales a cero. Aunque se reconoce la posibilidad de que efectivamente este valor denote ausencia de precipitación, el total de series en esta condición, así como la cantidad de meses sucesivos iguales a cero y que en determinados casos, dicho valor se manifieste en el periodo de lluvias, permite suponer que se trata en realidad de meses faltantes y no datos con ausencia de lluvia. En el **Cuadro 5** se detallan los periodos que inician con valor igual a cero según entidad federal. Esta particularidad ocurre principalmente en las décadas de 1940, 50 y 60 en 15, 31 y 13 series respectivamente.

Cuadro 2 Estaciones de la región Capital con series de datos de lluvia disponibles

N°	Serial	Ent.	N°	Serial	Ent.	N°	Serial	Ent.	N°	Serial	Ent.
1	449	DC	44	5023	DC	87	584	MI	130	1534	MI
2	512	DC	45	5026	DC	88	585	MI	131	1536	MI
3	513	DC	46	5050	DC	89	586	MI	132	1537	MI
4	514	DC	47	5056	DC	90	587	MI	133	1541	MI
5	519	DC	48	5061	DC	91	588	MI	134	1542	MI
6	520	DC	49	5070	DC	92	589	MI	135	1546	MI
7	521	DC	50	5071	DC	93	593	MI	136	1548	MI
8	522	DC	51	9314	DC	94	594	MI	137	1551	MI
9	523	DC	52	9362	DC	95	595	MI	138	1553	MI
10	524	DC	53	515	MI	96	596	MI	139	1554	MI
11	525	DC	54	516	MI	97	597	MI	140	1555	MI
12	526	DC	55	517	MI	98	598	MI	141	1558	MI
13	531	DC	56	518	MI	99	599	MI	142	1559	MI
14	532	DC	57	544	MI	100	601	MI	143	1569	MI
15	533	DC	58	546	MI	101	608	MI	144	1571	MI
16	534	DC	59	547	MI	102	623	MI	145	1572	MI
17	535	DC	60	548	MI	103	624	MI	146	1573	MI
18	537	DC	61	549	MI	104	626	MI	147	1574	MI
19	539	DC	62	550	MI	105	1436	MI	148	1575	MI
20	540	DC	63	554	MI	106	1438	MI	149	1579	MI
21	541	DC	64	555	MI	107	1441	MI	150	1580	MI
22	545	DC	65	556	MI	108	1445	MI	151	1581	MI
23	552	DC	66	558	MI	109	1446	MI	152	1582	MI
24	553	DC	67	559	MI	110	1447	MI	153	1585	MI
25	565	DC	68	560	MI	111	1448	MI	154	1586	MI
26	606	DC	69	561	MI	112	1449	MI	155	1587	MI
27	607	DC	70	563	MI	113	1458	MI	156	1588	MI
28	612	DC	71	564	MI	114	1488	MI	157	1589	MI
29	622	DC	72	566	MI	115	1500	MI	158	1590	MI
30	625	DC	73	567	MI	116	1505	MI	159	1652	MI
31	627	DC	74	568	MI	117	1507	MI	160	1661	MI
32	628	DC	75	569	MI	118	1508	MI	161	1662	MI
33	794	DC	76	570	MI	119	1510	MI	162	1671	MI
34	1417	DC	77	571	MI	120	1511	MI	163	1673	MI
35	1420	DC	78	572	MI	121	1513	MI	164	1674	MI
36	1425	DC	79	573	MI	122	1515	MI	165	1675	MI
37	1426	DC	80	575	MI	123	1516	MI	166	1682	MI
38	1427	DC	81	576	MI	124	1518	MI	167	5018	MI
39	1437	DC	82	577	MI	125	1519	MI	168	5021	MI
40	1578	DC	83	578	MI	126	1521	MI	169	5024	MI
41	2169	DC	84	580	MI	127	1524	MI	170	5025	MI
42	5003	DC	85	582	MI	128	1525	MI	171	5027	MI
43	5015	DC	86	583	MI	129	1526	MI	172	5028	MI

N°	Serial	Ent.
173	5029	MI
174	5030	MI
175	5033	MI
176	5034	MI
177	5035	MI
178	5036	MI
179	5037	MI
180	5038	MI
181	5047	MI
182	5048	MI
183	5052	MI
184	5054	MI
185	5055	MI
186	5057	MI
187	5062	MI
188	5063	MI
189	5064	MI
190	5065	MI
191	5066	MI
192	5067	MI
193	5068	MI
194	5069	MI
195	5191	MI
196	422	VA
197	502	VA
198	503	VA
199	505	VA
200	508	VA
201	1401	VA
202	1404	VA
203	1405	VA
204	1406	VA
205	1407	VA
206	1408	VA
207	1411	VA
208	1412	VA
209	1413	VA
210	1414	VA
211	1416	VA
212	1439	VA
213	1501	VA
214	1502	VA
215	1503	VA

