

APROXIMACIÓN A LA CLIMATOLOGÍA DE LA NUBOSIDAD EN CATALUÑA

Magda LLACH i VILA* y Josep CALBÓ i ANGRILL**

* *Grup de Física Ambiental, Departament de Física*

** *Institut de Medi Ambient*

Universitat de Girona

RESUMEN

Las nubes, a pesar de ser un reflejo de la dinámica atmosférica y del ciclo del agua, son seguramente uno de los fenómenos meteorológicos menos estudiados desde el punto de vista climático. En esta comunicación se presenta una Climatología descriptiva de la nubosidad en Cataluña, realizada a partir de las observaciones tomadas en cinco observatorios del territorio durante cuarenta años. Se presenta un resumen de los resultados obtenidos al realizar análisis en base mensual, estacional, y anual, de los datos disponibles, que incluyen nubosidad total, nubosidad por nubes bajas, y tipo de nubes. Se concluye que, al igual que ocurre con otras variables climáticas, la nubosidad presenta gran variabilidad espacial en Cataluña, a pesar del tamaño discreto de dicha región. Por ejemplo, entre las cinco estaciones se encuentran tres regímenes nefológicos claramente diferenciados. Probablemente, la diversidad geográfica de los observatorios analizados (desde la costa hasta el Pirineo) explica esta variabilidad climática. En todo caso, la cubierta nubosa media en Cataluña es cercana a las 4 octas, siendo julio el mes de menor nubosidad y mayo el de mayor.

Palabras clave: Nubosidad, Climatología, régimen nefológico, nubes bajas.

ABSTRACT

Clouds are good indicators of atmospheric dynamics, and also of hydrological cycle. Despite of this, clouds are probably one of the meteorological phenomena that have been less studied from climatic point of view. In the present paper, a descriptive climatology of cloudiness in Catalonia is presented. The cloud climatology has been developed from observations taken at 5 meteorological stations in the last forty years. Observations are taken three times a day, and total cloud cover, amount of low level clouds, and cloud type are recorded. A summary of results obtained when analyzing the data at monthly, seasonally, and annual basis is presented. One conclusion is that cloudiness shows great spatial variability in Catalonia, like it is true for other climatic variables. For example, three different nephological regimes have been found among the five sites. Probably, the geographic diversity of stations (from the coast to the Pyrenees) explains this great climatic variability found by our analysis. The average cloud cover in Catalonia is 4 octas, being July the month with lowest cloudiness and May the month with highest cloudiness.

Key words: *Cloudiness, Climatology, nephological regime, low level clouds.*

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los fenómenos meteorológicos más evidente, y que tiene una gran importancia climática, es la presencia de nubes. La observación de las nubes tiene un gran interés meteorológico pues son la expresión visual del fenómeno de condensación del vapor de agua y consecuentemente son el origen de las precipitaciones, formando parte del ciclo hidrológico. Además, las nubes reflejan, dispersan y absorben tanto radiación solar como terrestre (JONES, 1992). El conocimiento de la nubosidad, el régimen nefológico, o en definitiva, la Climatología de las nubes es importante dado el papel que juegan en el balance radiativo, y al ser las nubes posibles indicadoras del propio cambio climático. Parece ser que la nubosidad total ha aumentado en diversas partes del mundo en los últimos decenios, y se ha comentado que podría ser la causa de la disminución de la oscilación diaria de temperatura.

Actualmente, los métodos utilizados para obtener datos de nubosidad son dos: desde la superficie terrestre (observación visual), y desde satélite. Las observaciones en superficie no se realizan en todas las estaciones meteorológicas, ya que es necesaria la presencia de un observador entrenado. Estas observaciones dependen, por lo tanto, de la subjetividad y experiencia del observador. Ahora bien, se dispone de series relativamente largas de este tipo de observaciones, que incluyen tanto la fracción de cielo cubierta por nubes como el tipo de nubes presente. El espacio que cubre cada observación es de pocos kilómetros cuadrados ($\sim 10^2$), y las observaciones son más o menos discontinuas en el tiempo. La automatización de muchas estaciones meteorológicas ha comportado la desaparición del observador humano, y la consecuente desaparición de las observaciones del estado del cielo. El coste que supone mantener una red de observadores ha motivado que se esté trabajando en la automatización de la observación de nubes desde tierra, mediante cámaras fotográficas o de vídeo (PAGÈS *et al.*, 2002). La escasez de datos de nubosidad (comparada con la abundancia relativa de datos de temperatura y precipitación, por ejemplo), y la importancia secundaria que puede tener la nubosidad como variable ambiental, son factores que explican el limitado número de trabajos que existen sobre la Climatología de nubes, especialmente a nivel del conjunto o de parte de la Península Ibérica.

