



Salud y seguridad alimentaria

Observatorio geográfico de salud y riesgos en México: distribución espacial de la mortalidad infantil en el Estado de México, 2010

Santana Juárez Marcela Virginia¹, Santana Castañeda Giovanna², Rosales Estrada Elsa Mireya³, Pineda Jaimes Noel Bonfilio⁴

1 Facultad de Geografía/Universidad Autónoma del Estado de México
Toluca/México
mvsantana7@hotmail.com

2 Facultad de Geografía/Universidad Autónoma del Estado de México
Toluca/México
gsantanac@uaemex.mx

3 Facultad de Geografía/Universidad Autónoma del Estado de México
Toluca/México
emre2000@hotmail.com

4 Facultad de Geografía/Universidad Autónoma del Estado de México
Toluca/México
noelpj2008@hotmail.com

RESUMEN

El tema de la distribución de la mortalidad infantil forma parte del proyecto del “Observatorio geográfico de salud y riesgos en México”, financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

El presente trabajo tiene como objetivo conocer la distribución territorial de la mortalidad infantil en el Estado de México, por clima predominante y características socioeconómicas, para el año 2010.

Material y método: las fuentes de información empleadas son a partir de los cubos dinámicos de la plataforma del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS), los censos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). En relación a los tipos de climas se obtuvieron de la base de datos climatológica nacional (sistema CLICOM). Para el caso del grado de marginación ésta es de acuerdo al Consejo Nacional de Población (CONAPO), La escala de análisis es a nivel municipal.

Se calcularon las TMI, se implementaron bases de datos en excel, se elaboraron cuadros sintéticos y se generó la cartografía en ArcMap.

Los principales resultados de la mortalidad infantil en el Estado de México presentan un comportamiento diferencial en el territorio, los municipios con tasas de mortalidad infantil altas y muy altas se localizan en forma dispersa al norte y sur, tanto en ámbitos urbanos como en rurales.

Palabras clave: **Geografía de la salud, Observatorio geográfico, Mortalidad infantil.**

ABSTRACT

The issue of distribution of infant mortality is part of the “Geographic Observatory of Health and Risks in Mexico”, funded by the National Council of Science and Technology (CONACYT). The present work aims to analyze the distribution of infant mortality, in the State of Mexico, by the predominant climate, and the relation between socioeconomic characteristic, by 2010.

Material and method: the sources of information used are from the dynamic cubes of the

platform of the National Health Information System (SINAIS). The population and housing censuses of the National Institute of Statistics and Geography (INEGI). The types of climates were obtained from the national climatological database (CLICOM system). Child mortality rates were calculated, databases were implemented in Excel, synthetic tables were elaborated and cartography was generated in ArcMap. The scale of analysis is at the municipal level.

The main results of infant mortality in the State of Mexico show a differential behavior in the territory. The highest mortality rates are located in the North and South of the state, both in urban and rural areas.

Keywords: Health geography, Geographical observatory, Infant mortality.

I. INTRODUCCIÓN

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La relación Hombre - Ambiente, fue abordada en un inicio por Hipócrates de Cos (460 A.C.), en su obra: De las aguas, los aires y los lugares, estableció las características que sobre la enfermedad podían ejercer las situaciones geográficas de Asia y de Europa. La importancia del lugar y las condiciones geográficas en la salud humana.

La Doctrina hipocrática, fue una corriente de pensamiento higienista, base de las topografías médicas y de la geografía médica hoy también geografía de la salud.

Las topografías médicas fueron estudios realizados por los médicos sobre las condiciones ambientales y socioeconómicas de los pacientes y constituían verdaderos estudios geográficos. La primera topografía médica fue hecha por el judío Moses ben Samuel de Roquemaure en el siglo XV. La primera topografía médica moderna fue elaborada por Nicolás Francisco San Juan Domingo en el siglo XVII. Las topografías médicas se realizaron durante los siglos XVIII y la primera mitad del siglo XIX, respaldadas por el gobierno, (Urteaga, 1980).

En el siglo XVII, del higienismo se derivan las siguientes teorías: de la constitución epidémica por Thomas Sydenham; y la miasmática por G.M. Lancisi. En el siglo XVIII se derivó la teoría social de la enfermedad por Johann Peter Frank, quien afirmaba que la miseria del pueblo era la madre de todas las enfermedades. En el siglo XIX se derivó la doctrina telúrica, por Max Von Pettenkofer (Urteaga, Op. Cit).

En 1856 John Snow desarrolló la teoría del contagio. Snow elaboró un mapa en el cual ubicó los casos de cólera con puntos, durante la epidemia en Londres de 1854 y las cruces representan los pozos de agua de los que bebían los enfermos. El sugirió cerrar los pozos debido a los casos del cólera y se redujo significativamente este padecimiento. Snow descubrió que el agua estaba contaminada por heces fecales y existían microorganismos causantes del cólera. Snow se considera el padre de la Epidemiología, además su cartografía fue el preámbulo de los Sistemas de Información Geográfica.

A partir de 1880 cobra auge el paradigma de la bacteriológica, con los descubrimientos de Hansen, Luis Pasteur, Eberth, Laveran, Koch y Ferrán en otros científicos. Tuvo un papel importante el microscopio, el abordaje de la enfermedad es a nivel de paciente, dejando de lado las características ambientales y socioeconómicas. En el siglo XX se presentó un gran impulso la bacteriología por más descubrimientos de bacterias o microbios causantes de enfermedades, los antibióticos y las vacunas entre otros. En el siglo XX, en los cuarenta, empezó a entrar en crisis el enfoque higienista, debido a los avances microbiológicos y las topografías médicas se empezaron a llamar geografías médicas (Urteaga, 1980).

En 1920 se reconoce a la geografía médica como disciplina, el pionero fue Maximilien Sorre, en 1955 escribió la obra: Fundamentos biológicos de la geografía humana, en la que elaboró la teoría sobre los complejos patógenos.

En el Congreso Internacional de Geografía en Lisboa en 1949, se otorgó el Reconocimiento oficial de la geografía médica. En 1976 la Comisión de Geografía Médica de la Unión Geográfica Internacional (UGI), en el Congreso de Moscú cambió de denominación a geografía de la salud (Olivera A. 1993).

En 1946, la Organización Mundial de la Salud (OMS) definió a la "Salud como el completo estado de bienestar físico, psíquico y social y no meramente la ausencia de la enfermedad", actualmente se le ha incorporado el contexto ambiental y se aborda a la salud desde un punto de vista integral de diversas disciplinas, debido a las numerosas relaciones que existen entre el hombre y el medio, dentro de éstas por la geografía, principalmente en la etapa preventiva y de promoción de la salud.

La geografía de la salud es la rama de la geografía que analiza la distribución geográfica de la morbimortalidad y servicios públicos de salud, así como la distribución de los vectores causantes de enfermedades, y su relación con factores geográficos, ambientales sociales, económicos y políticos entre otros. Que con ayuda de las geotecnologías permite diseñar grandes bases de datos, generar cartografía del pasado, del presente y plantear escenarios a futuro mediante la propuesta de modelos, así como realizar análisis geoestadísticos.

Para realizar diferentes técnicas es necesario previamente determinar cuáles variables son las que explican mejor los diferentes patrones de distribución en el comportamiento de algún evento, regularmente la salud de la población es analizada con variables como la mortalidad, morbilidad y servicios a la salud, entre otros.

La mortalidad es uno de los componentes de la dinámica de la población y es una medida para evaluar el estado de salud de la población en términos generales. Por otro lado, uno de los indicadores más importantes para evaluar el desarrollo de los países y de una sociedad es la mortalidad infantil. Por lo que resulta de gran importancia evaluar la relación sobre todo, entre este último indicador y los factores geográficos y socioeconómicos de una sociedad.

Las Naciones Unidas (1995) en el Programa de Acción de la Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo, se determina que para el año 2015 todos los países deberían tratar de conseguir que la tasa de mortalidad de lactantes estuviese por debajo de 35 por 1000 nacidos vivos, y la tasa de mortalidad de niños menores de 5 años, por debajo de 45 por 1000 nacidos vivos (Naciones Unidas, 1995).

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2010) menciona que el número de niños menores de cinco años que mueren

cada año se redujo de más de 12 millones en 1990 a 7.6 millones en 2010, estas nuevas cifras muestran que, en comparación con lo que ocurría en 1990, todos los días se salvan las vidas de alrededor de 12 000 niños y niñas.

Entre 1990 y 2010, la tasa de mortalidad de niños y niñas menores de cinco años disminuyó en más de un tercio, de 88 muertes por cada 1000 nacidos vivos a 57, por desgracia, este ritmo de progreso es todavía insuficiente para alcanzar el cuarto Objetivo de Desarrollo del Milenio (ODM 4), que aboga por una reducción de dos tercios en la tasa de mortalidad de los niños y niñas menores de cinco años.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS), señala en la Agenda de salud para las Américas, 2008-2017, Aumentar la protección social y el acceso a los servicios de salud de calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS APLICADOS

La información se obtuvo de fuentes oficiales como del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS), el Consejo Nacional de Población (CONAPO), principalmente.

La tasa de mortalidad infantil (TMI) se obtuvo con la siguiente fórmula (1):

$$TMI = \left(\frac{\text{Nacidos vivos}}{\text{Defunciones menores de 1 año}} \right) * 1\ 000 \quad (1)$$

TMI = Tasa de mortalidad infantil de menores de 1 año.

La población de nacidos vivos, hace referencia a los niños que se registraron en el año 2010 (es decir, que obtuvieron en ese año su acta de nacimiento¹) y considerando la entidad y municipio en donde ocurrió el nacimiento.

Las defunciones menores a un año, hacen referencia al año en que se registró el deceso y el registro de la ubicación geográfica que se toma en cuenta, es el lugar de residencia, es decir, en donde vivía al momento de la ocurrencia.

La variable de clima, se obtuvo de la base de datos climatológica nacional (sistema CLICOM) el cual es un sistema de software de manejo de datos climatológicos desarrollado por las Naciones Unidas, que significa Climate Computing Project. Los datos corresponden al periodo de 1910-2009; para determinar el tipo de clima predominante se retomó la clasificación que se realizó en el Atlas de Riesgos del Estado México, donde se calculó la medición de la superficie de cada tipo de clima en km² a nivel municipal.

Las variables correspondientes a las localidades rurales y de población sin derechohabiencia se obtuvieron a partir del censo de población y vivienda de INEGI, 2010, con la finalidad de clasificarlos en cinco rangos utilizando el método de Dalenius & Hodges (1959). Este método consiste en la formación de estratos de manera que la varianza obtenida sea mínima al interior de cada estrato y máxima entre cada uno de ellos, forma estratos lo más homogéneos posible.

La fórmula para obtener el porcentaje de localidades rurales se describe a continuación (2)

$$\% \text{ Localidades rurales} = \left(\frac{L. \text{ rurales}}{\text{Total de localidades}} \right) * 100 \quad (2)$$

L. rurales se refiere al número de localidades rurales que existen en cada municipio, las cuales se dividen entre el total de localidades en el mismo municipio en el mismo año, que en este caso es 2010.

La variable correspondiente a la población no derechohabiente se obtuvo con la siguiente fórmula (3).

$$\% \text{ Población no derechohabiente} = \left(\frac{P. \text{ no derechohabiente}}{\text{Total de población}} \right) * 100 \quad (3)$$

La derechohabiencia es el derecho de las personas a recibir atención médica en instituciones de salud públicas y/o privadas, como resultado de una prestación laboral, por ser miembros de las fuerzas armadas, por haber adquirido un seguro voluntario, así como a los familiares designados como beneficiarios en cualquiera de las tres anteriores modalidades, por lo que P. no derechohabiente hace referencia a la población que no goza de esta prestación, esta se divide entre la población total y se multiplica por 100.

La vulnerabilidad de personal médico y unidades médicas por 100,000 habitantes, es un indicador que refleja las condiciones de salud; los mayores valores indican menor vulnerabilidad.

Los servicios básicos en la vivienda, coadyuvan a la salud de la población, se trata de características que rodean el ambiente del individuo, de la familia y de los menores de un año. En este caso se trata del porcentaje de viviendas particulares habitadas con servicios de luz eléctrica, drenaje y agua potable.

Obtenidos los porcentajes de las dos variables antes mencionadas, se prosiguió a transformar los valores con el índice omega, con el objetivo de normalizar los valores de 0 a 100, los valores más cercanos al 100 son los que se consideran los más favorables, este obtuvo utilizando la siguiente fórmula (4).

$$EV_i = \frac{x_i - m}{M - m} * 100 \quad (4)$$

En donde:

EVi=Estandarización de la variable

xi=Valor del Indicador analizado para la unidad espacial

m=Valor más negativo (de acuerdo al indicador estudiado puede ser el valor más alto o más bajo)

M=Valor más positivo (de acuerdo al indicador estudiado puede ser el valor más alto o más bajo)

Una vez obtenidas las tasas de mortalidad infantil (TMI) y los indicadores antes señalados, se procedió a implementar bases de datos, para la realización de cuadros sintéticos y para la generación de la cartografía.

