

Pronóstico de sequías

Drought forecasting

"Alegraos y gozaos en el Señor, vuestro Dios, porque Él os dará la lluvia a su tiempo y la hará descender sobre vosotros, la temprana y la tardía, como otras veces." (Profeta Joel 2,23).

José María Vizcayno Muñoz. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
jvizmun@ciccp.es

Resumen: Tras unas consideraciones generales sobre sequías, se buscan posibles indicadores previos de estas situaciones, al manejar los datos pluviométricos en forma de medias mensuales, integrados por acumulación desde el inicio del año, de una zona amplia representativa. Se comienza con los datos aparecidos en el Boletín Hidrológico del Ministerio de Medio Ambiente, y se confirman las conclusiones deducidas con los datos oficiales de series más extensas del Instituto Nacional de Meteorología. La conclusión más importante es que a 31 de enero, se puede pronosticar la calificación que va a tener todo el año.

Palabras Clave: Pluviometría, Hidrología, Sequía, Indicador

Abstract.: The article makes some general observations on droughts and goes on to seek possible prior indicators of these situations on the basis of average monthly rainfall records accumulated from the beginning of the year for a broad representative area. The study begins with the data published in the Hydrological Bulletin issued by the Ministry for the Environment and the conclusions are confirmed by the more extensive official data recorded by the National Meteorological Office. The most important conclusion is that the drought forecast for the entire year may be established by 31 January.

Keywords: Rainfall, Hydrology, Drought, Indicator

1. Generalidades

Hemos pasado un año hidrológico 2004-2005 muy seco, para algunos sectores sorprendente e inesperado. Fue el de menor precipitación lluviosa de, al menos, los últimos 60 años, y si no llegó a ser completamente catastrófico se debió al suministro del agua existente almacenada en acuíferos y embalses, que con carácter general terminaron exhaustos. No se debería olvidar que la sequía meteorológica es, y será, un fenómeno recurrente y relativamente normal en la Península Ibérica, endémico, esperable. Los que creen en el cambio climático afirman que este problema se acentuará en los próximos años.

La gravedad de los daños y perjuicios ocasionados por estas situaciones conlleva a la preocupación que recogen la Ley de Aguas, la Ley del Plan Hidrológico y

las Guías para la Redacción de los Planes Especiales de Actuación en Situación de Alerta ante una Eventual Sequía, en cada una de las cuencas hidrográficas.

La escasez del agua necesaria para los distintos usuarios tiene su raíz, como primer y principal motivo, en la disminución de las precipitaciones de lluvias, en la sequía meteorológica. Y para intentar paliar los graves daños producidos en estas situaciones anteriormente se ha recurrido a varios métodos, como: rogativas a los Santos, almacenamiento de las aguas en las épocas de abundancia, transporte desde otros lugares que tienen aguas excedentarias (sistemas no muy aceptados, hoy en día, por buena parte de la sociedad), y desalación (en vías de total desarrollo). Aún es pronto para utilizar técnicas de generar lluvias donde y cuando interese, de fabricación industrial de agua,

o incluso de trasladar de lugar el anticiclón de las Azores que parece ser el causante de estos males.

Por eso, desechados por la nueva cultura del agua los antiguos sistemas de conseguir más recursos hidráulicos e intentando en su lugar gestionar solamente la demanda, es decir reducir el consumo mediante la disminución de las dotaciones, la reutilización y la anulación de las pérdidas (lo que resulta prácticamente imposible una vez ya declarada la situación de sequía, si además no hay agua almacenada o no existen almacenes donde guardarla; y con la reutilización, o uso de agua residual depurada, no se genera más recurso sino utilizarlo en mejores condiciones sanitarias) es preciso recurrir a tardías y locales actuaciones de emergencia y a procurar reparar "a posteriori" los perjuicios ocasionados.

Siempre es conveniente gestionar la demanda, ahorrar agua; pero no sólo eso, pues mal se puede gestionar la escasez o la nada, ¿y cómo se gestionan los excesos de agua y las inundaciones? Es necesario entonces guardar y/o retrasar las avenidas en almacenes. En consecuencia habrá que actuar sobre la demanda, pero no sólo, pues además, y al mismo tiempo, sobre el recurso.

Desde luego es buena política intentar adelantar en el tiempo el conocimiento de una futura sequía o desabastecimiento de los usuarios, con meses de anticipación que permitan una actuación paliativa, por lo que se pretende dar normas, crear índices, inventar indicadores, ..., que de forma preventiva, avancen el conocimiento de una situación de escasez y puedan tomarse medidas para defenderse con suficiente, o al menos la mayor, anticipación posible.

