

## PRECIPITACIONES MAXIMAS EN EL SUDESTE BONAERENSE

*Mónica Cristina García<sup>(1)</sup> y María Cintia Piccolo<sup>(2,3)</sup>*<sup>(1)</sup> Dpto. Geografía, Universidad Nacional de Mar del Plata. mcgarcia@mdp.edu.ar<sup>(2)</sup> Dpto. Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur<sup>(3)</sup> CONICET – Instituto Argentino de Oceanografía, (8000) Bahía Blanca

## RESUMEN

Se describe la distribución espacial de precipitaciones máximas registradas en el sudeste bonaerense, considerando un conjunto de localidades representativas del área Mar y Sierras. Se analizaron registros diarios, semanales y mensuales de precipitación durante el período 1998 – 2002. Tres diferentes semanas, en las cuales se generaron precipitaciones superiores a 50 mm y con distintas situaciones sinópticas de tiempo, se presentan como ejemplo. Se observó una gran variabilidad espacial. En marzo de 1999, se registró 370 mm de precipitación en Langueyú y sólo 40 en Pieres. En función de esta gran variabilidad pluviométrica encontrada en la zona, resulta recomendable profundizar el estudio de la recurrencia cíclica de los eventos meteorológicos de riesgo, evaluar los efectos de la impermeabilización de la superficie por la expansión urbana, rediseñar el diámetro, extensión y bocas de las redes de desagües pluviales para facilitar un drenaje rápido, limpieza, etc. Se intentan aportar algunos lineamientos para la planificación de actividades productivas y la prevención de situaciones riesgosas derivadas de eventos pluviométricos intensos en el área de estudio.

**Palabras claves:** precipitaciones máximas - sudeste bonaerense. 37° S, 58° W.

## ABSTRACT

The spatial distribution of maximum precipitation in the southeast of Buenos Aires is described, considering the representative area of Sea and Hills. Daily, weekly and monthly registrations of precipitation were analyzed during the period 1998- 2002. Three different weeks with precipitation amounts greater than 50 mm and with different synoptic situations are presented as an example. A great spatial variability was observed. In March 1999, 370 mm of precipitation were measured in Langueyú and only 40 in Pieres. A deeper and longer study of these extreme events is needed to evaluate the waterproof effects on the urban surfaces, to re-design the diameter and hole of the drainpipe to facilitate the fast drainage, its cleaning, etc. Some management considerations are suggested about the planning of productive activities and prevention of dangerous situations derived from these types of events.

**Keywords:** maximum precipitation - Buenos Aires' southeast. 37° S, 58° W

## INTRODUCCION

Las precipitaciones constituyen uno de los fenómenos meteorológicos de mayor gravitación en el sistema natural. Su dinámica temporal y su distribución en el espacio inciden en el turismo, en el desarrollo de la producción agropecuaria y de la cobertura vegetal, de ahí su influencia en la evolución de la economía

regional. Esta incidencia se torna particularmente indeseada cuando la escasez, irregularidad o excedencia, afectan el normal desenvolvimiento de determinados sitios urbanos o rurales.

Las precipitaciones aseguran un rol significativo en la planificación del uso y aprovechamiento del agua, tanto para las actividades agropecuarias e industriales como

para la recarga de los acuíferos o de los cursos superficiales, de los cuales se abastecen de agua potable los centros urbanos y los asentamientos rurales.

Por otra parte, las lluvias y especialmente las de carácter torrencial, son consideradas una de las principales causas de anegamientos e inundaciones en áreas urbanas, a partir de la creciente impermeabilización de su superficie y en el campo, afectando las tareas rurales.

En el sudeste bonaerense las ciudades de Mar del Plata, Necochea y Miramar son cabeceras municipales sobre la costa, en tanto que Lobería, Balcarce, Tandil, Ayacucho y Coronel Vidal lo son mediterráneas (Fig. 1).

El territorio considerado representa el 10,22% de la superficie provincial (31.419,4 km<sup>2</sup>) y en él se concentra el 6,45 % de la población bonaerense, es decir, 892.276 habitantes (Indec, 2001). Hay sólo dos ciudades que superan los 100.000 habitantes (Mar del Plata y Tandil), reuniendo entre ambas el 72% de la población urbana regional y si se le suma Necochea (con 65 mil habitantes), el porcentaje se incrementa al 81%.

