

LAS CIUDADES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO - EVITAR LO EVITABLE Y ADAPTARSE A LO INEVITABLE

WILFRIED ENDLICHER - wilfried.endlicher@geo.hu-berlin.de
Instituto de Geografía-Humboldt-Universität zu Berlin-Alemania

CLAUDIA HERNÁNDEZ - clahernandez23@gmail.com
Instituto de Estudios Geográficos-Facultad de Filosofía y Letras UNT

Recibido 20/08/2016, Aceptado 15/09/2016

Resumen

El Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) explica que con un aumento de la temperatura de la tropósfera también crece el contenido potencial del vapor del agua. Por lo tanto, teóricamente las precipitaciones podrían incrementar según la dinámica de la circulación atmosférica y los climas regionales del mundo. Estos cambios climáticos se traducen en cambios de los tipos de tiempo y situaciones extremas por ejemplo, las olas de calor excepcionales y precipitaciones intensas (diluvios). Por lo tanto, tenemos que limitar los efectos; es decir implementar estrategias y medidas para evitar las emisiones (**mitigación**).

Por otro lado, ya sufrimos desde varias décadas las primeras consecuencias del cambio climático, es decir los efectos de las emisiones de los gases invernaderos de las décadas pasadas, especialmente a partir de la mitad del siglo pasado. Esto ya es inevitable, entonces debemos adaptarnos a las inevitables consecuencias del cambio climático (**adaptación**).

Los eventos extremos son de alto impacto para las ciudades, donde la combinación de la isla de calor, los niveles de contaminación y las situaciones extremas aumenta los riesgos de mortalidad en los grupos de población más vulnerable.

Abstract	<p>The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) explains that with an increase in the temperature of the troposphere, the potential content of water vapor also increases. Therefore, theoretically the rainfall could increase according to the dynamics of the atmospheric circulation and the regional climates of the world. These climatic changes translate into changes in weather types and extreme situations, for example, exceptional heat waves and intense rainfall (floods). Therefore, we have to limit the effects; that is, implement strategies and measures to avoid emissions (mitigation).</p> <p>On the other hand, we have already suffered for several decades the first consequences of climate change, that is, the effects of the greenhouse gas emissions of the past decades, especially since the middle of the last century. This is already inevitable and, then we must adapt to the inevitable consequences of climate change (adaptation)</p> <p>Extreme events are of high impact for cities, where the combination of heat island, pollution levels and extreme situations increases mortality risks in the most vulnerable population groups.</p>
-----------------	---



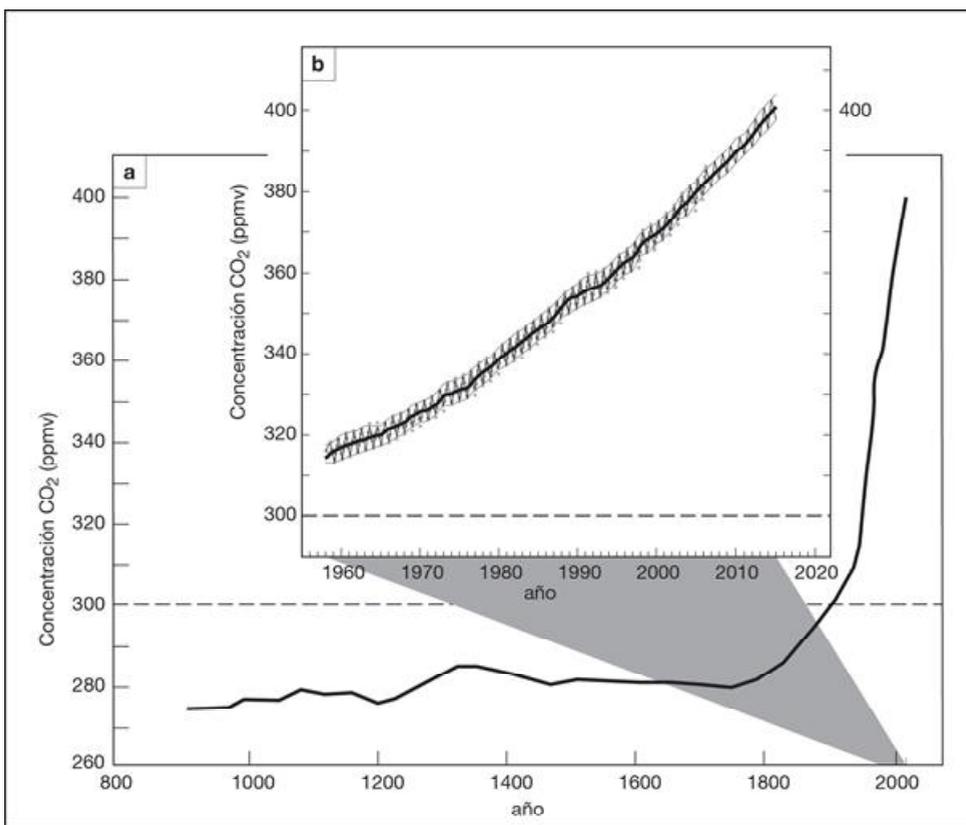
Cambio climático - estado de la cuestión

En respuesta a los primeros signos de un cambio climático global, la segunda conferencia mundial del clima creó el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Un grupo de expertos analizó el estado de la ciencia con respecto al tema y presentó en 1991 el primer informe. En estos tiempos se ponía en dudas sobre los peligros de un cambio climático, iniciado ya en el siglo XIX durante la revolución industrial en Europa y luego en los EEUU, debido principalmente a las emisiones de gases de invernadero (dióxido de carbono). Sin embargo, las bases teóricas de los efectos de estos gases ya datan desde fines del siglo XIX por el científico sueco Arrhenius.

