

NOTAS Y CORRESPONDENCIA

**PRECIPITACIÓN CONVECTIVA Y ESTRATIFORME EN LA ESTACIÓN
BUENOS AIRES - OBSERVATORIO CENTRAL: UNA APROXIMACIÓN MÁS
PRECISA A SU DISCRIMINACIÓN**

Rubén Horacio Sarochar

Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas – Universidad Nacional de La Plata

(Manuscrito recibido el 6 de septiembre de 2015, en su versión final el 3 de noviembre de 2015)

RESUMEN

En el presente trabajo se han analizado las series de precipitaciones mensuales para la estación Buenos Aires – Observatorio Central. Partiendo de la hipótesis de que la precipitación está conformada por dos tipos de contribuciones: la que proviene de nubes de tipo cumuliforme con gran desarrollo vertical y la producida por nubosidad estratiforme. En ocasiones estas resultan concurrentes y en otras puede ocurrir un tipo de precipitación sin la presencia del otro. El objetivo principal es diferenciar en lo posible el carácter convectivo que la precipitación presenta. respecto del complemento puramente estratiforme utilizando la información de precipitación horaria, obtenida esta de los registros en fajas de pluviógrafo e informes horarios de tiempo presente, correspondientes al período enero de 2002 – diciembre de 2012 de la mencionada estación. Para establecer la categoría de “cantidad de precipitación convectiva” se extrajo de los informes horarios de tiempo presente, aquellos que consignaban fenómenos asociados a la convección según la clave SYNOP para estaciones de superficie. La precipitación horaria se determinó por lectura directa de las fajas pluviográficas. Luego se compararon los informes horarios de tiempo presente con los días y horas en los que se tenían registros de precipitación. De esta manera, cuando en una hora determinada se tenía un informe de fenómeno convectivo y, además, existía un registro de precipitación, entonces la precipitación acumulada en esa hora fue considerada como precipitación convectiva. Consecuentemente, se definió como precipitación estratiforme a la registrada en el resto de las horas de ese día que registraban precipitación pero que no coincidían con un informe de tiempo presente “convectivo”. De este modo el análisis muestra en general una mayor contribución de la precipitación convectiva en los meses de Octubre a Marzo, siendo este mes el de mayor variabilidad.

Palabras clave: convectiva; precipitación estratiforme.

**MONTHLY TOTAL AMOUNT OF CONVECTIVE AND STRATIFORM RAINFALL
IN BUENOS AIRES: A MORE PRECISE APPROACH TO ITS DISCRIMINATION****ABSTRACT**

The present work analyzes the monthly precipitation data at Buenos Aires Station – Central Observatory Station. The hypothesis is that rainfall is compound by two classes of contributions: precipitation coming from convective cloudiness on the one hand and non-showery or stratus clouds on the other. Occasionally they can be together, and others one of them can appear alone. The main objective is to separate these two different rainfall classes of the rainfall using the hourly rainfall information obtained from pluviograph registers and the hourly present time reports, corresponding to January 2002 – December 2012 by the mentioned station. In order to establish the category “convective precipitation amount”, the hourly present time records associated with convective phenomena (according to SYNOP code) was extracted from the hourly present time data. The hourly rainfall was determined by direct reading of the pluviographic bands. Then, the hourly present time reports were linked with the days and the hours of the rainfall data. That way when one given hour had rainfall record and had a convective hourly time present report too, this accumulated hourly rainfall was classified as convective precipitation. Therefore, the remaining rainfall reports were classified as stratiform precipitation. Hence, the analysis shows a bigger contribution to the convective precipitation from the month of October to March, which has a bigger variability.

Keywords: Convective precipitation, stratiform precipitation.

1. INTRODUCCIÓN

La idea de separar la precipitación acumulada de determinado período en dos componentes, una estratiforme y la otra convectiva ya fue planteada por Bluestein (1993) según el cual los sistemas precipitantes se pueden ordenar de acuerdo a su "fenomenología". Este autor considera que la precipitación puede dividirse en convectiva y estratiforme, siendo los fenómenos convectivos aquellos que se caracterizan por fuertes flujos verticales turbulentos de momento y calor. Los fenómenos estratiformes se caracterizan por relativamente suaves flujos verticales de calor y momento, la precipitación de esta clase suele encontrarse del lado polar de los frentes cálidos y en amplias zonas de advección cálida. A. Dai (2000) utilizó informes de tiempo presente para estudiar la frecuencia de ocurrencia de las distintas categorías de precipitación a nivel global (entre ellas la convectiva y la estratiforme) así como también la frecuencia de ocurrencia de determinado tipo de evento precipitante. Obtuvo para las latitudes medias y altas del hemisferio Norte que en los meses de invierno la precipitación de tipo estratiforme tiene una

frecuencia de ocurrencia de entre un 50 % y 90 % de los casos según la región, mientras que las precipitaciones de tipo convectivo son muy poco frecuentes. Para los meses de verano la proporción de lluvias en forma de chaparrones y tormentas aumenta en forma notable (con gran variabilidad de acuerdo a la región del globo) alcanzando entre un 30 % y 40 % de los casos para las latitudes medias.