El área se caracteriza por su gran variabilidad meteorológica y sus frecuentes y bruscos

cambios de tiempo. Ello se debe a su situación de encrucijada entre las masas de aire tropical marítima, originada en el anticiclón del Atlántico sur, con altos valores de agua precipitables y con elevados puntos de rocío (Rimondi, 1997) y las provenientes del Océano Pacífico y la Patagonia que llegan hasta esta región por medio de frentes fríos, de líneas de inestabilidad y vaguadas provenientes del S y SO, que ocasionan lluvias y mal tiempo.

La aparición de sudestadas que alcanzan, en algunas oportunidades, importantes registros de velocidad de vientos y precipitaciones, en especial en invierno y primavera, contribuyen a esta variación de la precipitación. Masas de aire polar, muy frío, llegan en invierno con descensos térmicos, aguaceros y heladas (García *et al.*, 2000).

Capitanelli (1992) define el clima de este sector como *subtropical marítimo sin verano térmico y con precipitaciones máximas en primavera y otoño* y a medida que se avanza hacia el interior provincial, se diferencian *cuatro estaciones térmicas y precipitaciones máximas en primavera y verano*. De acuerdo con la clasificación de Strahler corresponde a un *clima marítimo de costa oeste, húmedo* y en relación con la clasificación de regiones climáticas de Köeppen-

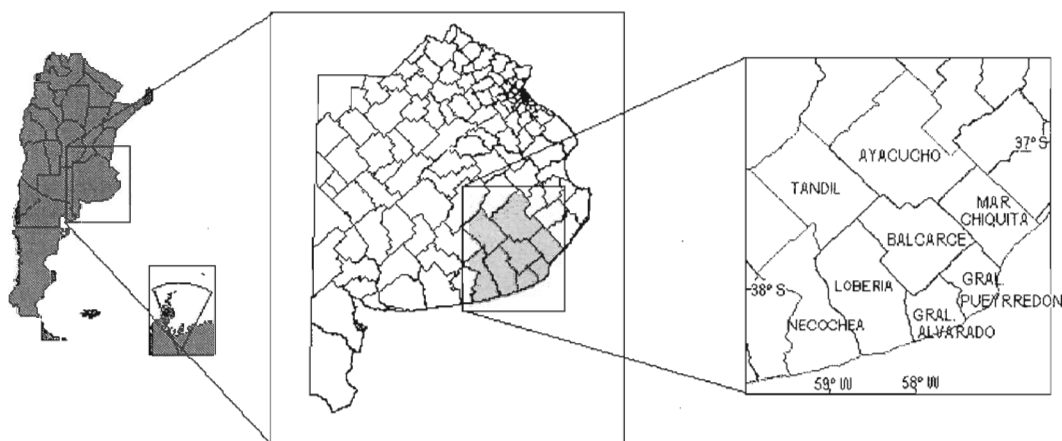


Figura 1. Localización del área de estudio.

## *Precipitaciones máximas en el sudeste bonaerense*

Geiger (Strahler y Strahler, 1994), se inscribe en el tipo *templado, con precipitación suficiente todos los meses y con temperatura media del mes más cálido superior a 22°C*. Estas clasificaciones ponen de manifiesto que el clima del sudeste bonaerense es propicio para las actividades turístico-recreativas y para las labores y el rendimiento agropecuario. No obstante, entre las restricciones ambientales derivadas de su caracterización climática, se pueden mencionar las sudestadas y los temporales de vientos huracanados, a veces acompañados de lluvias intensas. Estos episodios meteorológicos suelen ocasionar un alto impacto social y económico, tanto a la población y sus bienes como a la infraestructura urbana y/o portuaria de las localidades afectadas (García y Piccolo, 2004).

El objetivo del presente trabajo es analizar los casos extremos de precipitación y su distribución espacial en el sudeste bonaerense. Para ello se consideró un conjunto de localidades representativas del área de estudio. Se intenta aportar algunos lineamientos para la planificación de actividades productivas y la prevención de situaciones riesgosas derivadas de eventos pluviométricos intensos.

### **METODO DE TRABAJO**

Para estudiar la distribución espacial de precipitaciones máximas en el área de estudio, se analizaron los registros diarios, semanales y mensuales durante el período 1998 - 2002. Estos datos fueron suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Defensa Civil y el Dpto. de Estadísticas de la Municipalidad de Gral. Pueyrredon; la Chacra Experimental de Miramar, las Estaciones Experimentales INTA Balcarce y Castelar; el criadero de semillas Buck en La Dulce (N. Olivera), la Sociedad Rural Mar Chiquita y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA). Se evaluaron 260

datos pluviométricos semanales y 60 mensuales, correspondientes a 22 localidades del sudeste bonaerense, pertenecientes a los municipios de Ayacucho, Balcarce, Gral. Alvarado, Gral. Pueyrredon, Lobería, Mar Chiquita, Necochea y Tandil, que se encuentran en la región denominada "Mar y Sierras" (Fig. 1).