La representación cartográfica de las TMI, está simbolizada con la clasificación de seis rangos mediante la curva de distribución normal, que toma en cuenta la distancia de la desviación estándar con relación al valor de la media en los datos. El porcentaje de localidades rurales y el porcentaje de la población no derechohabiente se clasificaron en cinco rangos de acuerdo al método de Dalenius y Hodges.

La escala de análisis es a nivel municipal.

¹ El acta de nacimiento es un documento oficial que expide una autoridad competente del registro nacional de las personas, dejando constancia del nacimiento de alguien.

II. RESULTADOS

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA MORTALIDAD INFANTIL, 2010

Con base en un estudio realizado por el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, 2007) la mortalidad infantil es considerablemente más alta en niños que viven en áreas rurales y en el 60% de los hogares de pobreza extrema.

Según Garrocho C. (1995), la mortalidad infantil se relaciona principalmente con la pobreza: analfabetismo, hacinamiento, malnutrición, deficientes servicios a la vivienda como agua potable, drenaje y energía eléctrica; difícil acceso a servicios médicos, mala calidad del medio ambiente, difícil acceso a programas educativos para la salud, entre otros.

En México para el año 2000 se registró una TMI de 20.9 por 1000 nacidos vivos, para el Estado de México fue de 20.98 similar a la nacional.

Para el año 2010 en México se registró una TMI de 14.1 por 1000 nacidos vivos, para el Estado de México se registraron 4843 defunciones de menores de un año con una tasa de 16.12 por mil nacidos vivos, superior a la nacional.

En el Estado de México entre 2000 y 2010 este indicador se redujo en 23.16%, al pasar de 20.98 a 16.12 defunciones por 1000 nacidos vivos. Los factores que han incidido en esta disminución son de diversa índole: sociales, económicos, políticos y culturales como los estilos de vida y la nutrición, entre otros, que en conjunto repercuten en la mejora de la calidad de vida. Sin embargo dichos factores se presentan en forma diferencial en la población y en el territorio lo cual incide en una distribución diferencial de la mortalidad infantil.

Al interior del Estado de México para el año 2010, se presentan diferencias notables entre municipios, continúan registrándose tasas muy elevadas. Los municipios con mayor mortalidad infantil tenían una diferencia de 140 puntos con respecto al de menor mortalidad infantil, los casos extremos son los municipios de Zacazonapan (143 defunciones por 1000 nacidos vivos) y Amatepec (3 defunciones por 1000 nacidos vivos), que muestran los contrastes en el territorio estatal.

Municipios con TMI muy alta suman 3 (2.4% del total de municipios), con tasas en el rango 6 que va de 29.20 a 143 defunciones por 1000 nacidos vivos, superiores a la estatal y nacional, localizados al oriente, centro y sureste, algunos de ellos son: Zacazonapan con 143 defunciones por 1000 nacidos vivos; Almoloya del Río con 33 y Amecameca con 29 defunciones por 1000 nacidos vivos. Según CONAPO (2011), en estas áreas se registró un grado de marginación diferente: medio, bajo y muy bajo, (cuadros 3.2 y 3.4 y figuras 3.7 y 3.8).

Municipios con TMI altas son 7 que indican el 5.6%, que registran tasas en el rango 5 de 22.1 a 29.19 defunciones por 1000 nacidos vivos, superiores a la estatal y nacional, localizados principalmente en el norte y sur del Estado de México; como Coyotepec con 25; Coatepec Harinas con 25; Aculco con 23; Tenango del Aire con 23; y Almoloya de Alquisiras con 22, entre otros.

Los municipios que presentan una TMI media altas son 39 (31.2%), en el rango 4 de 15.65 a 22.09 defunciones por 1000 nacidos vivos, superiores a la estatal y nacional, se localizan en el centro y centro sur, como Villa Guerrero con 21; Tianguistenco con 21; Amanalco con 21; Acolman con 21; y Atizapan con 20.

Los municipios que tienen TMI media bajas son 60 (48%), en el rango 3 de 9.55 a 15.64 defunciones por 1000 nacidos vivos, superiores a la estatal y nacional, se localizan en forma dispersa en el contexto estatal, como los municipios de Texcal-

yacac con una tasa de 16; Texcoco con 15; Chimalhuacan con 15; Valle de Bravo con 15 y Tlalmanalco con 15, entre otros.

Los municipios que registran TMI bajas suman 15 (12%), en el rango 2 de 3.36 a 9.54 defunciones por 1000 nacidos vivos; localizados en forma dispersa en el Estado de México, como Tequixquiac con una tasa de 9; Oztoloapan con 9; Tezoyuca con 9; Chiconcuac con 8 e Isidro Fabela con 8, entre otros; en el municipio de Amatepec se registró la TMI más baja con solo 3 defunciones por cada 1000 nacidos vivos (figura 1).

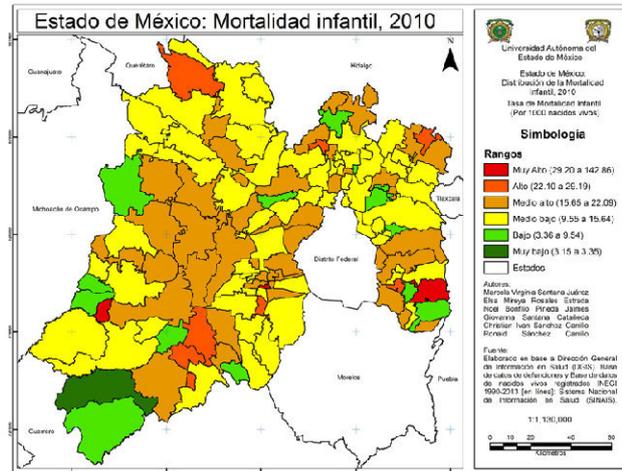


Figura 1. Estado de México. Distribución de la mortalidad infantil, 2010

TASAS DE MORTALIDAD INFANTIL Y CLIMA PREDOMINANTE EN EL 2010

Con respecto a los tipos de clima se consideró en esta investigación el clima predominante por municipio. En el Estado de México se presentan seis tipos de climas predominantes (figura 2 y tabla I).

El clima templado subhúmedo C(w2)(w)b(i)g se distribuye principalmente en el centro y norte; el clima semifrío subhúmedo C(E)(w2)(w)b(i)g, se distribuye principalmente en el centro, y oriente del Estado de México, así como pequeñas porciones al noroeste. El clima cálido subhúmedo Awo(w)(i)g, se localiza al suroeste del estado. También la entidad cuenta con el tipo de clima seco Bs1k(w)(i)g, se localiza al noreste del Estado. El clima semicálido subhúmedo A(c)w1(w)b(i)g, se caracteriza por ser el más cálidos de los templados se localiza al sur del estado y colinda con los estados de Guerrero y Morelos. Por último el clima frío E(T)H, localizado básicamente en las mayores elevaciones del Estado.

El clima templado subhúmedo C(w2)(w)b(i)g, es predominante en 81 municipios (64.8%). Las TMI muy altas y altas se registran en 2 y 6 municipios respectivamente; las tasas media altas y media bajas se presentaron en 28 y 39 municipios respectivamente; por último las tasas bajas en 6 municipios.

Esta situación implica que se trata de municipios saludables en términos de las TMI, porque el 36% del total de municipios presentan tasas media bajas y bajas, mientras que el 28.8% del total de municipios registran tasas media altas, altas y muy altas (tabla I).

El clima seco Bs1k(w)(i)g, es predominante en 21 municipios (16.8%), de los cuales cuatro tienen TMI baja; once con tasa media baja; y con tasas media alta y alta en cinco y un municipios respectivamente.

Esto significa que en este clima se tiene una situación de salud favorable porque la mayoría de los municipios en este clima tienen tasas en los rangos de bajas y media bajas.

El clima semicálido subhúmedo A(c)w1(w)b(i)g, es predominante en ocho municipios (6.4%), de los cuales cinco registran TMI media baja, dos una tasa baja y un municipio tasa media alta. Esta situación indica que en este clima se presentan condiciones de salud favorables debido a que imperan los municipios con TMI media bajas y bajas.

El clima semifrío subhúmedo C(E)(w2)(w)b(i)g, es predominante en ocho municipios (6.4%), de los cuales tres registran TMI media baja; uno con tasa baja y cuatro con tasa media alta respectivamente. Esta situación indica que en este clima se presentan problemas en salud debido a que imperan los municipios con TMI muy altas y altas.

El clima cálido subhúmedo Awo(w)(i)g, es predominante en siete municipios (5.6%), de los cuales en los rangos de mortalidad infantil media baja, baja y muy baja se registran dos, dos y un municipio respectivamente; y un municipio en el rango de mortalidad media alta y muy alta. Esto indica que se trata de municipios saludables en términos de TMI porque la mayoría de ellos registran tasas en los rangos medio bajos y bajos.

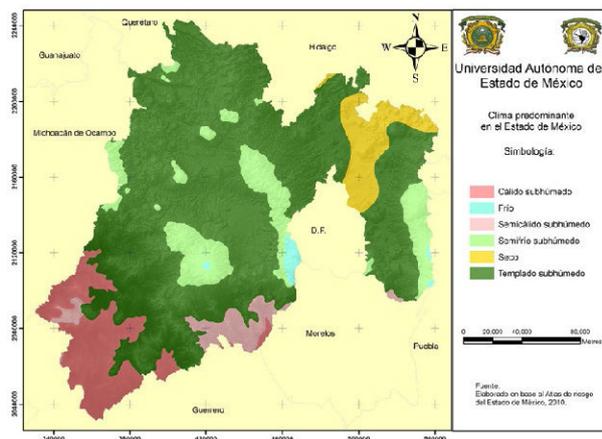


Figura 2. Estado de México. Climas predominantes

TABLA I
Estado de México: Tipo de clima y tasa de mortalidad infantil (TMI), 2010 (número de municipios)

CLIMA	TMI							Total	%
	Muy Alta	Alta	Media Alta	Media Baja	Baja	Muy Baja			
Cálido subhúmedo	1	0	1	2	2	1	7	5.6	
Seco	0	1	5	11	4	0	21	16.8	
Semicálido	0	0	1	5	2	0	8	6.4	
Semifrío subhúmedo	0	0	4	3	1	0	8	6.4	
Templado subhúmedo	2	6	28	39	6	0	81	64.8	
Total	3	7	39	60	15	1	125	100	
%	2.4	5.6	31.2	48	12	0.8	100		

Fuente: Elaborado sobre la base del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS, 2010) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010).

TASAS DE MORTALIDAD INFANTIL Y LOCALIDADES RURALES EN EL 2010

En el Estado de México, existen un total de 4,844 localidades, de las cuales 4,311 son rurales, que indica el 89%, lo que indica una gran dispersión de la población y un desafío para la salud infantil.

La correlación Pearson no es significativa con un valor de 0.08, esto indica que las tasas de mortalidad infantil altas o muy altas no precisamente se registran en municipios con porcentajes significativos de localidades rurales.

Los municipios con porcentajes muy altos (de 87.51 a 100%) en localidades rurales suman 57 (46% del total) de los cuales 9 y 29 registran tasas bajas y media bajas de mortalidad infantil; 12 con tasas media altas, 4 con tasas altas y 2 con tasas muy altas.

Los municipios con porcentajes altos de 81.26 a 87.50 en localidades rurales suman 20 (16 % del total), de los cuales 8 tienen tasas medio bajas y 1 con tasas bajas respectivamente, lo que indica que se trata de municipios en mejores condiciones de salud. En relación a la TMI media alta esta se presenta en 11 municipios.

Los municipios con porcentajes medios de localidades rurales que van de 68.68 a 81.25 suman 31 (25% del total de municipios) de los cuales predominan TMI bajas y media bajas en 2 y 17 municipios respectivamente, lo que indica que se presentan mejores condiciones de salud.

Los municipios con porcentajes de localidades rurales en el rango bajo registran TMI principalmente media altas y altas en 4 y 1 municipio correspondientemente, que indica también condiciones poco favorables en salud. Las TMI con rango medio bajo y bajo se registran en 2 y en 1 municipio.

En los municipios con localidades rurales en el rango muy bajo de 0.0 a 50.00% se registran TMI principalmente medio bajas y bajas en 4 y 2 municipios, que indica mejores condiciones de salud (figura 3 y tabla II).