Para la identificación de la precipitación convectiva en Argentina, H. Hordij y otros (1996) estudiaron la ocurrencia de tormentas analizando los registros de actividad eléctrica atmosférica obtenidos de la red de estaciones del SMN. Este análisis se hizo para todo el territorio Argentino enfocado a la frecuencia de ocurrencia de las tormentas y abarcando las décadas de 1971-1980 y 1981-1990.

En el presente trabajo se han analizado precipitaciones registradas en las fajas de pluviógrafo de la estación Buenos Aires – Observatorio Central, perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (SMN). El objetivo principal es desacoplar el carácter convectivo

que la precipitación presenta respecto del complemento puramente estratiforme utilizando la información de precipitación horaria, obtenida esta de los mencionados registros en el período enero de 2002 – diciembre de 2012. Otro antecedente para esta diferenciación es el trabajo de Sarochar, Ciappesoni, Ruiz (2005) quienes plantearon un análisis diario de la precipitación en diez estaciones de la región Pampeana, de tal modo que una vez realizada la separación, se tenían días completos de precipitación convectiva o estratiforme. Este trabajo mostró que la precipitación convectiva es menos frecuente pero más abundante, de acuerdo a la resolución temporal de 24 horas que se aplicó.

Es importante tener en cuenta que al discriminar de esta manera a la precipitación de origen cumuliforme se está aceptando cierto margen de error no medible, debido al hecho de que puede existir (y de hecho existe) precipitación estratiforme en zonas aledañas a aquellas donde se produce convección mientras esta es aún vigorosa (R. A. Houze Jr. - 1997); esto ocurre fundamentalmente en las denominadas "tormentas de masa de aire." en el desarrollo de mesociclones. También el decaimiento de sistemas convectivos produce precipitación de tipo estratiforme que puede prolongarse por horas aportando una buena cuota del registro del día. El pasar de una resolución "diaria" a una "horaria" en el estudio de la precipitación, permite acotar ese margen de error.

En el presente trabajo se logró separar para cada día las fracciones de precipitación convectiva y estratiforme utilizando una metodología similar a la aplicada por Sarochar y otros (2005) pero mejorando la diferenciación entre los dos tipos de precipitación al reducir la resolución temporal a una hora, a diferencia de el trabajo referenciado en el que se hablaba de "días completos" con uno u otro tipo de lluvia.

Se encontró que los resultados obtenidos por los mencionados autores son consistentes con los que surgen de este trabajo, aún cuando los períodos de análisis son distintos (Sarochar y otros abarcaba

el período 1995 – 2001). Se da entonces que a nivel horario los eventos de tipo convectivo resultan ser menos frecuentes pero traen asociados una mayor cantidad de precipitación tal como se demostró en 2005 a nivel diario, aunque se han acertado las diferencias entre la precipitación convectiva y a estratiforme.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para todos los análisis que se hicieron en este trabajo se consideró el día pluviométrico internacional de 12 Z a 12 Z. La información utilizada provino principalmente de tres fuentes, de las fajas de pluviógrafo, de los registros horarios de tiempo presente y de los registros de precipitación diaria acumulada, correspondientes a la estación Buenos Aires Observatorio Central pero no se realizó un control de calidad de la cantidad de precipitación obtenida de las fajas con la información pluviométrica, lo que es una fuente de error inicial. El período de estudio fue de enero 2002 a diciembre 2012. Ante los casos dudosos se recurrió a la revisión de las libretas meteorológicas de la estación. Todos estos materiales y datos fueron facilitados por el Banco de Datos del SMN.

Se seleccionó la estación Buenos Aires porque realiza observaciones durante las veinticuatro horas del día y tiene pocas fajas faltantes en el período analizado.

En un primer paso se extrajo del listado completo de informes horarios de tiempo presente, aquellos que consignaban fenómenos normalmente asociados a la convección según la clave SYNOP para estaciones de superficie; los códigos correspondientes se listan más abajo. Se obtuvo así una serie de datos para la precipitación convectiva.