Si bien se estudiaron todos los eventos con precipitaciones superiores a 50 mm, se presentan en este trabajo aquéllos ocurridos en tres semanas seleccionadas (10 al 16 de mayo y 18 al 24 de octubre de 2002 y la restante del 5 al 11 de marzo de 1999) que presentaron condiciones sinópticas diferentes. Se consideraron los siguientes criterios: que los datos fueran coincidentes en varias de las fuentes consultadas y que hubieran tenido efectos en algunas de las localidades del área de estudio. La información meteorológica recopilada fue procesada estadística y cartográficamente. Se utilizaron además imágenes satelitales provistas por el SMN y el CIMA. Esta información se complementó con la individualización geográfica del área de estudio, señalando sus rasgos climáticos relevantes.

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

La variabilidad en la distribución espacial de las precipitaciones en el sudeste bonaerense es uno de sus rasgos climáticos más significativos. Un mismo evento puede tener elevados montos de precipitación en un sitio y muy bajo registro en otros. Como se observa en la Figura 2, en varias localidades las lluvias caídas superaron los 100, 200 y hasta más de 350 mm en una semana, generando no pocos inconvenientes a pobladores urbanos y rurales. Si se analiza cada semana en particular, se destacan diferencias que merecen ser examinadas.

El episodio lluvioso de la semana del 5 al 11 de marzo de 1999, se concentró en los días

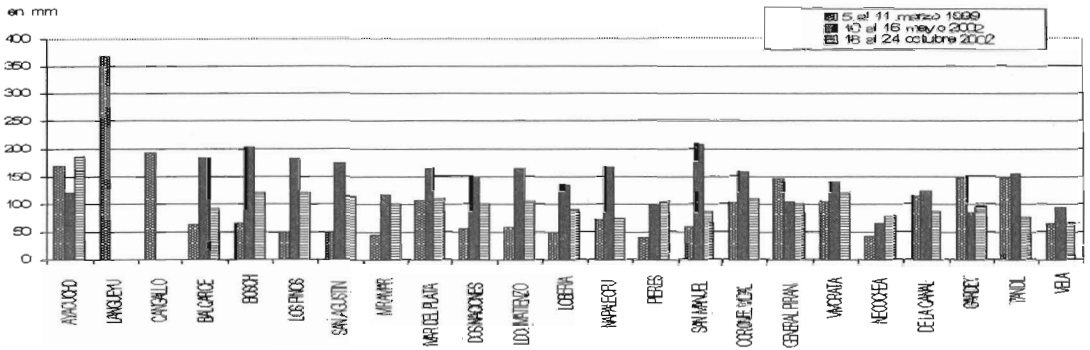


Figura 2. Distribución de precipitaciones en tres eventos seleccionados (mm)

7 y 8, como resultado de la llegada de un frente frío que evolucionó en frente estacionario y luego en onda frontal. En este evento, la variación de la precipitación osciló entre 40 mm en la localidad de Pieres (municipio de Lobería) y 370 mm en Languely (Municipio de Ayacucho, Fig. 3). La precipitación de esa semana significó el 68,1% del total mensual del área, alcanzando valores superiores al 80 % en varias localidades, como Gardey, Vivorata, Cangallo y Ayacucho, entre otras. La incidencia más baja la ostentó Necochea, donde sólo significó el 40,2% del monto mensual.

En el mapa de isohietas (Fig. 4) se observa que en el partido de Tandil se produjo el mayor gradiente en la precipitación, con variaciones de 20 a 40 mm en distancias muy pequeñas. Las precipitaciones aumentaron de SW a NE. El partido de Ayacucho obtuvo las mayores precipitaciones.

En la Figura 5a se observa que la distribución de precipitaciones en marzo de 1999 se incrementó de E a O, a la par de las anomalías pluviales (Fig. 5b) y que llegaron a duplicar y cuadruplicar los valores normales. Ello guardó relación con el estado hídrico regional (Fig. 5c), donde el porcentaje de agua