La predicción meteorológica es actualmente sólo fiable a corto plazo; y normalmente los datos y cifras más conocidos y utilizados de lluvias se refieren a valores aislados, puntuales, pasados y sin conexión o enlace sucesivo en un periodo amplio de tiempo, que permitan pronosticar que se inicia o avecina la próxima sequía. Pero para que los datos puedan ser útiles a estos efectos hay que cambiar el método y la forma de considerarlos.

Para que las lluvias pasadas puedan servir de indicador de futura escasez para los usuarios habrá que utilizar valores medios de precipitaciones, representativos en una zona suficientemente grande, e integrarlos por acumulación durante algunos meses, ya que la sequía no se produce en un corto periodo, (a este respecto conviene recordar la diferente situación de otros países, por ejemplo Inglaterra donde con 15 días consecutivos sin llover la normativa declara la alerta de sequía) sino que se va generando durante un amplio plazo de tiempo, y aplicar la estadística.

2. Boletín Hidrológico semanal

Por comodidad, se ha comenzado utilizando el BOLETÍN HIDROLÓGICO que semanalmente publica el Ministerio de Medio Ambiente, (<http://www.servicios.mma.es/wl-boletinhidrologico>), en sus páginas de Información pluviométrica y concretamente en la denominada TABLA DE DATOS HISTÓRICOS DE PLUVIOMETRÍA en la que figuran los datos de lluvias medias mensuales peninsulares de los últimos 16 años hidrológicos, es decir, ordenado cada año desde el 1 de octubre hasta el 30 de septiembre siguiente. (en el Cuadro 1 se presenta el correspondiente al de la semana 6ª de 2006. Figuran en color los valores superiores a la media.)

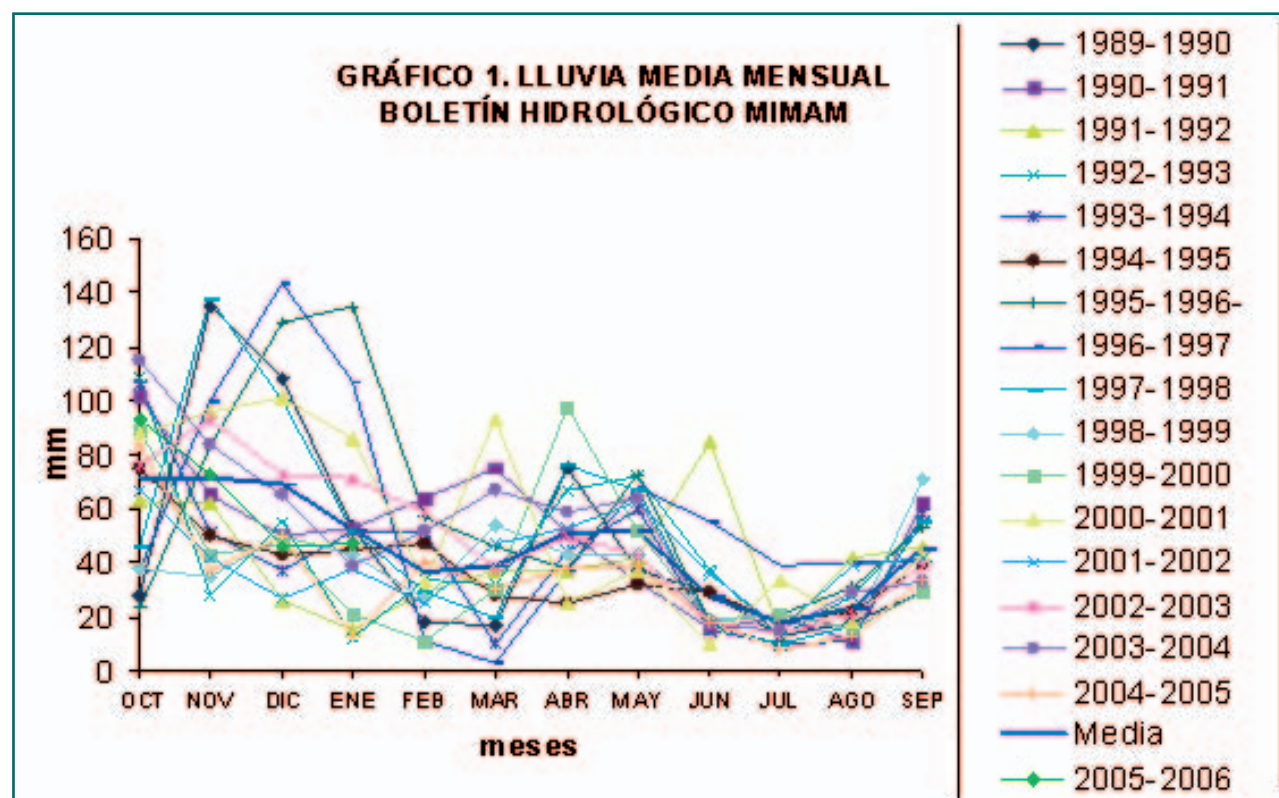
De este Cuadro es difícil deducir inmediatas consecuencias en cuanto a series repetitivas, ciclos, o ritmos sobre escasez de precipitaciones. Aparentemente el desorden es total. Al representar, (Gráfico 1), ese Cuadro, se ha dibujado también la curva de valores medios, y así, en principio, ya se puede apreciar que, con carácter casi general:

- Aparecen 2 épocas de lluvias máximas, la temprana y la tardía, en 2 periodos: el más importante, el primero o temprano, durante los 4 meses de octubre-noviembre-diciembre-enero; y otro máximo, pero secundario, el segundo o tardío, en el trimestre marzo-abril-mayo.
- Hay un pequeño mínimo relativo intermedio.
- Después del segundo máximo la curva es claramente descendente, con valores poco importantes.
- El mes de abril no es el más lluvioso, como afirma el refranero.
- El mínimo absoluto no corresponde ni al inicio ni al final del año hidrológico, sino al mes de agosto. El año pluviométrico debería entonces adelantarse y comenzar el 1 de septiembre y finalizar el 31 de agosto siguiente. El año hidrológico, que contabiliza las aguas fluyentes por los cauces hasta que se origina la escorrentía, lleva lógicamente un desfase o retraso normal de 1 mes después del año pluviométrico

En el total del año, la mayor cantidad de lluvia pertenece o se acumula en el periodo temprano, primer cuatrimestre. Después, durante el siguiente cuatrimestre, de mínimo relativo y segundo periodo lluvioso tardío, la precipitación caída es menos relevante. El resto del año carece de importancia en cantidad lluviosa. Estas consideraciones inducen a configurar los datos de forma acumulativa mensual (Cuadro 2 y su correspondiente representación Gráfico 2) dando a