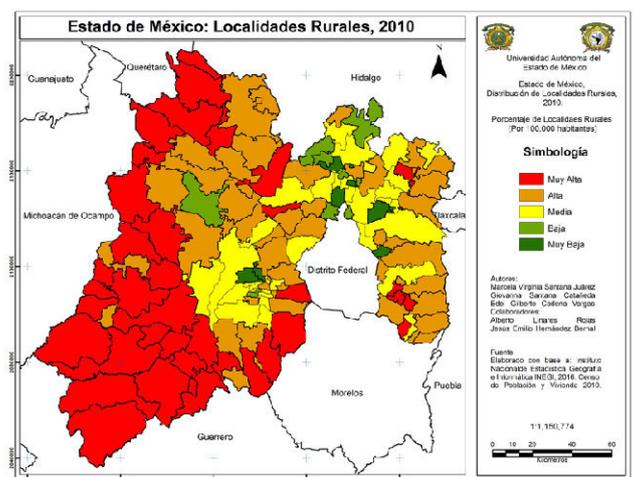


Figura 3 Estado de México, Distribución de localidades rurales, 2010

TABLA II

Estado de México: localidades rurales y TMI, 2010 (número de municipios)

LOC.RUR	TMI						Total	%
	Muy Alta	Alta	Media Alta	Media Baja	Baja	Muy Baja		
Muy Alta (87.5-100)	2	4	12	29	9	1	57	45.6
Alta (81.2-87.5)	0	0	11	8	1	0	20	16
Media (66.6-81.2)	1	2	9	17	2	0	31	24.8
Baja (50.1-66.6)	0	1	4	2	1	0	8	6.4
Muy Baja (0.0 - 50.0)	0	0	3	4	2	0	9	7.2
Total	3	7	39	60	15	1	125	100
%	2.4	5.6	31.2	48	12	0.8	100	

Fuente: Elaborado sobre la base del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS, 2010) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010).

TASA DE MORTALIDAD INFANTIL Y GRADO DE MARGINACIÓN

Para el año 2010, la distribución de la marginación en el Estado de México mostró un comportamiento en grupos diferenciados, uno de ellos con grado de marginación (GM) muy bajo (38 municipios) y bajo (36 municipios) en las zonas metropolitanas del Valle de México y de Toluca, que indicaron el 30.4% y el 28.8% de la entidad; otro grupo conformado por municipios con GM media localizados al noroeste y sur de la entidad, con 39 municipios que indicaron el 31.2% estatal; otro grupo integrado por municipios con GM muy alto (1.6%) y alto (8%) localizados al centro oeste y suroeste de la entidad con 2 y 10 municipios respectivamente. Aquellos con GM muy alto son Sultepec y Zacualpan, ubicados al suroeste de la entidad (figura 4).

La correlación Pearson entre las tasas de mortalidad infantil y el grado de marginación no es significativa es de -0.03, esto indica que las tasas de mortalidad infantil no necesariamente se registran en municipios con grados de marginación alto o muy alto.

El grado de marginación con rango muy alto se presenta en dos municipios, mismos que registran mortalidad infantil media baja.

Con relación al rango alto de marginación se registra en 10 municipios en los cuales se tiene MI muy baja, baja y media baja en siete municipios (5.6% del total de municipios), en los rangos de MI media alta se presentaron tres municipios.

La marginación con rango medio, se registra en 39 municipios (31.2%), en los cuales se registran los mayores valores de MI en el rango media baja y media alta en 18 y 11 municipios respectivamente (23%), además 5 municipios con tasa de MI baja; 4 con tasa alta y un municipio con tasa muy alta.

La marginación con rango bajo se presenta en 36 municipios (28.8%) de los cuales, registran tasas de MI bajas y media bajas en 5 y 15 municipios respectivamente (16%). Las tasas de TMI muy altas, altas y media alta se registran en 2, 3 y 11 municipios.

La marginación con rango muy bajo, se presentan en 38 municipios (30.4%), con tasas de MI bajas y media bajas en 22 y 3 municipios respectivamente (20%), las tasas de MI con rango

media alta, se presentan en 13 municipios respectivamente (figura 4 y tabla III).

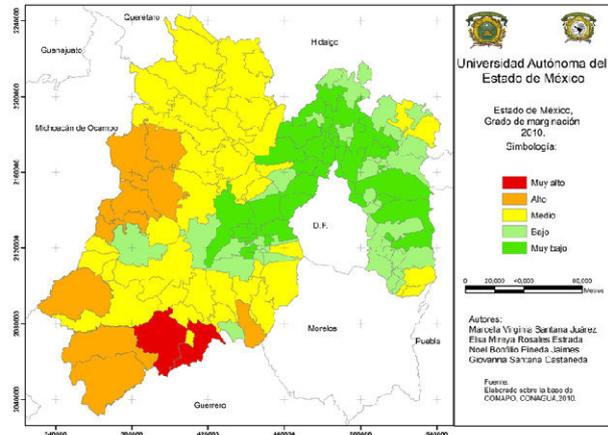


Figura 4 Estado de México. Grado de marginación, 2010

TABLA III

Estado de México: grado de marginación y TMI, 2010 (número de municipios)

GM	TMI						Total	%
	Muy Alta	Alta	Media Alta	Media Baja	Baja	Muy Baja		
Muy Alto	0	0	1	1	0	0	2	1.6
Alto	0	0	3	4	2	1	10	8
Medio	1	4	11	18	5	0	39	31.2
Bajo	2	3	11	15	5	0	36	28.8
Muy Bajo	0	0	13	22	3	0	38	30.4
Total	3	7	39	60	15	1	125	100
%	2.4	5.6	31.2	48	12	0.8	100	

Fuente: Elaborado sobre la base del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS, 2010) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010).

TASAS DE MORTALIDAD INFANTIL Y POBLACIÓN NO DERECHOHABIENTE

En el Estado de México, para el año 2010, se tenían 15, 175,862 habitantes, de los cuales 6, 128,990 es población no derechohabiente, lo que significa el 40% del total de población.

El coeficiente de correlación de Pearson entre las tasas de mortalidad infantil y la población no derechohabiente no es significativa es de -0.05, esto indica que no necesariamente las tasas de mortalidad infantil altas o muy altas se registran en municipios con altos o muy altos porcentajes de población no derechohabiente.

La población no derechohabiente en el rango muy alto de 68.86 a 100% se presenta en 17 municipios (13.6% del total) de los cuales imperan TMI medias altas y muy altas en 8 y 1 municipio respectivamente (7.2%).

El porcentaje que va de 50.08 a 68.85% (rango alto) de población no derechohabiente registra 32 municipios, la mayoría en rangos media baja y baja de TMI con 19 y 3 municipios cada uno.

El rango bajo de población no derechohabiente que va de 18.78 a 37.55%, es el que registra más municipios (35) con TMI, el porcentaje más alto se encuentra en el rango medio bajo de TMI con 17 municipios que representan el 13.6% con respecto al total (figura 5 y tabla IV).

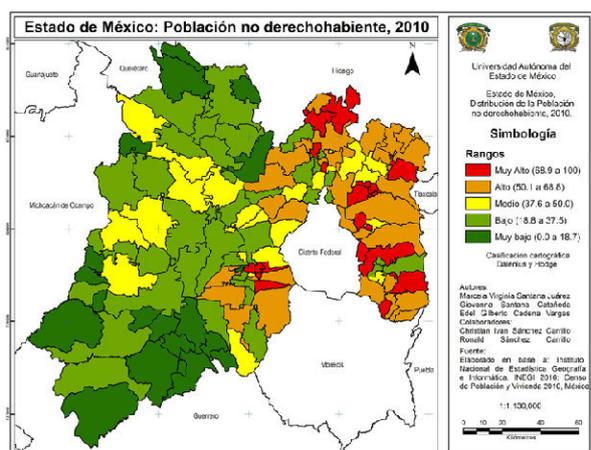


Figura 5 Estado de México. Población no derechohabiente, 2010

TABLA IV
Estado de México: población no derechohabiente y TMI 2010 (número de municipios)

POB. NO DERECHOHABIENTE	TMI						Total	%
	Muy Alta	Alta	Media Alta	Media Baja	Baja	Muy Baja		
Muy Alto (68.9 - 100)	1	0	8	4	4	0	17	13.6
Alto (50.1 - 68.8)	1	2	7	19	3	0	32	25.6
Medio (37.6 - 50.0)	0	1	9	11	1	0	22	17.6
Bajo (18.8 - 37.5)	0	1	13	17	3	1	35	28.0
Muy Bajo (0.0 - 18.7)	1	3	2	9	4	0	19	15.2
Total	3	7	39	60	15	1	125	100
%	2.4	5.6	31.2	48	12	0.8	100	

Fuente: Elaborado sobre la base del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS, 2010) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010).

TASAS DE MORTALIDAD INFANTIL Y VULNERABILIDAD CON RESPECTO A PERSONAL MÉDICO

En el Estado de México, para el año 2010, se tenían 15, 175,862 habitantes, con 12,501 personal médico, con una proporción de 82 personal médico por 100,000 habitantes.

La escasez de personal sanitario, su distribución geográfica desigual y los desequilibrios de la distribución de sus aptitudes suponen importantes obstáculos y vulnerabilidad en personal médico.

En el Estado de México, para el año 2010 la vulnerabilidad muy alta comprende de 1.18 a 54.13 personal médico por 100,000 habitantes, que indica mayor vulnerabilidad en salud infantil, en específico las tasas de mortalidad infantil, en este rango se registran 37 municipios (29.6% del total). La vulnerabilidad alta comprende de 56.80 a 91.66 e incluye a 31 municipios (24.8%); el rango medio es de 93.70 a 128.64, y se tienen 22 municipios (17.6%); el rango de baja vulnerabilidad es de 130.85 a 182.11 y se tienen 24 municipios e indica el 19.2%; por último la vulnerabilidad muy baja incluye del 187.9 a 301 personal médico por 100,000 habitantes, en el cual se tienen 11 municipios (8.8% del total), figura 6.

Las tasas de mortalidad infantil muy altas se registran en 3 municipios (2.4% del total), en los cuales se presenta vulnerabilidad media y baja; la tasa de mortalidad alta se presenta en 7 municipios (5.6%), de los cuales 2, 2 y 3 tienen vulnerabilidad muy alta, alta y baja respectivamente; en el rango de la TMI medio alta se presentaron 39 municipios (31.2%), de los

cuales 11 tienen muy alta vulnerabilidad, 12 y 9 tienen una vulnerabilidad alta y media y 7 municipios presentan vulnerabilidad baja y muy baja

Las tasas de mortalidad infantil media baja se registran en 60 municipios (48%), en los cuales se presentan vulnerabilidad principalmente muy alta en 18 municipios y alta en 14; en el rango medio y bajo de vulnerabilidad se tiene 11 y 10 municipios respectivamente; y en el rango de vulnerabilidad muy bajo se tienen registrados 7 municipios.

Las tasas de mortalidad infantil en el rango bajo se registran 15 municipios (12%), en los cuales en el rango de muy alta vulnerabilidad se localizan 6; En el rango de baja vulnerabilidad se cuenta con 5 municipios respectivamente.

Las tasas de mortalidad infantil muy baja se registran en 1 municipio (0.8%), este ubicado en el rango de vulnerabilidad bajo.

Los rangos de vulnerabilidad en personal médico muy alto y alto concentran el 55.2% del total de municipios; en el rango medio se localizan el 16.8%; y en los rangos de baja y muy baja vulnerabilidad se ubica el 28% del total de municipios del Estado de México, (tabla V).

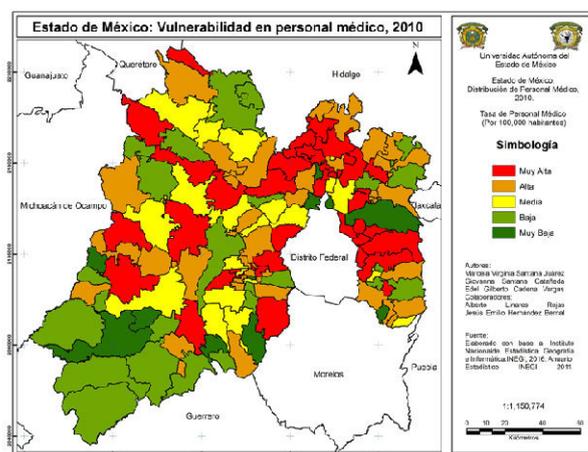


Figura 6 Estado de México. Vulnerabilidad en personal médico, 2010

TABLA V
Estado de México: mortalidad infantil y vulnerabilidad con respecto a personal médico 2010 (número de municipios)

P. MÉDICO	TMI						Total	%
	Muy Alta	Alta	Media Alta	Media Baja	Baja	Muy Baja		
Muy Alto (81.4 - 100)	0	2	11	18	6	0	37	29.6
Alto (68.9 - 81.3)	0	2	12	14	4	0	32	25.6
Medio (56.4 - 68.8)	1	0	9	11	0	0	21	16.8
Bajo (37.6 - 56.3)	2	3	4	10	5	1	25	20
Muy Bajo (0.0 a 37.5)	0	0	3	7	0	0	10	8
Total	3	7	39	60	15	1	125	100
%	2.4	5.6	31.2	48	12	0.8	100	

Fuente: Elaborado sobre la base del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS, 2010) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010).