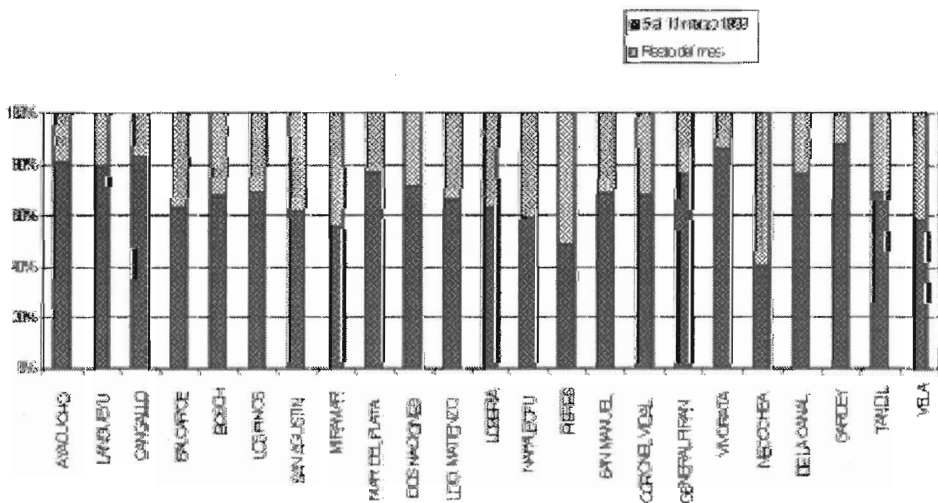
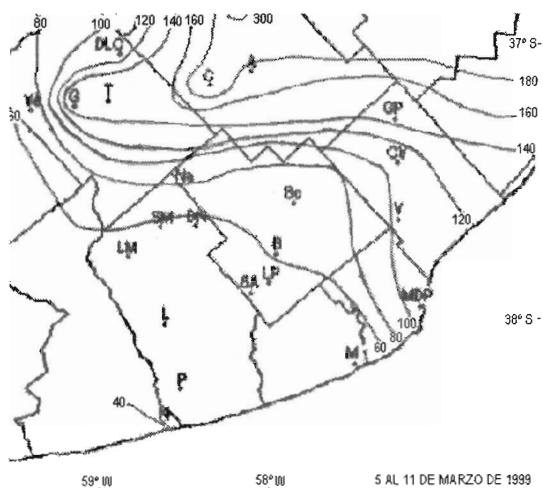


Figura 3. Distribución espacial de precipitaciones en el sudeste bonaerense en marzo de 1999 (% de la precipitación mensual total)

## Precipitaciones máximas en el sudeste bonaerense



**Figura 4.** Isohietas correspondientes al evento del 5 al 11 de marzo del 1999

útil en el suelo fluctuó entre el 60 y el 90 % en la misma dirección.

El siguiente período estudiado fue el comprendido entre el 10 y 16 de mayo de 2002. Las lluvias máximas cayeron entre los días 13 y 14. En Balcarce, las máximas precipitaciones se produjeron el día 13 de mayo con un total de 118,3 mm, generando numerosos inconvenientes en la planta urbana y el área rural circundante.

En Mar del Plata, el día crítico fue el 14, donde se manifestó un fuerte temporal, con vientos de hasta 79 km/h e intensas y persistentes lluvias, que en 12 horas descargaron una media de 165 mm, con máximos de 190 mm.

Esta descarga pluvial ocasionó anegamientos urbanos y desbordes de arroyos, en tanto que el viento provocó destrozos en el ar-

bolado urbano, voladura de techos y el cierre de la estación portuaria, debido a la intensidad de las ráfagas y el fuerte oleaje. En Mar del Plata hubo 887 evacuados y varios fueron los barrios afectados.

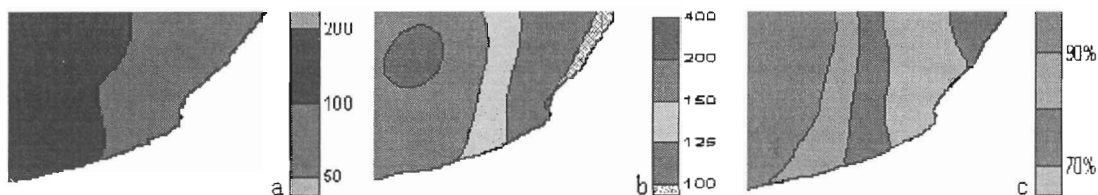
La situación sinóptica estuvo caracterizada por el pasaje de un frente frío luego de varios días de advección cálida debido a la presencia de un centro de alta presión en el océano Atlántico Sur, al este de Uruguay que produjo vientos del N. La distribución de isohietas (Fig. 6) muestra una fuerte concentración de lluvias hacia el norte de los municipios de Lobería y Balcarce, superando los 200 mm en las localidades de San Manuel y Bosch, respectivamente, en tanto que el mínimo lo registró la ciudad de Necochea, con 65 mm.