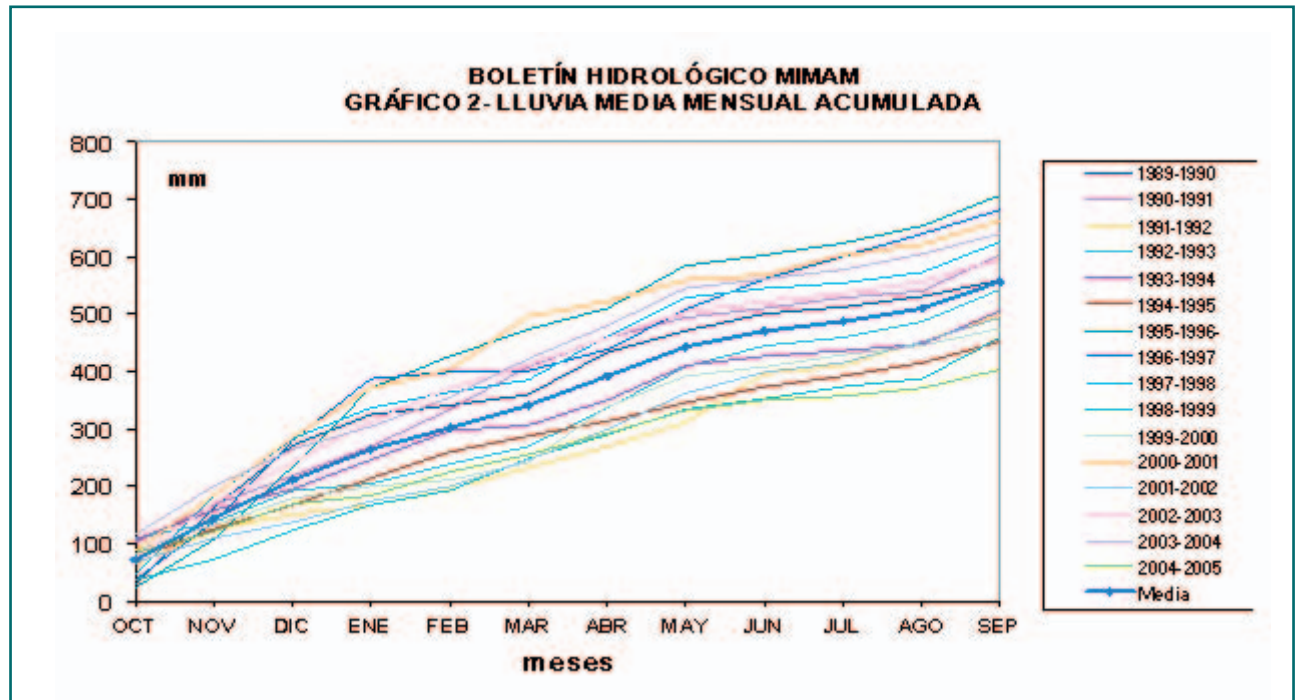
BOLETÍN HIDROLÓGICO MIMAM
CUADRO 1. TABLA DE DATOS HISTÓRICOS DE PLUVIOMETRÍA

LLUVIA MENSUAL													
AÑO HIDROLÓGICO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTALES
1989-1990	28	135	108	53	18	17	75	37	29	13	18	29	560
1990-1991	102	65	50	53	64	75	51	33	16	20	11	62	602
1991-1992	63	62	26	15	29	37	37	42	85	14	42	46	498
1992-1993	109	28	55	12	34	32	67	72	37	13	28	55	542
1993-1994	106	51	37	52	51	10	44	60	15	10	11	58	505
1994-1995	75	50	43	45	47	28	25	32	29	18	22	39	453
1995-1996	23	83	129	135	57	46	38	73	18	21	31	53	707
1996-1997	37	100	144	107	11	3	37	68	55	39	40	41	682
1997-1998	46	138	100	52	29	20	76	67	17	10	17	55	627
1998-1999	38	35	50	43	27	54	43	43	19	21	15	71	459
1999-2000	89	43	47	21	11	30	98	52	18	21	16	29	475
2000-2001	88	96	101	86	33	93	25	37	10	34	18	43	664
2001-2002	67	42	27	38	25	47	53	63	36	16	39	42	495
2002-2003	76	93	73	71	59	38	50	43	18	14	21	39	595
2003-2004	115	84	65	39	52	67	59	64	17	15	29	33	639
2004-2005	83	37	50	13	41	30	38	39	18	8	13	34	404
Media	72	71	69	52	37	39	51	52	27	18	23	46	557
2005-2006	93	73	46	47									



BOLETÍN HIDROLÓGICO MIMAM
CUADRO 2. DATOS HISTÓRICOS DE PLUVIOMETRÍA ACUMULADA

LLUVIA MENSUAL ACUMULADA												
AÑO HIDROLÓGICO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
1989-1990	28	163	271	324	342	359	434	471	500	513	531	560
1990-1991	102	167	217	270	334	409	460	493	509	529	540	602
1991-1992	63	125	151	166	195	232	269	311	396	410	452	498
1992-1993	109	137	192	204	238	270	337	409	446	459	487	542
1993-1994	106	157	194	246	297	307	351	411	426	436	447	505
1994-1995	75	125	168	213	260	288	313	345	374	392	414	453
1995-1996	23	106	235	370	427	473	511	584	602	623	654	707
1996-1997	37	137	281	388	399	402	439	507	562	601	641	682
1997-1998	46	184	284	336	365	385	461	528	545	555	572	627
1998-1999	38	73	123	166	193	247	290	333	352	373	388	459
1999-2000	89	132	179	200	211	241	339	391	409	430	446	475
2000-2001	88	184	285	371	404	497	522	559	569	603	621	664
2001-2002	67	109	136	174	199	246	299	362	398	414	453	495
2002-2003	76	169	242	313	372	410	460	503	521	535	556	595
2003-2004	115	199	264	303	355	422	481	545	562	577	606	639
2004-2005	83	120	170	183	224	254	292	331	349	357	370	404
Media	72	143	212	264	301	340	391	443	470	488	511	557
2005-2006	93	166	212	259								



cada mes el valor suma de las precipitaciones ocurridas desde el origen del año hidrológico.