El paso siguiente fue determinar la precipitación horaria, lo que se realizó por lectura directa de las fajas pluviográficas. Se obtuvo así una serie de datos con año, mes, día, hora y cantidad de precipitación en cada hora.

Para establecer la categoría de día con precipitación convectiva se compararon los informes de tiempo presente con los días y horas en los que se tenían registros de precipitación. De esta manera, cuando en una hora determinada se tenía un informe de fenómeno convectivo y, además, existía un registro de precipitación, entonces la precipitación acumulada en esa hora fue considerada como precipitación convectiva. En este sentido, la posibilidad de que algunas fajas no fueran colocadas en el pluviómetro a la hora indicada implicaría otra fuente de error para esta metodología.

Consecuentemente, se definió como precipitación estratiforme a la registrada en el resto de las horas de ese día en las que había precipitación pero que no coincidían con un informe de tiempo presente “convectivo”, es decir, cuando el informe de tiempo presente correspondía a los códigos del 50 al 79 que se refieren a lloviznas o lluvias débiles, moderadas o fuertes pero que se relacionan con la presencia nubosidad estratiforme.

Para controlar la ausencia de fajas, lo que implica la fuente de error más importante, se compararon los días de precipitación horaria con los registros de precipitación diaria acumulada provistos por el Banco de Datos del SMN. Se encontró así un faltante de fajas menor al 5% para todo el período estudiado (el año 2002 fue el que tuvo mayor cantidad). De esa cantidad, menos del 25% correspondían a días con más de 10 mm de precipitación. Se recurrió entonces a la revisión de las libretas meteorológicas de la estación, en las cuales la precipitación se consigna cada 6 horas y se observó si existía o no alguna información sobre tormentas, actividad eléctrica, chaparrones, presencia de Cumulonimbus u otro fenómeno que indicara la presencia de convección en ese período de 6 horas. En caso afirmativo la precipitación se designaba como convectiva, ante el caso negativo se consideró precipitación estratiforme, cosa que ocurrió en la mayoría de las situaciones. Si bien aquí se pierde el efecto de precipitación horaria, lo que se observó fue que en los casos de fajas faltantes en los cuales la precipitación quedó clasificada como convectiva, los informes sobre

fenómenos escritos en las libretas correspondían a lapsos de una a tres horas en su mayoría, lo que de algún modo reduce el margen de error.

A continuación se listan los códigos de tiempo presente según la Clave SYNOP que hacen referencia a fenómenos de convección y que fueron utilizados en este trabajo para separar a precipitación convectiva:

ww = 18; Turbonadas en la estación, o a la vista, durante la hora precedente o en el momento de la observación.

ww = 25; Chaparrón(es) de lluvia.

ww = 26; Chaparrón(es) de nieve o de lluvia y nieve.

ww = 27; Chaparrón(es) de granizo o de pedrisco, granizo blando o de lluvia y granizo.

ww = 29; Tormenta (con precipitaciones o sin ellas).

ww = 80; Chaparrón(es) de lluvia débil(es).

ww = 81; Chaparrón(es) de lluvia moderado(s) o fuerte(s).

ww = 82; Chaparrón(es) de lluvia violento(s).

ww = 83; Chaparrón(es) de lluvia con nieve, débil.

ww = 84; Chaparrón(es) de lluvia con nieve moderado(s) o fuerte(s).

ww = 85; Chaparrón(es) de nieve débil(es).

ww = 86; Chaparrón(es) de nieve moderado(s) o Fuerte(s).

ww = 87; Chaparrón(es) de granizo o de granizo blando, con lluvia o sin ella, o lluvia con nieve débil(es).

ww = 88; Chaparrón(es) de granizo o de granizo blando, con lluvia o sin ella, o lluvia con nieve moderado(s) o fuerte(s).

ww = 89; Chaparrón(es) de pedrisco, con lluvia o sin ella, o lluvia con nieve débil(es) sin truenos.

ww = 90; Chaparrón(es) de pedrisco, con lluvia o sin ella, o lluvia con nieve moderado(s) o fuerte(s) sin truenos.

ww = 91; Lluvia débil en el momento de la observación.

ww = 92; Lluvia moderada o fuerte en el momento de la observación.

ww = 93; Caída débil de nieve o de agua con nieve o granizo, granizo blando o pedrisco en el

momento de la observación.

ww = 94; Caída moderada o fuerte de nieve o de agua con nieve o granizo, granizo blando o pedrisco en el momento de la observación.

ww = 95; Tormenta débil o moderada sin granizo, granizo blando o pedrisco, pero con lluvia y/o nieve en el momento de la observación.

ww = 96; Tormenta débil o moderada con granizo, granizo blando o pedrisco, en el momento de la observación.

ww = 97; Tormenta fuerte sin granizo, granizo blando o pedrisco, pero con lluvia y/o nieve en el momento de la observación.

ww = 98; Tormenta con tempestad de polvo o de arena en el momento de la observación.

ww = 99; Tormenta fuerte, con granizo, granizo blando o pedrisco en el momento de la observación.