Las precipitaciones producidas en esta semana de mayo representaron en promedio, el 81,3 % del total mensual, aunque para las localidades de Bosch, Los Pinos y San Agustín (partido de Balcarce) alcanzaron el 100%, seguidas de Balcarce, Vela y Vivoratá con más del 90% (éstas dos últimas en los distritos de Tandil y Mar Chiquita, respectivamente).

El menor porcentaje de participación de estas lluvias en el monto mensual se registró en la ciudad de Necochea, como se observa en la Figura 7.

En los mapas adjuntos se aprecian los importantes montos de precipitaciones en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Fig. 8a) que superaron los 200 mm en Gral. Pueyrredon y Gral. Alvarado y en algunos sectores de Balcarce y Mar Chiquita.

Las anomalías pluviométricas multiplicaron entre 2 y 6 veces los valores normales



**Figura 5.** a) Distribución pluviométrica mensual (mm), b) Anomalía de precipitación (mm), y c) Estado hídrico regional (%), en el evento de marzo 1999 (INTA, 2004).

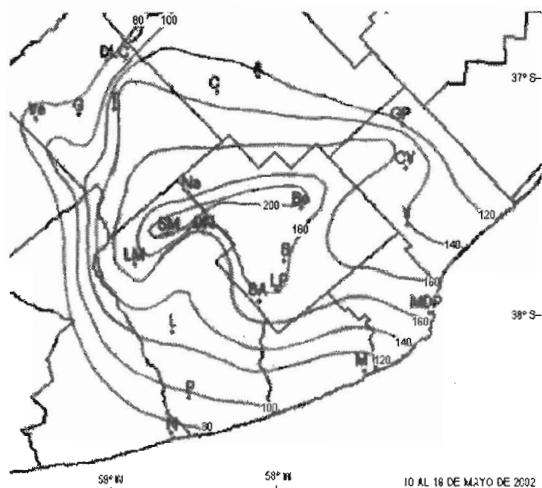


Figura 6. Isohietas correspondientes al evento del 10 al 16 de mayo del 2002

del mes (Fig. 8b). Esto determinó que durante el mes de mayo de 2002 el agua útil en el suelo superara el 90% (Fig. 8c), en una época del año con escasa demanda por parte de los cultivos.

La tercera y última semana seleccionada se extendió del 18 al 24 de octubre de 2002. Se caracterizó por una intensa Sudestada entre los días 19 y 22. El pasaje de un centro de baja presión sobre la región ocasionó intensas precipitaciones. En Mar del Plata se registraron vientos de hasta 60 km/h y aunque cayeron en promedio 110 mm, en algunos sitios, sumaron 147 mm en 36 horas. Hubo 510 evacuados en la ciudad y numerosas

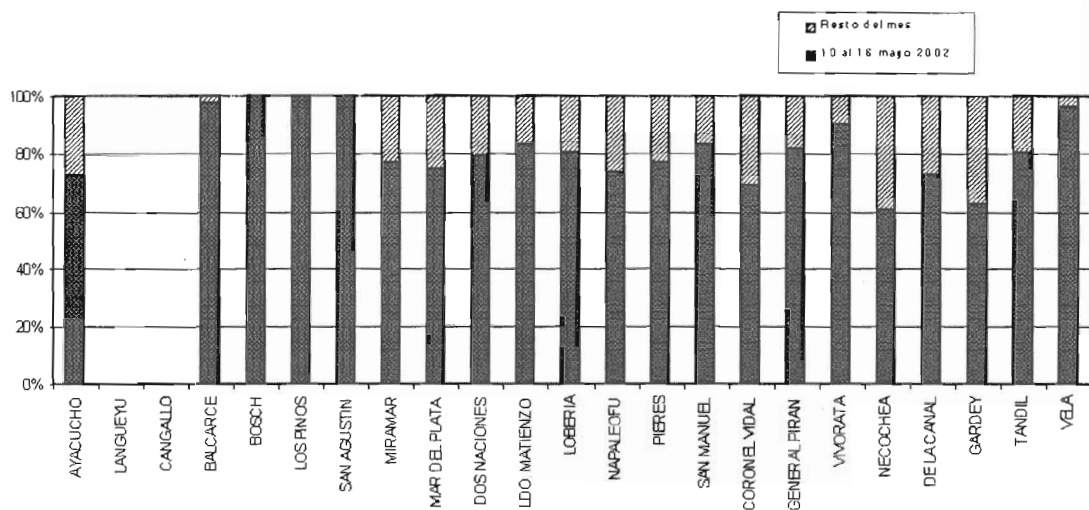


Figura 7. Distribución espacial de precipitaciones en el sudeste bonaerense. Evento de mayo de 2002 (% de la precipitación total mensual)

