



ARTICLES/ARTIGOS/ARTÍCULOS/ARTICLES

Escenario de riesgo climático por sudestadas y tormentas en Mar del Plata y Necochea-Quequén, provincia de Buenos Aires, Argentina

Doctora Mónica Cristina García

Grupo de Estudios de Ordenación Territorial. Centro de Investigaciones Geográficas y Socio-Ambientales. Dpto. Geografía. Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes n° 3350 (7600) Mar del Plata. **E-mail:** mcgarcia@mdp.edu.ar

RESUMEN

ARTICLE HISTORY

Received: 28 July 2011
Accepted: 11 November 2011

PALABRAS-CLAVES:

Riesgo climático
Espacialidad de riesgo
Gestión de riesgos

Mar del Plata y Necochea-Quequén, los centros turístico más poblados de la costa de la provincia de Buenos Aires, Argentina, registran a lo largo de su historia, varios sucesos que las signaron como “territorios de impacto” meteorológico. En este trabajo se pretende: a) *Contextualizar el tema propuesto desde el marco teórico de la geografía de los riesgos y b) Analizar la peligrosidad climática del área.* Para analizar la recurrencia e intensidad de las sudestadas y tormentas en el área, se organizó una base de datos, con 417 registros de eventos ocurridos entre enero de 1971- diciembre de 2007. Se reconocieron 84 sudestadas fuertes y muy fuertes en ese lapso, con un promedio de 2,2 al año, el 65% de las mismas entre abril y octubre, con predominio de daños naturales y socioeconómicos muy graves. Las tormentas totalizaron 333 eventos y el 60% de ellas se produjo en Mar del Plata. Un 20% de las mismas tuvo efectos socioeconómicos muy graves. La consideración de este escenario de riesgo climático y la gestión urbana en consecuencia, puede contribuir a minimizar los costos para la población y sus recursos y a decidir las estrategias necesarias a implementar, para corregir las disfuncionalidades existentes.

ABSTRACT CLIMATE RISK SCENARIO BY SOUTHEASTERLY AND STORMS IN MAR DEL PLATA AND NECOCHEA-QUEQUÉN,

KEY-WORDS:

Climate risk
Spatiality of risk
Risk Management

PROVINCE OF BUENOS AIRES, ARGENTINA. Mar del Plata and Necochea-Quequén, tourist centers of the coast towns of the province of Buenos Aires, Argentina, throughout recorded history, several events that the sign as "areas of impact" weather. This paper aims to: a) contextualize the theme proposed on the theoretical framework of the geography of the risks and b) Analyze the dangerous climate of the area. To analyze the recurrence and intensity of storms and southeasterly in the area, organized a database with 417 records of events that occurred between January 1971 - December 2007. 84 were recognized strong and very strong southeasterly in that span, averaging 2.2 per year, 65% of them between April and October, with a predominance of natural and socioeconomic damage severe. The storms totaled 333 events and 60% of them occurred in Mar del Plata. About 20% of them had socio-economic effects severe. Considering this scenario of climate risk and urban management thus can help to minimize costs to the population and its resources and deciding to implement the strategies needed to correct the existing dysfunctions.

PALAVRAS-CHAVES:

Risco climático
Espacialidade de risco
Gestão de risco

RESUMO CENÁRIO RISCO CLIMÁTICO POR SUDESTADAS AS TEMPESTADES EM MAR DEL PLATA E NECOCHEA-QUEQUÉN, BUENOS AIRES, ARGENTINA. Mar del Plata e Necochea-Quequén, centros turísticos das cidades da costa da província de Buenos Aires, Argentina, através da história, vários eventos que o sinal como "áreas de impacto" do tempo. Este trabalho tem como objetivos: a) contextualizar o tema proposto sobre o quadro teórico da geografia dos riscos e b) Analisar o clima perigoso da área. Para analisar a recorrência ea intensidade de tempestades e sudeste da região, organizou um banco de dados com 417 registros de eventos que ocorreram entre janeiro de 1971 - dezembro de 2007. 84 foram reconhecidos forte e muito forte no sudeste que se estendem, com média de 2,2 por ano, 65% deles entre abril e outubro, com predomínio de danos naturais e socioeconômicos graves. As tempestades somaram 333 eventos e 60% deles ocorreram em Mar del Plata. Cerca de 20% deles tinham socio-econômico efeitos graves. Diante desse cenário de risco climático e gestão urbana, portanto, pode ajudar a minimizar os custos para a população e os seus recursos e tomar a decisão de implementar as estratégias necessárias para corrigir as disfunções existentes.

1 Introducción

Desde hace varias décadas y de modo cada vez más evidente, el calentamiento global está modificando los patrones climáticos en diversas áreas del país y del mundo. Con ello, se generan nuevos escenarios de peligrosidad climática, ya que incrementa progresivamente la altura del nivel del mar, la temperatura de las aguas oceánicas más someras y a la vez, la intensidad y frecuencia de eventos climáticos extremos, entre otras amenazas.

El aumento del nivel marino se mantiene dentro del rango de 10 a 20 mm/siglo; sin embargo, la aceleración de las tasas de aumento registradas en las últimas décadas (hasta 2 ó 3 mm/año) insinúa un aumento de la vulnerabilidad natural en costas bajas, más expuestas al aumento de ondas de tormenta y a procesos de erosión costera, al generarse condiciones de desequilibrio geomorfológico. Esto representa

una amenaza o peligro, entendida como la posible manifestación, dentro de un período de tiempo y en un territorio particular, de un fenómeno de origen natural, socio-natural o antropogénico, que puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios y el ambiente (Cardona, 1993; Lavell, 1996).

Estos fenómenos resultan significativos en aquellas ciudades situadas en áreas litorales, cuyos paisajes, recursos naturales, población, actividades y bienes resultan así vulnerables a diversos impactos de origen climático. Según Romero y Maskrey (1993; 7) “...ser vulnerable a un fenómeno natural [precipitaciones torrenciales, vientos intensos, etc.] es poseer una predisposición intrínseca o ser susceptible, tanto un sujeto o un grupo de elementos, a sufrir un daño”.

Gran parte de los procesos atmosféricos habituales y sus fenómenos meteorológicos asociados, pasan desapercibidos para la mayoría de las personas; no obstante, los impactos de los incidentes meteorológicos intensos, son cada vez mayores y más recurrentes. El hombre debe aceptar que está conviviendo con una naturaleza viva, que ésta tiene sus propias leyes de funcionamiento contra las cuales no puede atentar, a riesgo de resultar él mismo dañado (Romero y Maskrey, 1993). Por otro lado, los diseños de plantas urbanas ineficientes y riesgosas en la mayor parte de las ciudades, derivan de redes de drenaje subdimensionadas en relación con el crecimiento urbano actual y generan múltiples problemas para sus residentes. Puede sumarse la falta de un adecuado cumplimiento de normativas vigentes en materia ambiental y así se explica parcialmente, porqué algunas ciudades se convierten en “territorios de impacto” y “escenarios de riesgos” ante estos fenómenos.

En el centro de Argentina y en las costas de la provincia de Buenos Aires se observa una tendencia al incremento de estos eventos extremos, con una mayor frecuencia de sudestadas con onda de tormenta por encima de 1,60 m y de eventos de precipitaciones en menos de 48 hs, tal como ocurre en otros sitios del planeta (Barros, 2004). Un número importante de ellos, produce importantes daños y perjuicios sobre los grandes centros urbanos y sobre playas y otras áreas costeras (Isla, 1994, 1995).

Marco teórico y antecedentes

A los efectos de clarificar la cuestión, conviene repasar algunos conceptos vinculados con la geografía de los riesgos. Se considera *riesgo* al nivel de destrucción o grado de pérdidas esperadas en un sitio dado; por efectos de cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el ambiente que ocupa una comunidad determinada y que la torne vulnerable a ese fenómeno (Wilches Chaux, 2003; Monti, 2007). Este riesgo depende no sólo del proceso en sí mismo, sino también la configuración del sitio y del grado y tipo de ocupación de la superficie terrestre por parte de las comunidades humanas (Cardona, 2001; Olcina Cantos, 2004).