N°	Serial	Ent.
216	1504	VA
217	1520	VA
218	5001	VA
219	5002	VA
220	5004	VA
221	5005	VA
222	5006	VA
223	5009	VA
224	5011	VA
225	5016	VA
226	5017	VA
227	5020	VA
228	5040	VA
229	5041	VA
230	5042	VA
231	5043	VA
232	5044	VA
233	5045	VA
234	5046	VA
235	5051	VA
236	5058	VA
237	9304	VA
238	9308	VA
239	9311	VA
240	9312	VA
241	9313	VA
242	9361	VA

Nota. El encabezado "Ent" es "Entidad Federal". "DC" = Distrito Capital, "MI" = Miranda y "VA" = Vargas

3.2 Distrito Capital

En la entidad han existido 76 estaciones (según inventario del SI-CE), de las que 52 (68,4%) poseen series pluviométricas en el SI-DHM. La primera estación de la entidad –Observatorio Cagigal (531)– se emplazó en el año 1891, pero es a inicios del siglo xx cuando empieza la instalación paulatina de estaciones en el Distrito Capital. Para finales de la década de 1930, cinco estaciones operan simultáneamente y poseen un registro conjunto de 126 años, sin que falte ningún monto mensual. A excepción del Observatorio Cagigal, (única en la región con una serie de datos centenaria), ninguna de las primeras estaciones instaladas en el Distrito Capital continuó operativa después de la década de 1940. Entre 1940 y 1979 ocurre el crecimiento de la red hidrometeorológica, lapso en el que funcionan hasta 33 estaciones a la vez; en este periodo se agregan 8.329 meses de lluvia (que suman 622 años aproximadamente), no obstante 1.139 montos mensuales faltan o son englobados (11,7% de la cantidad de datos que debieron ser registrados). En el primer lustro de la década de 1980 se inicia el desmantelamiento de la red de estaciones del Distrito Capital: de las estaciones 22 que venían funcionando hasta 1983, sólo 5 se mantienen operativas al año siguiente. Para el periodo (1980-2006), se registran 1.984 meses y omiten o engloban 740 montos, o sea falta en promedio 32,4% de los datos de lluvia de cada serie (**Cuadro 6**).

Las series de la entidad contienen 11.825 montos mensuales y 1.879 ausentes, distribuidos en 253 meses englobados, 510 montos faltantes en años con otros meses registrados y 1.116 montos en años que no tienen ningún mes registrado (**Cuadro 7**). Sólo seis series (11,5%) poseen registro completo (**Cuadro 8**).

Cuadro 3 Estaciones de la región Capital sin series de datos de lluvia disponibles

N°	Serial	Ent	N°	Serial	Ent	N°	Serial	Ent	N°	Serial	Ent
1	500	DC	22	5022	DC	43	620	MI	64	507	VA
2	527	DC	23	9322	DC	44	633	MI	65	509	VA
3	530	DC	24	9323	DC	45	634	MI	66	510	VA
4	542	DC	25	470	MI	46	1506	MI	67	511	VA
5	543	DC	26	528	MI	47	1523	MI	68	629	VA
6	551	DC	27	529	MI	48	1527	MI	69	630	VA
7	600	DC	28	536	MI	49	1543	MI	70	631	VA
8	609	DC	29	538	MI	50	1547	MI	71	1409	VA
9	610	DC	30	557	MI	51	1552	MI	72	1410	VA
10	621	DC	31	562	MI	52	1568	MI	73	1560	VA
11	632	DC	32	574	MI	53	1570	MI	74	5007	VA
12	1400	DC	33	579	MI	54	1583	MI	75	5008	VA
13	1418	DC	34	581	MI	55	1584	MI	76	5010	VA
14	1419	DC	35	602	MI	56	1672	MI	77	5019	VA
15	1423	DC	36	603	MI	57	5031	MI	78	5075	VA
16	1428	DC	37	604	MI	58	5032	MI	79	9315	VA
17	1538	DC	38	605	MI	59	5049	MI	80	9327	VA
18	1540	DC	39	611	MI	60	5053	MI			
19	5012	DC	40	614	MI	61	501	VA			
20	5013	DC	41	615	MI	62	504	VA			
21	5014	DC	42	619	MI	63	506	VA			

Nota. El encabezado "Ent" es "Entidad Federal". "DC" = Distrito Capital, "MI" = Miranda y "VA" = Vargas

Cuadro 4 Distribución de la cantidad de estaciones, montos mensuales registrados y no registrados de la región Capital según entidad federal