Las primeras mediciones de los gases invernadero se iniciaron en 1957, en la estación del volcán Mauna Loa en Hawaii. Pocos años después, los registros de-

mostraron su incremento y la concentración de estos gases fue un hecho indiscutible (Fig. 1).

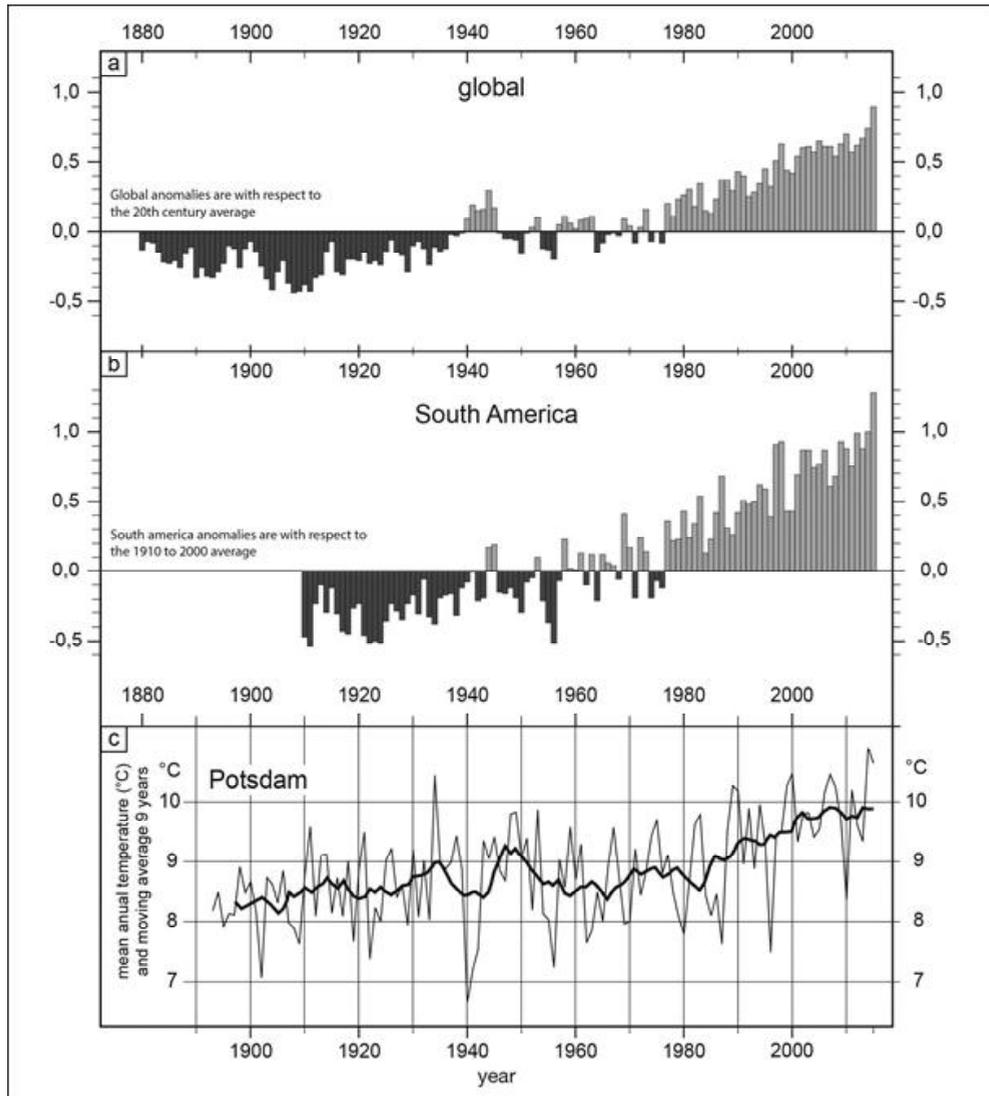
Fig. 1. Concentración del CO₂ entre 1957 y 2015



Sin embargo, solamente un cuarto de siglo después, en la conferencia de las Naciones Unidas de Río de Janeiro en 1992 y sobre la base del primer informe del IPCC, la convención sobre la protección del clima fue votada por las naciones miembros de la ONU. Mientras tanto, los peligros del cambio climático son, cada vez, más conocidos. Se trata de un aumento de la temperatura con una rapidez sin precedente y con consecuencias gravísimas: deshielo de los casquetes de Groenlandia y de

la Antártida del Oeste con la consecuencia inevitable del aumento del nivel del mar en los próximos decenios, siglos y, tal vez, milenios (Fig. 2).