El riesgo, producto de la interrelación de amenazas y vulnerabilidades es una construcción social, dinámica y cambiante, diferenciado en términos territoriales y sociales (Barreto, 2002). Influyen sobre él, el incremento poblacional, las dificultades presupuestarias para planes y programas de prevención y/o mitigación, a lo que se suma la creciente precarización de amplios sectores de la población urbana, marginada del sistema de producción y empleo y la disminución de su calidad de vida en áreas de rápida urbanización, lo que acrecienta su fragilidad.

Un *escenario de riesgo*, sostiene Cardona (1993) se configura a partir de la distribución espacial de los efectos potenciales que puede causar un evento de una intensidad definida sobre un área geográfica, de acuerdo con el grado de vulnerabilidad de los elementos que compone el medio expuesto. Para Velásquez y Meyer (1993), un escenario riesgoso se define como la composición de un cuadro de la probable manifestación del fenómeno (cuándo, dónde, magnitud y probables

efectos) sobre los elementos vulnerables y expuestos al peligro, es decir población, recursos y ambiente.

La *peligrosidad o amenaza* se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente dañino, frente al cual la comunidad es vulnerable (Wilches Chaux, 2003; Monti, 2007). Cabe destacar que bajo determinadas condiciones de frecuencia y magnitud, un determinado proceso puede volverse un peligro potencial desde la perspectiva humana, tal como lo señalan Bush *et al.*, (1999).

Por *vulnerabilidad* se denota la incapacidad de una comunidad para absorber, mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su ambiente; es decir, su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio que, para la comunidad constituye, por las razones expuestas, un riesgo. La vulnerabilidad determina la intensidad de los daños que produzca la ocurrencia efectiva del riesgo sobre la comunidad (Wilches Chaux, 2003, 14).

Existen diversas miradas o enfoques de la vulnerabilidad: natural, física, social, económica, técnica, política, ecológica, cultural, educativa, ecológica, institucional, etc. En conjunto conforman la denominada vulnerabilidad global. En particular y en relación a este trabajo, se rescatan la *vulnerabilidad física*, que se refiere especialmente a la localización de los asentamientos humanos en zonas de riesgo, como también a las deficiencias de sus estructuras físicas para absorber o minimizar los efectos de esos riesgos y la *vulnerabilidad técnica*, que implica la ausencia de diseños y estructuras edilicias resistentes en zonas propensas a eventos naturales intensos y que constituye una forma de vulnerabilidad física ligada al acceso a los recursos tecnológicos y a los económicos (Wilches Chaux, 2003)

Cuando la ocurrencia de un determinado fenómeno deja al descubierto las condiciones de vulnerabilidad y de riesgo existentes en la localidad, se convierte en un *desastre*. Se trata de evento peligroso identificable en el tiempo y el espacio, en el cual una comunidad ve afectado su funcionamiento normal por la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con pérdidas de vidas y daños de magnitud en sus propiedades y servicios, que impiden el cumplimiento de las actividades esenciales y normales de la sociedad (Cardona, 1993; Lavell, 2003). Muchas veces la recuperación (de las personas, de las estructuras y de las relaciones sociales) es difícil o imposible sin ayuda externa (Blaikie *et al.*, 1996)

La manifestación espacial de las consecuencias del riesgo y el desastre configura lo que se denomina *territorios de impacto*, es decir, la circunscripción territorial del suceso (Lavell, 1996; García Tornel, 1997). Este concepto se asocia el del *territorio de causalidad*, espacio circunscrito por la ubicación de los factores causales del riesgo y del desastre (eventos físicos y componentes de vulnerabilidad) (Monti, 2009)

Los conceptos precedentes serán aplicados al análisis de escenarios de riegos por tormentas y sudestadas en Mar del Plata y Necochea-Quequén en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (figura 1). Ambas centros urbanos constituyen las ciudades turísticas más pobladas de la costa bonaerense. Mar del Plata concentra 532.845 habitantes en 170.361 hogares (Indec, 2001¹). El 8,5% de éstos, que involucran un 10,4% de la población, tienen necesidades básicas insatisfechas (NBI).

¹ Aún no se han publicado datos por localidad del Censo Nacional de Población, Vivienda y Hogares del año 2010.

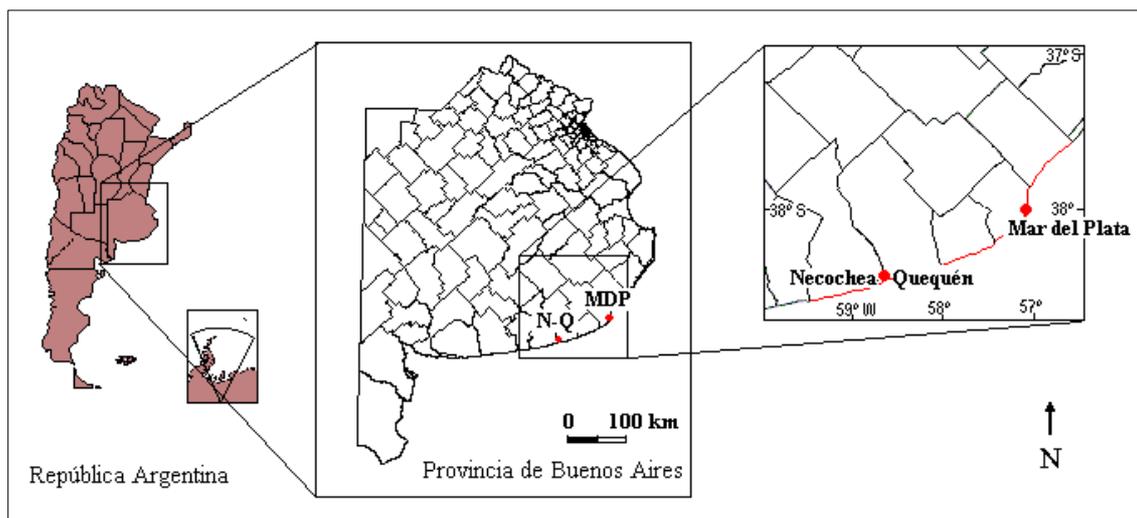


Figura 1. Localización del área de estudio (Fuente: García, 2009).

En Necochea-Quequén viven 84.581 habitantes en 24.606 hogares, que representan el 7,6% y 9,2% de hogares y población con NBI, respectivamente. Alrededor del 1% de las viviendas en ambas urbes presentan materiales no resistentes ni sólidos o son, en su mayoría de desecho en alguno de sus paramentos, lo que aumenta su vulnerabilidad física y técnica. Estas vulnerabilidades se relacionan con deficiencias de las estructuras físicas para "absorber" los efectos de esos riesgos, con las condiciones de seguridad con que se afronte el evento y por ende, con la intensidad final de los daños, tal como lo establecen conceptualmente Blaikie *et al.*, (1996).

Las ciudades costeras de Mar del Plata y Necochea-Quequén registran a lo largo de su historia un importante número de sucesos que las signaron como *territorios de impacto* meteorológico. Diversos factores han contribuido a ello: su localización geográfica, su exposición a los centros de acción y de dinámica atmosférica, su expansión urbana y ocupación del suelo no planificadas, sus porcentajes de población socio-económicamente vulnerable, etc., que pueden verse replicadas o agravadas por los efectos del cambio climático. Entre estos sucesos, se hallan las sudestadas y tormentas que alcanzan en diversas oportunidades, importantes registros de velocidad de vientos y precipitaciones en el área sudeste de la provincia de Buenos Aires donde se localizan estas urbes.