Entidad Federal	Cantidad de estaciones con series de lluvias	Cantidad de estaciones sin series de lluvias	Cantidad total de estaciones	Cantidad de datos mensuales disponibles	Cantidad de datos mensuales ausentes	Cantidad de meses ideal	Cantidad de años ideal
Distrito Capital	52	24	76	11.825	1.879	13.704	1.142
Miranda	143	36	179	38.682	8.022	46.704	3.892
Vargas	47	20	67	13.142	1.630	14.772	1.231
Total	242	80	322	63.649	11.531	75.180	6.265

Entre las 52 series del Distrito Capital, 23 (44,2%) tienen meses englobados: 105 representan el monto englobado (cifra seguida de **) y 148 son meses acumulados en esas cifras. Los meses englobados equivalen al 1,9% de la cantidad ideal de los datos y al 13,5% de los ausentes de la entidad.

A 45 series (86,53%) le faltan 510 montos en años en los cuales fueron registrados otros meses. Estos datos faltantes corresponden al 3,8% de la cantidad ideal y 27,1% de los montos ausentes. Por otra parte, en 14 series (26,9%) faltan 93 años completos. En ocho series faltan de 1 a 3 años no sucesivos, mientras

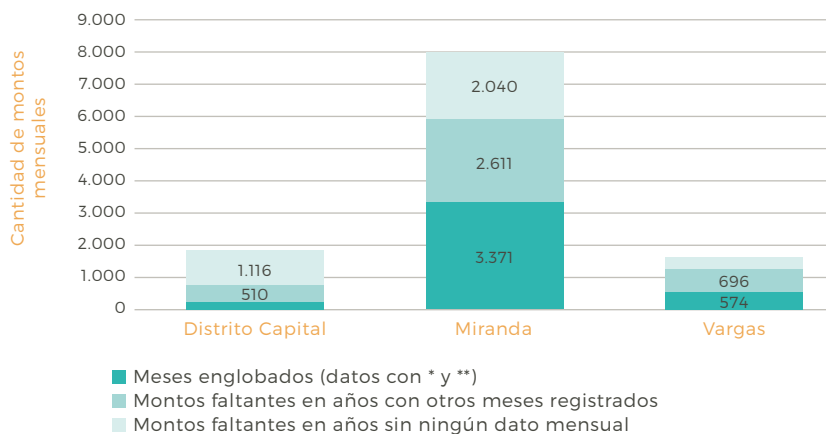


Figura 3 Distribución de los montos mensuales no registrados en las series de precipitación de la región Capital de Venezuela

Cuadro 5 Cantidad de series que inician con meses consecutivos igual cero

Período	Distrito Capital	Miranda	Vargas	Total
Sólo enero	2	4	5	11
Enero a febrero	-	-	-	0
Enero a marzo	-	2	-	2
Enero a abril	4	6	1	11
Enero a mayo	2	8	-	10
Enero a junio	1	5	4	10
Enero a julio	1	3	2	6
Enero a agosto	3	5	-	8
Enero a septiembre	1	2	1	4
Enero a octubre	-	-	-	0
Enero a noviembre	1	1	-	2
Enero a diciembre	-	-	-	0
Cantidad total de series de lluvia que inician con Cero	15	36	13	64
Porcentaje de series de lluvia que inician con Cero¹	28,8	25,2	27,7	26,4

Nota. 1 El porcentaje se estima respecto a la cantidad total de series pluviométricas existentes en la entidad

que en siete series faltan periodos de 3 a 25 años sucesivos. Las series de Castillitos (513), Caracas-Hotel Humboldt (519) y Caracas-Cañón Amarillo (523) tienen los periodos de años sucesivos sin registro más largos, con 31, 25 y 10 años respectivamente; se trata de estaciones que, después de estar inoperativas mucho tiempo, fueron puestas en funcionamiento nuevamente sin que se les asignara un nuevo serial. El total de años faltantes en las series de la entidad corresponde a 8,14% de la cantidad ideal y 59,4% de los meses ausentes.

Las estaciones con serial 449, 520, 524, 552, 553, 1417, 2169, 5003, 5015, 5023 quedan localizadas fuera de los límites del Distrito Capital. La estación Caracas-Jardín Botánico (535) no posee coordenadas de localización en el SI-CE. Las estaciones Caracas-Cualtel Viejo (524) y Caracas-Cualtel Urdaneta (606) deberían decir “cuartel” y no “cualtel”.

3.3 Estado Miranda

En total han existido 179 estaciones en el estado Miranda (según SI-CE) entre 1901 a 2006. Sólo 143 estaciones (79,9%) poseen series de lluvia en el SI-DHM. Es la entidad de la región con mayor cantidad de estaciones y series.