No obstante, se encuentran algunos estudios dedicados a la nubosidad incluidos en Climatologías generales de la Península Ibérica. Por ejemplo, existe un mapa de nubosidad media realizado a partir de datos del período 1931-1960, y donde se calculaba también el parámetro de nubosidad a partir de días cubiertos y despejados (CAPEL MOLINA, 1981). El parámetro de nubosidad, para las estaciones catalanas, resultaba como sigue: Tortosa (42%), Tarragona (48%), Girona (51%), y Barcelona (56%). El trabajo de FONT TULLOT (1983) también contiene una distribución de nubosidad en la Península, expresada en medias anuales de días cubiertos y despejados. En ambos trabajos se observa un cierto gradiente de nubosidad de Norte a Sur y de Oeste a Este, asignando a Cataluña índices de nubosidad relativamente altos (alrededor de 60 días cubiertos y 60 días despejados al año, lo que resulta en un parámetro de nubosidad del 50%). Más recientemente, MARTÍN VIDE y ESTEBAN VEA (1998) exponen una metodología para la construcción de un calendario de nubosidad, y su interpretación, que aplican a datos de una serie de 30 años, en Barcelona, de observaciones matutinas. Más metodología para el análisis climatológico de series de nubosidad se establece y aplica (a una serie de 4 años en el aeropuerto de Girona) en el trabajo de PAGÈS *et al.* (2001).

El objetivo del trabajo que se resume en esta comunicación es obtener una descripción lo más completa posible de la climatología de nubes sobre el territorio de Cataluña mediante el análisis de las series temporales de observaciones realizadas por observadores humanos en las estaciones meteorológicas situadas en territorio catalán.

2. METODOLOGÍA

2.1. Datos

Los datos analizados han sido facilitados por el Instituto Nacional de Meteorología (INM) y corresponden a observaciones del estado del cielo (nubosidad) en cinco estaciones catalanas (Tabla 1). Estas series son las únicas, según el propio INM, que cumplían dos condiciones requeridas *a priori*: formato electrónico y extensión superior a 30 años. Cabe destacar que una estación (Prat de Llobregat) se encuentra en la costa, dos más muy cercanas a la costa (Tortosa y Reus), otra en el llano cercano a la depresión del Ebro (Lleida), y la quinta en pleno Pirineo Oriental (La Molina).

Tabla 1. Estaciones y datos de nubosidad analizados

Estación	Lat.	Long.	Alt. (m)	Períodos con datos		Ausencia de datos
				nubosidad total	nubes bajas	
PRAT DE LLOBREGAT	41,17°N	2,04°E	6	1961-2000	1972-2000	31/1-31/3/98
TORTOSA	40,49°N	0,29°E	48	1961-2000	1972-2000	21-31/2/86
REUS	41,08°N	1,09°E	73	1961-2000	1973-2000	21-31/5/74 14-30/6/76 11-20/11/88 9/11/88-14/3/89
LLEIDA	41,37°N	0,37°E	199	1961-1982	1972-1982	21-31/1/74 21/4-2/5/75 25-27/12/75 21-30/4/77
	41,37°N	0,35°E	192	1983-2000	1983-2000	1/10-31/12/85 1/1-31/1/86
LA MOLINA	42,20°N	1,56°E	1704	1961-1998	1973-1998	1/1-1/3/72 1/12-31/12/72 1982-1983 1-28/2/98 1-30/6/98

En todos los casos existen registros para tres observaciones diarias (a las 7, 13 y 18 horas UTC). Las observaciones son de cubierta total (en octas), y, a partir de cierta fecha, de cubierta por nubes bajas. Asimismo, cada observación contiene también información sobre el tipo de nubes presente; concretamente, el género de las nubes más abundantes en cada nivel (hasta dos géneros por nivel pueden anotarse simultáneamente).