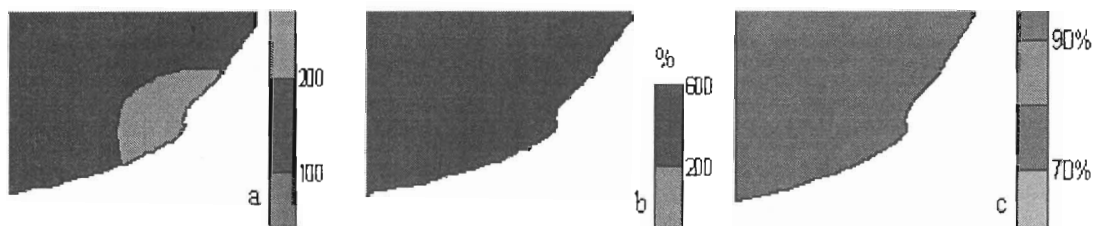


Figura 8. a) Distribución pluviométrica mensual (mm), b) Anomalia de precipitación (mm) y c) Estado hídrico regional (%). Evento de mayo de 2002 (INTA, 2004)

## Precipitaciones máximas en el sudeste bonaerense

voladuras de techos, caída de árboles y cortes de cables de energía.

Se suspendieron las clases de todos los niveles en Gral. Pueyrredon, por el anegamiento o deterioro de 20 escuelas, dado que en algunos barrios se registraba más de un metro de agua. Paralelamente, se contabilizaron 25 evacuados en la localidad de Ayacucho, donde se registró el máximo pluvial (185 mm) y se suspendieron las clases en los municipios de Gral. Alvarado y Mar Chiquita. Las crecidas de los arroyos Los Patos, Vivorata, Seco y Los Cueros, dieron origen a diversos anegamientos urbanos en Santa Clara del Mar y Mar de Cobo y cortes de la ruta interbalnearia N 11 en varios sitios por la acumulación de agua. En Tandil, se produjo una nevada intensa, después de 30 años, mientras que en la localidad de Vela, en el mismo municipio se observó un mínimo de 66 mm.

El análisis del mapa de isohietas (Fig. 9) permite advertir un incremento pluviométrico hacia el norte del área analizada, concordante con la dinámica de las masas de aire intervinientes. En Mar del Plata y Balcarce se registraron valores cercanos a 100 mm, pero la persistencia de los días lluviosos fue superior a otras localidades, tal como ocurre con otras ciudades litorales, donde los chaparrones costeros asociados al viento SE luego del paso del frente frío, se prolongan varias jornadas.

En promedio, las precipitaciones caídas en esta semana de octubre de 2002, representaron el 48,1% del total mensual, como se observa en la Figura 10, aunque fluctuaron entre un 63,2% en la ciudad de Necochea y un 32,2% en Tandil. Esto puede contribuir a explicar los efectos de anegabilidad urbana antes referidos.

La distribución espacial de las precipitaciones pluviales en este mes fueron similares a las registradas en mayo del mismo año (Fig. 11a), aunque superaron levemente los valores normales de la época (Fig. 11b), dentro de un

año de registros más altos de lo habitual en todas las localidades.

Así lo atestigua el balance hídrico regional (Fig. 11c), que muestra más de un 90% de agua útil en el suelo. Este hecho resulta significativo para las actividades agropecuarias, por la disponibilidad de humedad edáfica en momentos donde se incrementa la evapotranspiración y la demanda hídrica de los cultivos, a la vez que asegura la calidad de la cobertura herbácea en sitios de interés turístico-recreativo.

Los tres eventos presentados a modo de ejemplo representan situaciones sinópticas diferentes. A lo largo de todo el análisis del período de estudio, no se observó un mismo patrón sinóptico meteorológico de superficie. Por lo tanto los próximos estudios considerarán la información de altura.

En función de los resultados presentados y especialmente de los efectos espaciales de los episodios pluviométricos analizados, resulta recomendable:

- 1) Profundizar el estudio de la recurrencia cíclica de los eventos meteorológicos de riesgo.
- 2) Evaluar los efectos de la impermeabilización de la superficie por la expansión urbana.