Las *sudestadas* son más notorias en invierno y primavera, aunque no se descartan también durante el verano (Celemín, 1984; Rimondi, 1999). Es un estado de mal tiempo que afecta al río de la Plata y al litoral de la provincia de Buenos Aires y por ende, a las ciudades de Mar del Plata y Necochea-Quequén. Se caracteriza por la ocurrencia de vientos regulares a fuertes, con velocidades mayores a 35 km/h del sector SE, con precipitaciones persistentes, débiles o moderadas y temperaturas relativamente bajas. Su génesis responde a la acción combinada de dos sistemas migratorios: un centro de alta presión ubicado sobre las costas atlánticas patagónicas, que aporta aire frío marítimo y una depresión o área ciclónica originada en el área santafesino-entrerriana (centro-norte de Argentina), que transporta aire cálido y húmedo. Cuando ambos sistemas convergen, se profundiza la depresión y se intensifican los vientos del SE, provocando diversos perjuicios urbanos (SMN, 1989a)

Las *tormentas* por su parte, se producen por el desarrollo de nubes convectivas, en una atmósfera inestable, con fuerte movimientos de aire en sentido vertical. Por su origen y en el área, se clasifican en tormentas convectivas y frontales. Las primeras se forman a partir de una intensa insolación, que produce el calentamiento del aire en contacto con la superficie. Las segundas, como consecuencia del pasaje de un frente

frío o de una línea de inestabilidad. En ambos casos, el aire más cálido y húmedo se eleva, condensa su humedad y forma potentes cúmulunimbus, que luego precipitan, acompañados por fenómenos eléctricos y eventualmente, granizo. El proceso de desarrollo, madurez y disipación de una tormenta no lleva generalmente más de una a dos horas, salvo en el caso de tormentas agrupadas o multicelulares (SMN, 1989b; OMM, 1992).

Varios especialistas han alertado sobre un incremento de tormentas y sudestadas como consecuencia del calentamiento global. Al respecto han manifestado: *...el calentamiento de la atmósfera terrestre ha modificado la trayectoria del anticiclón del Pacífico y ahora entra a territorio continental de Chile, Argentina y costa de Uruguay, con un componente mayor del sudeste. Eso no solamente agrava los problemas inherentes a las inundaciones, sino que al tener unas corrientes del sudeste muy violentas -la "sudestada" -, aumentan los riesgos de inundaciones urbanas. Es un hecho definitivamente comprobado, a partir de la observación de más de 100 años de datos* (Camilloni, 2005; Canziani, 2005, 2008).

Si bien el párrafo anterior se refiere a la zona del río de la Plata, las ciudades costeras del sudeste bonaerense no son ajenas al problema y suelen verse, rápida y ampliamente, impactadas por precipitaciones torrenciales que superan los 100 mm en pocas horas. También las afectan procesos de ciclogénesis, con fuertes temporales de viento y otros fenómenos meteorológicos asociados a tormentas, que producen diversos problemas, tanto para residentes y turistas, según la época del año en que se produzcan.

Estos fenómenos intensos, alteran la distribución de sedimentos en las playas y generan erosión, provocan anegamientos en áreas urbanas, periurbanas y rurales, deterioran infraestructuras y equipamientos públicos y privados, ponen en riesgo a las personas o provocan víctimas, etc., no sólo en tierra, sino también en el mar, afectando a la colonia pesquera de ambos centros urbanos (Isla, 1994; García, 1999, 2001; Rimondi, 1999; Bértola, 2006).

Generalmente, se acepta un origen no antrópico de estas situaciones meteorológicas extremas. Sin embargo, son cada vez más numerosos los ejemplos que muestran que la creciente urbanización puede alterar el ciclo de vida de las tormentas, a través de la manifestación de la isla calórica o de la pantalla urbana a modo de obstáculo a la circulación del viento, que favorecen la descarga pluvial intensa, la actividad eléctrica, las ráfagas y con ellas, la multiplicidad de efectos no deseados (Mathew *et al.*, 2001; Ntelekos *et al.*, 2007; Smith, 2007; Cárdenas, 2007). Estudios realizados por Chagnon (1978, 2001) en Saint Louis y Chicago demostraron que la influencia urbana sobre las tormentas incrementó su frecuencia en un 25% y 12% respectivamente, en relación con sus áreas rurales adyacentes.

En este sentido, construir o determinar un escenario de riesgo climático constituye una herramienta de interés para reconocer e identificar las amenazas y vulnerabilidades existentes, como también los recursos locales y externos necesarios para la reducción de los riesgos a analizar. Paralelamente, facilita tomar decisiones compartidas entre actores claves del área afectada y elaborar líneas estratégicas para reducir el riesgo (Zúñiga y Díaz, 2003).

El diagnóstico del área sudeste bonaerense como escenario de riesgo climático implica una *evaluación de la peligrosidad, un análisis de la vulnerabilidad y una estimación del riesgo*. Para evaluar la amenaza, el estudio debe centrarse en el comportamiento de la/s fuente/s generadora/s y la probable ocurrencia (en el largo, medio o corto plazo). Para analizar la vulnerabilidad, determinar el nivel de exposición y predisposición a la pérdida de un elemento ó grupo de elementos frente a una amenaza ó peligro, es el paso más importante. Por último, estimar el riesgo significa integrar peligrosidad del evento y vulnerabilidad de los contextos expuestos (Monti, 2007, 2009).

A partir de lo expuesto y a modo de un primer avance, se proponen los siguientes objetivos: a) *Contextualizar el tema propuesto desde el marco teórico de la geografía de los riesgos*; b) *Analizar la peligrosidad climática del área de estudio*.

3 Método de trabajo

La recurrencia y variabilidad espacial de distintos tipos de tiempo que generan eventos pluviométricos intensos y fuertes temporales de viento en el área de estudio, analizó a través de la organización de una base de datos de eventos. Esta concentró 417 registros de sudestadas, tormentas y otras manifestaciones que, por su intensidad o sus efectos, pusieron en riesgo a personas, bienes, equipamientos actividades productivas de Mar del Plata y Necochea-Quequén, en más de una oportunidad (García, 2009).

Estos registros, correspondientes al período enero de 1971- diciembre de 2007, se consignaron a partir del relevamiento de datos provenientes de las estadísticas decadales (eventos extremos) y de la información diaria del Servicio Meteorológico Nacional, de estaciones automáticas de Defensa Civil, en el Municipio de Gral. Pueyrredon y del Instituto Argentino de Oceanografía en Necochea-Quequén, etc. También se utilizó la información suministrada por distintos medios de comunicación en el área de estudio (periódico *Ecos Diarios* de Necochea y Diario La Capital de Mar del Plata).

Se complementó con la información disponible en documentos y archivos históricos locales. Asimismo, se recurrió a otras fuentes de datos históricos en páginas web (<http://www.smn.gov.ar>, www.cima.fcen.uba.ar, www.cptec.inpe.br, www.intellicast.com, www.cpc.ncep.noaa.gov, www.espanol.wunderground.com, www.coopnecochea.com.ar, www.clima.meteored.com, etc.). Se seleccionaron de la base de datos, aquellos eventos cuyos parámetros superaron los límites consignados en la tabla 1. Para identificar las sudestadas fuertes, se consideraron vientos de más de 43 km/h y en las muy fuertes, más de 75 km/h, en ambos casos, con precipitaciones superiores a 50 mm. En los eventos de tormentas seleccionados, se consideraron los umbrales pluviométricos y de vientos que se detallan en la citada tabla.

Tabla 1.- Umbrales considerados en el presente estudio.

Viento		Precipitación		
Viento fuerte + 43 km/h	Temporal muy fuerte + 75 km/h	Lluvias torrenciales + 1mm / minuto	Lluvias intensas + 50 mm / día	Lluvias extraordinarias + 150 mm / día
SMN, 1986		Yu y Neil, 1993; Karl <i>et al.</i> , 1995, Llasat, 1998; Barros, 2004, Goswani <i>et al.</i> , 2006		

Se analizaron registros diarios y mensuales del período 1971 – 2007. Luego, se listaron y caracterizaron los eventos de sudestadas y tormentas, que incluyeron temporales de viento, eventos de viento y lluvia y precipitaciones máximas, de acuerdo con su intensidad, frecuencia, recurrencia, variabilidad, situación meteorológica de origen, distribución estacional y anual, daños producidos en el sistema natural o socioeconómico, etc.

Las consecuencias de estos eventos se clasificaron según la propuesta de Ilarduya Fernández (2005), que diferencia: F-1 *daños físico naturales muy graves*; F-2 *daños físico naturales menos graves*; S-1 *daños socioeconómicos muy graves*; S-2 *daños socioeconómicos menos graves*. Ello permitió tomar en consideración los contextos y elementos expuestos y destacar la repercusión ambiental, social y económica de estos fenómenos meteorológicos intensos, especialmente en áreas costeras del área de estudio, poniendo de manifiesto la vulnerabilidad física y técnica de dichas áreas.

Finalmente, se describieron dos episodios severos especialmente seleccionados por su gran impacto local y regional en Mar del Plata y Necochea-Quequén y en localidades de su área de influencia, utilizando los conceptos básicos de la geografía de los riesgos para fundamentar la explicación.