Cuadro 6 Estaciones, años y montos mensuales de las series de lluvia del Distrito Capital

Década	Mayor cantidad de estaciones operativas	Menor cantidad de estaciones operativas	Años registrados ¹	Años no registrados por estaciones operativas	Cant. de años real ²	Montos mensuales registrados	Montos mensuales no registrados	Cantidad ideal de montos mensuales	Montos mensuales registrados (%) ³
1891 - 1899	1	1	9	0	9,0	108	0	108	100,0
1900 - 1909	2	1	19	0	19,0	228	0	228	100,0
1910 - 1919	2	2	20	0	20,0	240	0	240	100,0
1920 - 1929	4	2	32	0	32,0	384	0	384	100,0
1930 - 1939	5	4	46	0	46,0	552	0	552	100,0
1940 - 1949	12	5	74	5	72,3	867	81	948	91,5
1950 - 1959	20	13	145	19	137,4	1.649	319	1.968	83,8
1960 - 1969	29	20	224	11	212,3	2.548	272	2.820	90,4
1970 - 1979	33	29	293	18	272,1	3.265	467	3.732	87,5
1980 - 1989	29	6	125	21	114,3	1.371	381	1.752	78,3
1990 - 1999	6	5	37	14	33,3	400	212	612	65,4
2000 - 2006	6	2	25	5	17,8	213	147	360	59,2
Total/ promedio	---	---	1.049	93	985,4	11.825	1.879	13.704	88,0

Notas. **1** Incluye los años con montos mensuales no registrados. **2** Sumatoria total de la cantidad de montos mensuales registrados. **3** Total estimado respecto a la cantidad ideal de montos mensuales. Los colores de fondo corresponden a los periodos: red primigenia (1891-1939), expansión (1940-1979) y desmantelamiento (1980-2006) de la red de estaciones hidrometeorológicas

Cuadro 7 Estaciones, años y montos mensuales de las series de lluvia del Distrito Capital

Tipo de dato	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Tot
Monto mensual registrado	1.000	997	1.002	991	992	986	987	989	986	964	964	967	11.825
Mes englobado	6	8	10	17	23	28	26	30	29	32	27	17	253
Mes faltante (en año con otros meses registrados)	43	44	37	41	34	35	36	30	34	53	58	65	510
Mes faltante (en año sin ningún mes registrado)	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	1.116
Total de meses ausentes	142	145	140	151	150	156	155	153	156	178	178	175	1.879

Las primeras estaciones operan desde inicios del siglo XX –Los Teques-GFV (1449) y El Encanto (1500)–. Entre 1901 y 1939, diez estaciones aportan 1.455 datos mensuales (59,3 años) con una deficiencia de 33 montos fal-

tantes o englobados (2,2% de la información). A partir de 1940, la red comienza su fase de crecimiento, la cual para las décadas de 1960-70 llega a contar con entre 84 a 108 estaciones funcionando en simultáneo. El periodo 1940-

Cuadro 8 Series del Distrito Capital según total de datos mensuales registrados

Porcentaje del total de datos mensuales registrados en la serie	Series		Serial de la estación a la que corresponde la serie de datos	Media de años registrados en las series
	Cantidad	Porcentaje		
Igual a 100	6	11,5	524, 532, 534, 541, 545, 1578	18,2
95 - 99	13	25,0	520, 522, 531, 535, 537, 540, 553, 565, 607, 794, 1420, 1437, 5061	28,5
90 - 94	14	26,9	512, 525, 526, 539, 552, 612, 625, 1417, 1426, 1427, 2169, 5003, 5015, 5070	24,4
85 - 89	4	7,7	521, 533, 606, 5026	9,8
80 - 84	2	3,8	622, 1425	33,5
75 - 79	1	1,9	9362	16,0
70 - 74	2	3,8	514, 5056	9,5
65 - 69	1	1,9	9314	4,0
60 - 64	1	1,9	628	21,0
55 - 59	5	9,6	449, 523, 627, 5050, 5071	9,0
40 - 44	1	1,9	519	46,0
25 - 29	1	1,9	5023	9,0
20 - 24	1	1,9	513	45,0
Total	52	100,0	---	---

1979 registra 27.917 meses de lluvia, pero 4.193 montos dejan de ser añadidos a las series (13,1%). A mediados de la década de 1980 comienza el desmantelamiento de la red. Para 1989, la cantidad de estaciones presenta un decremento de 47,7% respecto a las existentes en 1979, tendencia que se mantendrá hasta 2006 cuando sólo dos estaciones permanecerán operativas y con limitaciones, reportando intermitentemente montos mensuales en sus series de datos. Así, en el lapso 1980-2006 son registrados 9.310 montos, pero 3.866 meses no se añaden o engloban (39,3%); las series del septenio 2000-2006 reportan 49,1% de los montos que deberían existir (**Cuadro 9**).