Sin entrar en detalles, recordemos que cuando la cubierta nubosa se anota en octas, se trata de una variable discreta que toma valores entre 0 y 8. Es importante destacar que en presencia de una

nube, por pequeña que sea (es decir, aunque no oculte una octava parte del cielo) debería anotarse 1 octa; mientras que de forma equivalente, sólo se anotarían 8 octas si el cielo está total y absolutamente cubierto. En cuanto a los tipos de nubes, existen 10 géneros agrupados en tres niveles: altas (cirrus, cirrocumulus, cirroestratos), medias (altocumulus, altoestratus, nimbostratus) y bajas (stratus, stratocumulus, cumulus, cumulonimbus). Habitualmente se anota también mediante otro código la presencia de niebla.

2.2. Análisis efectuados

A continuación, se explican sucintamente los diversos análisis aplicados a las series de datos disponibles. Cabe recordar que todos los análisis pueden realizarse tanto para la nubosidad total como para la cubierta de nubes bajas. Asimismo, puede realizarse el análisis para las tres observaciones diarias conjuntamente o por separado.

2.2.a. Calendario

El objetivo de un calendario es mostrar la nubosidad que típicamente cabe esperar en una determinada fecha a lo largo del año. Se obtiene mediante el cálculo de la media de nubosidad (de todos los años de la serie) para cada día del año, seguida de una media móvil (de 15 días en nuestro caso) para suavizar altas variabilidades de poca significación climática (MARTÍN VIDE y ESTEBAN VEA, 1998). El cálculo simultáneo del primer y tercer cuartil, permite destacar períodos de nubosidad alta (*i.e.*, superior al tercer cuartil) y de nubosidad baja (*i.e.*, inferior al primer cuartil).

2.2.b. Medias y distribuciones de frecuencias

Para distintas bases temporales (mensual, estacional, anual) se ha calculado la media de nubosidad. Esta media, no obstante, es en general el resultado de una distribución de observaciones de cubierta de nubes muy alejada de una gaussiana. Todo lo contrario, habitualmente la distribución de frecuencias es bimodal, con máximos en las observaciones de cielo despejado (0 octas) y cubierto (8 octas). Por ello, es muy interesante analizar simultáneamente estas distribuciones. La ratio entre la media de nubosidad total y la de nubes bajas nos indicará la importancia de las últimas en la primera. A partir de las medias estacionales, se ha definido el régimen nefológico, ordenando las estaciones de mayor a menor nubosidad. Los códigos utilizados son: P, primavera (de marzo a mayo); V, verano (de junio a agosto); O, otoño (de septiembre a noviembre); y I, invierno (de diciembre a febrero). El régimen nefológico permite comparaciones inmediatas entre los distintos observatorios, y también puede ser comparado con el régimen pluviométrico.

2.2.c. Parámetro de nubosidad

CAPEL MOLINA (1981) propone el cálculo de este parámetro (N), según la definición que sigue, para evaluar la nubosidad en un determinado lugar y reducir el impacto de la subjetividad de las observaciones humanas:

$$N \equiv 50 + \frac{50(C - S)}{n}$$

C es el número de días cubiertos (que nosotros hemos definido como aquéllos con una nubosidad media diaria superior a 6,5 octas), S el número de días despejados (nubosidad media diaria inferior a 1,5 octas), y n es el número total de días en la serie.

2.2.d. Persistencias

Se ha analizado la continuidad o persistencia de determinado estado del cielo, definido a partir de la cubierta de nubes. Se han agrupado las observaciones en tres posibles estados: despejado (0-1 octa), nuboso (2-6 octas), cubierto (7-8 octas) y luego se han contabilizado las siguientes persistencias, que se dan en porcentaje y que indican la probabilidad de que una situación se mantenga:

MM: Idéntico estado en la observación matutina y de mediodía (7 h y 13 h).

MMT: Las tres observaciones del día (7, 13 y 18 h) indican el mismo estado.

P2: Dos observaciones consecutivas con el mismo estado.

P3: Tres observaciones consecutivas con el mismo estado.