4 Resultados

La *sudestada* es un tipo de mal tiempo, caracterizado por viento fuerte, lluvias y lloviznas persistentes y bajas temperaturas, que se presenta generalmente en más de una oportunidad al año, en el litoral bonaerense. El análisis de los datos en el período 1971-2007, bajo los umbrales fijados, permitió reconocer 84 eventos en Mar del Plata y Necochea-Quequén durante dicho lapso (García, 2009).

En promedio, se produjeron 2,2 sudestadas al año. Un 35% de ellas se produjeron entre los años 1999 y 2003. Tres de cada cinco sudestadas de este quinquenio se produjeron entre 2001-2003. Las mayores frecuencias se observaron en los años 1999 y 2002, con 9 episodios, en tanto que en los años 1971, 1977 y 1990 no se registraron sudestadas. El 65% de las mismas tuvo lugar entre los meses de abril a octubre, con una duración media de 2 jornadas y un máximo de 5 días, como la ocurrida en mayo de 2000. Marzo, abril, mayo y octubre fueron los meses de mayor recurrencia de sudestadas en Mar del Plata. En Necochea-Quequén, se observaron los máximos en junio, agosto y octubre, al menos una vez cada 2,5 - 3 años. En ambas ciudades, los meses de febrero y noviembre, presentaron la mínima frecuencia.

En las décadas 1971-1980 y 1981-1990, las sudestadas se concentraron en los meses de invierno, primavera y en menor medida, del verano. En el lapso 1991-2007, se incrementó su número y también su distribución en gran parte del año, modo similar a lo que ha ocurrido en otras urbes argentinas como es el caso de la ciudad de Buenos Aires (Camilioni, 2005; Canziani, 2005). En Mar del Plata, octubre fue el mes de mayor número de sudestadas registradas en el lapso considerado.

El máximo decádico en el período 2001-2007 se ubicó en los meses de marzo, abril, mayo y octubre, con 4 episodios de mal tiempo y vientos del SE en cada uno. La mayor concentración se observó entre los años 2001-2003. En la década anterior, la mayor frecuencia se verificó en el mes de diciembre. Las sudestadas con vientos más intensos (ráfagas de 130 km/h y más) se presentaron en el mes de junio, debido a que entre los meses de mayo y setiembre, la presencia de centros de baja presión al E de Mar del Plata, ocasionan fuertes vientos del SE, tal como ocurriera el 19 de junio de 1991 ó el 7 de junio de 1993 (Manolidis y Viera, 2003).

En Necochea-Quequén, los meses de junio, agosto y octubre, también alcanzaron 4 sudestadas por década, especialmente en el decenio 1991-2000. Desde este último año a la actualidad, los meses de marzo y abril han igualado o incrementado el número en relación a décadas anteriores. Octubre que el mes de mayor frecuencia de eventos. El 38,1% de las sudestadas consideradas en ambas ciudades fueron clasificadas como muy fuertes, ya que sus vientos superaron el umbral de 75km/h, mientras que una de cada cinco, sobrepasó los 100 km/h. En todos los casos, se acompañaron de precipitaciones generalizadas y en una de cada cuatro sudestadas, se superó los 100 mm.

La sudestada de mayor precipitación diaria en Mar del Plata ocurrió el 21 de octubre de 2001, con un total de 112,8 mm. En numerosas ocasiones, las fuertes ráfagas de vientos del SE ocasionan caída de árboles y postes, voladuras de techos, deterioro de viviendas y comercios en las áreas urbanas. En áreas costeras, el viento es responsable de fuerte oleaje y graves perjuicios en instalaciones balnearias, playas y paseos costaneros, no sólo durante la sudestada, sino también durante los días subsiguientes (figura 2).

Durante y después de estas sudestadas, se cuantifican importantes daños en los contextos expuestos del sector turístico si se producen en períodos estivales y en las playas durante el invierno, por la sustracción y pérdida de arena. Sus efectos erosivos

se ven agravados cuando sobrevienen dos o más eventos en corto período de tiempo, porque se produce el arrastre de arena desde el médano a la playa con la primera sudestada y de ésta al fondo somero del mar, con las sucesivas.



Figura 2. Efectos de sudestadas y temporales de viento en áreas costeras (Fuentes: archivo personal, diarios La Capital de MDP y Ecos Diarios de Necochea).

No obstante, la erosión es menor que en los casos donde hay edificaciones o coberturas boscosas sobre la costa (Del Río y Schnack 1985; Isla, 1995; Bértola y Cortizo, 2005). Por ello, el 61,5 % de las sudestadas analizadas combinaron daños F-1/S-1, en tanto que el 38,5 % presentaron efectos S-1, algunos de los cuales se detallaron en la tabla 2.

En este sentido, los efectos y daños identificados en la tabla 2 constituyen una síntesis de las secuelas de las sudestadas más intensas observadas en las ciudades del área de estudio. Aún cuando se los clasificó en daños físico-naturales y socioeconómicos de mayor o menor gravedad, conviene recordar que los primeros también repercuten social y económicamente, porque los contextos expuestos y las actividades en áreas costeras resultan más vulnerables a los estados del mar y a la intensidad y persistencia del viento (Huang *et al.*, 2001; Ilarduya Fernández, 2005; Heneka y Ruck, 2004).

Tabla 2. Clasificación de los principales efectos de sudestadas intensas en Mar del Plata y Necochea-Quequén (adaptada de Ilarduya Fernández, 2005).

Daños físicos-naturales muy graves (F-1)	Daños físicos-naturales menos graves (F-2)	Daños socio-económicos muy graves (S-1)	Daños socio-económicos menos graves (S-2)
Deterioros en acantilados y playas que afectan paseos costeros, obras marítimas y accesos por incremento de energía del oleaje	Incremento del oleaje por tormenta produce deterioro de equipamiento y mobiliario en playas y paseos	Pérdidas de vidas y/o bienes personales	Acumulación de desechos y residuos en playas y otros sectores de la costa
Perjuicios materiales por efectos del viento en construcciones residenciales y comerciales en áreas próximas a la costa	Inundación de la playa y/o elementos de la primera línea costera	Hundimiento o encallamiento de embarcaciones pesqueras y/o de carga	Anegamientos de caminos o calles costaneras por incremento del nivel del mar y del oleaje por el viento
Pérdida importante de arenas en playas, bermas y médanos costeros	Derrumbe u otros procesos de remoción en masa en acantilados	Puertos cerrados, flotas pesqueras en recintos portuarios o regreso anticipado de las mismas	Percepción negativa del turista
Dificultades para el desagüe de arroyos y ríos del área en el mar, desbordes fluviales	Averías en defensas costeras y/o conductos pluviales por remoción del sustrato	Actividad turística en playas perjudicada por el deterioro del recurso, la infraestructura o el equipamiento	Cortes de energía eléctrica, de suministro de agua o de telefonía
	Deterioro de la vegetación arbórea en zonas costeras	Inundaciones y anegamientos urbanos. Evacuación de personas	Caída de postes, carteles, semáforos, muros, etc.
		Voladura de techos y caída de mampostería en viviendas	Dificultades para circular por la ciudad, por anegamientos
			Suspensión de clases y/o actividades

También se agravan sus consecuencias cuando se suceden dos o más eventos en corto tiempo, como ocurriera en abril de 1998, cuando en 15 días se originaron 2 sudestadas intensas y entre ambas, una fuerte tormenta, con un saldo de 350,8 mm precipitados. Los efectos guardan relación con la resiliencia, es decir la capacidad de un sujeto o ambiente, para recuperarse después de haber sido afectado por un impacto ambiental desfavorable (Cardona, 1996; Natenson, 2003)

Para complementar los detalles expuestos en la tabla 2, se seleccionó y describió un evento muy intenso de sudestada entre las ocurridas en las últimas dos décadas. Este tuvo lugar entre el 7 y 9 de junio de 1993 y puso de manifiesto las características y efectos urbano-costeros habituales en las ciudades de la costa atlántica de la provincia de Buenos Aires. La sudestada fue originada por un centro de baja presión originado en el área de Rosario (998 hPa), que se desplazó hacia el SE y se localizó entre Dolores y Mar del Plata (figura 1). Produjo vientos del SE con velocidades superiores a 60 km/h por más de 30 horas y ráfagas que alcanzaron 110-120 km/h. Las precipitaciones superaron los 100 mm en 24 horas (<http://www.smn.gov.ar>, www.clima.meteored.com).