Las series del estado Miranda contienen 38.682 montos mensuales y 8.022 meses ausentes, distribuidos en 3.371 englobados, 2.611 montos faltantes entre años con otros meses

de registro, y 2.040 montos en años sin ningún mes registrado (**Cuadro 10**). Sólo seis series de lluvia (4,2%) tienen completos sus montos mensuales (**Cuadro 11**).

En total, 98 de las 143 series de la entidad (68,5%) tienen meses englobados: 1.364 corresponden al monto englobado (cifra seguida de **) y 2.007 son meses acumulados en estas cifras. Los meses englobados equivalen al 7,2% de la cantidad ideal de datos y al 42,0% de los ausentes de la entidad.

En 131 series (91,6%) faltan 2.611 montos en años con otros meses registrados. Estos datos faltantes corresponden al 5,6% de la cantidad ideal y 32,5% de los montos ausentes de la entidad. Por otra parte, a 78 series (54,5%) faltan 170 años completos –sin datos entre enero y diciembre. En 68 series faltan 1 ó 2 años no sucesivos, mientras que en 24

Cuadro 9 Estaciones, años y montos mensuales de las series de lluvia del estado Miranda

Década	Mayor cantidad de estaciones operativas	Menor cantidad de estaciones operativas	Años registrados ¹	Años no registrados por estaciones operativas	Cantidad de años real ²	Montos mensuales registrados	Montos mensuales no registrados	Cantidad ideal de montos mensuales	Montos mensuales registrados (%) ³
1901-1909	2	1	13	0	13,0	156	0	156	100,0
1910-1919	2	2	20	0	20,0	240	0	240	100,0
1920-1929	3	2	29	0	29,0	348	0	348	100,0
1930-1939	10	3	61	1	59,3	711	33	744	95,6
1940-1949	35	9	190	14	164,3	1.971	477	2.448	80,5
1950-1959	71	42	531	23	470,9	5.651	997	6.648	85,0
1960-1969	97	84	897	19	826,3	9.916	1.076	10.992	90,2
1970-1979	108	89	959	37	864,9	10.379	1.573	11.952	86,8
1980-1989	88	46	611	16	473,1	5.677	1.847	7.524	75,5
1990-1999	47	39	390	51	290,2	3.482	1.810	5.292	65,8
2000-2006	5	3	21	9	12,6	151	209	360	41,9
Total/promedio	---	---	3.722	170	3.224	38.682	8.022	46.704	82,8

Notas. **1** Incluye los años con montos mensuales no registrados. **2** Sumatoria total de la cantidad de montos mensuales registrados. **3** Total estimado respecto a la cantidad ideal de montos mensuales. Los colores de fondo corresponden a los periodos: red primigenia (1891-1939), expansión (1940-1979) y desmantelamiento (1980-2006) de la red de estaciones hidrometeorológicas

Cuadro 10 Estaciones, años y montos mensuales de las series de lluvia del estado Miranda

Tipo de dato	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Tot
Monto mensual registrado	3.305	3.357	3.350	3.297	3.251	3.161	3.121	3.166	3.213	3.197	3.123	3.141	38.682
Mes englobado	209	149	148	197	255	332	357	349	317	319	386	353	3.371
Mes faltante (en año con otros meses registrados)	208	216	224	228	216	229	244	207	192	206	213	228	2.611
Mes faltante (en año sin ningún mes registrado)	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	2.040
Total de meses ausentes	587	535	542	595	641	731	771	726	679	695	769	751	8.022

series faltan periodos de 2 a 8 años continuos. Los años faltantes representan 4,4% de la cantidad ideal y 25,4% del total de meses ausentes en Miranda. Dos casos significativos son los años 1975 y 1997: el primero falta en 24 de 96 estaciones operativas ese año, mien-

tras que 1997 falta en 44 series, si bien 1996 y 1998 fueron registrados por 37 y 42 estaciones respectivamente.

Las estaciones 544, 5021, 5024 y 5038, quedan localizadas fuera de los límites del estado según las coordenadas del SI-CE. Debido a que