TASAS DE MORTALIDAD INFANTIL Y VULNERABILIDAD CON RESPECTO A UNIDADES MÉDICAS

La disponibilidad de servicios de salud se basa en la puesta en marcha de las unidades médicas y hospitales mediante la

que cuentan con luz eléctrica. La mayoría de municipios: cinco registran un rango alto de viviendas particulares habitadas que cuentan con luz eléctrica; en el rango medio se tienen dos municipios y en el rango bajo uno.

Las TMI media altas se registran en 16 municipios (12.8%), de los cuales la proporción de viviendas particulares habitadas que cuentan con luz eléctrica en los rangos alto, bajo y muy bajo se incluyen cuatro municipios respectivamente; en el rango muy alto se registran tres municipios; y en el rango medio uno.

Las TMI media bajas se registran en 31 municipios (24.8% del total), de los cuales 15 se incluyen en el rango alto de viviendas particulares habitadas que cuentan con luz eléctrica; en el rango bajo se incluyen cinco municipios; en los rangos muy alto y muy bajo se registran cuatro municipios respectivamente; y en el rango medio se tienen tres municipios.

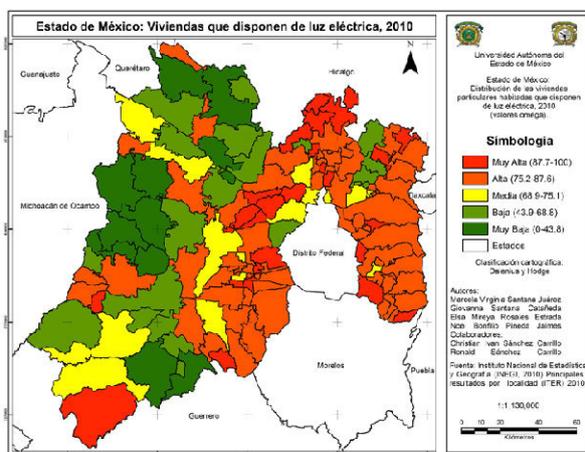


Figura 8. Estado de México. Viviendas que disponen de luz eléctrica, 2010

Las TMI bajas se registran en 53 municipios (42.4% del total), de las cuales en su mayoría están en los rangos muy alto y alto de viviendas particulares habitadas que cuentan con luz eléctrica; en los rangos medio, bajo y muy bajo se tienen ocho, seis y tres municipios respectivamente (tabla VII).

TABLA VII
Estado de México: mortalidad infantil y viviendas particulares habitadas que cuentan con luz eléctrica 2010 (número de municipios)

VPH LUZ	TMI					Total
	Muy Alta	Alta	Media Alta	Media Baja	Baja	
Muy Alto de 87.7 a 100	7	1	3	4	10	25
Alto de 75.2 a 87.7	5	5	4	15	26	55
Medio de 68.9 a 75.1	1	2	1	3	8	15
Bajo de 43.9 a 68.8	3	1	4	5	6	19
Muy Bajo de 0.0 a 43.8	0	0	4	4	3	11
Total	16	9	16	31	53	125
%	12.8	7.2	12.8	24.8	42.4	100

Fuente: Elaborado sobre la base del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS, 2010) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010).

TASAS DE MORTALIDAD INFANTIL Y VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS QUE CUENTAN CON DRENAJE, 2010

En el Estado de México para el año 2010 se contó con 3,749,106 viviendas particulares habitadas, de las cuales el

92.62% cuentan con drenaje. Este indicador refleja las condiciones que rodean a una familia y a los menores de un año que favorece o no la salud humana (figura 9).

La correlación de Pearson y las viviendas con agua potable no es significativa, la cual es de 0.11.

Los rangos muy alto y alto de viviendas particulares habitadas que cuentan con drenaje concentran 53 y 28 municipios respectivamente (64.8% del total); en el rango medio se tienen 14 municipios; y en los rangos bajo y muy bajo albergan 24 y 6 municipios (19% y 4.8% del total, respectivamente).

Esta situación refleja que casi dos terceras partes de viviendas particulares habitadas cuentan con drenaje y esto implica condiciones favorables para la salud humana incluyendo los menores de un año. Caso contrario aproximadamente una quinta parte de viviendas tienen rango bajo que cuentan con drenaje; y por último casi el 5% se encuentra en el rango muy bajo.

Las TMI muy altas se registran en 16 municipios (12.8% del total) de las cuales la mitad están en el rango muy alto de viviendas particulares habitadas que cuentan con drenaje; en los rangos alto y bajo se localizan tres municipios respectivamente; y en el rango medio dos municipios.

Las TMI altas se presentan en nueve municipios (7.2%), de los cuales la mayoría están en los rangos muy alto y alto con cuatro y tres municipios respectivamente; y en el rango bajo únicamente dos.

Las TMI media altas se registran en 16 municipios (12.8%), de los cuales en los rangos muy alto y alto se tienen cuatro y dos municipios respectivamente; en el rango medio hay dos; en los rangos bajo y muy bajo se tienen seis y dos municipios correspondientemente. Dicha situación refleja que las TMI media altas se presentan en todos los rangos de viviendas particulares habitadas que cuentan con drenaje.

Las TMI media bajas se presentan en 31 municipios (24.8% del total), de los cuales 13 y nueve tienen rango muy alto y alto de viviendas particulares habitadas que cuentan con drenaje; dos tienen rango medio; seis y un municipio están en los rangos bajo y muy bajo respectivamente. Esta situación indica que la mayoría de los municipios tiene condiciones favorables para la salud humana, en términos de servicios a la vivienda, en específico el drenaje.

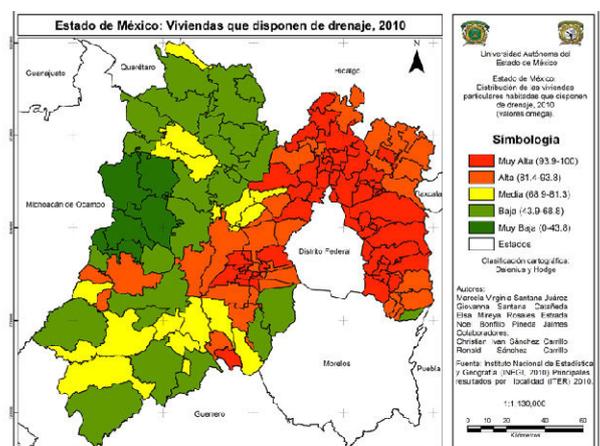


Figura 9. Estado de México. Viviendas que disponen de drenaje, 2010

TABLA VIII

Estado de México: mortalidad infantil y viviendas particulares habitadas que cuentan con drenaje 2010 (número de municipios)

VPH DRENAJE	TMI					Total
	Muy Alta	Alta	Media Alta	Media Baja	Baja	
Muy Alto de 93.9 a 100	8	4	4	13	24	53
Alto de 81.4 a 93.8	3	3	2	9	11	28
Medio de 68.9 a 81.3	2	0	2	2	8	14
Bajo de 43.9 a 68.8	3	2	6	6	7	24
Muy Bajo de 0 a 43.8	0	0	2	1	3	6
Total	16	9	16	31	53	125
%	12.8	7.2	12.8	24.8	42.4	100

Fuente: Elaborado sobre la base del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS, 2010) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010).

Las TMI bajas se presentan en 53 municipios (42.4%), de los cuales la mayoría de ellos están en los rangos muy alto y alto de viviendas particulares habitadas que cuentan con drenaje, con 24 y 11 municipios respectivamente, en el rango medio se tiene ocho municipios; en los rangos bajo y muy bajo existen siete y tres respectivamente. Situación favorable para la salud humana (tabla VIII).

TASAS DE MORTALIDAD INFANTIL Y VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS QUE CUENTAN CON AGUA POTABLE, 2010

En el Estado de México para el año 2010 se contó con 3,749,106 viviendas particulares habitadas, de las cuales el 90.25% cuentan con agua potable. Este indicador refleja las condiciones que rodean a una familia y a los menores de un año que favorece o no la salud humana (figura 10).

La correlación de las tasas de mortalidad infantil y las viviendas con drenaje no es significativa, es de 0.04.

Los rangos muy alto y alto de viviendas particulares habitadas que cuentan con agua potable concentran 22 y 56 municipios respectivamente (62.4% del total); en el rango medio se tienen 27 municipios (21.6%); y en los rangos bajo y muy bajo con 10 municipios respectivamente (16% del total). Esta situación refleja condiciones favorables para la salud y es importante también priorizar la cuarta parte de viviendas que requieren mejores condiciones con respecto a agua potable.

Las TMI en el rango muy alto se presentan en 16 municipios (12.8% del total), de los cuales tres están en el rango muy alto de viviendas particulares habitadas que cuentan con agua potable; y siete en el rango alto. En condiciones medias se tienen tres municipios. Únicamente dos y uno en los rangos bajo y muy bajo respectivamente.

Las TMI altas se presentan en nueve municipios (7.2%), de los cuales siete presentan rango alto de viviendas particulares habitadas que cuentan con agua potable; en los rangos medio y bajo se tiene un municipio respectivamente.

Las TMI en el rango medio alto se presentan en 16 municipios (12.8%), de los cuales la mayoría se concentran en el rango alto de viviendas particulares habitadas que cuentan con agua potable, que son seis municipios; en el rango muy alto se tienen tres municipios; en el rango medio también son tres; por último en los rangos bajo y muy bajo se tienen tres y uno respectivamente.

Las TMI del rango medio bajo se presentan en 31 municipios (24.8%), de los cuales 17 están en el rango alto de viviendas

particulares habitadas que cuentan con agua potable; muy alto en tres municipios; en el rango medio ocho; y en los rangos bajo y muy bajo se tienen uno y dos respectivamente.

Las TMI bajas se registran en 53 municipios (42.4%), de los cuales se concentran en los rangos muy alto, alto y medio de viviendas que disponen de agua potable en 13, 19 y 12 municipios principalmente. En los rangos bajo y muy bajo únicamente tres y seis municipios en cada rango, tabla IX.

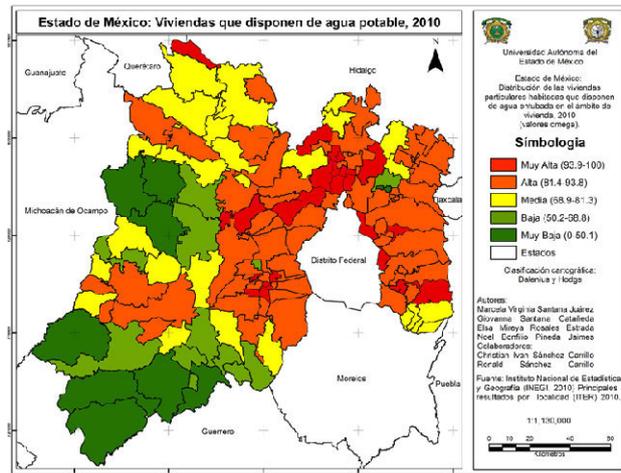


Figura 10. Estado de México. Viviendas que disponen de agua potable, 2010

TABLA IX.

Estado de México: mortalidad infantil y viviendas particulares habitadas que cuentan con agua potable, 2010 (número de municipios)

VPH AGUA	TMI					Total
	Muy Alta	Alta	Media Alta	Media Baja	Baja	
Muy Alto (93.9 a 100)	3	0	3	3	13	22
Alto (81.4 a 93.8)	7	7	6	17	19	56
Medio (68.9 a 81.3)	3	1	3	8	12	27
Bajo (50.2 a 68.8)	2	1	3	1	3	10
Muy Bajo (0 a 50.1)	1	0	1	2	6	10
Total	16	9	16	31	53	125
%	12.8	7.2	12.8	24.8	42.4	100

Fuente: Elaborado sobre la base del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS, 2010) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010).

ANÁLISIS BIVARIADO DE LAS TASAS DE MORTALIDAD INFANTIL Y VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS QUE CUENTAN CON LUZ ELÉCTRICA, DRENAJE Y AGUA POTABLE, 2010

A continuación se muestra la distribución de las TMI con la distribución de los servicios a la vivienda por cuadrantes:

El cuadrante I indica valores altos en las tasas de mortalidad infantil a pesar de que cuentan con valores altos en porcentajes de viviendas particulares habitadas que cuentan con luz eléctrica, drenaje y agua potable. Dicha situación indica condiciones favorables de los servicios a la vivienda que pueden incidir en la mortalidad infantil. En este caso representan aproximadamente el 20% de los municipios, que se localizan de manera dispersa principalmente en las Zonas Metropolitanas del Valle de México y Toluca (tabla X).

El cuadrante II, indica valores bajos en las TMI y altos en porcentajes de servicios a la vivienda (44% aproximadamente), situación que indica una situación favorable en la salud de la población infantil; localizados principalmente en municipios eminentemente urbanos y algunos al poniente del estado.

El cuadrante III, muestra que a pesar de registrar TMI bajas, existen bajos porcentajes que van de 22% a 24% de servicios básicos a la vivienda; ubicados principalmente al poniente y en algunos municipios urbanos.