A fin de perder la menor cantidad posible de información respecto de la precipitación convectiva, en aquellos días y horarios en que se determinaron precipitaciones horarias de 10 o más milímetros y que no coincidían con un informe de tiempo presente relacionado con convección, se recurrió a la información consignada en las libretas meteorológicas, particularmente de nubosidad y tipo de precipitación para confirmar o, en su defecto, modificar la clasificación de esos datos “dudosos”. Una vez obtenidas las series de precipitación horaria de uno y otro tipo, estas se sumaron entre las 12 Z de un día y las 12 Z del siguiente para obtener precipitaciones diarias, a su vez estas se sumaron dentro de cada mes para hallar precipitaciones mensuales. Esta tarea se realizó para cada día, cada mes y para cada año que abarcó este estudio, y de esta manera se obtuvieron las series de precipitación total, convectiva y estratiforme basadas en datos horarios. Para poder comparar los datos entre meses distintos se aplicó una reducción a treinta días de las precipitaciones de cada mes, aplicando una proporción lineal (Prohaska, 1952). Finalmente y para analizar las distribuciones anuales de la cantidad precipitación de cada tipo y del total lluvia acumulada en el mes se confeccionaron gráficos de marchas mensuales

de precipitación para la estación estudiada. El método de separación aplicado permite entre otras cosas poder encontrar para un mismo día la intensidad de precipitación convectiva y la de tipo estratiforme, aunque la información final se presenta como promedios mensuales de intensidad de precipitación. Estos se calcularon tomando para cada mes y especie, la cantidad total de milímetros registrados y dividiendo por a cantidad total de horas en que se dio esa especie de precipitación, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$I_{ij} = \frac{\text{Precipitación especie } i, \text{ mes } j}{\text{Horas precipitación especie } i, \text{ mes } j} \quad (1)$$

Lo que se analiza entonces es la intensidad horaria promedio de precipitación, considerando que dentro de cada “hora entera”, la precipitación es puramente convectiva o estratiforme, aunque podría darse que la lluvia comience como estratiforme y pase a convectiva o viceversa dentro del lapso de una hora considerada, especialmente en aquellas horas en que se registra una elevada intensidad de precipitación, generándose así una fuente de error en el cálculo de la intensidad. Sin embargo, una mayor resolución temporal escapa a la metodología planteada en este trabajo.

3. RESULTADOS

3.1. Características de la precipitación mensual.

Haciendo una comparación entre los promedios mensuales de precipitación “Total” obtenidos de datos pluviométricos y los equivalentes obtenidos por la metodología aplicada en este trabajo, se obtiene una diferencia en defecto de 2,3% para los datos pluviográficos respecto de los pluviométricos, siendo obtenido este valor de la diferencia de los totales anuales de precipitación de uno u otro origen. Si se analiza la diferencia porcentual mes a mes, esta es variable y se muestra en la Tabla I. La mayor discrepancia se da para el mes de febrero y esto impacta en el resultado final al aplicar la metodología aquí descrita. La diferencia pudiera deberse a errores en la lectura de las fajas pluviográficas.

Mes	Pluviómetro	Pluviógrafo	Diferencia porcentual
Ene	140,7	139,1	1,1
Feb	178,1	159,7	10,3
Mar	145,1	146,7	-1,1
Abr	112,6	114,6	-1,8
May	69,5	71,0	-2,3
Jun	56,1	57,9	-3,3
Jul	71,6	67,4	5,8
Ago	72,9	68,4	6,2
Sep	72,6	71,0	2,3
Oct	121,6	115,1	5,3
Nov	105,6	102,4	3,0
Dic	114,9	118,4	-3,0

Tabla 1: Buenos Aires (Obs Central): diferencias porcentuales de los promedios mensuales de precipitación media Total, obtenidas entre los datos de pluviómetro y pluviógrafo (periodo 2002 - 2012).