Cuadro 11 Series del estado Miranda según total de datos mensuales registrados

Porcentaje del total de datos mensuales registrados en la serie	Series		Serial de la estación a la que corresponde la serie de datos	Media de años registrados en las series
	Cantidad	Porcentaje		
Igual a 100 %	6	4,2	517, 518, 576, 586, 596, 601	10,3
95 - 99	13	9,1	556, 561, 583, 594, 626, 1449, 1500, 1519, 1536, 1553, 1673, 5030, 5191	28,6
90 - 94	26	18,2	546, 547, 550, 567, 573, 578, 580, 582, 584, 587, 595, 598, 623, 624, 1445, 1448, 1521, 1548, 1554, 1579, 1589, 5024, 5025, 5034, 5037, 5055	25,9
85 - 89	24	16,8	548, 555, 563, 566, 568, 569, 575, 577, 589, 599, 608, 1436, 1438, 1446, 1447, 1534, 1555, 1558, 1581, 5027, 5033, 5035, 5038, 5052	30,2
80 - 84	20	14,0	549, 564, 571, 597, 1508, 1510, 1516, 1524, 1526, 1541, 1559, 1572, 1574, 1590, 1652, 1661, 5028, 5029, 5036, 5047	29,2
75 - 79	22	15,4	544, 554, 559, 572, 570, 588, 588, 593, 1458, 1488, 1505, 1542, 1546, 1551, 1569, 1575, 1587, 1588, 5021, 5064, 5066, 5067	29,9
70 - 74	14	9,8	558, 585, 1507, 1518, 1580, 1582, 1586, 1662, 1671, 1675, 1682, 5018, 5062, 5065	28,6
65 - 69	5	3,5	1441, 1515, 1571, 1585, 5054	37,2
60 - 64	6	4,2	515, 516, 1513, 1525, 1674, 5057	26,2
55 - 59	3	2,1	1537, 1573, 5048	13,3
50 - 54	1	0,7	5063	7,0
45 - 49	3	2,1	1511, 5068, 5069	6,0
Total	143	100,0	---	---

en el mismo documento, sólo se especifica las coordenadas en grados (sin indicar minutos y segundos) la localización de las estaciones 573, 598, 601 y 1662 se considera dudosa.

3.4 Estado Vargas

Han existido 67 estaciones pluviométricas en el estado Vargas (según SI-CE), de las cuales 47 (70,1%) poseen series de lluvia en el SI-DHM. La primera estación de la entidad –La Guaira-Estación G.F.G. (505)– fue instalada en 1901 y continuó siendo la única operativa durante la primera década del siglo XX. Es a partir del 1911 cuando empieza el incremento paulatino de la red de estaciones a razón de la construcción de las plantas de la CA La Electricidad de

Caracas; sin embargo, estas instalaciones se concentran en las cuencas de los ríos Petaquire y Mamo, mientras que la mayor parte del estado carece de una red de observación meteorológica. Para el periodo 1901-1949 se registran 2.029 montos mensuales (169,1 años) y un máximo de ocho estaciones llegan a operar simultáneamente; no obstante, 107 montos mensuales faltan o son englobados en este mismo periodo (3,4% de la cantidad de datos que debieron ser registrados), (**Cuadro 12**). A finales de 1946, las cinco estaciones operativas de la CA La Electricidad de Caracas (1405, 1406, 1407, 1408 y 1416) cesan su funcionamiento, siendo que el año 1947 no registra ningún monto de lluvia mensual. Cua-

Cuadro 12 Estaciones, años y montos mensuales de las series de lluvia del estado Vargas

Década	Mayor cantidad de estaciones operativas	Menor cantidad de estaciones operativas	Años registrados ¹	Años no registrados por estaciones operativas	Cantidad de años real ²	Montos mensuales registrados	Montos mensuales no registrados	Cantidad ideal de montos mensuales	Montos mensuales registrados (%) ³
1901-1909	1	1	9	0	9,0	108	0	108	100,0
1910-1919	2	1	19	0	19,0	228	0	228	100,0
1920-1929	5	3	45	3	45,0	540	36	576	93,8
1930-1939	8	5	54	4	53,2	638	58	696	91,7
1940-1949	7	0	44	0	42,9	515	13	528	97,5
1950-1959	22	5	161	7	150,5	1.806	210	2.016	89,6
1960-1969	31	21	235	1	218,4	2.621	211	2.832	92,5
1970-1979	35	31	331	2	304,0	3.648	348	3.996	91,3
1980-1989	30	12	181	6	155,0	1.860	384	2.244	82,9
1990-1999	11	8	92	7	77,2	926	262	1.188	77,9
2000-2006	5	4	30	0	21,0	252	108	360	70,0
Total/ promedio	---	---	1.201	30	1.095,2	13.142	1.630	14.772	89,0

1 Incluye los años con montos mensuales no registrados. **2** Sumatoria total de la cantidad de montos mensuales registrados. **3** Total estimado respecto a la cantidad ideal de montos mensuales. Los colores de fondo corresponden a los periodos: red primigenia (1891-1939), expansión (1940-1979) y desmantelamiento (1980-2006) de la red de estaciones hidrometeorológicas

tro nuevas estaciones (502, 1412, 1414 y 1439) inician operaciones entre 1948-1949.