Con relación al cuadrante IV, indica altas TMI y bajos porcentajes de servicios a la vivienda, situación que agrava la salud infantil que se presenta entre el 12 y 13% del total de municipios, localizados principalmente al poniente del estado y al centro sur (figuras 11, 12, 13, 14, 15 y 16).

TABLA X

Estado de México: Análisis bivariado de mortalidad infantil y servicios a la vivienda, 2010

CUADRANTE	TVPH LUZ ELÉCTRICA		TVPH AGUA POTABLE		TVPH DRENAJE	
	No.	%	No.	%	No.	%
I Alto - Alto	25	20	26	20.8	24	19.2
II Bajo - Alto	54	43.2	55	44	56	44.8
III Bajo - Bajo	30	24	29	23.2	28	22.4
IV Alto Bajo	16	12.8	15	12	17	13.6
Total de Municipios	125	100	125	100	125	100

Fuente: Elaborado sobre la base del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS, 2010) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010).

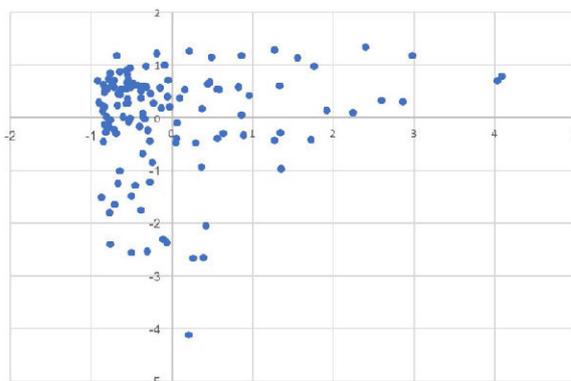


Figura 11. Estado de México: Análisis bivariado de la tasa de mortalidad infantil con el porcentaje de viviendas con luz eléctrica

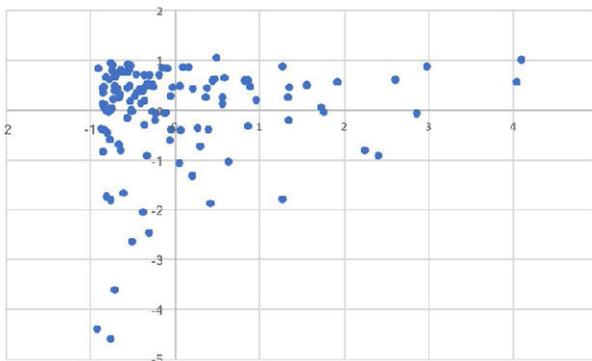


Figura 12. Estado de México: Análisis bivariado de la tasa de mortalidad infantil con el porcentaje de viviendas con agua potable

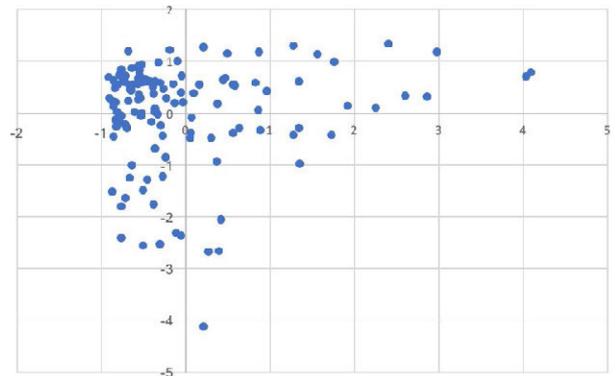


Figura 13. Estado de México: Análisis bivariado de la tasa de mortalidad infantil con el porcentaje de viviendas con drenaje

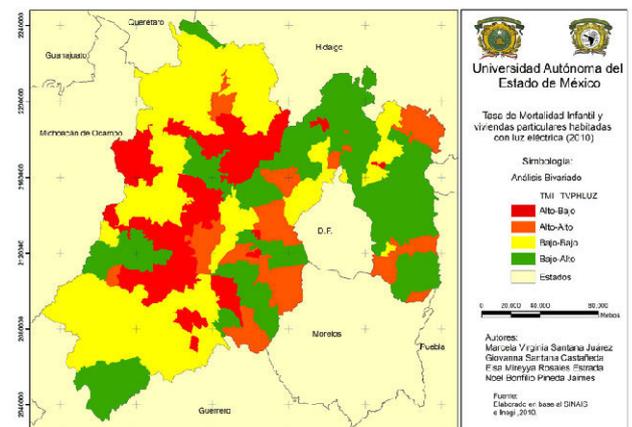


Figura 14. Estado de México: distribución de la tasa de mortalidad infantil con el porcentaje de viviendas con luz eléctrica (2010)

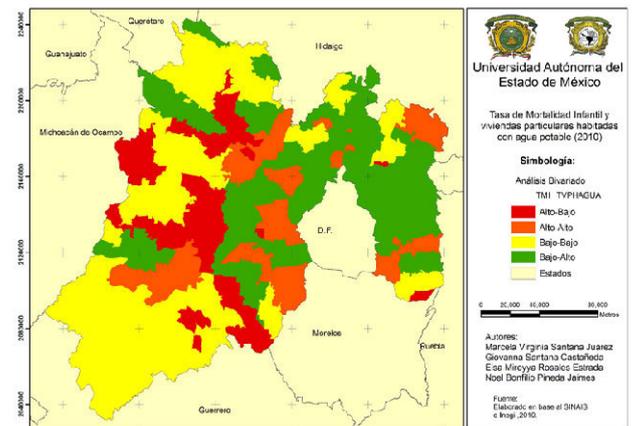


Figura 15. Estado de México: distribución de la tasa de mortalidad infantil con el porcentaje de viviendas con agua potable (2010)

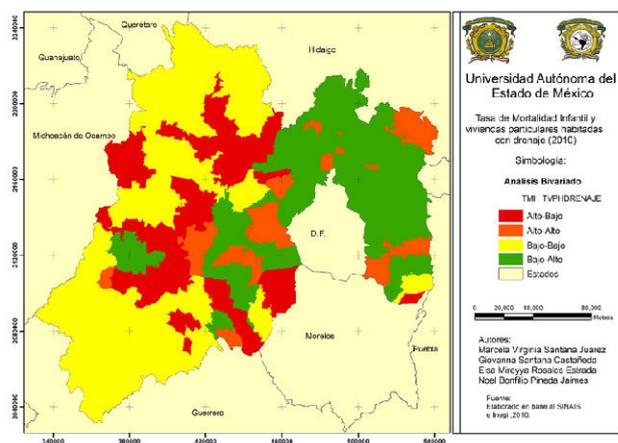


Figura 16. Estado de México: distribución de la tasa de mortalidad infantil con el porcentaje de viviendas con drenaje (2010)

III. CONCLUSIONES

En relación a los resultados en este trabajo con respecto al Atlas de mortalidad infantil del Estado de México, como insumo para el ordenamiento territorial (Santana M., et.al. 2010), se señala que el atlas analiza la distribución de la mortalidad infantil en un estudio longitudinal, en el que se muestran los cambios en las reducciones de las TMI y los cambios en las causas durante el siglo XX. El presente trabajo es un estudio transversal porque únicamente considera el año 2010 y la relación con algunas características socioeconómicas, como una actualización del atlas.

El objetivo de este trabajo es conocer la distribución territorial de la mortalidad infantil, presentando como principal aporte el contar con un panorama sobre los niveles de este indicador, además de conocer la distribución de las características socioeconómicas y la relación entre ambos.

Considerando como referencia la tasa de mortalidad del Estado de México que es de 16.12 por mil nacidos vivos, la cual es superior a la nacional que es de 14.1, al interior del Estado de México en la mayor parte de los municipios se registran tasas superiores a la estatal.

Los resultados muestran que en el Estado de México las características socioeconómicas y de la mortalidad infantil no son homogéneas a nivel municipal. A nivel estatal se ha observado una disminución importante en las tasas de mortalidad infantil sin embargo el descenso no ha sido igual en los municipios.

Para el año 2010 se encontró que el 58% de los municipios presentan tasas de mortalidad infantil superiores a la estatal. El 20% de municipios registran TMI altas y muy altas; el 37.6%

se presentan en las condiciones medias y el 42.4% las TMI son Bajas.

Las correlaciones de Pearson no son significativas con las características socioeconómicas consideradas en este trabajo, por lo que muestra que la distribución de las TMI se presenta tanto en ámbitos urbanos como los rurales, con grados de marginación altos y bajos y con viviendas con servicios básicos y con bajos porcentajes de servicios. A este respecto se sugiere considerar variables principalmente sobre la alimentación y características geográficas locales y socioeconómicas de la mamá a fin de abordar la mortalidad materna infantil.

Uno de los inconvenientes es la escala de análisis territorial que es a nivel municipal, porque la TMI estatal o municipal no refleja las condiciones locales o a detalle de este importante indicador del desarrollo de la población.

Las tasas de mortalidad infantil muy altas se registran principalmente en el clima templado subhúmedo; en municipios con muy alto porcentaje de localidades rurales; con grado de marginación bajo y medio; y con población no derechohabiente alto y bajo.

Las tasas de mortalidad infantil altas se registran principalmente en el clima templado subhúmedo, en municipios con rango muy alto y medio de porcentaje de localidades rurales; con grado de marginación medio, bajo y muy bajo; y con población no derechohabiente bajo y alto principalmente.

La tasa de mortalidad infantil media alta se presenta principalmente en el clima templado subhúmedo, en municipios con muy alto porcentaje de localidades rurales, con grado de marginación medio y bajo porcentaje de población no derechohabiente.

La tasa de mortalidad infantil media baja se registra principalmente en municipios con clima predominante templado subhúmedo y seco, con muy alto porcentaje de localidades rurales, así como en el rango medio; con grado de marginación bajo y muy bajo, con población no derechohabiente alto y en el rango medio.

La tasa de mortalidad infantil baja se registra en municipios con clima predominante templado subhúmedo y en menor proporción en el seco; con muy alto porcentaje de localidades rurales, así como en el rango medio; con grado de marginación muy bajo, bajo y medio; con bajo, muy alto y alto porcentaje de población no derechohabiente.

Se sugiere realizar una matriz FODA para determinar las oportunidades y las amenazas, las fortalezas y las debilidades de la distribución de la mortalidad infantil y evaluar el avance en las políticas en materia de salud infantil, en términos de mortalidad infantil, para la ordenación territorial de los servicios públicos de salud y para la planeación de la salud infantil.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo y la confianza del Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT) por financiar el proyecto de investigación del observatorio geográfico de salud y riesgos en México.

Un merecido agradecimiento a nuestras autoridades de la Facultad de Geografía, UAEM: al Mtro. Francisco Zepeda Mondragón, al Mtro. Arturo Barreto Estrada y al Lic. Rubén Ochoa Mora por el apoyo brindado para el buen desarrollo de este proyecto de investigación.

Agradecemos el valioso apoyo de los becarios y tesistas: Christian Ivan Sánchez Carrillo, Ronald Sánchez Carrillo y al Lic. Jesús Emilio Hernández Bernal.