Se contabilizaron 2580 personas evacuadas, el 59% de ellos, niños; 1 víctima fatal y 4 heridos. La ciudad estuvo en emergencia durante varias horas. Cayeron más de 1000 árboles en diversos sitios de la ciudad y decenas de carteles y postes. Otros

saldos fueron 25 mil personas sin energía eléctrica y 1000 sin teléfono, además de numerosos barrios intransitables. Se suspendió el servicio educativo en varias escuelas y en la Universidad local. Se produjo la rotura de vidrios y persianas en edificios altos y comercios céntricos y fuerte erosión en la zona costera al N de Mar del Plata (diario La Capital, 1993).

En Necochea-Quequén, el viento del SE fue más intenso, alcanzando valores de 95 a 110 km/h, con ráfagas de 130 a 150 km/h, durante la madrugada del día 8 de junio. La tormenta originó olas de gran altura, llegando en algunos casos a 8-10 m² y obligando al cierre del puerto. La situación costera y urbana se agravó por intensas lluvias, que provocaron problemas urbanos similares a los observados en Mar del Plata (figura 3). Se contabilizaron 150 personas evacuadas, el 70% de ellas, niños (Ecos Diarios, 2001).

5. Tormentas y otros eventos severos

La vulnerabilidad física y técnica de las ciudades de Mar del Plata y Necochea-Quequén a tormentas, temporales y otros eventos severos en cualquier época del año también resulta un hecho conocido por residentes y turistas. Estas tormentas responden a perturbaciones meteorológicas que suelen afectar el área estudiada con precipitaciones intensas, en ocasiones torrenciales, acompañadas por ráfagas de vientos fuertes y muy fuertes (Celemin, 1984; Martos, 1998; Fernández *et al.*, 1995; García; 2004; García y Piccolo, 2006). Tal como se cita en la literatura, la efectividad de una tormenta en áreas costeras está determinada por su tamaño e intensidad (velocidad y alcance del viento), su duración, la altura de marea al momento de la tormenta, el lapso entre 2 tormentas sucesivas y la orientación de la costa según la dirección de la tormenta (Burton, Kates y White; 1979; Bértola, 2006).

El análisis de las tormentas y otros eventos severos en los dos principales centros turísticos bonaerenses, se efectuó bajo los umbrales prefijados y permitió reconocer un total de 333 episodios ocurridos en ambas ciudades entre los años 1971 y 2007. De ellos, el 60,4% tuvo lugar en la ciudad de Mar del Plata. La mayor frecuencia de tormentas se extendió de diciembre a marzo, con concentración de episodios en abril-mayo y en setiembre-octubre. Las tormentas y temporales de lluvias y vientos en Necochea-Quequén sólo fueron superiores o iguales en promedio a los ocurridos en Mar del Plata en los meses de mayo, julio, agosto y noviembre. En el resto de los meses del año, los valores medios fueron netamente favorables a ésta última. El promedio anual mostró 3,6 tormentas al año en Necochea –Quequén y 5,4 eventos anuales en Mar del Plata, es decir, un 35% superior en esta ciudad.

Desagregados por década y centro urbano, los resultados destacaron algunas diferencias entre ambas ciudades. Además del mayor número de eventos totales (201) y por década en Mar del Plata, también se observó un marcado dominio de tormentas estivales, especialmente en enero y febrero, con una concentración secundaria al inicio de la primavera y del otoño. Lo antedicho es coincidente con lo expresado por Manolidis y Álvarez (1994), quienes realizaron un análisis de las grandes tormentas en la zona costera marplatense entre los años 1980-1992, evaluando ráfagas máximas mensuales, a partir de datos del Servicio Meteorológico Nacional. Los autores diferenciaron dos épocas: una de octubre a marzo, con eventos tormentosos de escaso efecto sobre los fenómenos costeros locales y otra de abril a setiembre con eventos más notables, asociados al pasaje de tormentas (Martos, 1998).

La frecuencia de tormentas con lluvias superiores a 50 mm y vientos de más de 43 km/h se incrementaron en las dos últimas décadas, especialmente en los meses de enero, febrero y/o marzo, como también en setiembre y octubre, replicando la

² Información meteorológica de la Capitanía del Club Náutico Necochea.

estacionalidad señalada precedentemente. Disminuyeron en tanto, las registradas en junio y noviembre. Un 15 % de las tormentas precipitaron más de 100 mm. Dos de cada cinco de ellas llegó a 150 mm y una de cada seis eventos totalizó 200 mm o más.

La mayor magnitud diaria registrada alcanzó 152 mm el 19 de febrero de 1992, donde las lluvias totales alcanzaron 235 mm en dos días. Por su parte, el 30 % de las tormentas en Mar del Plata presentaron vientos constantes y/o ráfagas con características de temporal muy fuerte (75 km/h y más). En una de cada tres de ellas, los vientos igualaron o superaron los 100 km/h. En el 1% de los eventos totales, las ráfagas superaron los 150 km/h. La mayor parte de las tormentas provinieron del S-SW, del W y del N-NW, asociadas a procesos convectivos y pasajes frontales o de líneas de inestabilidad, especialmente en el verano y en otras estaciones del año, como la primavera y el otoño. Un 35% de ellas duró menos de 2 horas.

En Necochea-Quequén, los eventos de tormentas que superaron los umbrales establecidos, sumaron 132 casos. También predominaron en verano, especialmente en el trimestre diciembre - enero - febrero, con un máximo en el primer mes del año y un incremento secundario en el mes de mayo. Un 34% de ellas ocurrieron en la década 1981-1990, especialmente en el mes de mayo (10 eventos en el lapso citado). En el mismo período, se registraron en 8 episodios en enero y 7 tormentas en agosto. Por su parte, se incrementó la frecuencia de estos eventos en enero y diciembre en los últimos dos últimos decenios, como también en el mes de octubre. Junio fue el mes con menor frecuencia de tormentas totales.

El 20,4% de tormentas y temporales en el área necochense se presentaron con vientos de 75 km/h ó superiores, en tanto que un 8,2% superaron los 100 km/h. Un 12% de los eventos totalizaron 100 mm o más y uno de cada cinco de ellos superaron los 200 mm, predominando en los últimos meses de la primavera o en el verano. La mayor parte de ellas provino del SW, W y/o NNW o de direcciones intermedias, asociadas al pasaje de frentes fríos y líneas de inestabilidad o derivadas de procesos de ciclogénesis. Un 42% de ellas se extendió por menos de 2 horas (García, 2009).

Las imágenes de la figura 3, identifican la nubosidad típica de las tormentas convectivas, las nubes cumulonimbus, de gran desarrollo vertical y un frente de avance definido. Este sistema termodinámico puede provocar, simultáneamente, granizadas,

lluvias torrenciales, vientos fuertes y generalmente, una importante actividad eléctrica.



Figura 3. Nubes de tormentas sobre áreas costeras de Necochea y Mar del Platan (Fuente: www.geocities.com y www_guiafe_com.ar).

Aunque la mayoría de las tormentas evoluciona en menos de una hora, algunas de ellas continúan su desarrollo hasta adquirir estado de tormentas agrupadas o superceldas, que generan todo tipo de tiempo severo en superficie, durante varias horas. Se caracterizan por precipitación de granizo de gran tamaño, lluvia torrencial, ráfagas violentas asociadas a corrientes descendentes y/o tornados. Por ello, se

denominan *tormentas severas* (SMN, 1989a; Altinger de Schwarzkopf y Rosso, 1993).

En el área de estudio, al menos un 8% de las tormentas analizadas respondieron a las características de eventos severos, concentrándose generalmente en diciembre y enero, aunque también en abril y setiembre. Gran parte de estas tormentas comienzan a gestarse a media mañana en el área marina cercana a Mar del Plata y Necochea y debido al incremento térmico del área continental próxima y los aportes de humedad del viento del sector N y NW, se acentúan los procesos convectivos de inestabilidad y ascenso del aire. Este proceso se ve coadyuvado por un factor orográfico – las estribaciones serranas de Tandilia-, que favorecen el desarrollo de potentes cúmulos y cumulonimbus sobre el sudeste bonaerense (García, 2009).