En la figura 1 se hallan representadas las precipitaciones mensuales Totales, convectivas y Estratiformes para el período 2002 – 2012. Se puede observar que, en promedio para Buenos Aires, la cantidad en milímetros de lluvia convectiva es mayor que la estratiforme en la temporada calida, que va de octubre a marzo, hecho que se invierte en la temporada fría de abril a septiembre con excepción de agosto que muestra mayor cantidad de precipitación convectiva aunque en valores muy inferiores a los que se dan en los meses calidos.

Se presenta en promedio para la precipitación total una clara onda anual con su mínimo en junio (56,1 mm) y máximo principal en febrero (154,6 mm), junto con un máximo secundario en diciembre (114,5 mm), apenas superior al valor de octubre (111,4 mm). La cantidad de lluvia estratiforme muestra también dos máximos anuales, uno principal en febrero (68,0 mm) y el secundario en octubre (49,6 mm). Por

su parte, la precipitación convectiva presenta dos valores máximos muy cercanos en febrero (86,6 mm) y en marzo (86,4 mm) junto con un pico secundario en diciembre (79,0 mm). Si se estudia ahora la variabilidad interanual a través de un simple cálculo de varianzas, se observa para la precipitación convectiva que la misma es siempre marcadamente mayor que la de la precipitación estratiforme (figura 2), con las máximas diferencias en los meses cálidos, especialmente en noviembre. Aquí el máximo principal se da en marzo y el secundario en noviembre, lo que define una onda anual que tiende a seguir a la onda de precipitación promedio que se muestra en la figura 1, aunque de forma más acentuada (figura 2). La precipitación de origen estratiforme también presenta una onda anual pero con menos amplitud, mostrando un máximo principal también en el mes de marzo. Esto sugiere que los eventos que generan precipitación puramente estratiforme son de ocurrencia más regular y del mismo modo los volúmenes de lluvia que producen, no así los eventos convectivos que se dan de maneras más complejas.

3.2. Frecuencia mensual de precipitación horaria

De los informes de tiempo presente utilizados se calcularon para cada día la cantidad relacionada una u otra especie de precipitación, luego se determinaron los acumulados mensuales y sus promedios para los once años que abarcan el presente estudio. Esta información puede utilizarse para inferir acerca de las “frecuencias de precipitación” convectiva y estratiforme. Los resultados, expresados como porcentaje del promedio se muestran en la figura 3. Puede observarse rápidamente dos aspectos salientes:

- la cantidad de informes de precipitación estratiforme es siempre superior a la cantidad de informes de precipitación convectiva y
- la primera muestra un aumento sostenido a medida que avanza la temporada fría y disminuye hacia la cálida. Lo inverso sucede con la componente estratiforme.

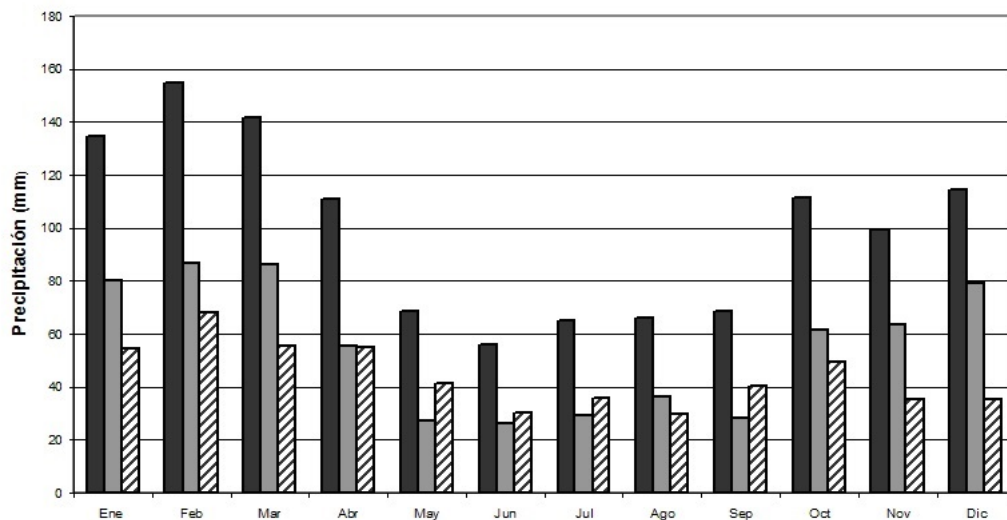


Figura 1: Buenos Aires Observatorio Central: marcha anual de precipitación Total (gris oscuro), Convectiva (gris claro) y Estratiforme (rayado) para el periodo 2002 - 2012.