REFERENCIAS

- Buzai G. (2015). Análisis espacial en geografía de la salud. Lugar Editorial S.A. Argentina.
- Censo de población y vivienda, 2010 (INEGI). Disponible en http://gaia.inegi.org.mx/scince2/documentos/scince/metodo_notaTecnica.pdf
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Indicadores de acceso y uso efectivo de los servicios de salud de afiliados al seguro popular, (CONEVAL, 2014), [en línea]. Consultada el 26 de octubre de 2016, disponible en internet: <http://www.coneval.org.mx/Informes/Evaluacion/Impacto/Acceso%20y%20Uso%20Efectivo.pdf>
- Dalenius, T. and Hodges, J. L. (1959) Minimum variance stratification. *Journal of the American Statistical Association*, 54, 88-101. Citado en Nota técnica, Estratificación univariada.
- Diertelen, P. (2015). Justicia distributiva y salud. Ciudad de México: Fondo de cultura económica y Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, 2010). Recuperado el 19 de diciembre del 2016. Disponible en: http://www.paho.org/uru/index.php?option=com_content&view=article&id=605:la-mortalidad-infantil-redujo-mas-mitad-diez-anos-persisten-disparidades-entre-paises-americas&Itemid=340
- Garrocho, C. (1995). Análisis socioespacial de los servicios de salud, accesibilidad, utilización y calidad. El Colegio Mexiquense A. C. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2015. Dirección General de Información en Salud (DGIS). Base de datos de defunciones y Base de datos de nacidos vivos registrados 1990 - 2013, [en línea]. <http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/nacidosvivos.html> Consultado el 17 de agosto de 2015
- Olivera, A. (1993). Geografía de la salud. Editorial Síntesis. Madrid, España.
- Organización Mundial de Salud (OMS, 2010) Boletín de la Organización Mundial de la Salud, UNICEF, OMS Recuperado 5 de Noviembre del 2016 en http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2011/child_mortality_estimates_20110915/es/
- Organización Mundial de Salud (OMS, 2010) La biblioteca de Salud Reproductiva de la OMS, Enfriamiento para recién nacidos con encefalopatía hipóxico-isquémica, Recuperado 5 de Noviembre del 2016 en http://apps.who.int/rhl/newborn/cd003311_ballotde_com/es/
- Organización Mundial de Salud (OMS). Los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas son ocho objetivos que los 191 Estados Miembros de las Naciones Unidas convinieron en tratar de alcanzar para 2015.
- OPS http://www1.paho.org/hq/dmdocuments/2009/Agenda_Salud_para_las_Americas_2008-2017.pdf
- Riera, J. (1985), La topografía médica vallisoletana de Pascual Pastor y López. Secretariado de publicaciones. Universidad de Valladolid, España.
- Santana M., et.al. (2010). Atlas de mortalidad infantil del Estado de México, como insumo para el ordenamiento territorial. *Revista Posgrados de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH)*. No. 4, Vol. II, Dic. 2010-
- Santana Juárez, M. V., Santana Castañeda, G., Rosales Estrada, E. M., Pineda Jaimés, N. B., Serrano Barquín, R. A., Sánchez Carrillo, C. I., & Sánchez Carrillo, R. (2017). Observatorio de Geografía de la salud del Estado de México. Mortalidad infantil. Toluca: UAEMex.
- Sorre, Max (1955), Fundamentos biológicos de la Geografía humana. Editorial Juventud. Barcelona, España.
- Urteaga, L. (1980), "Miseria, miasmas y microbios. Las topografías médicas y el estudio del medio ambiente en el siglo XIX", en Cuadernos Críticos de Geografía Humana Geocrítica. Año V. Número 29. Universidad de Barcelona. España.
- Who.int. (2016). OMS | Cambio climático y salud humana. [online] Available at: <http://www.who.int/globalchange/climate/es/> [Accessed 16 Nov. 2016].
- Clicom-mex.cicese.mx. (2017). CLICOM. [online] Available at: <http://clicom-mex.cicese.mx> [Accessed 7 Sep 2016].
- Dgis.salud.gob.mx. (2016). SALUD EN NÚMEROS. [online] Available at: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/sinai/s_index.html [Accessed 21 Feb. 2016].
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2016). [online] inegi.org.mx. Available at: <http://www.inegi.org.mx/> [Accessed 21 Nov. 2016]

Estudio comparado del efecto del ascenso del nivel del mar (ANM) sobre la infraestructura de salud y la población en las ciudades de Puerto Rico y del Caribe

José Seguinot Barbosa

Departamento de Salud Ambiental
Recinto de Ciencias Médicas
Universidad de Puerto Rico
jose.seguinot@upr.edu

RESUMEN

El propósito central de este estudio es presentar los datos comparativos del efecto del ascenso (ANM) del nivel del mar sobre las ciudades de Puerto Rico y del Caribe. Mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica y utilizando la base de datos provista por Google Earth se identificó la infraestructura asociada a los servicios de salud (hospitales, escuelas, hoteles y edificios públicos, entre otros) que podría estar afectada por el incremento de uno y cinco metros del ANM. Para determinar las áreas afectadas por el ANM se utilizó la base geográfica provista por la NASA en flood.firetree.net. Se usó el ArcGIS 10.3.3 para sobreponer y georeferenciar los polígonos de las zonas afectadas con la infraestructura identificada en cada ciudad. Utilizando la función de selección por localización se determinó entonces la infraestructura que se encontraba dentro de los polígonos de uno y cinco metros del ANM. Los cálculos de la población afectada se llevaron a cabo utilizando el censo más reciente (2014) para cada ciudad. En los casos donde había datos disponibles a nivel de tramo censal, como fue el caso de Puerto Rico, se sobrepuso el tramo con los polígonos de las áreas afectadas. En aquellas ciudades donde sólo existía el dato de la población general se estimó el porcentaje de área afectada y con este dato se estimó la cantidad de población en riesgo. Este estudio estableció a corto plazo (1 metro en 100 años) y largo plazo (5 metros en 500 años) la vulnerabilidad de la infraestructura y la población al ascenso del nivel del mar. Según el análisis San Juan y Cartagena de Indias son las ciudades del Caribe con mayor infraestructura y población en riesgo tanto para uno como para cinco metros. A nivel de Puerto Rico San Juan y Mayagüez son las ciudades que presentan una mayor vulnerabilidad.

Palabras Clave: **ascenso del nivel del mar, sistemas de información geográfica, ciudades del Caribe, infraestructura de salud, población.**

INTRODUCCIÓN

Este proyecto surge como parte de una extensión de otro proyecto desarrollado bajo la propuesta del programa ULTRA (Urban long Term Research Area) y auspiciada por la National Science Foundation (NSF) y el United States Forest Service (USFS) titulada en inglés: San Juan, Puerto Rico: Social-Ecological System Change, Vulnerability, and the Future of a Tropical City. Esta propuesta abordó dos tipos de preguntas fundamentales en la investigación socio-ambiental. El primer grupo de preguntas planteó: ¿Cómo los factores biofísicos, económicos e institucionales afectan la vulnerabilidad natural y humana dentro del sistema urbano?, ¿Cómo éstos han cambiado espacial y temporalmente durante los últimos setenta años? y ¿En qué medida estos factores de vulnerabilidad han influenciado en la sostenibilidad de la ciudad?

El objetivo central del primer estudio realizado en San Juan fue el de medir la vulnerabilidad de las comunidades al cambio climático y al ANM (Seguinot, 2012). Para ello definimos las personas vulnerables como aquellas que por distintos motivos se sentían susceptibles a una situación de peligro. Respecto a la infraestructura esta puede considerarse vulnerable si se encuentra ubicada en lugares donde los efectos del ANM, serán sensibles.

La región de estudio comprende toda la cuenca del Caribe (figura 1). El énfasis está puesto en las ciudades costeras del Caribe, incluyéndose cuando menos varias ciudades capitales o importantes desde el punto de vista turístico o portuario para la región. Las ciudades estudiadas incluyen San Juan (Puerto Rico), Santo Domingo (República Dominicana), Habana (Cuba), Kingston (Jamaica), Cartagena de Indias (Colombia), Ciudad de Panamá (Panamá), Puerto Limón (Costa Rica), Punta Arenas (Costa Rica), Ciudad de Belice (Belice), Cancún (México) y Nassau (Bahamas). En el caso de Puerto Rico las ciudades estudiadas (figura 2) incluyen al menos una ciudad por cada región geográfica de la isla y las que usualmente se consideran las cabeceras urbanas de su municipio por lo cual llevan el mismo nombre que este último. Las ciudades bajo estudio son: San Juan (capital, región norte), Río Grande-Fajardo (región noreste y este), Ponce (región sur), Mayagüez (región oeste) y Aguadilla (región noroeste).



Figura 1: Puerto Rico en el Caribe y mapa de los límites políticos, 2016

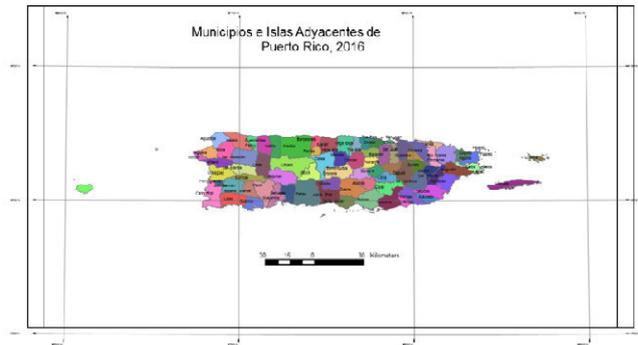


Figura 2: Municipios e islas de Puerto Rico, 2016

METODOLOGÍA

A través de la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica y utilizando la base de datos provista por Google Earth se identificaron las estructuras asociadas a los servicios de salud (hospitales, escuelas, hoteles y edificios públicos, entre otros) que podrían ser afectadas por el incremento de uno y cinco metros del ANM. Para determinar las áreas afectadas por el ANM se utilizó la base geográfica provista por la NASA en flood.firetree.net. Esta base se proyectó con la aplicación del ArcGIS 10.3.3 para sobreponer y georreferenciar los polígonos de las zonas afectadas con la infraestructura identificada en cada ciudad. Utilizando la función de selección por localización se determinó entonces la infraestructura que se encontraba dentro de los polígonos de uno y cinco metros del ANM.

Una vez acesada la página web de la NASA se seleccionó la vista aérea de cada ciudad, preferiblemente a una escala entre 1:5000 a 1:10000 dependiendo de la extensión urbana de la ciudad. En esta página web se escogió la opción sobre a cuántos metros sería el ascenso del nivel del mar que se quería ver el despliegue, para esta investigación se seleccionaron uno y cinco metros como ANM. Esta imagen fue utilizada como base para digitalizar a mano todas las áreas (polígonos) afectadas en la ciudad por las penetraciones del mar a uno y cinco metros. Cada una de estas imágenes fue guardada para luego ser levantadas y georreferenciadas en el ArcGIS.

En el Programa de Google Earth se levantó la imagen correspondiente a cada ciudad en una escala similar a la levantada en la base de datos de la NASA. En esa imagen se marcaron cada uno de los puntos correspondientes a la infraestructura de hospitales, centros de salud, escuelas, hoteles, centros para el manejo de emergencias, estaciones de policías y bomberos, entre otros. Se construyó una tabla de toda la infraestructura afectada según las siguientes categorías: estructuras educativas, estructuras de servicios a la salud, áreas culturales y centros turísticos, áreas portuarias y aeropuertos, áreas recreativas, manejo de emergencias, estructuras importantes, iglesias y cementerios y otros (restaurantes, bares, áreas residenciales). Estos puntos fueron exportados al ArcGIS en formato KML convirtiéndose en una capa de información con formato Shapefile.

Para poder sobreponer la capa de puntos con la imagen de la NASA se proyectó la capa de puntos en un mapa mundial que incluía un mapa digital de cada país con un sistema de coordenadas WGS 1984. En este mapa también se georreferenció la imagen digital de cada ciudad que incluía los polígonos del ANM a uno y cinco metros. De esta manera se logró la so-

brexposición de los puntos (infraestructura) con los polígonos (ANM 1 y 5 metros). Una vez levantados todos los datos en una misma plataforma se utilizó el comando de selección por localización (Selection- by location) del ArcGIS para identificar todas las estructuras que caían dentro de los polígonos de uno y cinco metros. Las estructuras seleccionadas se convirtieron en una capa de información para efecto de identificarlas y contabilizarlas. Así fue como se construyeron las tablas que incluyen cada infraestructura afectada en cada ciudad.

Los cálculos de la población afectada para uno y cinco metros del ANM se llevaron a cabo utilizando el censo más reciente (2014) para cada ciudad, excepto Cancún que se usaron datos del 2008. En los casos donde había datos disponibles a nivel de tramo censal, como fue el caso de Puerto Rico, se superpuso el tramo con los polígonos de las áreas afectadas. En aquellas ciudades donde solo existía el dato de la población general se estimó el porcentaje del área afectada y con este dato se estimó la cantidad de población en riesgo. En algunos casos como en Santo Domingo la población existía para cada uno de los sectores urbanos de planificación. Se trató de conseguir un estimado de población oficial, es decir hecho por una institución autorizada por cada país. No obstante, en ocasiones dependimos de datos secundarios ofrecidos por fuentes secundarias como el Internet pero, éstos fueron

corroborados por otros medios. La fuente de los datos y/o la página web de donde se consiguieron los datos de población generalmente aparecen citadas en el capítulo correspondiente a cada ciudad.

Una vez conseguida toda la información necesaria se prepararon tablas síntesis (tablas 1 al 4) que resumen estadísticamente la cantidad de infraestructura afectada según cada una de las categorías estudiadas y la cantidad de población en riesgo en cada ciudad. Las tablas se hicieron por ciudades del Caribe y ciudades de Puerto Rico según el ANM de uno y cinco metros. Con estas tablas se prepararon las gráficas comparativas (ver resultados) entre todas las ciudades del Caribe y entre las ciudades de Puerto Rico. Se trató de completar la mayor cantidad de datos posibles para cada tabla, no obstante en algunos casos fue necesario incluir un NA (no aplica) para demostrar que para ese caso en particular no había información disponible. En los casos en que se incluyó un 0 fue porque no se logró identificar ninguna estructura que estuviera afectada. Para ver en detalle el efecto del ANM, tanto a uno como a cinco metros, en la infraestructura y en la población de las ciudades de Puerto Rico y el Caribe véase las tablas que se presentan a continuación.

TABLA 1.