Cabe aclarar que si bien este tipo de tormentas ocurren preferentemente en la estación templado-cálida, desde finales del mes de agosto se producen algunos cambios en la circulación atmosférica regional del Hemisferio Sur, que pueden contribuir a la manifestación de la primera tormenta al concluir la estación invernal, ya sea a fines de agosto o principios de setiembre, conocida como tormenta de Santa Rosa. Esta se produce por la presencia de aire cálido y húmedo llegado desde el N, el incremento progresivo de radiación solar sobre el suelo y el ingreso de perturbaciones sinópticas, desde el W de la provincia de Buenos Aires³ (SMN, 2008; García, 2009).

Por otra parte, los eventos de tormentas producidos desde mediados del verano a comienzos del otoño suelen ser generalmente muy intensos, como ocurrió con varias tormentas severas simultáneas, que produjeron F1⁴ durante la noche del 13 de abril de 1993, que se desplazaron desde el centro de la provincia de Buenos Aires, afectando la costa atlántica y las dos ciudades del área de estudio. En Mar del Plata, el viento superó los 130 km/h, alcanzando los 146 km/h en el vórtice. Las lluvias totalizaron 44 mm. Se registraron 6 muertos, 60 personas heridas, 800 evacuados, 8000 usuarios sin servicios urbanos y 15 establecimientos escolares seriamente dañados. Las pérdidas urbanas fueron estimadas en 150 millones de pesos/dólares, por su afectación a los elementos expuestos: actividades humanas, edificaciones, líneas vitales como redes de energía o transporte, infraestructura, centros de producción, utilidades, servicios, la gente que los utiliza y el ambiente (Cardona, 1996)

Las tareas de recuperación y/o reconstrucción de las áreas más afectadas demandaron varios meses de trabajo. Asimismo, se destinaron considerables recursos financieros para revertir el estado de desastre en la ciudad de Mar del Plata. Estas cuestiones remiten al concepto de la “ciudad como escenario de riesgo y de desastre”, según las amenazas actuantes y las vulnerabilidades expuestas, como también a las nociones de “territorios de causalidad” y “territorios de impacto” (Lavell, 1996; García Tornel, 1997), ya que varios sectores marplatenses se vieron afectados por desbordes de los arroyos cuyas nacientes y cauces están alejados de su área afectada impactada.

A partir del análisis y caracterización de las tormentas en Mar del Plata y Necochea-Quequén, se completó una tabla de efectos y daños producidos por ellas (tabla 3), similar a la presentada oportunamente para las sudestadas. La misma resume los perjuicios en el medio físico o socioeconómico más frecuentes en el área de estudio.

³ Aunque son las más identificadas en el imaginario popular, no son las más frecuentes ni intensas. En el área siempre se recuerda el impacto de la tormenta de Santa Rosa del 29 de agosto de 1946, sobre la colonia pesquera de Mar del Plata y Necochea, que motivó el naufragio de más de una decena de embarcaciones y la desaparición de unos 35 pescadores, enlutando a muchas familias.

⁴ F1 - Tornado débil (117 a 181 km/h). Los árboles en terrenos blandos son arrancados de raíz. Los automóviles en movimientos son desplazados de su ruta. Se desprenden las coberturas de los techos y se rompen los vidrios de las ventanas, según Escala Fujita para tornados(<http://www.fcen.uba.ar/publicac/revexact/exacta7/divulgac.htm>).

Se consideró que el 22,4% de las tormentas analizadas tuvo efectos conjuntos físico-naturales y socio-económicos muy graves (F-1/S-1) y un 37,2% se destacó por las secuelas socio-económicas de gravedad (S-1), en tanto que un 33,1 % derivó en perjuicios socio-económicos menos graves (S-2). La menor proporción, 4,2% presentó un predominio de consecuencias en el medio físico antes que en el socio-económico.

Los daños y perjuicios no se manifestaron homogéneamente en todos los eventos. Algunos fueron directos (como la existencia de víctimas o la alteración física del hábitat, en tanto que otras pérdidas indirectas involucraron efectos sociales y económicos, entre ellos, la interrupción de servicios públicos, la desfavorable imagen que puede tomar una región con respecto a otras, la alteración del comercio y la industria como consecuencia de la baja en la producción, la desmotivación de la inversión y la generación de gastos de rehabilitación y reconstrucción (Cardona, 1993).

Tabla 3. Clasificación de principales efectos de tormentas y otros eventos severos en Mar del Plata y Necochea-Quequén (adaptado de Ilarduya Fernández, 2005).

Daños físicos-naturales muy graves (F-1)	Daños físicos-naturales menos graves (F-2)	Daños socio-económicos muy graves (S-1)	Daños socio-económicos menos graves (S-2)
Deterioro en riberas de ríos, lagunas y arroyos, por crecidas y desbordes	Arrastre y acumulación de sedimentos sobre calles y avenidas	Víctimas fatales y heridos en áreas urbanas y en alta mar	Cierre temporarios de puertos y aeropuertos.
Formación de cárcavas en áreas interiores de fuerte escorrentía pluvial	Deterioro de la vegetación arbórea en zonas costeras y urbanas	Pérdida o fuerte deterioro de buques, puentes, redes ferroviarias y equipamiento urbano	Destrozos en balnearios por efectos del viento
Efectos de erosión pluvial en playas y acantilados	Degradación del suelo por anegamiento en áreas urbanas y productivas	Inundaciones en depresiones urbanas, con perjuicio a personas y elementos urbanos expuestos	Anegamiento de sótanos y estacionamientos subterráneos
Saturación y/u obstrucción de red de desagües pluviales	Procesos de remoción en masa de suelos, calles y/o acantilados con pendiente	Evacuaciones y asistencia de personas con viviendas afectadas por lluvias o vientos intensos	Deterioro de pavimentos y de otros servicios urbanos.
	Lento drenaje del agua en sectores periféricos	Caída de árboles, deterioro de plazas y paseos urbanos como consecuencia del viento	Cortes de suministro de energía y de agua potable
		Deterioro de vehículos, viviendas o cultivos por efectos de lluvias, granizo o viento. Incrementos en primas de seguros	Dificultades para transitar por calles y avenidas inundadas
		Suspensión de clases debido la necesidad de reparar escuelas afectadas	Interrupción de actividades programadas

Según lo expuesto en páginas precedentes, los sucesos extremos ligados a determinadas condiciones sinópticas tienen diversas repercusiones e impactos sobre las ciudades del área de estudio y merecen ser tenidas en cuenta a la hora de planificar las intervenciones sobre el espacio urbano. Coincidiendo con lo observado

en otras investigaciones similares, las pérdidas económicas globales pueden o no ser significativas, pero las individuales suelen tener una dimensión dramática. Los impactos y desastres de muchos episodios meteorológicos dependen de las inadecuadas acciones humanas sobre el espacio geográfico, tales como localizaciones de infraestructuras y equipamientos turísticos, en puntos vulnerables como frentes costeros, riberas fluviales, áreas urbanas de fuerte pendiente, sectores serranos, etc., sin los debidos recaudos.

Por otro lado, resulta conveniente tomar en cuenta que las situaciones climáticas adversas resultan generalmente incompatibles con las actividades turísticas, especialmente cuando no se toman las previsiones urbanas pertinentes. Los suelos mojados suelen ocasionar accidentes; las tormentas eléctricas hacen peligrosas y hasta fatales las actividades al aire libre, las lluvias torrenciales provocan inundaciones repentinas en depresiones y sitios de convergencia de escurrimientos superficiales, etc. El conocimiento de sucesos meteorológicos extremos contribuye de este modo a minimizar los riesgos, incrementando la seguridad de residentes y turistas.

6 Conclusiones

Las sudestadas y tormentas constituyen un fenómeno meteorológico recurrente en las ciudades costeras del sudeste bonaerense. En varias oportunidades al año y como derivación de situaciones de tiempo severo de distinto origen y naturaleza, se producen graves daños al sistema físico-natural o al socio-económico, por la intensidad de sus vientos o la magnitud de sus precipitaciones.