P4: Cuatro observaciones consecutivas con el mismo estado.

D2: Dos días seguidos del mismo tipo (despejado, nuboso, cubierto) al realizar la media de las tres observaciones.

D3: Tres días seguidos del mismo tipo.

2.2.e. Tipo de nubes

Se ha determinado el tipo de nubes de cada nivel más probable en cada observatorio. Se ha contabilizado también como una posibilidad la ausencia total de nubes.

3. RESULTADOS

La nubosidad total media en Cataluña es cercana a 4,0 octas, y el parámetro de nubosidad medio, cercano al 50%. Estos valores se encuentran a partir de los resultados obtenidos para las 5 estaciones (Tabla 2). Destaca la gran uniformidad de la nubosidad media y del parámetro de nubosidad a lo largo de las 5 estaciones, lo que contrasta con los únicos resultados previos publicados (CAPEL MOLINA, 1981) donde entre Tortosa ($N = 42\%$) y Barcelona ($N = 56\%$) existía una importante diferencia. Evidentemente, las diferencias entre aquel trabajo y el presente pueden ser resultado tanto de diferencias metodológicas como de cambios reales en el clima nefológico (entre el período 1930-61 y 1960-2000). Es interesante destacar que no existe una correlación exacta entre la media de nubosidad y el parámetro de nubosidad, ni tampoco entre las medias para la nubosidad total y la de nubes bajas.

Obviamente, esta homogeneidad aparente en la media de nubosidad oculta comportamientos de la nubosidad bastante distintos entre las distintas estaciones catalanas. Un primer indicio de estas diferencias lo tenemos en el régimen nefológico (incluido también en la tabla 2). Para la nubosidad total, se distingue claramente el régimen nefológico de las tres estaciones más cercanas a la costa, con máximos de nubosidad en primavera y mínimos en verano, del régimen encontrado en Lleida (máximo en invierno y mínimo en verano) y del encontrado en la estación pirenaica (La Molina, máximo en primavera y mínimo en invierno). Estas diferencias todavía se manifiestan más si observamos el régimen nefológico correspondiente a las nubes bajas solamente. En este caso,

Lleida y La Molina tienen regímenes totalmente opuestos, la primera con máximo en invierno y mínimo en verano, lo contrario de la segunda. Las estaciones costeras muestran máximos en otoño o primavera, y mínimo en verano. También es interesante comparar los regímenes nefológicos con el pluviométrico (de ICC, 1996). En las estaciones costeras, el régimen pluviométrico muestra máximo en otoño, mientras que por lo general, el máximo de nubes totales y bajas corresponde a la primavera. En Lleida, el máximo de nubosidad invernal corresponde al mínimo pluviométrico. Ello es debido a que el tipo de nubes que dan el máximo de invierno son por lo general nubes bajas estratiformes o nieblas, que producen poca precipitación. También es interesante el caso de La Molina, donde el régimen pluviométrico es calcado del nefológico de nubes bajas, indicando probablemente que una buena parte de las lluvias recogidas en aquella zona montañosa se producen en presencia de nubes bajas; con toda probabilidad, nubes de gran desarrollo vertical y de origen convectivo que se clasifican como bajas.

Tabla 2. Resultados en base anual

Estación	Nubosidad total						Nubes bajas		Reg. Pluvio.
	Media	<i>n</i>	<i>S</i>	<i>C</i>	<i>N</i>	Reg. Nefol.	Media	Reg. Nefol.	
Prat de Llobregat	3,9	14466	2814	2255	48%	POIV	2,1	OPIV	OPIV
Tortosa	4,2	14559	2785	3214	51%	PIOV	2,1	POIV	OPIV
Reus	4,0	14205	2489	2507	50%	POIV	2,4	POIV	OPIV
Lleida	3,9	14600	3422	3260	49%	IPOV	2,0	IOPV	POVI
Molina	3,9	13140	2605	2688	50%	POVI	2,5	VPOI	VPOI

Abundando en el análisis en base anual, se presentan a modo de ejemplo en la figura 1 las distribuciones de frecuencia de las observaciones de nubosidad total y de nubes bajas para tres de las estaciones analizadas. Cabe indicar que las estaciones omitidas (Tortosa y Reus) presentan como era de esperar comportamientos parecidos a El Prat de Llobregat. Algunas diferencias entre las tres distribuciones son:

- Las distribuciones de Lleida y La Molina son claramente bimodales (con máximos en cielos despejados y cubiertos), mientras que en El Prat la de nubosidad total es más homogénea, y la de nubes bajas presenta frecuencias muy bajas para cubiertas altas (7-8 octas);
- Lleida presenta máximos muy marcados en las 0 y 8 octas para las nubes bajas.