Síntesis de las estructuras y población afectadas por el ANM de 1m en las ciudades del Caribe.*

CATEGORÍA	SAN JUAN	SANTO DOMINGO	HABANA	KINGSTON	CARTAGENA DE INDIAS	CIUDAD DE PANAMÁ	PUERTO LIMÓN	PUNTA-RENAS	CIUDAD DE BELICE	CANCÚN	NASSAU
Educación	1	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
Servicios de salud	2	0	0	0	1	0	0	0	6	0	2
Centros culturales y turísticos	8	2	1	NA	6	2	NA	3	4	4	10
Áreas portuarias y aeropuertos	6	3	NA	3	3	2	1	2	1	1	2
Áreas recreativas	6	NA	NA	NA	NA	NA	1	NA	NA	1	2
Manejo de emergencias	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1
Estructuras importantes	2	NA	NA	1	3	5	1	NA	NA	NA	0
Iglesias y cementerios	5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	NA	1
Transportación/ Sistema vial	NA	2	2	NA	42	NA	1	1	NA	NA	NA
Otros	NA	NA	NA	NA	NA	1	NA	NA	NA	NA	NA
Total Est	30	7	3	1	55	10	4	6	20	6	19
Población	66,300	29,760	4,096	5,860	57,727	5415	4513	1,203	4267	32,512	4240

TABLA 2.

Síntesis de las estructuras y población afectadas por el ANM de 5m en las ciudades del Caribe.*

CATEGORÍA	SAN JUAN	SANTO DOMINGO	HABANA	KINGSTON	CARTAGENA DE INDIAS	CIUDAD DE PANAMÁ	PUERTO LIMÓN	PUNTA-RENAS	CIUDAD DE BELICE	CANCÚN	NASSAU
Educación	14	0	0	5	13	9	2	1	19	0	1
Servicios de salud	13	0	1	2	9	3	0	0	14	0	2
Centros culturales y turísticos	40	7	19	6	39	10	3	3	10	16	2
Áreas portuarias y aeropuertos	15	3	NA	11	7	4	1	2	1	2	1
Áreas recreativas	23	1	12	3	19	8	1	NA	NA	5	1
Manejo de emergencias	6	NA	NA	4	1	NA	1	NA	NA	NA	1
Estructuras importantes	20	NA	5	19	6	15	3	NA	NA	1	6
Iglesias y cementerios	13	1	7	NA	5	6	1	NA	2	NA	1
Transportación/ Sistema vial	2	3	3	2	254	NA	5	1	NA	NA	NA
Otros	4	1	NA	7	5	5	1	1	NA	3	NA
Total Est.	150	16	47	59	358	60	18	8	46	27	15
Población	312,337	58,240	24,449	205,103	215,450	13,538	64,477	2,156	60,963	78,029	31,800

*Datos del Censo tomados al año 2014, excepto Cancún que los datos bases son del 2008.

TABLA 3.

Síntesis de las estructuras y población afectadas por el ANM de 1m en las ciudades de Puerto Rico. *

CATEGORÍA	SAN JUAN	RIO GRANDE-FAJARDO	PONCE	MAYA-GÜEZ	AGUA-DILLA
Educación	1	0	0	2	1
Servicios de salud	2	0	0	0	0
Áreas culturales y centros turísticos	8	15	3	NA	1
Áreas portuarias y aeropuertos	6	NA	4	1	NA
Áreas recreativas	6	6	1	7	NA
Manejo de emergencias	NA	NA	NA	NA	NA
Estructuras importantes	2	NA	NA	NA	NA
Iglesias y cementerios	5	NA	NA	NA	NA
Transportación/Sistema vial	NA	2	NA	NA	NA
Otros	NA	6	3	7	3
Total Est.	30	29	11	17	6
Población	66,300	20,413	8397	3,385	1816

TABLA 4

Síntesis de las estructuras y población afectadas por el ANM de 5m en las ciudades de Puerto Rico**

CATEGORÍA	SAN JUAN	RIO GRANDE-FAJARDO	PONCE	MAYA-GÜEZ	AGUA-DILLA
Educación	14	0	3	12	4
Servicios de salud	13	0	0	3	0
Áreas culturales y centros turísticos	40	15	4	1	5
Áreas portuarias y aeropuertos	15	NA	5	2	NA
Áreas recreativas	23	NA	2	19	NA
Manejo de emergencias	6	NA	1	2	NA
Estructuras importantes	20	NA	1	15	NA
Iglesias y cementerios	13	NA	2	8	NA
Transportación/sistema vial	2	NA	NA	NA	NA
Otros	4	6	2	16	6
Total Est.	150	21	20	78	15
Población	312,337	38,861	19,826	26,816	3,018

**Datos Censales: Tomados del Census Explorer, Proyecciones a 2013-14

Resultados

De acuerdo a los análisis realizados encontramos que San Juan y Cartagena de Indias son las ciudades del Caribe con mayor infraestructura y población en riesgo tanto para uno como para cinco metros. En Puerto Rico San Juan y Mayagüez son las ciudades que presentan mayor vulnerabilidad. No obstante, estos resultados hay que mirarlos según cada una de las categorías de análisis que hemos construido. Estas son: estructuras educativas, estructuras de servicios a la salud, áreas culturales y centros turísticos, áreas portuarias y aeropuertos, áreas recreativas, manejo de emergencias, estructuras importantes, iglesias y cementerios y otros (restaurantes, bares, áreas residenciales).

CIUDADES DEL CARIBE

A nivel del total de la infraestructura impactada por el ANM de un metro (figura 3) las ciudades Caribeñas que sufrirán un mayor impacto en su infraestructura pública son: Cartagena de Indias y San Juan, seguidas de Ciudad de Belice y Nassau.

Las ciudades que menos impacto tendrán son: Kingston, Habana y Puerto Limón.

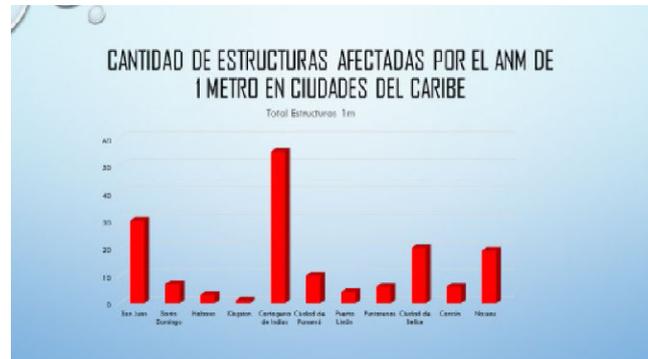


Figura 3: Estructuras afectadas por el ANM de 1m

Las ciudades caribeñas (figura 4) cuya infraestructura será más afectada por un incremento del ANM de 5 metros son en orden descendente: Cartagena de Indias y San Juan. En comparación con el efecto de 1 metro en cinco metros se observa un descenso en Ciudad Belice y Nassau, mientras se observa un pequeño incremento en la Habana y Ciudad de Panamá. La ciudades con menos infraestructura afectada son: Puntarenas, Nassau y Santo Domingo.

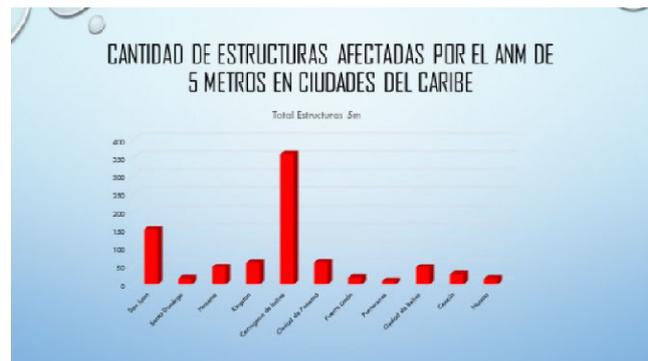


Figura 4: Estructuras afectadas por el ANM de 5m.

Las ciudades con infraestructura educativa más afectada en cinco metros de ANM pueden verse en la figura 5. La ciudad que perderá mayor cantidad de estructuras educativas (escuelas, colegios, universidades) con este ANM serán: Ciudad de Belice y San Juan. Las ciudades menos afectadas serán: Santo Domingo, Cancún y la Habana.

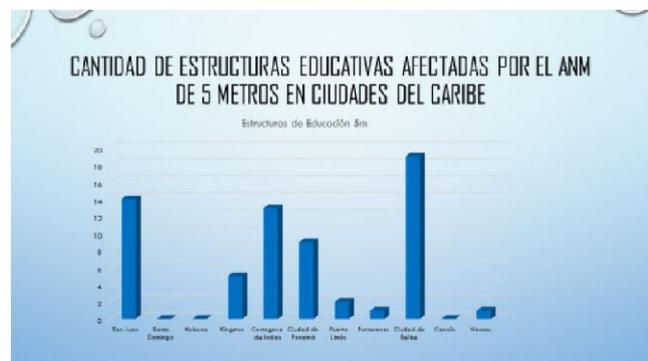


Figura 5: Estructuras educativas afectadas por el ANM de 5m

Las ciudades caribeñas (figura 6) cuya infraestructura de salud será más afectada por un incremento del ANM de 5 metros son en orden descendente: Ciudad de Belice y San Juan.

La ciudades cuyos servicios de salud no se verán muy afectados Santo Domingo, Punta Arenas y Puerto Limón en Costa Rica y Cancún, México.

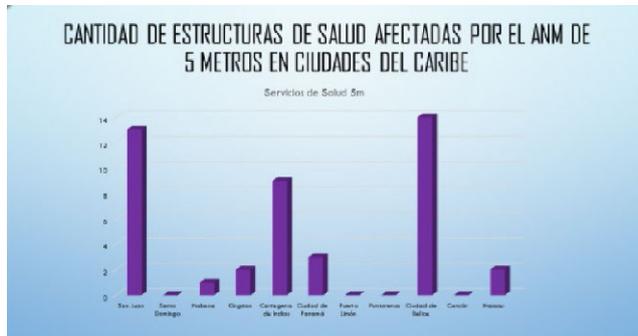


Figura 6: Estructuras de salud afectadas por el ANM de 5 Metros

Respecto a la población afectada es importante señalar que aunque aquí se están comparando ciudades muy grandes con ciudades más pequeñas lo que es relevante es la cantidad de personas que están en riesgo de ser afectados por el ANM. Como sabemos la población no está distribuida homogéneamente y ciudades grandes como Kingston tienen poca población cercana a la costa, mientras ciudades medianas como Cancún tienen mucha población costera. Las ciudades con mayor población (figura 7) en riesgo por el ANM de un metro son en orden descendente: San Juan, Cartagena de Indias, Cancún y Santo Domingo. Las ciudades estudiadas con menor cantidad de población en riesgo son: Punta Arenas, Habana, Nassau y Ciudad de Panamá.

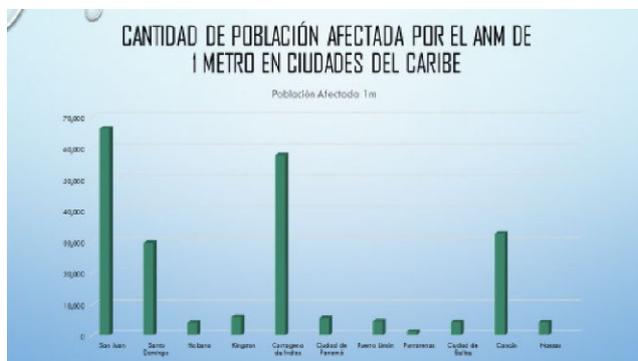


Figura 7: Población afectada por el ANM de 1m

Las ciudades con mayor población (Figura 8) en riesgo ante un ANM de 5 metros son: San Juan, Cartagena de Indias y Kingston. Las ciudades caribeñas con menor cantidad de población en riesgo para este ANM son: Punta Arenas, Ciudad de Panamá y la Habana.



Figura 8: Población afectada por el ANM de 5m

CIUDADES DE PUERTO RICO

El total de la infraestructura impactada por el ANM de un metro (figura 9) las ciudades de Puerto Rico que sufrirán un mayor impacto en su infraestructura pública son: San Juan y Rio Grande- Fajardo. Las ciudades que menos impacto tendrán son: Aguadilla y Ponce.

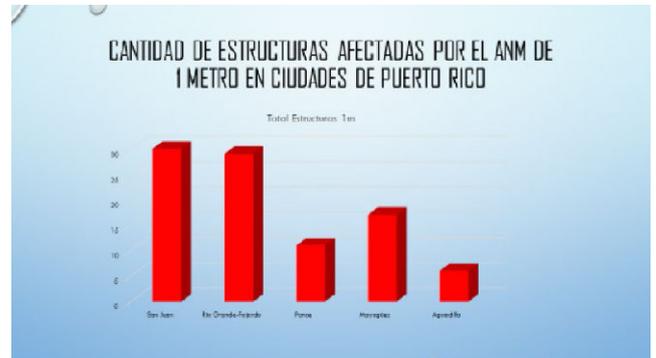


Figura 9: Estructuras afectadas en ciudades de Puerto Rico por el ANM de 1m

Las ciudades de Puerto Rico (figura 10) cuya infraestructura será más afectada por un incremento del ANM de 5 metros son en orden descendente: San Juan y Mayagüez. Las menos impactadas por este ascenso los son Aguadilla y Ponce.