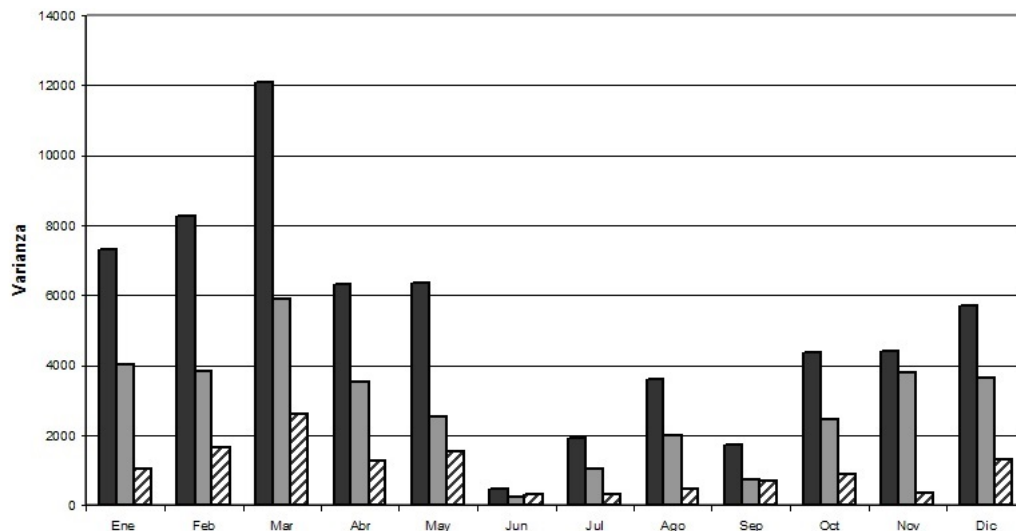


Figura 2: Buenos Aires Observatorio Central: varianza de la precipitación Total (gris oscuro), Convectiva (gris claro) y Estratiforme (rayado) para el periodo 2002 - 2012.

3.3. Intensidades de precipitación

Otro aspecto a destacar es el referente a las intensidades de la precipitación, las que se calcularon en forma horaria tanto para ambos tipos de eventos analizados aquí pero se presentan, primero totalizadas a nivel mensual

tal como se indicó en el punto 2 y luego promediadas en forma interanual, obteniéndose las marchas anuales de intensidades horarias medias de precipitación convectiva y estratiforme, tal como lo muestra la Figura 3. Se observa que para la primera, dichas intensidades son mayores en todos los meses, con las máximas diferencias

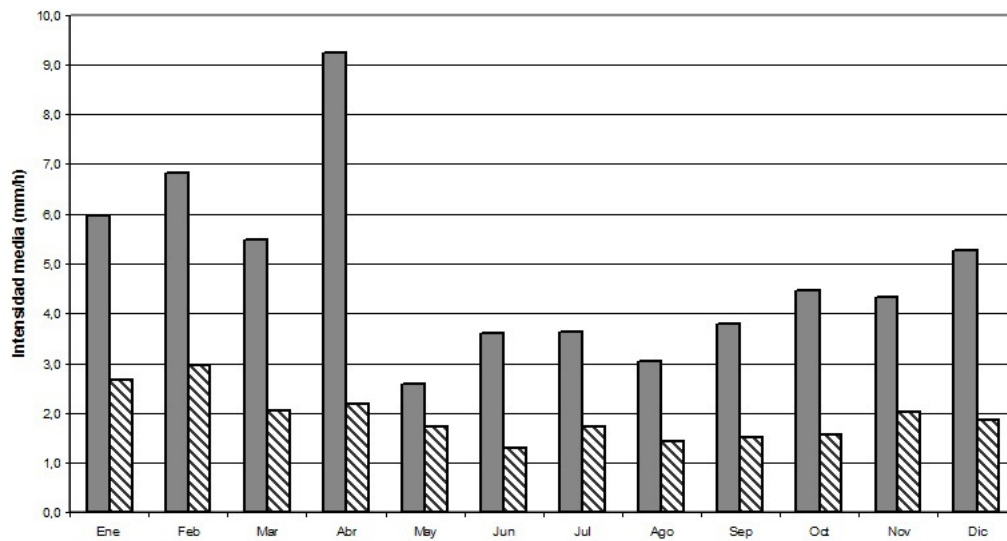


Figura 3: Buenos Aires Observatorio Central: intensidad horaria media de la precipitación Convectiva (gris claro) y Estratiforme (rayado) para el periodo 2002 - 2012.

en la temporada cálida y el máximo absoluto en Abril con 9,2 mm/h.