Fig. 2 Aumento de la temperatura del aire en Potsdam (1890-2015)



Si el casquete de Groenlandia se descongelará totalmente eso implicaría un aumento del nivel del mar de 7 metros, un incremento, no solamente de la temperatura de la tropósfera sino también en la hidrósfera, es decir que se pondría en peligro la biodiversidad marina. Los océanos son los receptores más importantes del CO₂ por lo tanto, la acidez aumenta también creando importantes problemas para todos los animales calcáreos como los corales y mejillones.

En 2013 el IPCC publicó ya su quinto informe (IPCC 2013); en base a éste la vigésima primera conferencia de los países miembros de la Naciones Unidas para la protección del clima (Conference of Parties; COP 21) han votado en París, en noviembre 2015, un contrato para limitar el aumento de la temperatura global a 1.5 - 2.0 °C.

El IPCC explica que con un aumento de la temperatura de la tropósfera también crece el contenido potencial del vapor del agua. Por lo tanto, teóricamente las precipitaciones podrían incrementar según la dinámica de la circulación atmosférica y los climas regionales del mundo. Estos cambios climáticos se traducen en cambios de los tipos de tiempo y situaciones extremas por ejemplo, las olas de calor excepcionales y precipitaciones intensas (diluvios). En efecto, es necesario diferenciar entre la variabilidad natural del clima –por ejemplo, la existencia de fenómenos naturales como El Niño– y las consecuencias del cambio climático debido a las actividades humanas. Pero, ¿qué pasaría si se superponen estas variaciones naturales con los efectos del cambio climático? Estos efectos pueden observarse en el Niño de 2016 que mostró una intensidad significativa en comparación con los eventos Niños del siglo pasado.

En los últimos años los Estados europeos, han medido regularmente nuevos récords de temperatura que no habían sido registradas en mediciones climáticas en la mitad del siglo XIX (Coumou et Rahmstorf 2013, Robine *et al.* 2008). Todo eso significa que es absolutamente necesario reducir drásticamente y rápidamente las emisiones de gases de invernadero para proteger el clima previsto en el contrato de la COP21 de París. De lo contrario la atmósfera y el mar se calentará llegando a niveles insoportables para muchas especies y, tal vez, transformar este planeta en

un “infierno ambiental”. Por lo tanto, tenemos que limitar los efectos; es decir implementar estrategias y medidas para evitar las emisiones (**mitigación**). Estamos a tiempo para evitar lo peor y aún queda tiempo de acción, pero la posibilidad de “actuar” se limita más rápidamente de lo que nosotros podemos imaginar.

Por otro lado, ya sufrimos desde varias décadas las primeras consecuencias del cambio climático, es decir los efectos de las emisiones de los gases invernaderos de las décadas pasadas, especialmente a partir de la mitad del siglo pasado. Esto ya es inevitable y debemos adaptarnos a las inevitables consecuencias del cambio climático (**adaptación**).

Mitigación: Disminuir la emisión de gases de invernadero para evitar lo todavía evitable

Actualmente más de la mitad de la humanidad vive en las ciudades, en Europa y en América Latina cerca de 80 % de su población es urbana. Es decir, que la batalla contra el cambio climático se va ganar o se perder en las ciudades, dependiendo del modo de vida de sus habitantes.

Una de las estrategias necesarias en primer lugar, es disminuir el consumo de la energía eléctrica en los hogares, que se utiliza para la calefacción en el invierno y para la refrigeración en el verano. Hay que buscar soluciones más inteligentes como la «sombra» en el verano y una mejor insolación de las viviendas durante el invierno, atendiendo al clima específico de cada lugar, dado que variará la importancia de uno u otro (sombra o insolación). La reducción del consumo energético en las viviendas se puede lograr a través de regulaciones estatales; una tarea importante es mejorar la eficiencia energética a través del saneamiento de las casas.

En segundo lugar, es necesario aumentar la producción de energía renovable. En los últimos años Argentina creció en el uso de la tecnología fotovoltaica (energía solar) experimental. Este tipo de energía es mucho más rentable en un país subtropical que en uno de las latitudes medias. En estas latitudes, por el contrario, el desarrollo de la energía eólica es una mejor opción como se observa en el crecimiento de los campos de energía eólica «off-shore» en países como Dinamarca, Reino Unido o

Alemania. La utilización de esta energía limpia en las ciudades de la Patagonia argentina sería un importante cambio. Lógicamente el agua también es una fuente importante de energía renovable; sin embargo, el agua de los ríos se utiliza desde hace muchos años en Europa como en América Latina pero el aumento de su producción es una de las alternativas más difíciles, principalmente por los problemas ambientales que genera la construcción de grandes diques.