Las principales conclusiones de este Gráfico 2 son:

- Todas las curvas son crecientes pues evidentemente son acumulativas.
- Tampoco resulta fácil deducir reglas, cadencias, ritmos, criterios o agrupaciones que permitan pronosticar años y/o periodos secos o húmedos.
- La mayor cantidad de lluvia se concentra en los primeros meses y todas las curvas presentan una fuerte pendiente al principio que luego disminuye sensiblemente.
- Las lluvias tempranas del primer periodo lluvioso son las más importantes en cantidad y definen prácticamente el carácter del resto total del año pluviométrico. Las lluvias tardías del segundo periodo en importancia por su cantidad ya no modifican la calificación que va a merecer el año; esta última consideración se acentuará con la pérdida de eficacia de las lluvias al pasar a escorrentías, pues en esta época, de mayores temperaturas, aumentará la evaporación.
- La calificación que en el verano, época de mayor demanda y al final de cada periodo hidrológico, 30 de septiembre, tendrá cada año: muy húmedo, húmedo, medio, seco y muy seco, está bastante bien definida ya desde su mes de enero, pues las curvas representativas prácticamente desde ese mes son "cuasi-paralelas", no se interseccionan entre sí o lo hacen muy poco y de forma muy oblicua.

Esta última consideración permite pensar que se puede pronosticar ya en enero la calificación pluviométrica que va a tener todo el año y por tanto si va a resultar seco o muy seco, a efectos de sequía. (También sirve igualmente para pronosticar años muy húmedos).

3. El Instituto Nacional de Meteorología

Las afirmaciones anteriores se han basado en datos no totalmente representativos, como explica el propio Boletín Hidrológico, pues cada valor medio mensual se ha obtenido como la media aritmética de los valores de 55 estaciones pluviométricas situadas en las poblaciones de mayor importancia en número

de habitantes. Y se dispone de una serie corta de sólo 16 años.

Para obviar estos inconvenientes y poder confirmar las conclusiones anteriores se ha recurrido al Instituto Nacional de Meteorología, que tiene completa la serie de las medias mensuales de todos los pluviómetros peninsulares españoles, ponderado cada uno de ellos con la superficie geográfica que tiene asignada como representativa, correspondientes al periodo comprendido entre enero de 1947 y la fecha actual. Los valores resultan así ligeramente superiores, (del orden de un 10%) pues se han considerado zonas de mayor precipitación como son las áreas montañosas que tienen menor población. (El correspondiente Cuadro, en el que quedan reflejados los valores de estos 58 años pluviométricos no se ha incluido, dada la confusión de números que suponen los datos de 58 filas, años, por 13 columnas, meses y total; y solamente se ha recogido como Gráfica 4 la curva de valor medio, con origen en septiembre).

Con ellos se han formado otro Cuadro y su correspondiente Gráfica con los valores acumulados, también desde el origen del año pluviométrico, es decir desde el 1 de septiembre (pues se ha visto que el mínimo de pluviosidad coincide con el mes de agosto y también conviene hacerlo ya que la cuantía de la precipitación de septiembre, relativamente importante y colocada al inicio, sirve para reforzar el primer cuatrimestre máximo de lluvias tempranas, sin considerarla al final del año hidrológico donde ya no sirve para modificar la calificación del año). Son el Cuadro 3 y la Gráfica nº 3.

Las conclusiones se pueden repetir, pues prácticamente se confirman las observaciones anteriores.

4. Consideraciones finales

Quizás de la comparación entre ambos orígenes de los datos se puedan deducir unas atenuaciones del mínimo relativo y del segundo máximo, o de lluvia tardía, pero sin mayores consecuencias para el propósito de la obtención de un indicador.