El mes de Diciembre muestra una intensidad horaria media de precipitación de ambas especies, menor que en los meses de Enero a Abril, aún cuando en Diciembre se da la máxima diferencia porcentual entre la cantidad de milímetros de lluvia de ambos orígenes. Esto pudiera deberse a que en promedio, los eventos convectivos entre Enero y Abril se han producido en menos ocasiones (Figura 4) y han generado proporcionalmente mayor precipitación que en el mes de Diciembre (Figura 1) hecho que impacta en el cálculo de las intensidades de precipitación.

4. CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis de los promedios mensuales de precipitación convectiva, estratiforme y total en Buenos Aires para el período estudiado, se observa que es más abundante la lluvia registrada proveniente de eventos del primer tipo particularmente durante los meses más cálidos del año, desde octubre hasta marzo con aportes que van del 55% al 69% de la lluvia registrada (Tabla II), mientras que en

los meses fríos y especialmente en junio, julio y septiembre son levemente superiores los aportes de la precipitación estratiforme (entre el 50% y el 60%).

	Conv	Estrat		Conv	Estrat
Enero	60	40	Julio	45	55
Febrero	56	44	Agosto	55	45
Marzo	61	39	Septiembre	40	60
Abril	50	50	Octubre	55	45
Mayo	40	60	Noviembre	65	35
Junio	46	54	Diciembre	69	31

Tabla II: Buenos Aires (Obs Central): porcentajes mensuales de precipitación Convectiva y Estratiforme para el periodo 2002 - 2012.

La convección puede ser frontal, donde también se produce precipitación estratiforme de modo que en un mismo día se tienen aportes de ambos tipos de eventos, hecho que se comprobó numerosas veces a realizar este trabajo. Esta “conurrencia” de ambos tipos de precipitación es más evidente en los meses de otoño e invierno, mientras que en los meses cálidos es frecuente encontrar eventos “puramente convectivos” al

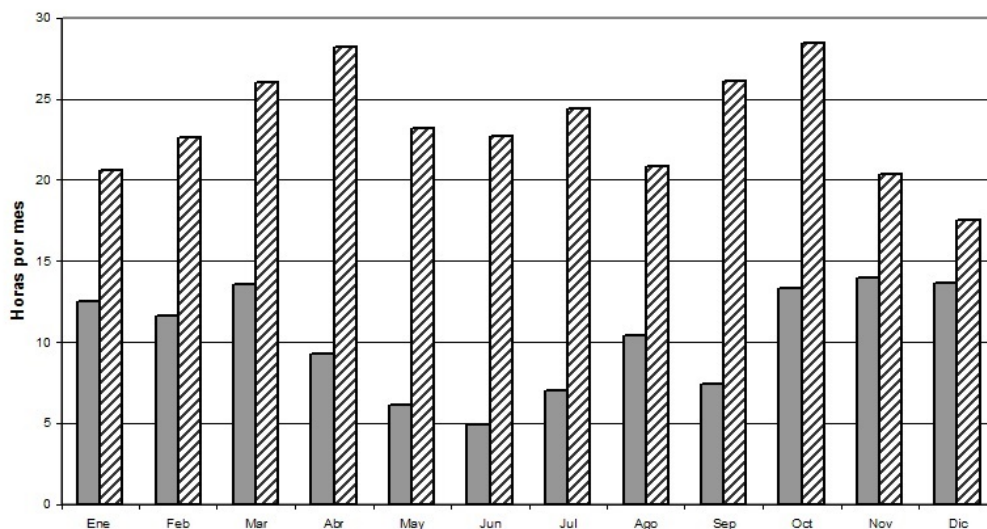


Figura 4: Buenos Aires Observatorio Central: promedio de cantidad de horas por mes en que se registra precipitación Convectiva (gris claro) y Estratiforme (rayado) para el periodo 2002 - 2012.

menos según los parámetros de diferenciación y la escala temporal que se aplicaron en este trabajo. Estas situaciones de convección pura podrían estar relacionadas con la ocurrencia del tipo de tormentas denominadas “de masa de aire” las cuales se dan principalmente en la temporada cálida del año (M. Hagen y otros, 1999).