El periodo 1950-1979 corresponde a la expansión de la red de observación, en cantidad de estaciones y cubrimiento espacial; la red crece de cinco a 35 estaciones operando simultáneamente; 8.075 montos mensuales son registrados, pero 769 meses son englobados o faltan. La década de 1980 corresponde al desmantelamiento de la red: de las 27 estaciones en funcionamiento para 1983, sólo 15 (55,6%) continúan operativas en 1984 y registran 116 de los 180 meses ideales correspondientes a dicho año. Para 2006 sólo cuatro estaciones registran series de datos. Durante el periodo 1980-2006 se agregan 3.038 montos de lluvia, pero se omiten 754 montos (23,1% de los que debieron ser registrados).

Las series de Vargas acumulan 13.142 montos mensuales y faltan 1.630 meses ausentes: 574 englobados, 696 montos faltantes en años otros registro mensuales y 360 montos en años sin ningún mes registrado (**Cuadro 13**). Seis series de lluvia (12,8%) tienen sus montos mensuales completos (**Cuadro 14**).

Entre las 47 series de la entidad, 32 (68,1%) tienen meses englobados: 252 son montos englobados (cifra seguida de **) y 322 son meses acumulados en estas cifras. Los meses englobados representan el 3,9% de la cantidad ideal de datos y al 35,2% de los ausentes de la entidad.

A 40 series (91,6%) le faltan 696 montos en el mismo año con registro de otros meses. Estos datos faltantes corresponden al 4,7% de la cantidad ideal y 42,7% de los montos ausentes de la entidad. Por otra parte, a 11 series (23,4%) le fal-

Cuadro 13 Estaciones, años y montos mensuales de las series de lluvia del estado Vargas

Tipo de dato	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Tot
Monto mensual registrado	1.106	1.113	1.106	1.105	1.106	1.104	1.073	1.082	1.096	1.078	1.081	1.092	13.142
Mes englobado	35	36	38	37	38	47	64	64	48	58	62	47	574
Mes faltante (en año con otros meses registrados)	60	52	57	59	57	50	64	55	57	65	58	62	696
Mes faltante (en año sin ningún mes registrado)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
Total de meses ausentes	125	118	125	126	125	127	158	149	135	153	150	139	1.630

Cuadro 14 Series del estado Vargas según total de datos mensuales registrados

Porcentaje del total de datos mensuales registrados en la serie	Series		Serial de la estación a la que corresponde la serie de datos	Media de años registrados en las series
	Cantidad	Porcentaje		
Igual a 100 %	6	12,8	503, 505, 1408, 1411, 1520, 5009	22,8
95 - 99	6	12,8	502, 1401, 1405, 1406, 1407, 5002	19,0
90 - 94	15	31,9	508, 1404, 1413, 1414, 1439, 1502, 5001, 5004, 5006, 5016, 9304, 9308, 9311, 9312, 9361	32,8
85 - 89	4	8,5	5005, 5011, 5017, 9313	40,8
80 - 84	5	10,6	1412, 1501, 5042, 5043, 5044	28,8
75 - 79	4	8,5	5020, 5041, 5045, 5046	17,3
70 - 74	4	8,5	422, 1416, 1504, 5040	24,3
65 - 69	1	2,1	5051	3,0
55 - 59	1	2,1	1503	5,0
20 - 24	1	2,1	5058	2,0
Total	47	100,0	---	---

tan 30 años completos –de enero a diciembre sin datos. En siete series faltan de 1 a 4 años no sucesivos, mientras que a tres series de la entidad faltan periodos de 5 a 7 años continuos. Los años faltantes representan 2,4% de la cantidad ideal y 22,1% del total de meses ausentes en Vargas.

Según las coordenadas del SI-DHM, las estaciones 422,1406, 1439, 1503, 1504, 5002, 5004 y 5009 están localizadas fuera de los límites del estado.

4. Conclusiones

Se diferencian tres periodos en la historia de la red meteorológica de la región Capital. El primero (desde finales del siglo XIX hasta 1946), corresponde a la instalación de una red primigenia de 35 estaciones, de las cuales sólo cuatro continuaron operativas después de 1946; en este lapso son registrados 6.808 meses y faltan 392 montos –5,0% de la cantidad de montos ideal y 3,4% de todos los ausen-

tes históricos. En el segundo periodo (entre mediados del decenio de 1940 y mitad de la década de 1970), se dismanteló casi toda la red primigenia, pero la incorporación paulatina de nuevas estaciones y pluviómetros dan lugar al apogeo histórico de la red capitalina: hasta 176 estaciones operan simultáneamente en 1973 y se recolecta la mayor cantidad de datos de precipitación –37.626; no obstante, problemas de operatividad traen consigo 5.142 montos faltantes y englobados –que representan 11,4% de cantidad ideal y 44,6% de los ausentes históricos.