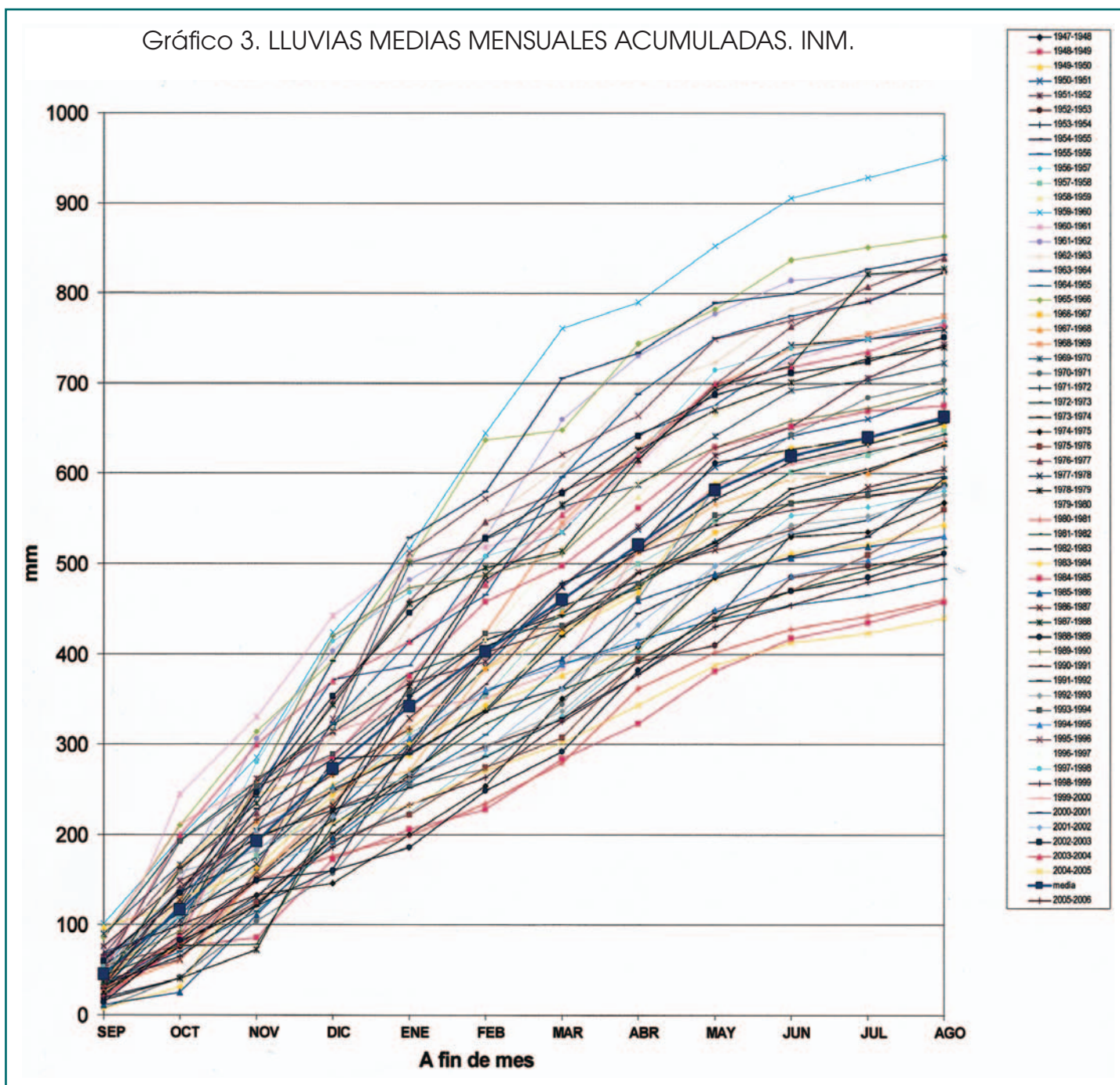
Por lo que se puede afirmar que a 31 de enero se conoce suficientemente la calificación que debe corresponder a la totalidad del año pluviométrico: muy húmedo, húmedo, medio, seco o muy seco, y por tanto el suministro de agua de lluvia en la inmediata primavera a los consumidores directos, es decir, en general, a los agricultores de secano.

Combinando este pronóstico con la cantidad de agua ya almacenada se podrá aventurar el grado de satisfacción que podrá proporcionarse en verano a la