La precipitación convectiva muestra una mayor variabilidad interanual, dándose los valores máximos en marzo (principal) y en noviembre (secundario). La componente estratiforme, aunque sigue el mismo comportamiento que su contraparte convectiva, tiene una menor variabilidad. Esto pudiera deberse a que su ocurrencia estaría más relacionada con la actividad frontal (Rogers, R. R. 2003), de ahí la aparente “regularidad” que muestra dicha componente, lo que no parece ocurrir en la convección. Con respecto a esta última consideración M. Marino (Tesis doctoral, 2007) encontró que la máxima frecuencia de tormentas en Argentina se da de Octubre a Marzo, mientras que la frecuencia de frentes fríos (Mayor que la de las tormentas) es bastante regular a lo largo del año, con un máximo en el mes de Marzo. Esto sugiere que la componente estratiforme de

la precipitación en los frentes es considerable, aunque también puede darse al finalizar la precipitación en celdas convectivas (Houze, 1997).

Otro aspecto interesante es que los eventos convectivos, si bien aportan la mayor cantidad de precipitación en gran parte del año, son bastante menos frecuentes que los estratiformes, especialmente en el período invernal. Las intensidades de precipitación medias mensuales, expresadas estas en mm/h son también superiores para los casos de convección.

Estos resultados tienden a confirmar lo presentado por Sarochar, Ruiz y Ciappesoni (2005), quienes habían hallado que la componente convectiva en los meses cálidos era superior a su contraparte estratiforme, pero al pasar de una resolución diaria a una horaria, se mejora sensiblemente la diferenciación de ambos tipos de precipitación aquí presentadas.

Mientras el trabajo referenciado (Sarochar, Ciappesoni, Ruiz, 2005) consideraba la precipitación diaria acumulada, tomando para un mismo día de precipitación (que sin duda

presentaba ambos tipos de clases mencionadas) todo el registro como convectivo cuando los informes de tiempo presente así lo sugerían, el presente trabajo utiliza datos horarios de precipitación, logrando una discriminación más precisa, reduciendo los márgenes de error, al menos desde el punto de vista estadístico.

Sin embargo y en opinión del autor, quien observó en forma directa los datos, llama la atención la “no presencia” de cifras de tiempo presente referidas a convección en horas que registraban valores de precipitación muy elevados, superiores a 30 o 40 mm en una hora.

Esto podría deberse a errores en la observación de los fenómenos o bien en la codificación del mensaje SYNOP al momento de informar el tiempo presente. La verificación de estos datos dudosos se hizo recurriendo a las libretas meteorológicas de la estación, revisando las anotaciones de los observadores y en varias ocasiones se comprobó que efectivamente, habían ocurrido tormentas en las seis horas específicas en las que se había registrado una precipitación elevada. La metodología tiene en la obtención del dato de tiempo presente una componente subjetiva propia de quien realiza la observación que es inevitable pero que se debe aceptar debido a que el dato se toma por ser parte del protocolo de trabajo en una estación de superficie. En un trabajo futuro pudiera recurrirse a la información obtenida de sensores remotos para validar de forma más objetiva los resultados aquí expuestos.

Agradecimientos: Al Servicio Meteorológico Nacional, por el aporte de los datos para este trabajo y en particular a Gabriela Alfonso y Mariel Figueroa del Banco Nacional y Regional de Datos Meteorológicos – SMN por su atención y siempre buena disposición momento de buscar y facilitar la información.

REFERENCIAS

Bluestein, H. B., 1993: Synoptic – Dynamic meteorology in midlatitudes. Vol II,

Observations and theory of weather systems. Oxford University Press, pp 594.

Dai, A., 2000: Global precipitation and thunderstorm frequencies. Part I: Seasonal and interannual variations. Journal of Climate, Vol 14.

Hagen, M., Bartenschlager, B., Finke, U.: Motions characteristics of thunderstorms in southern Germany. Meteorology applied, Vol 6. 1999.

Houze Jr., Robert A., October 1997: Stratiform precipitation in regions of convection: a meteorological paradox? Bulletin of the Meteorological Society – Vol. 78, n° 10.

Marino, Mónica Beatriz, 2007: Variabilidad de la precipitación en Argentina en diferentes escalas temporales, relacionada con actividad convectiva observada. Documentación de la metodología para el tratamiento de la información. Verificación del desempeño de un modelo regional de pronóstico de precipitación, Tesis Doctoral.

Prohaska, F. J. Regímenes estacionales de la precipitación en Sudamérica y mares vecinos. Meteoros, Año II, N° 1-2, 66-100.

Rogers, R. R., 2003, Física de nubes, Editorial Reverte S.A., segunda edición en español, 264 págs.

Sarochar, R. H. Ciappesoni; H. H. y Ruiz, E. N (2005): Precipitaciones convectivas y estratiformes en la Pampa Húmeda: una aproximación a su separación y aspectos climatológicos de ambas. Meteorológica, Vol 30, N° 1 y 2

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo la licencia Creative Commons, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.