Otro aspecto importante vinculado a la mitigación es el tráfico urbano. El uso privado del automóvil se ha generalizado en la última mitad del siglo XX; éste utiliza la energía fósil y depone su «desecho» (el dióxido de carbono) en la atmósfera. Por ello, la contaminación con partículas finas constituye otro problema (Kress 2007, D'Amato et al. 2010) que afecta el costo de la calidad de vida que recae en las generaciones futuras y en todo el planeta. Si bien se ve el uso del automóvil eléctrico, –electricidad que no es producida con energía limpia- como una solución milagrosa para todos los problemas de contaminación del tránsito, se conoce que ésta es una solución a largo plazo. Una solución es un aumento y un mejoramiento importante del transporte público, éste debe ser rápido, cómodo, barato y permitir el acceso a toda la población, lo cual implica inversiones importantes en redes de transportes. Una ciudad como Curitiba en el sur de Brasil es un ejemplo que esto es posible ahora y no en un futuro lejano. El tranvía, que desapareció de las ciudades europeas en la mitad del siglo XIX volvió a utilizarse en París y podría servir de ejemplo a otras grandes ciudades de Europa. En Alemania se construyeron en los años 1950 y 1960 nuevas ciudades adaptadas al automóvil como el caso de Hannover; actualmente estas ciudades ya han reconocido sus errores y han cambiado totalmente la política del transporte con acceso al transporte público mediante ómnibus, tranvías y bicicletas. El incremento en el uso de la bicicleta en ciudades alemanas generó la construcción de mayor cantidad de bicisendas que se usan también en invierno.

Se necesita un cambio integral con respecto a la concepción del urbanismo: la ciudad del futuro se empieza a planificar hoy y no mañana, porque el cambio climático avanza rápidamente y no se puede perder más tiempo.

3. Adaptación a las consecuencias ya inevitables del cambio climático

A pesar del esfuerzo para reducir las emisiones de gases de invernadero, necesitamos adaptarnos a las consecuencias ya existentes del cambio climático. La modificación en la composición de los gases de la atmósfera se inició con la industrialización hace 200 años atrás y sus efectos se sienten en la actualidad. Una consecuencia inevitable de este cambio es el aumento de eventos climáticos extremos como lluvias torrenciales y olas de calor extremas; diversos estudios demuestran el aumento de eventos climáticos extremos en las últimas décadas (Coumou et Rahmstorf 2013, Coumou et Robinson 2013). Los eventos extremos son de alto impacto para las ciudades. Se trata especialmente de precipitaciones fuertes -cuyos volúmenes nunca fueron medidos- con riesgo de inundaciones en nuevas áreas o barrios que no habían sido afectados por este tipo de eventos. En la década del '90 en Alemania se sucedieron dos inundaciones en el área central de las ciudades de Colonia y Düsseldorf, ambas sobre la ribera del río Rhin y, pocos años después, los ríos Danubio, Oder y Elba desbordaron causando graves daños en la estación central de trenes de la ciudad de Dresden. En Europa, en las últimas décadas se registraron varias inundaciones llamadas «del siglo». Durante estas lluvias torrenciales se midió, en una estación meteorológica, el nuevo récord de lluvia diaria de toda Alemania que hacia mediados del siglo XIX fue de 312 mm. El IPCC (2013) explica, que este tipo eventos extremos climáticos aumentará en todos los continentes como consecuencia del cambio climático.

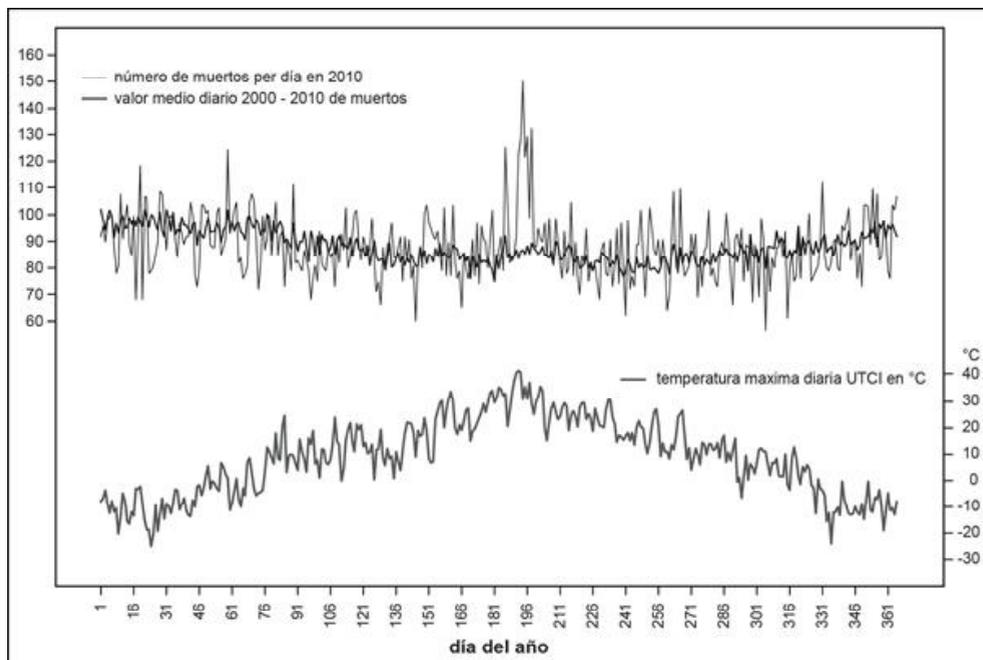
Entonces, adaptarse al cambio climático implica adaptarse a las precipitaciones torrenciales, cada vez más fuertes. Físicamente, con el aumento de la temperatura de la tropósfera el contenido máximo de vapor de agua aumenta también en forma exponencial. Ante esta situación, se debe fortalecer la infraestructura de nuestras ciudades en función del riesgo creciente de inundaciones: hay que disminuir la vulnerabilidad de los barrios que se encuentran en peligro, naturalmente sin cambio climático, y en la actualidad se debe tener en cuenta este peligro adicional.