Finalmente, desde mediados de la década de 1970 se inicia el proceso de dismantelamiento de la red; en este periodo destacan dos bienios críticos: 1983-1984, cuando las estaciones operativas se reducen de 135 a 74, y 1999-2000, cuando la red decrece de 52 a 16 estaciones. Se registran 19.215 datos –48,9% menos que el periodo anterior; sin embargo, la cantidad de meses ausentes aumenta a 5.997 montos que representan 22,0% de la cantidad ideal y 52,0% de los ausentes históricos.

Así pues, al evaluar la calidad de los datos de lluvia de la región conviene considerar estos periodos y sus respectivas características y no realizar juicios apresurados que generalicen menospreciando la condición de las series, especialmente las más longevas. Además, cabe considerar que los estudios climáticos se circunscriben a una condición temporal y espacial específica, siendo el caso que una serie de lluvia descartada por la cantidad de montos ausentes en un periodo, sería útil si el lapso de estudio pudiera ajustarse a la disponibilidad de los datos de dicha serie. Por otra parte, las técnicas de estimación de datos faltantes son una opción que permite utilizar series con este tipo de datos ausentes cuando su cantidad es poco significativa respecto a los montos registrados.

Es de advertir que en el septenio 2000-2006 funcionaron menos estaciones que en la década de 1930, y que los registros de las primeras mediciones tuvieron menor cantidad de datos faltantes y englobados, es decir, presentaron mejor calidad. Huelga decir que el déficit de datos de las últimas tres décadas ha limitado y seguramente perjudicará el desarrollo de estudios climáticos futuros, suponiendo un grave problema dado la necesidad de investigar problemas de primera importancia como la evaluación del cambio climático, la gestión del riesgo y ordenación del territorio a escala regional y local.

En tal sentido, urge demandar una política de Estado responsable en cumplimiento de sus compromisos científico-ambientales, que no sólo conlleve establecer una nueva red hidrometeorológica, sino que también asegure su operatividad a largo plazo, así como el adecuado resguardo y tratamiento de la data existente y futura.

Por otra parte, la ausencia de 80 series de datos de la región Central no puede pasar inadvertida. La carencia de estos datos, así como los reparos de los errores identificados en los registros disponibles deben ser atendidos por las instituciones responsables, las que deben velar por el resguardo de este acervo histórico-científico. También resulta conveniente elaborar catálogos descriptivos de los datos de lluvia recolectados y la metadata asociada de las estaciones, así como realizar una estimación de los datos faltantes y englobados de carácter oficial.

A fecha de finalizar de este artículo, el INAMEH (2008; 2008a) había realizado modificaciones a la interfaz de su portal web. El Sistema de Información-Datos Hidrometeorológicos Men-

suales y el Sistema de Información-Catálogo de Estaciones fue reemplazado por el ‘Sistema de Consultas de Datos Hidrometeorológicos’. Sin embargo, la nueva interfaz presenta limitaciones respecto a la versión anterior, entre las que destaca la imposibilidad de acceder al catálogo de estaciones, situación que impide conocer aspectos como el instituto operador, altitud, fecha de instalación o desincorporación de estaciones activas, así como estaciones/series. De tal forma, el acceso a la información pluviométrica y de otros parámetros climáticos está ahora más restringida, ya que sólo es posible descargar la información de un año específico según entidad federal, y no

una serie completa según serial de la estación, entidad federal o radio de búsqueda con base en coordenadas geográficas. Además, en las series de precipitación del nuevo sistema, los montos englobados han sido borrados y reemplazados con el valor 88888.8, del cual no se explica el significado en el portal web, a diferencia de otros como el 77777.7 representativo de Dato Faltante o 99999.9 equivalente a Dato Perdido. Valga decir que, para efectos de ajuste de montos ausentes, es más conveniente disponer de este dato recolectado directamente de la realidad, que carecer del mismo y realizar su estimación con base en una media total anual.

5. Referencias citadas

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. 2012. *XIV Censo Nacional de Población y Vivienda 2011*. Disponible en: <http://www.redatam.ine.gob.ve/Censo2011/index.html> [Consulta: abril, 2015].
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 2008. *Sistema de Información – Catálogo de Estaciones*. Disponible en: <http://www.inameh.gob.ve/web/>. [Consulta: octubre, 2016].
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 2008a. *Sistema de Información – Datos Hidrometeorológicos Mensuales*. Disponible en: <http://www.inameh.gob.ve/web/>. [Consulta: octubre, 2016].
- GUEVARA, J. 1987. *Métodos de estimación y ajuste de datos climáticos*. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- LANDAETA, L. 2015. *Análisis del Registro Pluviométrico de la Región Central de Venezuela*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela. Trabajo de ascenso para optar a la categoría de Asistente.
- SAJO-CASTELLI, A.; VILLALTA, D.; OVALLES, P. y L. BRAVO. 2014. “Calidad de datos de la red de medición de lluvia para Venezuela”. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela*, 55 (3-4): 1-169.