**CUADRO 3. PRECIPITACIÓN MEDIA ACUMULADA
INM. ESPAÑA PENINSULAR**

AÑO PLUVIOMÉTRICO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
1947-1948	55	113	149	217	353	416	444	517	612	627	640	661
1948-1949	18	75	85	172	206	228	284	323	381	418	435	458
1949-1950	98	123	193	256	288	341	377	407	485	513	522	544
1950-1951	32	80	129	221	301	386	474	538	607	642	661	691
1951-1952	64	127	262	313	368	392	475	541	620	652	706	744
1952-1953	29	88	151	227	262	298	328	392	410	486	498	512
1953-1954	42	137	174	250	291	338	428	476	525	568	580	598
1954-1955	19	41	121	162	300	406	453	481	520	578	602	636
1955-1956	31	109	206	324	414	466	596	688	750	775	790	824
1956-1957	63	112	162	194	224	288	331	404	486	554	564	581
1957-1958	38	112	176	236	313	353	448	500	547	602	620	648
1958-1959	28	78	114	316	375	417	518	575	667	702	725	764
1959-1960	101	196	285	424	517	644	761	790	852	906	929	951
1960-1961	46	245	330	443	504	519	542	611	691	726	750	767
1961-1962	75	149	306	404	482	530	660	731	777	814	820	826
1962-1963	50	142	218	309	432	547	609	693	723	782	809	837
1963-1964	70	99	249	372	387	508	597	644	676	732	749	763
1964-1965	35	70	115	190	258	310	389	416	438	454	466	484
1965-1966	86	210	314	393	503	637	648	744	782	837	851	864
1966-1967	32	164	246	266	317	384	427	475	534	568	575	590
1967-1968	26	78	215	250	271	384	447	514	566	594	601	634
1968-1969	29	61	152	236	324	424	546	628	697	739	755	775
1969-1970	90	167	254	315	501	527	563	588	642	693	704	723
1970-1971	7	42	104	157	255	273	344	462	586	643	684	703
1971-1972	33	65	123	195	294	402	479	515	571	614	632	656
1972-1973	86	193	259	322	379	408	443	473	548	602	624	644
1973-1974	23	82	120	201	266	336	419	489	523	584	606	631
1974-1975	28	75	133	146	200	254	351	408	485	530	535	568
1975-1976	54	78	125	194	222	275	308	394	439	471	511	560
1976-1977	67	164	223	347	459	547	581	615	699	763	807	839
1977-1978	20	105	167	281	351	482	535	620	691	743	749	760
1978-1979	16	40	73	227	364	487	566	626	670	702	728	740
1979-1980	42	185	229	272	321	371	431	480	562	593	608	624
1980-1981	21	76	148	176	198	234	280	362	402	428	442	461
1981-1982	44	77	79	210	269	323	361	393	440	470	494	519
1982-1983	45	118	228	284	289	337	363	445	485	508	530	595
1983-1984	8	31	163	244	301	344	423	469	589	629	635	653
1984-1985	29	85	253	286	375	458	498	562	629	652	670	676
1985-1986	11	25	110	196	261	359	395	459	489	506	519	531
1986-1987	76	149	195	232	329	402	429	491	515	538	586	605
1987-1988	36	160	235	344	456	495	514	616	696	720	821	828
1988-1989	14	83	149	160	186	248	292	382	447	470	486	512
1989-1990	52	93	258	419	474	487	511	590	629	659	673	694
1990-1991	33	140	204	248	293	367	462	512	543	560	575	586
1991-1992	61	134	198	227	251	286	329	378	438	532	549	588
1992-1993	43	159	182	249	261	299	337	410	498	543	553	577
1993-1994	53	193	253	289	358	423	432	478	554	567	576	588
1994-1995	54	141	205	254	307	361	389	412	449	487	504	531
1995-1996	39	61	159	328	512	572	621	664	750	770	792	825
1996-1997	61	99	205	397	528	538	541	589	674	733	776	823
1997-1998	54	109	281	414	469	508	535	623	715	739	749	768
1998-1999	67	100	133	186	233	264	325	378	431	455	480	500
1999-2000	85	212	258	314	339	351	384	516	587	611	627	639
2000-2001	29	121	241	392	529	580	706	734	789	800	827	843
2001-2002	49	137	185	219	268	295	361	433	499	535	550	585
2002-2003	60	135	246	353	445	528	578	641	687	712	724	752
2003-2004	49	199	299	370	414	477	554	621	700	718	735	766
2004-2005	29	130	160	215	233	271	301	344	388	413	423	441
media	45	116	193	273	342	403	460	521	582	620	640	663
2005-2006	31	141	216	266	317							

Gráfico 3. LLUVIAS MEDIAS MENSUALES ACUMULADAS. INM.