Aquellos lugares como los alrededores de las ciudades ubicadas sobre el pedemonte de sistemas montañosos como por ejemplo Mendoza, San Juan,

Tucumán, Salta, etc. donde se han construido en el pasado, diques de retención, es probable que estas construcciones queden saturadas hacia el futuro. Por lo tanto, dentro de las ciudades hay que fortalecer todas las estructuras que frenan el escurrimiento por ejemplo, las estructuras verdes como bosques y jardines públicos y privados donde la vegetación y el suelo pueden accionar como «esponjas» durante las lluvias torrenciales, frenando el escurrimiento y disminuyendo el riesgo de inundación; también los techos verdes pueden contribuir a este efecto. Asimismo, debemos tener en cuenta que efectos naturales de la variabilidad climática interna se pueden sumar a las consecuencias del cambio climático procedente de los seres humanos.

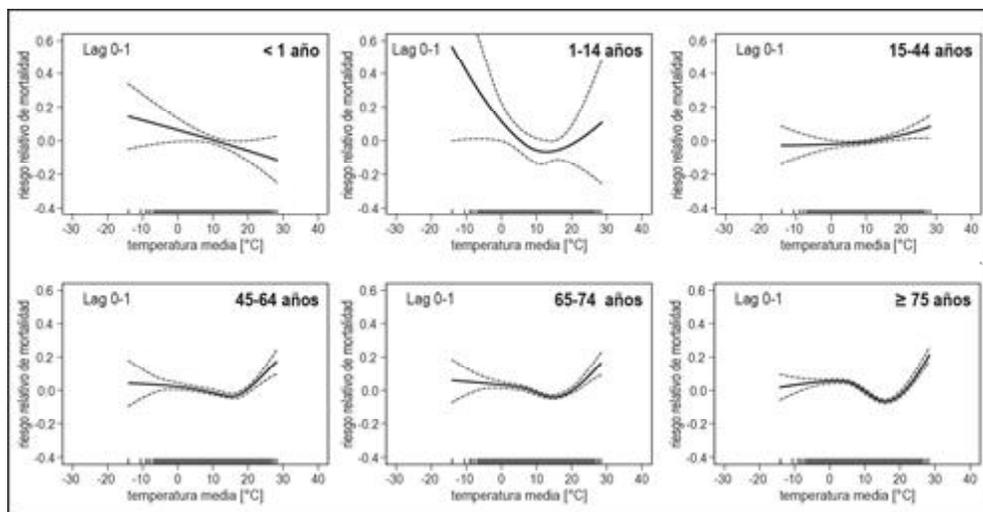
Las olas de calor son otro efecto climático extremo. Según la zona climática, estas olas de calor tienen un nivel y una duración diferente. Entonces, la población que vive en esta zona tiene cierto grado de adaptación a las mismas. Sin embargo, muchos estudios han mostrado que hay un aumento de la mortalidad durante estos eventos en todas las zonas climáticas (Koppe et al. 2004, Menne et Ebi 2006, Burkart et al. 2014). Durante las olas de calor del año 2003, en Europa murieron casi 70.000 personas (Robine et al. 2008), en estudios realizados para Berlín y Lisboa han demostrado los efectos de éstas y la mortalidad (Gabriel et Endlicher 2011; Fig. 3).

Fig. 3 Tasas diarias de mortalidad en Berlín en 2010 y temperatura máxima diaria percibida calculado con modelo UTCI (Endlicher et Scherber 2014)