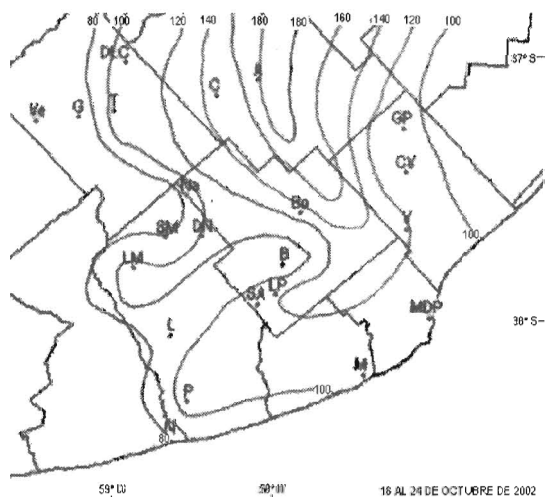


Figura 9. Isohietas correspondientes al evento del 18 al 24 de octubre del 2002

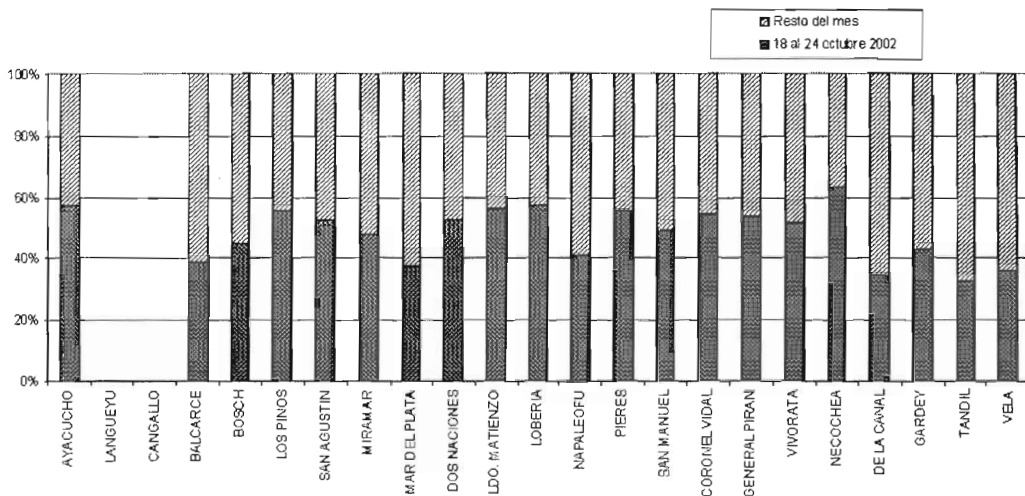


Figura 10. Distribución espacial de precipitaciones en el sudeste bonaerense. Octubre de 2002 (% de la precipitación total mensual)

3) Rediseñar el diámetro, extensión y bocas de las redes de desagües pluviales, para facilitar un drenaje rápido y sin complicaciones, como así también su limpieza y optimización de manera periódica. Una acción similar debe realizarse con los arroyos próximos o que atraviesan espacios urbanos.

4) Seleccionar nuevas áreas urbanas para parquizar y consolidar las existentes, para favorecer la infiltración, insistiendo con los residentes urbanos, en el mantenimiento de espacios verdes domiciliarios.

5) Analizar la posibilidad de generar reservorios de agua en áreas urbanas y periurbanas.

6) Evaluar los daños potenciales, sopesando el costo de las infraestructuras y equipamiento necesarios y sobre todo, *el costo de lo que*

*significa no tenerlos*, especialmente con vistas a una gestión preventiva de riesgos.

7) Generar y/o reforzar un sistema coordinador de alertas, operaciones y medios para enfrentar la contingencia, incrementando la eficacia de los sistemas de pronósticos y alarmas, para prevenir a la población y atenuar los riesgos a los que se ve expuesta.

8) Regular el uso y ocupación del suelo y analizar la naturaleza de la ocupación de los espacios riesgosos y las características de la población vulnerable.

9) Atender prioritariamente los reclamos por infraestructura en barrios periféricos.

10) Educar y concientizar a la población para que sepa qué hacer frente a un alerta o aviso aún la que nunca se ha visto damnificada,

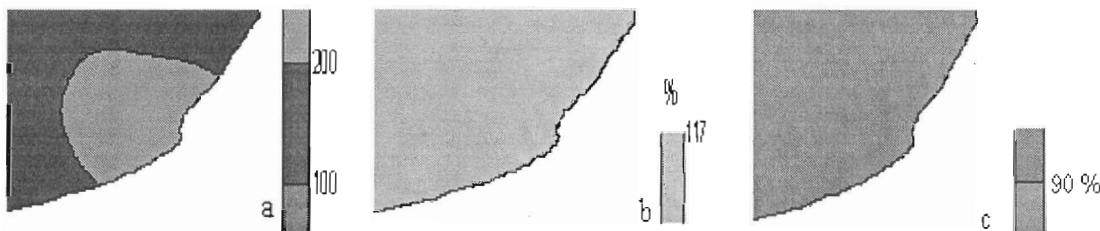


Figura 11. a) Distribución pluviométrica mensual (mm), b) Anomalia de precipitación (mm) y c) Estado hídrico regional (%). Evento de octubre de 2002 (INTA, 2004)



## *Precipitaciones máximas en el sudeste bonaerense*

insistiendo en la importancia de la solidaridad, la participación y el compromiso.