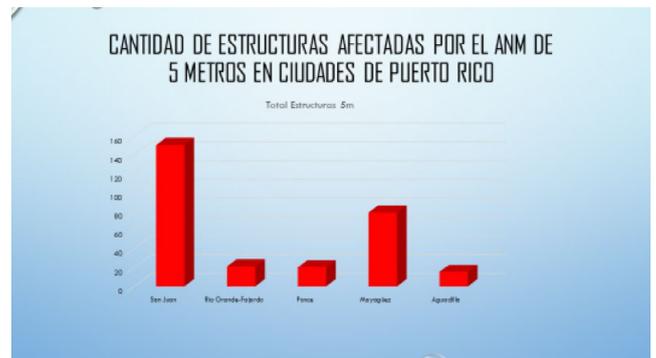


Figura 10: Estructuras afectadas en ciudades de Puerto Rico por el ANM de 5 metros

Las ciudades puertorriqueñas con la infraestructura educativa más afectada en cinco metros de ANM pueden verse en la figura 11. Las ciudades que perderán mayor cantidad de estructuras educativas (escuelas, colegios, universidades) con este ANM serán: San Juan y Mayagüez. Las ciudades menos afectadas serán: Rio Grande-Fajardo y Ponce.



Figura 11: Estructuras educativas afectadas en ciudades de Puerto Rico por el ANM de 5 metros

Las ciudades de Puerto Rico (figura 12) cuya infraestructura de salud será más afectada por un incremento del ANM de 5 metros son en orden descendente: San Juan y Mayagüez. Las ciudades cuyos servicios de salud no se verán muy afectados son: Río Grande-Fajardo, Ponce y Aguadilla.

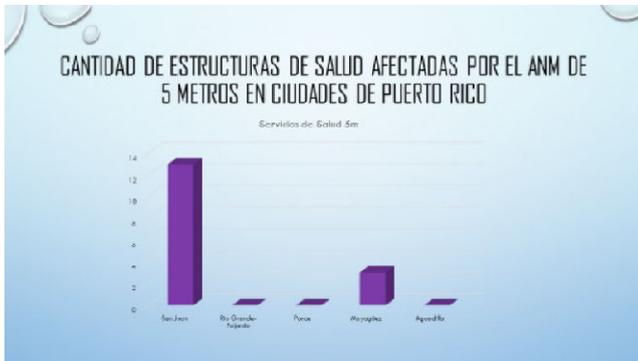


Figura 12: Estructuras de salud afectadas en ciudades de Puerto Rico por el ANM de 5m

Las ciudades con mayor población (figura 13) en riesgo por el ANM de un metro son en orden descendente: San Juan y Río Grande-Fajardo. Las menos afectadas son: Aguadilla y Mayagüez.

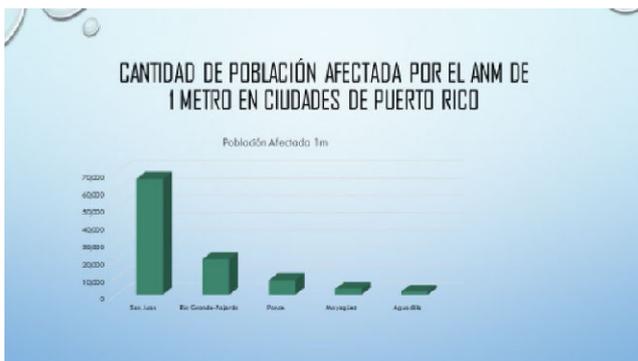


Figura 13: Población afectada en ciudades de Puerto Rico por el ANM de 1m

Las ciudades de Puerto Rico con mayor población (figura 14) en riesgo ante un ANM de 5 metros son: San Juan y Río Grande-Fajardo. Las ciudades con menor cantidad de población en riesgo para este ANM son: Aguadilla y Ponce.



Figura 14: Población afectada en ciudades de Puerto Rico por el ANM de 5 metros

CONCLUSIONES

Luego de realizado este estudio llegamos a las siguientes conclusiones específicas: Las ciudades caribeñas con un mayor índice de vulnerabilidad al ANM son: Cartagena de Indias en Colombia y San Juan de Puerto Rico. Las ciudades con un menor índice de vulnerabilidad al ANM son: Punta Arenas, Santo Domingo y Ciudad de Panamá. En Puerto Rico las ciudades más vulnerables son San Juan y Mayagüez y las menos vulnerables son Aguadilla y Ponce. Es importante señalar que todas las ciudades estudiadas son en mayor o menor medida vulnerables a los efectos del ANM. No obstante, si las comparamos entre ellas siempre habrá unas más vulnerables que otras.

De acuerdo a la infraestructura impactada por el ANM de un metro las ciudades caribeñas que sufrirán un mayor impacto en su infraestructura pública son: Cartagena de Indias y San Juan. Las ciudades caribeñas cuya infraestructura será más afectada por un incremento del ANM de 5 metros son en orden descendente: Cartagena de Indias y San Juan. Las ciudades con infraestructura educativa más afectada en cinco metros de ANM serán: Ciudad de Belice y San Juan. Las ciudades caribeñas cuya infraestructura de salud será más afectada por un incremento del ANM de 5 metros son en orden descendente: Ciudad de Belice y San Juan. Las ciudades con mayor población en riesgo por el ANM de un metro son en orden descendente: San Juan, Cartagena de Indias y Cancún. Las ciudades con mayor población en riesgo ante un ANM de 5 metros son: San Juan, Cartagena de Indias y Kingston.

Las ciudades de Puerto Rico que sufrirán un mayor impacto en su infraestructura impactada por el ANM de un metro son: San Juan y Río Grande-Fajardo. Las ciudades de Puerto Rico cuya infraestructura será más afectada por un incremento del ANM de 5 metros son en orden descendente: San Juan y Mayagüez. Las ciudades que perderán mayor cantidad de estructuras educativas (escuelas, colegios, universidades) con un ANM de 5 metros serán: San Juan y Mayagüez. Las ciudades de Puerto Rico cuya infraestructura de salud será más afectada por un incremento del ANM de 5 metros son en orden descendente: San Juan y Mayagüez. Las ciudades con mayor población en riesgo por el ANM de un metro son en orden descendente: San Juan y Río Grande-Fajardo. Las ciudades boricuas con mayor población en riesgo ante un ANM de 5 metros son: San Juan y Río Grande-Fajardo.

Este estudio refleja que hay muchos factores que determinan el impacto que habrá de tener el ANM en las diferentes ciudades de Puerto Rico y El Caribe. Entre ellos se incluyen algunos elementos naturales como la topografía o la elevación en la cual se encuentra enclavada la ciudad, la cantidad de infraestructura y de población que se encuentra ubicada en el litoral y en la zona costera, la ubicación con respecto al polo norte donde se encuentra la ciudad (las ciudades que se ubican en la costa sur de las islas o del continente están menos expuestas) y los efectos locales de la tectónica de placas, pues algunas ciudades se están levantando junto a la placa donde están ubicadas mientras otras, por el contrario se están hundiendo. Dicho en palabras técnicas algunas ciudades representan costas de emersión mientras otras son costas de sumersión. Por supuesto, las ciudades o sus sectores que representan áreas de sumersión están siendo afectados con mayor intensidad por el ANM.

A modo de conclusión general podemos señalar que el estudio demuestra que no todas las ciudades de Puerto Rico y del Caribe son vulnerables con la misma intensidad a los efectos del ascenso del nivel del mar. Por lo tanto su nivel de vulne-

rabilidad real y su situación de peligro varía según su nivel de desarrollo socio-económico y las zonas donde se ha concentrado el mismo. Desafortunadamente en el Caribe la mayor parte de este desarrollo ha sido en las zonas costeras, razón por la cual ello incrementa la vulnerabilidad de las ciudades al ANM. Ello nos lleva a la conclusión de que el nivel de sos-

tenibilidad y de justicia ambiental existente en las ciudades del Caribe también varía espacialmente de acuerdo a los niveles de exposición a los riesgos marítimos y climáticos, así como a sus propias características demográficas, económicas y ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, C. A., Barton, E. D., and Mooers C. N. K. (2003). Evidence for an eastward flow along the Central and South American Caribbean Coast. *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, 108(C6, 3185). doi:10.1029/2002JC001549
- Brown, Desmond. "Bahamas Will Lose 80% Of Land In This Century To Climate Change, Builds Sea Walls". *Informed Comment*. N.p., 2015. Web. 21 Nov. 2016.
- BURKE R. Y OTROS (2010): *Getting to Know ArcGIS*. California, Editorial ESRI Press, 604 pags.
- Cazenave, A.; Nerem, R. S. (2004). «Cambios actuales del nivel del mar: Observaciones y causas». *Rev. Geophys* 42: RG3001.
- Centro de Estudios Sociales y Demográficos (CESDEM) & ICF International (2014) *Encuesta Demográfica y de Salud 2013*. Santo Domingo, República Dominicana: CESDEM y ICF International.
- Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico (CCCPR). (2013). *Estado del Clima de Puerto Rico 2010-2013, Resumen Ejecutivo: Evaluación de vulnerabilidad socio-ecológicas en un clima cambiante*. Recuperado de http://pr-ccc.org/wp/content/uploads/2014/08/PRCCC_ExecutiveSummary.pdf
- FUNDACIÓN DE CIENCIAS (FNC y SFF), Propuesta. (2010): "San Juan, Puerto Rico: Social-Ecological System Change, Vulnerability, and the Future of a Tropical City", 45pags.
- Georgia Tech Logistics Innovation & Research Center de Panamá. (2016). *Estadísticas e información de Puertos*. Recuperado en: <http://logistics.gatech.pa/es/assets/seaports/balboa>
- <http://flood.firetree.net/>
- <http://www.census.gov/censusexplorer/censusexplorer.html>
- Lizano A, M., & Lizano R, O. (2011). *Creación de escenarios de inundación en la Ciudad de*
- LOUNSBURY, J.F. y ALDRICH, F.T. (1986): *Introduction to Field Methods and Techniques*. Columbus, Ed. Charles E. Merrill, 215 pags.
- MORENO, A. Y OTROS (2005): *Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS*, Madrid, Editorial Ra-Ma., 895 pags.
- Municipio de Ponce . (2014). *Datos Relevantes sobre Ponce* . (J. Figueroa Santiago, Editor) Retrieved 13 de February de 2015 from Ponce Ciudad Señorial
- MUÑOZ-ERICKSON, T.A. AGUILAR-GONZALEZ, B.J. Y SISK, T.D. (2007): "Linking ecosystem health indicators and collaborative management: a systematic framework to evaluate ecological and social outcomes", *Ecology and Society* 12 (2): pp. 6-18
- Nakka, S. (2010). *Engineering response to global sea level rise - Case Study, Port of Kingston, Jamaica*. Stanford University.
- Pedrozo-Acuña, A., Damania, R., Laverde-Barajas, M. A., & Mira-Salama, D. (2015). *Assessing the consequences of sea-level rise in the coastal zone of Quintana Roo, México: the costs of inaction*. *Journal of Coastal Conservation*, 1-14.
- Puerto Rico Climate Change Council. (2010-2013). *Puerto Rico 's State of Climate: Assessing Puerto Rico's Social-Ecological Vulnerabilities in a Changing Climate* . San Juan : PRCCC.
- Puntarenas ante el aumento del nivel del mar. *InterSedes*, 11(21). Recuperado de <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes/article/view/1010>
- Salguero, M. A., Penón, M. L., & Li, S. A. (2006). *Estado del conocimiento del agua subterránea en Costa Rica*. *Boletín Geológico Y Minero*, 117(1), 63-73.
- Seguinot-Barbosa, J. (1996): "La ecología urbana de San Juan (una interpretación geográfica social)", *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 16: pp. 161-184
- Seguinot-Barbosa, J. (1997): *San Juan, Puerto Rico: la ciudad al margen de la bahía*, Ed. Geo, San Juan, 142 pags.
- Seguinot- Barbosa J. (2012), *Vulnerabilidad de las Comunidades de San Juan, Puerto Rico al Cambio climático*. Recuperado de: <http://sanjuanultra.org/recurso/vulnerabilidad-de-las-comunidades-al-cambio-climatico/>
- SKIDMORE A. (2002): *Environmental modeling with GIS and Remote Sensing*. London, Ed. Taylor and Francis, 425 pags.
- UNESCO/COI (2010) *AUMENTO Y VARIABILIDAD DEL NIVEL DEL MAR - RESUMEN PARA RESPONSABLES DE POLÍTICAS*. Obtenido el 13 de febrero de 2016. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001893/189369s.pdf>
- Vanzie, E. (2008, Noviembre). *Assessment of impact of Climate Change on Belize's Health Sector: Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever*. http://www.hydromet.gov.bz/downloads/Vulnerability_Adaptation_Assessment_Health.pdf
- Whittle, D., & Muñoz-Núñez, D. *Sea Level Rise Policies in Cuba*. (2015). Retrieved December 11, 2015 from, <http://gulf-sealevel.org/Whittle,%20Dan.pdf>
- Yi, S., W. Sun, K. Haki, y A. Qian, (2015), *An increase in the rate of global mean sea level rise since 2010*. *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1002/2015GL063902.