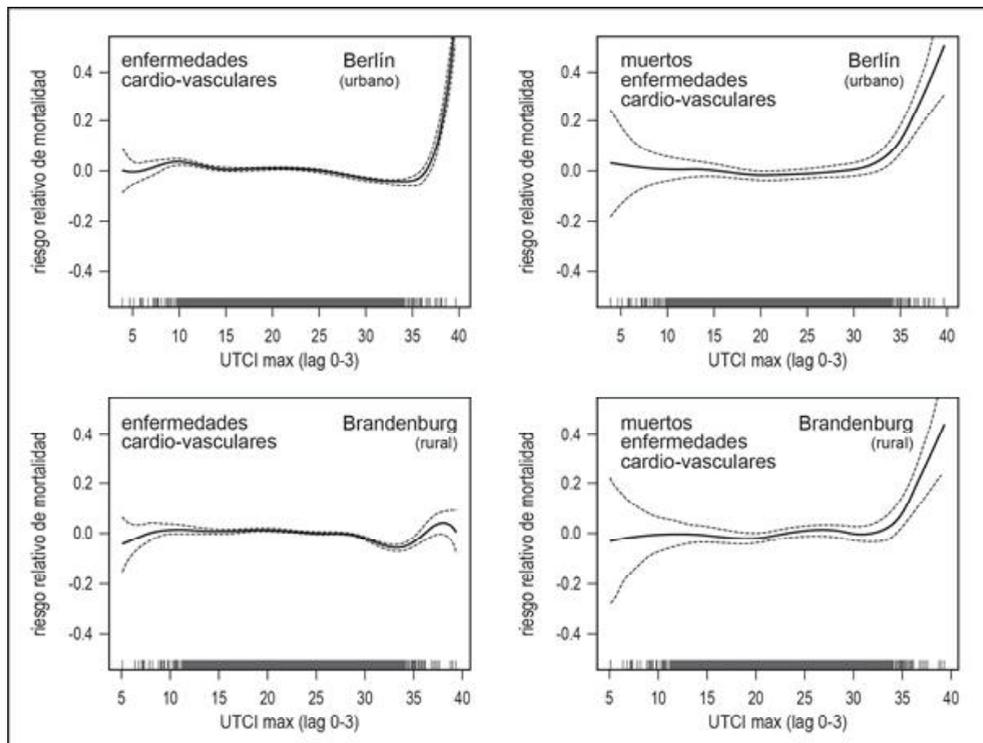
La mortalidad elevada no es debida a enfermedades directas como los sincopes de calor, pero se muestra en forma indirecta en grupos vulnerables como personas trabajando en pleno sol, personas de edad y niños pequeños. En los dos últimos grupos, sistemas termoreguladores no funcionan bien y sufren fuertes procesos de deshidratación; en el caso de trabajadores en pleno sol, la radiación directa al cuerpo humano unida a las altas temperaturas del aire produce un incremento de la temperatura corporal por encima de los 37°C y el cuerpo humano no puede soportar estas situaciones por mucho tiempo. En la fig. 4 se muestra en los ejemplos de Berlín (Alemania) el aumento del riesgo de la mortalidad en personas de diferentes edades.

Fig. 4 Riesgo de mortalidad durante olas de calor en Berlín según la edad (Burkart *et al.* 2013)



El aumento de la mortalidad durante olas de calor se refiere especialmente a enfermedades cardio-vasculares que afectan muy frecuentemente a edades avanzadas y la segunda causa de la mortalidad se refiere a enfermedades del sistema respiratorio. En Berlín hemos visto que durante olas de calor no solamente aumenta de forma notable la mortalidad, pero también el riesgo de morbilidad, es decir aumenta el número de personas que ingresan en las clínicas urbanas de Berlín (Scherber *et al.* 2013). Finalmente, se trata no solamente de efectos generales de las olas de calor, sino que se puede distinguir también el efecto urbano. Se conoce hace varias décadas que las ciudades forman islas de calor como en el caso de la ciudad de San Miguel de Tucumán que fue investigado con el proyecto PROCUT bajo la supervisión de Enrique Würschmidt y Wilfried Endlicher en la década de 1990 (Endlicher *et Würschmidt* 1995; Hernandez 2005). Otro caso es el análisis de los datos de la ciudad más grande de Alemania, Berlín, al comparar las zonas rurales en los alrededores de Berlín con la urbana, se observa que la mortalidad y la morbilidad son más elevadas en la ciudad que en el campo (Scherber *et al.* 2013, Fig. 5).

Fig. 5. Mortandad en Berlín durante olas de calor: Tasas diarias de ingreso a las clínicas urbanas con enfermedades respiratorias (2001-2010) (Scherber *et al.* 2013)



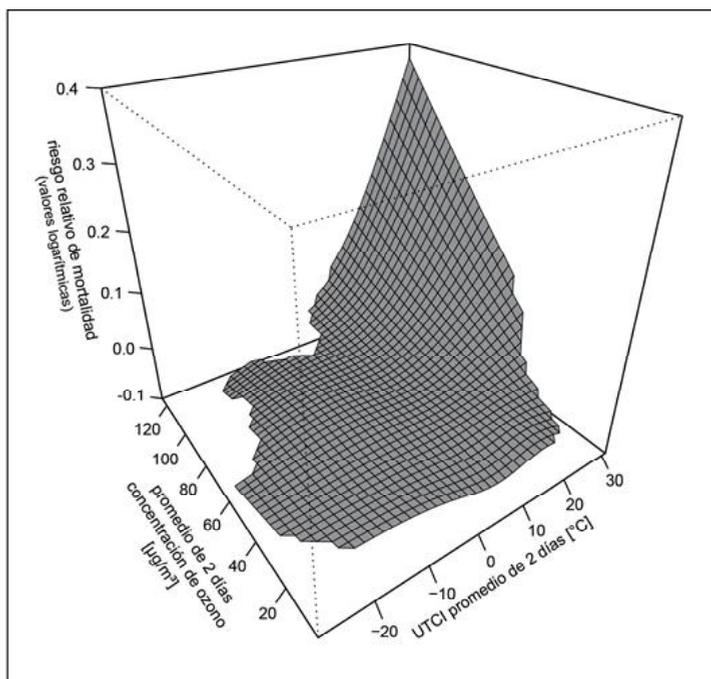
Diversos estudios de ciudades en otras zonas climáticas confirman estos resultados: la vulnerabilidad durante estos eventos es más grande en las áreas urbanas donde la ola de calor se intensifica con la isla de calor urbana (Li et Bou-Zeid 2013).