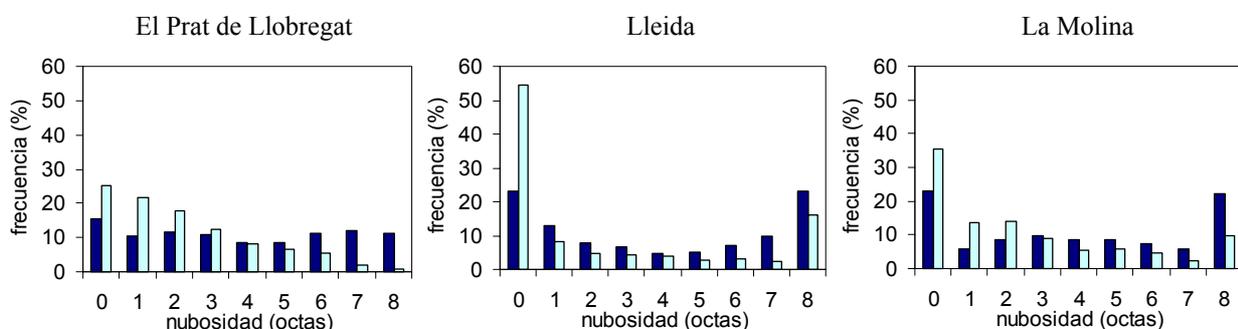


Fig. 1. Distribuciones de frecuencias de observaciones de nubosidad total (barras oscuras) y nubosidad de nubes bajas (barras claras)

La evaluación de la nubosidad a lo largo del año, ya recogida mediante el régimen nefológico, puede analizarse con más detalle mediante los calendarios de nubosidad. Como ejemplo de los calendarios confeccionados, aquí se muestran los del Prat de Llobregat y La Molina. Se observan algunos rasgos comunes, como es que los mínimos de nubosidad diaria total (es decir, sumando las tres observaciones) se dan en ambas estaciones en el mes de julio. En realidad, los mínimos de julio, y los máximos de mayo son generales en casi todas las estaciones analizadas. En todo caso, empero, es más interesante destacar las diferencias. Es evidente que en El Prat de Llobregat, la nubosidad no evoluciona de forma significativa a lo largo del día, en ninguna época del año. En cambio, es patente que en La Molina existe una tendencia clara hacia el aumento de la nubosidad a lo largo del día, durante los meses más cercanos al verano. Así, se hace evidente de nuevo que la nubosidad de evolución diurna, o convectiva, tiene un gran papel en La Molina.