Para analizar el comportamiento y frecuencia de estos eventos, los umbrales mínimos fueron 43 km/h en el viento y 50 mm/día en las precipitaciones. Para las lluvias torrenciales, se consideró una intensidad de 1 mm por minuto. A partir de ellos, se reconocieron 84 sudestadas y 333 tormentas y otros eventos severos en el período 1971-2007, lo que determinó un valor medio de 2,2 sudestadas en el área de estudio y de 5,4 tormentas anuales en Mar del Plata y 3,6 en Necochea-Quequén.

El 38,5% de las *sudestadas* fueron consideradas muy fuertes (vientos de más de 75 km/h) y las más intensas en junio, con vientos superiores a 100 km/h. En una de cada cuatro sudestadas se superaron los 100 mm. La duración media fue de 2 días y el máximo observado, 5 jornadas consecutivas. El 61,5 % de las sudestadas analizadas combinaron daños físico -naturales y socioeconómicos muy graves. El 38,5 % restante presentaron tuvieron efectos socioeconómicos de gravedad. Para ejemplificar lo antedicho, se describió la sudestada intensa ocurrida entre el 7 y 9 de junio de 1993, resaltando sus diversos efectos sobre cada una de las ciudades, sus habitantes y sus actividades productivas.

El 60,4% de las *tormentas* analizadas tuvo lugar en la ciudad de Mar del Plata. Su frecuencia se incrementó en las dos últimas décadas. Un 15 % de las tormentas precipitaron más de 100 mm y uno de cada seis eventos totalizó 200 mm o más. El 30% de las tormentas presentaron características de temporal muy fuerte (75 km/h y más), aunque fueron frecuentes vientos superiores a 100-150 km/h. En Necochea-Quequén, un 20,4% de las tormentas presentaron vientos de 75 km/h o más, en tanto que un 8,2% superaron los 100 km/h. Un 12% totalizaron 100 mm de precipitaciones o más y una de cada cinco de ellas superaron los 200 mm.

En el área de estudio, al menos un 8% de las tormentas fueron severas, concentrándose generalmente en diciembre y enero, como típicas tormentas convectivas de verano, aunque fueron frecuentes también en abril y setiembre, en éste caso como tormentas de masa de aire o frontales. Una quinta parte de las tormentas analizadas tuvo efectos conjuntos físico-naturales y socio-económicos muy graves y más de un tercio tuvo más graves repercusiones socioeconómicas que naturales.

A fin de ilustrar lo precedente, se explicitó una situación de tormenta intensa, ocurrida en abril de 1993. Su magnitud y consecuencias locales y regionales, aleccionaron claramente acerca de sus efectos. Aunque no se realizó una cuantificación oficial de los daños, la recuperación urbana y productiva demandó varios meses y considerable inversión pública y privada.

El diagnóstico de las amenazas climáticas analizadas constituye un elemento a considerar por parte de las autoridades locales, que deben agotar las estrategias para disminuir la exposición y vulnerabilidad de las personas y los elementos expuestos, incluyendo las líneas vitales. Para ello, resulta imprescindible trabajar en la educación ambiental y en particular, en la gestión del riesgo, a fin de que la información adecuada llegue a todos los integrantes de la comunidad, ampliando las oportunidades de que los habitantes urbanos puedan decidir y actuar ante situaciones riesgosas.

Generalmente no hay una relación directa entre el incremento del riesgo y las respuestas y ajustes humanos para atenuar sus efectos. Hasta que la vulnerabilidad ante determinadas amenazas no se vuelve regular y recurrente, apenas se realiza algún tipo de modificación de la exposición al peligro de la población, sus actividades o sus bienes. Prevalece la idea que toda prevención o protección individual o pública al respecto es un gasto actual y no una inversión para el futuro.

La consideración de este escenario de riesgo climático y la gestión urbana en consecuencia, puede contribuir a minimizar los riesgos de la población y sus recursos. Es importante insistir en una visión integral de las dificultades generados por situaciones meteorológicas intensas, ya que gran parte de los problemas de origen físico que padecen las ciudades, se ven agravados por actitudes desaprensivas o poco solidarias de algunos residentes, que no tienen reparos a la hora de alterar o modificar la dinámica natural sin pensar o evaluar las consecuencias para ellos y/o la comunidad. El trabajo presentado constituye un primer aporte hacia la gestión de riesgos urbanos, a fin de decidir las estrategias a implementar para corregir las disfuncionalidades.

Agradecimiento

A los evaluadores de este artículo, por la exhaustiva lectura crítica y oportunas sugerencias realizadas a este manuscrito.

Referencias

- Altinger de Schwarzkopf, M. L. y L. C. Rosso. 1993. Riesgo de tornados y corrientes descendentes en la Argentina. Universidad de Buenos Aires. <http://www.construir.com/CIRSOC/DOCUMENT/riesgo1.html>
- Barreto, C. V. 2002. Gestión de riesgo. Una visión actualizada, una propuesta imprescindible. Cátedra Catástrofes ambientales. Derrames tóxicos. Inundaciones. Prevención y gestión. Posgrado en Derecho Ambiental. Fundación Ecos. <http://www.fundacion-ecos.org/posgrado.htm>
- Barros, V. 2004. Vulnerabilidad a Cambios Climáticos e Hidrológicos Número de casos con precipitaciones mayores a 100 mm en 48 hs. en el centro-este de Argentina. Proy. Agenda Ambiental Regional- Mejora de Gobernabilidad para el Desarrollo Sustentable ARG/O3/001. Buenos Aires.
- Blakie P., Canon, T., David, I. y Wisner, B, 1996. Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres". Revista La Red Estudios Sociales Prevención Desastres Am. Latina. Panamá. 1ª ed.
- Bértola, G.R. 2006. Morfodinámica de playas del sudeste de la provincia de Buenos Aires (1983 a 2004). Latin American Journal Sedimentology and Basin Analysis, vol.13, no.1, 31-57.
- Bértola, G.R. y J. L.Cortizo. 2005. Transporte de arena en médanos litorales activos y colgados del sudeste de BuenosAires. Revista Asociación Geológica Argentina, vol. 60, no.1, p.174-184.
- Bertoni, J.C. y Masa, J. A. 2004. Aspectos asociados a las inundaciones urbanas en Argentina. Inundaciones Urbanas en Argentina, Bertoni, J.C. (org.)

- Burton, I; R. Kates y G. White. 1978. *The Environment as Hazard*. Oxford University Press, New York.
- Calvo García Tornel, F. 1997. Algunas cuestiones sobre geografía de los riesgos. *Scripta Nova* Vol. 1. <http://www.raco.cat/index.php/scriptanova/article/view/55276>
- Camilloni, I. 2005. El ojo del huracán. *Noticias breves de la FCE y N. Universidad de Buenos Aires*.
- Canziani, O. 2005. La Argentina no está preparada para lo que está por venir. Conicet en los medios. 28-02-05 | Página/12 | Sociedad. <http://www.conicet.gov.ar/diarios/2005/febrero/nota53.php>
- Canziani, O. 2008. América Latina y el cambio climático. Trombas en el río de la Plata. Fuente: http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/science/newsid_7283000/7283525.stm
- Cárdenas, R. 2007. Ciudades bajo tormentas. <http://www.cienciorama.unam.mx/index.jsp>
- Cardona, O.D., 2001. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: una crítica y una revisión necesaria para la gestión. *International work-conference of vulnerability in disaster theory and practice*. Wageningen, Holanda.
- Cardona, O. D. 1996. Manejo ambiental y prevención de desastres: dos temas asociados. En Fernández, M. A. (compiladora). 1996. *Ciudades en Riesgo. Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. 192 p
- Cardona, O. D., 1993. Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo. En Maskrey, A. (Ed). *Los desastres no son naturales*. 51-73. LA RED de estudios sociales. Primera Edición. Colombia.
- Celemín, A. 1984. *Meteorología práctica*. Edición del autor. Mar del Plata. 314 ps.
- Changnon, S. 2001. Assessment of historical thunderstorm data for urban effects: the Chicago case. *Climatic Change*, 49, 161-169, 2001.
- Changnon, S. 1978. Urban Effects on severe local storms at St. Louis. *Journal Appl. Climat.* 17, 578-587
- Del Río, J. y E. Schnack, 1985. Efectos de tormenta en la depositación selectiva de minerales pesados en playas. *Revista de Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología* 16(1-4): 27-3
- Diario La Capital de Mar del Plata, 1992. Graves daños y unos 2000 evacuados por el vendaval. Barrios aislados ante el desborde de las lagunas. 21-22 de febrero de 1992. Mar del Plata.
- Diario La Capital de Mar del Plata, 1993. A un mes del Tornado. Mar del Plata por la reconstrucción. 13 de mayo de 1993. Mar del Plata.
- Ecos Diarios (periódico de Necochea). 2001. El tornado que sembró muerte y destrucción. En *Diario de los 120 años de Necochea*, Necochea. 12 de octubre de 2001 Tomo 1. p. 55
- Fernández, R. (director); R. Fernández Wagner; L. Navarro; A. Nuñez; J. Abbate; T. Barry; A. Mazza; L. Nasi y H. Santella. 1995. *Habitar Mar del Plata. Problemática de Vivienda, Tierra y Desarrollo Urbano de Mar del Plata. Diagnóstico y propuestas*. Edición Programa Arraigo- FAUD, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata.
- García, M. C., 1999. El régimen de vientos en la ciudad de Mar del Plata y sus implicancias turístico - ambientales. En *Revista Nexos*, Univ. Nacional de Mar del Plata, n° 10, Año 6, 16- 21, Mar del Plata
- García, M. C., 2001. *Percepción de Vulnerabilidad Ambiental en Poblaciones Urbanas*. Tesis Maestría en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano, Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata
- García, M. C., 2004. Algunas problemáticas ambientales en municipios costeros del sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Tiempo y Espacio*, Univ. Bio-Bío, Chile, 151-161
- García, M. C., 2009. El clima urbano costero de la zona atlántica comprendida entre 37°40' y 38°50' S y 57°00' y 59°00' W. Tesis de Doctorado en Geografía. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.
- García, M.C. y Piccolo, M.C. 2006. Precipitaciones máximas en el sudeste bonaerense. *Revista Geoacta*, vol. 31-2006. Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas. 165-174.