El último informe del IPCC cita varias investigaciones con modelos climáticos, quienes demuestran que la frecuencia e intensidad de olas de calor incrementarán en el futuro en todas zonas climáticas debido al cambio climático (IPCC 2013, Orłowsky et Seneviratne 2011). Estos avances nos demuestran que el cambio climático lamentablemente no significa solamente el ascenso lento de la temperatura media, sino que el aumento de la frecuencia y de la intensidad de eventos extre-

mos, especialmente las olas de calor con riesgos importantes por la salud humana; por ello las ciudades deben adaptarse también a estos eventos peligrosos buscando soluciones en la arquitectura y el diseño urbano. El manejo del arbolado de nuestras calles, parques, plazas y espacios abiertos puede ayudar a ofrecer sol y sombra según la estación del año.

La calidad del aire en las áreas urbanas intensifica estos problemas del cambio climático actual y futuro. Un estudio de Lisboa muestra que el riesgo de la mortalidad es más elevado cuando coinciden los valores máximos de la temperatura del aire y de la contaminación del aire con el ozono y el material particulado PM10 (Fig. 6).

Fig. 6: Riesgo de mortalidad en Lisboa poniendo en relación temperatura del aire, material particulado (PM10) y Ozono (Burkart *et al.* 2013).



Ante la problemática planteada, es necesario buscar soluciones de adaptación. El arbolado de calles, jardines y parques públicos ofrece una solución por lo

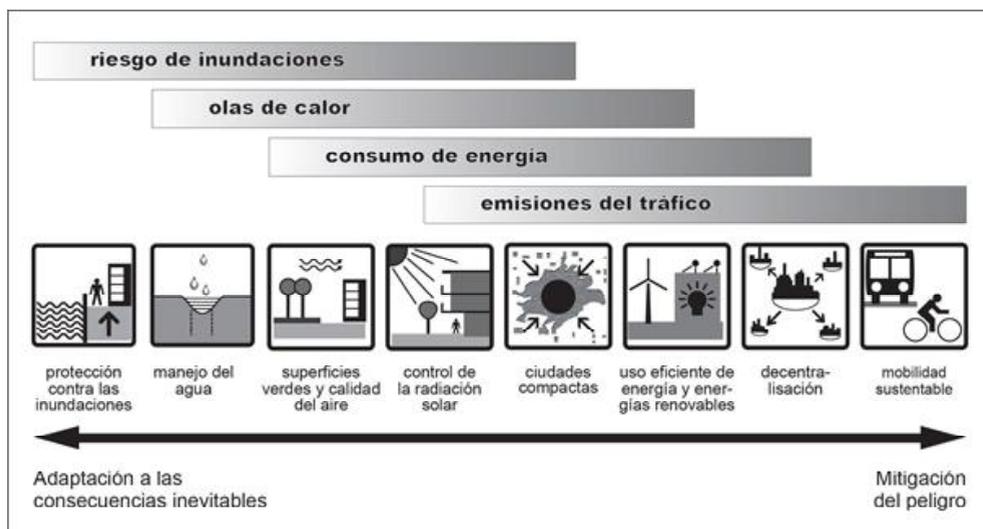
menos parcial (Shinoda 2003, Kress 2007, Endlicher et al. 2008). Por ello, la ecología urbana tiene un valor altísimo (Bolund et Hunhammar 1995, Bowler et al. 2010), se debe poner en valor la naturaleza en nuestras ciudades, especialmente estructuras verdes de todo tamaño.

4. Conclusión

Un cuarto de siglo después de realizar estudios del clima urbano y de la contaminación de la atmósfera urbana de Tucumán, llevado a cabo dentro del Proyecto de Clima Urbano de Tucumán (PROCURT), el mismo tema de la isla de calor y de la calidad del aire sigue siendo de alta importancia, cuyos riesgos se intensifican con el cambio climático.

La superposición de isla de calor urbano nocturno y olas de calor estivales ponen en peligro una gran parte de la población urbana, porque el tamaño, la intensidad y la frecuencia de la isla de calor están en aumento (Li et Bou-Zeid 2013). Por eso, se necesita un cambio importante en las decisiones políticas de las ciudades: adaptarlas al cambio climático con el doble desafío de mitigación y adaptación (Fig. 7).

Fig. 7. Aspectos de mitigación y adaptación en las ciudades



estudiadas por importantes académicos en el mundo, son publicadas en diversos medios de comunicación donde gran cantidad de población conoce los efectos del uso. Por ello, un paso importante es nuestra concientización y reacción porque el cambio climático es uno de los peligros y desafíos más grandes de nuestro planeta.