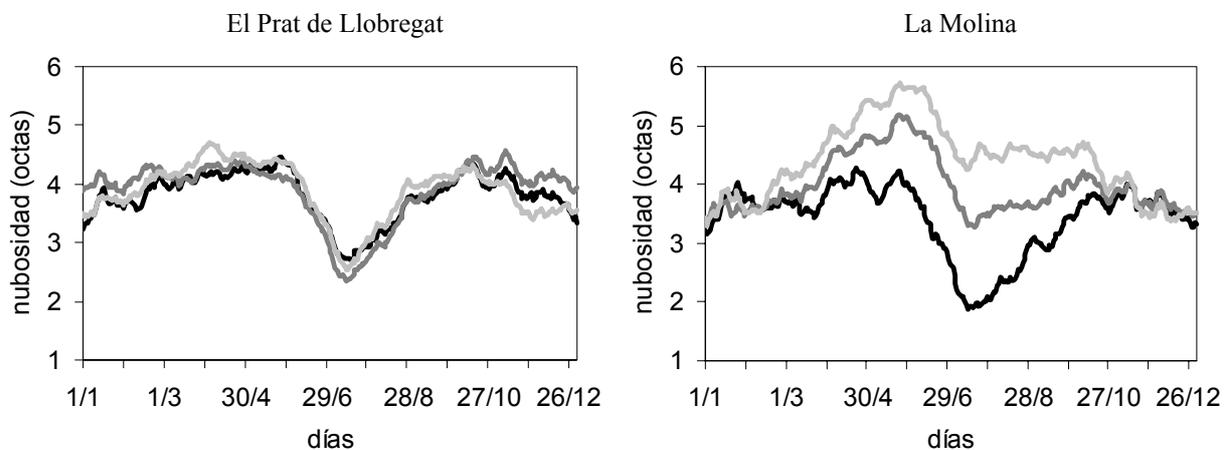


Fig. 2. Calendarios de nubosidad total en dos estaciones, y para las tres observaciones diarias: a la 7 h (negro), a las 13 h (gris oscuro), a las 18 h (gris claro)

Analizando los datos que forman los calendarios de nubosidad (tanto los presentados aquí como los de las otras tres estaciones) se desprende que, por lo general, para poder considerar una situación como de poca nubosidad, deben observarse menos de 3 octas de cielo cubierto, mientras que una alta nubosidad corresponde a más de 5 octas. En efecto, entre los primeros cuartiles de las cinco estaciones, el mínimo es 3,1, mientras que el máximo de los terceros cuartiles es de 5,0. Curiosamente ambos extremos corresponden a La Molina, que por lo tanto es la estación con mayor variabilidad en los estados del cielo a lo largo del año. Como contraste, en las estaciones costeras (El Prat de Llobregat, Tortosa y Reus) la diferencia entre el primer y el tercer cuartil es siempre inferior a 1 octa.

Como ejemplo de los resultados del análisis de las persistencias de los estados del cielo, se muestran en la tabla 3 los resultados para la nubosidad total, en base anual, para las estaciones de El Prat de Llobregat, Lleida y La Molina, para la nubosidad total y concretamente para los cielos despejados y cubiertos. Se observan de nuevo factores comunes y diferencias. En efecto, destaca el hecho de que en general, el estado del cielo es bastante persistente. Por ejemplo, a una observación matutina (7 h) de cielo despejado, corresponde una observación igualmente de cielo despejado al mediodía en más de un 50% de los casos por general (ver persistencias MM para cielos despejados). O, si un día se clasifica como despejado, existe una probabilidad relativamente alta

(20% o más) de que los dos días siguientes también puedan clasificarse como tales (D3). Por lo general, las situaciones de cielo despejado son más persistentes que las de cielo cubierto. En cuanto a las diferencias, parece que en Lleida tanto los cielos despejados como los cubiertos son más persistentes que en las otras estaciones.

Tabla 3. Persistencias de la nubosidad total, en % respecto al total de casos posibles

	MM	MMT	P2	P3	P4	D2	D3
El Prat de Llobregat							
Despejado	57	39	56	38	27	41	19
Cubierto	55	35	58	35	23	33	12
Lleida							
Despejado	63	44	64	44	32	47	25
Cubierto	58	40	62	42	30	44	23
La Molina							
Despejado	49	32	57	38	28	47	24
Cubierto	56	41	53	32	21	39	16

El siguiente resultado a comentar se refiere al análisis del estado del cielo considerando también el tipo de nubes. En este caso, se entienden como diferentes dos situaciones con la misma cubierta (octas) pero con distinto tipo de nubes. Ante todo hay que destacar que el estado del cielo más común en todas las estaciones (excepto Tortosa) es la ausencia de nubes. En efecto, entre un 14% (Reus) y un 23% (La Molina) de observaciones registran 0 octas (y por lo tanto, ningún tipo de nubes). El caso de Tortosa es particular, ya que aquí la situación más común es 1 octa con algún tipo de nube baja (cumulus o stratocumulus) o alta (cirrus). Nuestra opinión es que en Tortosa se ha seguido un criterio mucho más estricto en las observaciones del cielo, es decir, se ha anotado 1 octa cuando la más mínima parte del cielo presentaba alguna pequeña nube. En el resto de estaciones, probablemente no se ha sido tan estricto. En todo caso, hay que indicar que esta aparente abundancia de cielos despejados, se corresponde a menos de 2 días totalmente despejados por mes, en promedio.