11) Aumentar la eficacia de los sistemas de emergencia, previendo pequeños centros barriales de evacuación e incrementando los existentes.

12) Mejorar el equipamiento de las instituciones que responden prioritariamente a las demandas de los vecinos, controlando y orientando las donaciones en la emergencia.

13) Promover y coordinar la labor de rehabilitación y reconstrucción de las zonas afectadas.

### CONCLUSIONES

Los resultados presentados constituyen un nuevo avance en el estudio de las variaciones espaciales de la precipitación en áreas urbanas e intentan sentar precedentes para futuros trabajos en esta temática. El municipio de Tandil en el área serrana y el de Ayacucho fuera de ella, son los de mayor pluviosidad entre los analizados. En este último, se halla la localidad de Langueyú, que registró el valor máximo semanal (370 mm) en marzo de 1999.

Los efectos producidos por los eventos estudiados sobre el territorio, las personas, las actividades productivas y los bienes han sido significativos, independientemente de la estación o el mes del año considerado, lo que motiva a profundizar el estudio para determinar cuáles son los tipos de tiempo que generan los episodios pluviométricos extremos. Ciudades como Mar del Plata, Necochea, Miramar y Balcarce se ven afectadas por precipitaciones que suman a lo largo de unos pocos días y a veces pocas horas, valores superiores a 150 y 200 mm. Esto afecta la normal esorrentía en dichas áreas urbanizadas, donde la creciente impermeabilización de la superficie provoca anegamientos urbanos. Aún en las poblaciones menores los efectos no son despreciables, especialmente por el impacto de las copiosas

precipitaciones y desbordes de arroyos sobre las actividades productivas en áreas rurales aledañas y en la infraestructura y equipamiento urbano local, que no se halla preparado para tales situaciones. Esto debe motivar a aquellos que planifican y orientan la expansión urbana y a los que organizan y gestionan las actividades agropecuarias a tomar los recaudos pertinentes, toda vez que distintos estudios señalan una tendencia pluviométrica creciente, al menos en los dos últimos decenios, lo que incrementaría la recurrencia de efectos territoriales indeseados y el riesgo para las poblaciones afectadas.

### REFERENCIAS

- Capitanelli, R., 1992. Los sistemas naturales del territorio argentino. En: *La Argentina: Geografía General y los marcos regionales*. 2ª edición. Roccatagliata J. A. (compilador). Ediciones Sudamericana Planeta, Buenos Aires. pp 102
- Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA), 2002. Situación sinóptica del día 20 de octubre de 2002. <http://www-cima.at.fcen.uba.ar>
- García, M. y M. C. Piccolo, 2004. Brisas de mar estivales en Mar del Plata y Necochea, Pcia de Buenos Aires, Argentina. En: *Actas Vº Jornadas Nacionales de Geografía Física*, Universidad Católica de Santa Fe, Santa Fe. 95-103
- García, M. y M. Veneziano, (autores); M. Rimondi; A. Villavicencio; V. Martins y R. Mondini (colaboradores), 2000. Contrastación entre clima percibido y clima real en Mar del Plata. En: *Actas IIIº Jornadas Nacionales de Geografía Física*, Univ. Católica Santa Fe, Santa Fe de la Veracruz. 140
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (Indec), 2001. Censo Nacional de Población, Vivienda y Hogares. Buenos Aires.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) – Castelar, 2004. Atlas Agroclimático de la Argentina. Período julio 1996- dic 2003. (CD).Castelar, Buenos Aires.

*Mónica Cristina García y María Cintia Piccolo*

- Ministerio de Economía. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA), 2005. Registros pluviométricos semanales por localidad. Buenos Aires. [www.sagpya.gov.ar](http://www.sagpya.gov.ar)
- Rimondi, M., 1997. Mar del Plata, una aproximación a la caracterización de las precipitaciones. Inédito. Mar del Plata
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN) [www.meteofa.mil.ar](http://www.meteofa.mil.ar)
- Strahler, A. y A. Strahler, 1994. Geografía Física. 3ª. Edición. Ediciones Omega S. A.; Barcelona.