BIBLIOGRAFÍA

- Birkmann, J., Garschage, M., Kraas, F., Quang, N. (2010). "Adaptive urban governance: new challenges for the second generation of urban adaptation strategies to climate change". *Sustainability Science*, 185-206.
- Bolund, P., Hunhammar, S. (1999). "Ecosystem services in urban areas". *Ecological Economics* 29 (2), 293-301.
- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., Pullin, A. S. (2010). "Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence". *Landscape and Urban Planning* 97, 147-155.
- Burkart K., Canario, P., Breitner, S., Schneider, A., Scherber, K., Andrade, H., Alcoforado, M. J., Endlicher, W. (2013). "Interactive short-term effects of equivalent temperature and air pollution on human mortality in Berlin and Lisbon". *Environmental Pollution*, 183, 54-63.
- Burkart, K., Mobarak, H. K., Schneider, A., Breitner, S., Langner, M., Krämer, A., Endlicher, W. (2014). "The effects of season and meteorology on human mortality in tropical climates: A systematic review". *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 108(7), 393-401.
- Coumou, D., Rahmstorf, S. (2013). "Global increase in record-breaking monthly-mean temperatures". *Climatic Change*, 118 (3-4), 771-782.
- Coumou, D., Robinson, A. (2013). "Historic and Future Increase in the Frequency of Monthly Heat Extremes". *Environmental Research Letters* 8, 18-34
- D'Amato, G., Cecchi, L., D'Amato, M. et al. (2010). "Urban air pollution and climate change as environmental risk factors of respiratory allergy: an update". *Journal Investig Allergol Clin Immunol* 20 (2), 95-102.
- Endlicher, W., Würschmidt, E. (Eds.) (1995). *Stadtklimatologische und lufthygienische Untersuchungen in Tucumán/Nordwestargentinien*. Marburger Geographische Schriften, H. 128, 250 S.
- Endlicher, W., Müller, M., Gabriel, K. (2008). "Climate Change and the Function of Urban Green for Human Health", en Schwappe-Kraft, B. (Hrsg.): *Ecosystem Services of Natural and Semi-Natural*

Ecosystems and Ecologically Sound Landuse. Bundesamt für Naturschutz, BfN-Skripten 237, Bonn, 119-127.

■ Gabriel, K., Endlicher, W. (2011). "Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany". *Environmental Pollution*, 159, 2044-2055.

Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., Pauleit, S. (2007). "Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure". *Built Environment* 33(1), 115-133.

■ IPCC (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Intergovernmental Panel on Climate Change.

■ Hernández, C. M. (2005). "Los cambios de los parámetros atmosféricos entre los ambientes urbano y rural: el caso de San Miguel de Tucumán". Tesis doctoral. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Tucumán.

■ IPCC (2013). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Stocker, T. F, Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. and Midgley, P. M. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

■ Koppe, C., Kovats, S., Jendritzky, G., Menne, B. (2004). *Heat-waves: risks and responses*. WHO Europe (Hrsg.), Copenhagen.

■ Kress, A. (2007). "Climate change mitigation and adaptation to the impacts of heat waves – an integrated urban planning approach". *Local land & soil news*, 22/23 (II/07), 23-24.

■ Li, D. und Bou-Zeid, E., (2013). "Synergistic

interactions between urban heat islands and heat waves: the impact in cities is larger than the sum of its parts". *Journal. Appl. Meteor. Climatol.* 52, 2051-2064.

■ Menne, B. und Ebi, K. L. (Hrsg.) (2006). *Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health*. Published on behalf of the World Health Organization, Regional Office for Europe by Steinkopff Verlag, Darmstadt.

■ Michelozzi, P., Accetta, G., De Sario, M., D'Ippoliti, D., Marino, C., Baccini, M., Biggeri, A., Anderson, H. R., Katsouyanni, K., Ballester, F., Bisanti, L., Cadum, E., Forsberg, B., Forastiere, F., Goodman, P. G., Hojs, A., Kirchmayer, U., Medina, S., Paldy, A., Schindler, C., Sunyer, J., Perucci, C. A. und Grp, PHEWE Collaborative (2009). "High Temperature and Hospitalizations for Cardiovascular and Respiratory Causes in 12 European Cities". *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 179(5), 383-389.

■ Orłowsky, B., Seneviratne, S. I. (2011). "Global changes in extremes events: Regional and seasonal dimension". *Climatic Change* 110, 669-696.

■ Robine, J. M., Cheung, S. L. K., Le Roy, S., Van Oyen, H., Griffiths, C., Michel, J. P., Herrmann, F. R. (2008). "Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003". *Comptes Rendus Biologies*, 331 (2), 171-178.

■ Scherber, K., Langner, M., Endlicher, W. (2013). "Spatial analysis of hospital admissions for respiratory diseases during summer months in Berlin taking bioclimatic and socio-economic aspects into account". *DIE ERDE* 144(3), 217-237.

■ Shimoda, Y. (2003). "Adaptation measures for climate change and the urban heat island in Japan's built environment". *Building Research & Information* 31 (3-4), 222-230.