El tipo de nube más frecuente en el nivel de las nubes altas es el cirrus: se ha registrado entre un 14% de las ocasiones en La Molina y un 45% en Tortosa. En el nivel de las nubes medias, dominan los altocumulus: solos o combinados con altostratus, aparecen en todas las estaciones en un 30% de los datos. Finalmente, por lo que se refiere a las nubes bajas y de desarrollo vertical, según la estación se registran más cumulus, stratocumulus, o su combinación. En cualquier caso, estas nubes son más abundantes en las estaciones costeras (alguna de las tres posibilidades se registra en más del 55% de las observaciones) que en las interiores (se observan menos del 40% de las ocasiones).

Para analizar la importancia de la nubosidad correspondiente a las nubes bajas respecto de la nubosidad total, se representa en la figura 3 la ratio entre ambos valores, en media mensual, para tres estaciones. Puede observarse que las nubes bajas representan en general alrededor de un 50% de la nubosidad total. No obstante, el valor exacto depende de la estación y de la época del año. Es particularmente destacable el hecho de que en El Prat de Llobregat y en La Molina, los máximos de nubosidad se dan en verano (julio y agosto), mientras que en Lleida, por lo contrario, se observan en pleno invierno (diciembre y enero). Este último resultado se relaciona seguramente

con la conocida presencia de nieblas persistentes en Lleida y sus alrededores durante los meses invernales.

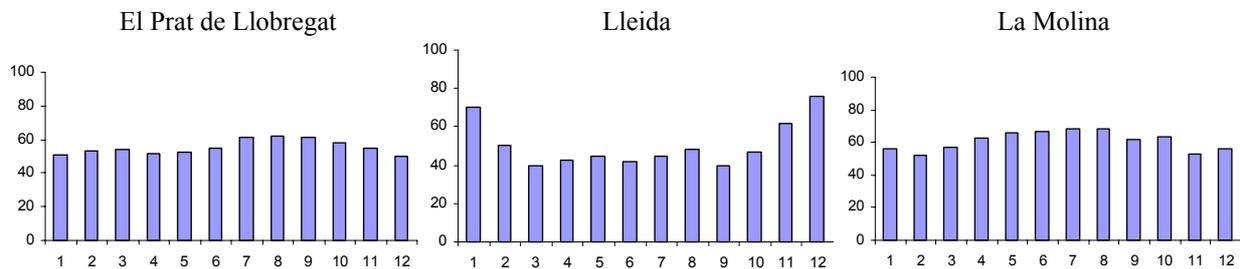


Fig. 3. Ratio (en %) de nubosidad por nubes bajas respecto a nubosidad total, media mensual

4. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Los resultados presentados en el apartado anterior son un resumen de un trabajo más amplio (LLACH, 2003) que, no obstante, es limitado en cuanto su aplicación al conjunto de Cataluña, ya que sólo se han analizado datos de cinco estaciones en todo el territorio. Siendo conocida la variabilidad espacial del clima a lo largo de Cataluña, cabe esperar que en zonas no representadas por ninguna de las cinco estaciones, el clima nefológico pueda ser distinto. En todo caso, considerando sólo las cinco estaciones analizadas se han observado tres comportamientos claramente distintos, correspondientes a las estaciones más cercanas a la costa por una parte, la estación de interior por otra, y la estación pirenaica en tercer lugar.

Los datos analizados corresponden a series relativamente largas de observaciones visuales del estado del cielo. Estas observaciones conllevan una incertidumbre asociada importante, ya que la observación es altamente subjetiva (tanto la cubierta de nubes, en octas, como el tipo de nubes) y por lo tanto puede ser cambiante con el observador. De todas maneras, en nuestra opinión los errores asociados a los datos no afectan significativamente los resultados obtenidos, sobre todo, si no nos fijamos en detalles muy específicos. El único resultado que es una manifestación clara de una diferencia de criterio es la gran frecuencia de registros con 1 octa en Tortosa. Esta diferencia, empero, no parece afectar al cálculo del parámetro de nubosidad o del régimen nefológico, ya que se han obtenido para Tortosa valores similares a los de las otras estaciones cercanas a la costa.