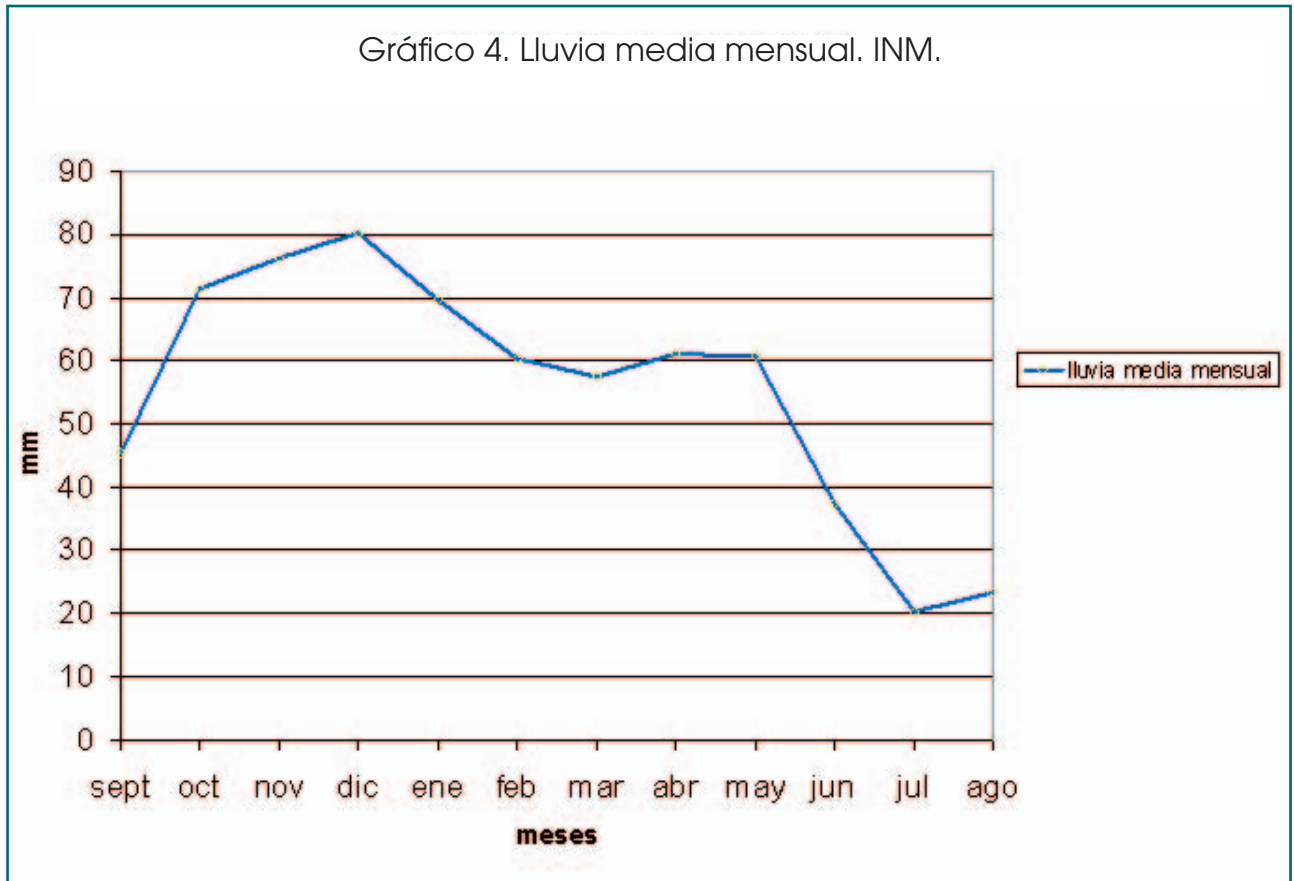


gran mayoría de los usuarios del agua, que son los que se abastecen de la previamente guardada.

Aplicando este indicador al presente año, la suma de precipitaciones de lluvia ocurridas desde el 1 de septiembre de 2005 hasta el 31 de enero de 2006 asciende, según datos del Boletín Hidrológico, a 293mm,

que al compararse con el valor medio de los 16 años de ese mismo periodo, 310mm, permite calificar a todo el año pluviométrico 2005-2006 como ligeramente inferior al medio, levemente seco. Repitiendo la comparación con los datos análogos del Instituto Nacional de Meteorología, 317mm de enero 2006 en relación

Gráfico 4. Lluvia media mensual. INM.



con los 342mm del año medio, se ratifica la calificación. En consecuencia y a nivel medio peninsular español, será un año casi normal para el secano; para los que se abastecen de agua almacenada, como el volumen de agua embalsada es actualmente bastante escaso, incluso menor que el de las mismas fechas del pasado 2005, con una lluvia ligeramente inferior a la media no se producirá recarga suficiente de acuíferos y embalses y por tanto no se puede ser optimista.

Se puede comprobar si este indicador sirve y se verifica también en zonas, cuencas y subcuencas hidrográficas de menor superficie. ♦

Referencias

- Datos del Instituto Nacional de Meteorología.
- Boletín Hidrológico semanal del Ministerio de Medio Ambiente.