- Goswami, B. N. V. Venugopal, D. Sengupta, M. S. Madhusoodanan, P.K. X.. 2006. Increasing trend of extreme rain events over India in a warming environment. *Science* Vol. 314, nº 5804, p. 1442 – 1445
- Heneka, P y B. Ruck. 2004. Development of a storm damage risk map of Germany. A review of storm damage functions. http://129.13.145.4/heneka/das2004_heneka.pdf
- Huang, Z., D. V. Rozowsky y P. R. Sparks. 2001. Hurricane simulation techniques for the evaluation of wind-speeds and expected insurance losses. *Journal Winds Eng. Industrial Aerodyn.* 89: 605-617
- Ilarduya Fernández, M. T. 2005. Temporales marítimos y ordenación del territorio en la provincia de Alicante. *Boletín de la A.G.E.* nº 40. pags. 329-350
- INDEC- Instituto Nacional de Estadística y Censos, Ministerio de Economía. 2001. Censos Nacionales de Población y Vivienda, Buenos Aires
- Isla, I. F., 1994. Evaluación del deterioro de playas causado por el temporal del 24 de junio de 1994. Honorable Concejo Deliberante, Municipalidad de Pinamar, Mar del Plata, 18 p (inédito).
- Isla, I. F., 1995. Efectos de tormentas sudestadas en el litoral bonaerense durante 1993, Argentina. IV COLACMAR: 111, Mar del Plata.
- Karl, T.R., Knight, R.W y Plummer, N. 1995. Trends in high-frequency climate variability in the twentieth century. *Nature*, 377, p. 217-220.
- Lavell, A. 1996. Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación. Red Estudios Sociales Prevención Desastres América Latina. <http://www.desenredando.org> 12
- Lavell, A. 2003. Sobre la Gestión del Riesgo: Apuntes hacia una Definición. <http://desastres.unanleon.edu.ni/pdf/2004/mayo/PDF/SPA/DOC15036/doc15036-contenido.pdf>
- Llasat, C. 1998. Una clasificación de los episodios pluviométricos para su utilización en Hidrología. Aplicación a la serie de intensidad de lluvia en Barcelona. *Ingeniería Civil*, 112. Madrid, 35-46.
- Manolidis, N. y Alvarez, J., 1994. Grandes tormentas en la zona costera marplatense entre 1980 y 1992. Informe COBA, Serie Ciencia y Técnica núm. 5. Mar del Plata.
- Manolidis, N. D y Viera, L. O. 2003. Análisis del comportamiento de las ráfagas de viento en Mar del Plata; prov. Buenos Aires, Argentina. Res. Vº Jornadas Nacionales Ciencias del Mar, Mar del Plata
- Martos, P. 1998. Características climáticas, en del Río, L. (dir.) 1999. Evaluación de Impacto Ambiental. 2ª etapa. Estación Depuradora de Efluentes Cloacales de Mar del Plata, UNMDP, Mar del Plata.
- Matthew E., A.Hirsch, T. Degaetano y S. J. Colucci, 2001. An East Coast Winter Storm Climatology. *Journal of Climate*. Volume 14. American Meteorological Society. P 882-899
- Monti, A. J. A. 2007. Análisis integral de riesgos costeros. Módulo Curso de Posgrado. Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata, octubre de 2007.
- Monti, A. J. A. 2009. Geografía de riesgos aplicada a espacios litorales. Módulo Curso de Posgrado. Universidad Nacional de Patagonia San Juan Bosco-Igeopat. Puerto Madryn, febrero de 2009
- Mugetti, A. 2002. Capítulo 2. Componente 3a: Visión para el Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Plata y su relación con los Recursos Hídricos. Informe Nacional de Argentina. Buenos Aires. 1-28
- Natenson, C. 2003. Una inundación tiene causas más políticas que naturales. Diario Clarín, 11-5-2003. Buenos Aires.**
- Ntekos, A. A., J. A. Smith and W. F. Krajewski. 2007. Thunderstorms and Flash Floods in the Baltimore Metropolitan Region, *Journal of Hydrometeor. Climatological Analysis* , vol 8 (1), 88-101
- Olcina Cantos, J. 2004. Riesgos de inundaciones y ordenación del territorio en la escala local. *Boletín A.G.E.* nº 37, 49-84

OMM. Organiz. Meteorológica Mundial. 1992. **Vocabulario Internacional Meteorológico**, 182. Ginebra.

Rimondi, M. M., 1999. Mar del Plata, una aproximación a la caracterización de las precipitaciones. Inédito, Mar del Plata.

Romero, G. y Maskrey, A. 1993. Cómo entender los desastres naturales. En Maskrey, A. (compilador). *Los Desastres No Son Naturales*. La Red. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Bogotá. 6-10.

SMN-Servicio Meteorológico Nacional-SMN-1989a. Inundaciones, sudestadas y crecientes repentinas. Boletín Informativo n° 2. 3ª edición. Buenos Aires.

SMN-Servicio Meteorológico Nacional-SMN-1989b. Tormentas. Boletín Informativo 42. Buenos Aires.

SMN- Servicio Meteorológico Nacional-SMN-2009. Informe sobre precipitaciones deficitarias en Zona húmeda y semi húmeda durante el 2008. Informe especial, enero 2009. Buenos Aires.

Smith, J. A. 2007. Extreme Floods in Urban Watersheds. Joint Session 3, Forecasting Water Cycle Components at Different Spatial and Temporal Scales (Joint with Climate Change Manifested by Changes in Weather and Climate Aspects of Hydrometeorology)

Velásquez, A; Meyer, H. 1993. Ofertas y amenazas ambientales en Cali. OSSO, Universidad del Valle, Cali. <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc5391/doc5391-a.pdf>

Wilches Chaux, G., 1993. La Vulnerabilidad Global. En: Maskrey, A. (Comp.) *Los desastres no son naturales*. La Red de Estudios Sociales. Bogotá, Colombia.

Yu, B. y Neil, D.T. 1993. Long-term variations in regional rainfall in the south-west of western Australia and the difference between average and high intensity rainfalls. *Internat. Journal of Climatology*, 13.

Zúñiga S. y Díaz, M. 2003. Escenarios de riesgo y recursos locales. Una herramienta útil para la Planificación Municipal. Sistema Nacional para Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED). Nicaragua.