Se ha demostrado el interés de utilizar otros factores, más allá de la media anual de nubosidad, para describir el clima de nubes en un lugar. Las distribuciones de frecuencias, los calendarios, las evoluciones diurnas, las persistencias, son ejemplos de cuestiones que es interesante analizar. Así mismo, parece interesante trabajar en base mensual y estacional, además de la base temporal anual. Finalmente, el estudio de los tipos de nubes, abordado aquí de forma poco profunda, promete ser también interesante para diferenciar y describir los distintos climas nefológicos.

Si el objetivo de futuro fuese una Climatología más robusta, sería necesario intentar trabajar con un mayor número de observatorios y con series más largas. En efecto, un mayor número de estaciones permitiría analizar más detalladamente la variabilidad espacial, mientras que disponer de series largas podría permitir un cierto análisis de las tendencias de la nubosidad a largo plazo.

En lo que se refiere a análisis complementarios a esta climatología de nubes realizada a partir de observaciones visuales desde la superficie, sería interesante profundizar en el tema de la detección automática del estado del cielo, tanto a partir de otras medidas meteorológicas y radiométricas (como hacen, por ejemplo, LONG y ACKERMAN, 2000; o CALBÓ *et al.*, 2001), como mediante el uso de cámaras fotográficas o similares. También debe trabajarse el uso de los datos obtenidos desde satélite. Aunque se sabe que la visión de las nubes desde satélite no es estrictamente equivalente a la de superficie, si que es cierto que los datos de satélite tienen una ventaja clara sobre de superficie: la objetividad. Evidentemente, los inconvenientes pueden ser que las series temporales son más cortas, y el detalle espacial, muy inferior.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a los datos cedidos por el Instituto Nacional de Meteorología, CMT de Cataluña. La presente comunicación se ha realizado gracias a la financiación de la Universidad de Girona, mediante un proyecto para la dinamización y mantenimiento de la actividad investigadora (convocatoria 2003).

6. REFERENCIAS

- CALBÓ, J.; GONZÁLEZ, J.A., y PAGÈS, D. (2001). "A method for sky-condition classification from ground-based solar radiation measurements". *Journal of Applied Meteorology*, 40, pp. 2193-2199.
- CAPEL MOLINA, J.J. (1981). *Los climas de España*. Oikos-Tau, Vilasar de Mar (Barcelona).
- FONT TULLOT, I. (1983). *Climatología de España y Portugal*. Sección de publicaciones del Instituto Nacional de Meteorología, Madrid.
- ICC (1996). *Atlas climàtic de Catalunya. Termopluiometria*. Institut Cartogràfic de Catalunya, Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- JONES, P.A. (1992). "Cloud cover distributions and correlations". *Journal of Applied Meteorology*, 31, pp. 732-741.
- LLACH, M. (2003). *Aproximació a la climatologia de la nivolositat a Catalunya*. Trabajo de Investigación, Doctorado de Medio Ambiente, Universitat de Girona.
- LONG, C.N. y ACKERMAN, T. (2000). "Identification of clear skies from pyranometer measurements and calculation of downwelling shortwave cloud effects". *Journal of Geophysical Research*, 105, pp. 15609-15626.
- MARTIN VIDE, J. y ESTEBAN VEA, P. (1998). Metodología para la construcción de un calendario de nubosidad. El caso de Barcelona. En: ALEGRE NADAL, P. (Ed.). *Tecnología geográfica para el siglo XXI, VII Coloquio del grupo de métodos cuantitativos, sistemas de información geográfica y teledetección*. Asociación de geógrafos españoles, Barcelona, pp. 180-186.
- PAGÈS, D.; CALBÓ, J. y GONZÁLEZ-GUTIÉRREZ, J.A. (2001). Método para el análisis de la cobertura nubosa. Aplicación en Girona. En: PÉREZ-CUEVA, A.J.; LÓPEZ BAEZA, E. y TAMAYO CARMONA, J. (Eds.). *El Tiempo del Clima*. AEC, Serie A (2), pp. 187-197.
- PAGÈS, D.; CALBÓ, J.; GONZÁLEZ, J.A. y BADOSA, J. (2002). "Comparison of several ground-based cloud detection techniques". *Geophysical Research Abstracts*, 4.