



LA NECESIDAD DE UN MANEJO INTEGRAL DE LOS GRANDES PARQUES PARA LA SUSTENTABILIDAD DEL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY

Adolfo Benito Narváez Tijerina
Universidad Autónoma de Nuevo León
adolfonarvaez@gmail.com

Resumen

El artículo presenta una descripción de las principales variables del desarrollo urbano del Área Metropolitana de Monterrey (AMM), concentrándose en las condiciones que han generado su forma urbana actual y las tendencias sobre futuras etapas de su desarrollo; se abordan aspectos relevantes para el análisis de los servicios ecosistémicos que ofrecen los grandes parques urbanos y monumentos naturales localizados en la periferia e interior metropolitano, se resalta su importancia para garantizar el desarrollo sustentable del AMM, entre estos servicios, en el artículo se aborda el tema del manejo del agua y la importancia de la preservación ecológica de las actuales fuentes de abasto como una medida básica para garantizar la sustentabilidad del desarrollo urbano. Como conclusión se resalta la necesidad de contar con un manejo integral de grandes parques, así como de la necesidad de planear con objetivos de largo plazo y alcance regional para la construcción de grandes infraestructuras de soporte para el AMM que apoyen a la explotación sustentable de los recursos actuales que ofrecen los grandes parques y monumentos naturales de cara a prever escenarios de desabasto debido al incremento proyectado de la población metropolitana y las tendencias de desarrollo de la forma urbana en el futuro.

Palabras clave: Sustentabilidad urbana, agua para abasto urbano, servicios ecosistémicos.

THE NEED FOR INTEGRATIVE MANAGEMENT OF LARGE PARKS FOR THE SUSTAINABILITY OF THE METROPOLITAN AREA OF MONTERREY

Abstract

The article presents a description of the main variables of the urban development of the Monterrey Metropolitan Area (AMM), focusing on the conditions that have generated its current urban form and the trends on future stages of its development; Relevant aspects are addressed for the analysis of the ecosystem services offered by large urban parks and natural monuments located on the periphery and metropolitan interior, their importance is highlighted to guarantee the sustainable development of the AMM, among these services, the article addresses the issue of water management and the importance of ecological preservation of current supply sources as a basic measure to guarantee the sustainability of urban development. In conclusion, the need to have comprehensive management of large parks is highlighted, as well as the need to plan with long-term objectives and regional scope

Recibido: 02-06-24 | Aceptado: 23-02-25



for the construction of large support infrastructures for the AMM that support the sustainable exploitation of the current resources offered by large parks and natural monuments in order to foresee shortage scenarios due to the projected increase in the metropolitan population and the development trends of the urban form in the future.

Keywords: Urban sustainability, water for urban supply, ecosystemic services.

1. INTRODUCCIÓN

El área metropolitana de Monterrey (AMM) ha cambiado a lo largo del tiempo exhibiendo por ahora un generalizado fenómeno de expansión central periférica, con diferencias puntuales que señalan hacia un incipiente proceso de reurbanización por aumento de densidad en el área central de la metrópoli y en algunos de sus subcentros, como es notable en San Pedro Garza García desde hace al menos dos décadas. Para comprender el proceso de urbanización, cualitativamente habría de distinguir diferentes procesos que tienen lugar en el espacio territorial en tiempos que suelen traslaparse, se trata de procesos que en sí mismos representan fases de ocupación que se dan al nivel de las propiedades individuales y cuya acumulación marca tendencias perceptibles en las ciudades que señalan el arribo de las diferentes etapas. Estos procesos pueden ser caracterizados como constituidos por cuatro fases:

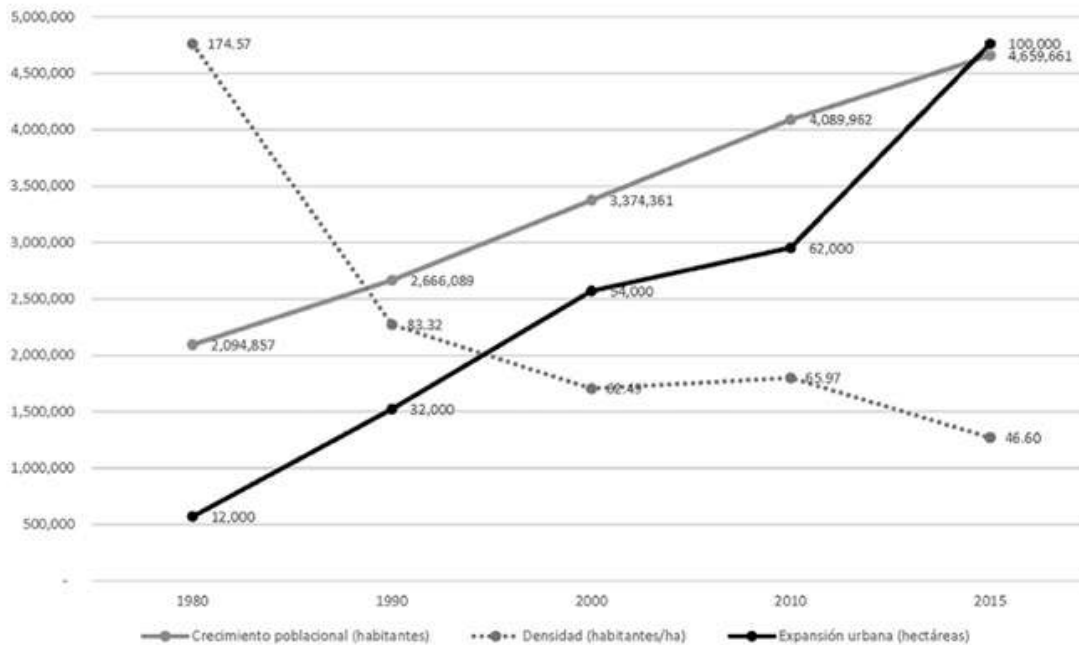
- a. La fase de urbanización, que se presenta cuando la tasa de crecimiento porcentual poblacional del centro de la metrópoli supera a la tasa de crecimiento demográfico de la periferia
- b. La fase de suburbanización, que puede observarse en el tiempo en que la periferia presenta una mayor tasa de crecimiento demográfico por año,
- c. La fase de desurbanización, que acontece toda vez que el centro de la metrópoli se encuentra en proceso de despoblamiento relativo o absoluto,
- d. La fase de reurbanización, que es el momento en el que el centro metropolitano es repoblado relativa o absolutamente.

En general el AMM experimenta hacia sus periferias físicas el predominio de una etapa de suburbanización como puede apreciarse en la figura 1, de la que pueden desprenderse una serie de conclusiones preliminares y útiles para el análisis que sigue. De acuerdo con las tendencias que hoy se observan, la gran expansión metropolitana aumentaría en extensión desde las 12,000 hectáreas de superficie urbanizada en 1980 hasta las 100,000 hectáreas en 2015; tal incremento sería constante, pero presentando diversos ritmos, se observa una ralentización del crecimiento de la superficie urbanizada del AMM en la década de 2000 a 2010, quizás como el resultado colateral de la desaceleración económica que culminaría en la Crisis Subprime, la convulsión financiera que inició en septiembre de 2008 cuando la sobrevaloración de activos inmobiliarios en Estados Unidos provocó la caída de las economías occidentales y de sus socios comerciales. Es posible que esa desaceleración de la expansión urbana que observamos tenga componentes en esa crisis, pero después de 2010



hasta 2015 se observa una recuperación acelerada del ritmo de crecimiento de la superficie urbanizada del AMM; mientras que entre 2000 y 2010 se suman 8000 hectáreas de suelo urbano al AMM, tan solo en cinco años entre 2010 y 2015 se incorporaron 38,000 hectáreas más, lo que hace que las proyecciones de Garza (1998) hayan quedado muy cortas para lo que realmente creció la metrópoli, en parte dichos cálculos fallaron, pues contrariamente a su modelación que consideró una densidad urbana constante, la densidad de ocupación del suelo bajó.

Figura 1. Crecimiento poblacional, expansión territorial y densidad en el AMM.



Fuente: Ferniza Quiróz y Fitch Osuna (2021: 30).

Este ritmo de ampliación de la superficie urbana es paralelo al del crecimiento de la población del AMM, que ha sostenido un incremento constante en las últimas cuatro décadas hasta alcanzar aproximadamente 5,341,171 habitantes en 2020 (INEGI, 2020; ver tabla 1), es decir un aumento neto de población entre 1980 y 2020 de aproximadamente 3,246,314 personas, lo que se explica como producto del crecimiento natural de nuestra población, que si bien se ha visto desacelerado desde 1980 hasta el presente por una constante disminución de la fertilidad en las familias, aún reporta cifras positivas (Ver tabla 2), no obstante en tal crecimiento demográfico la inmigración nacional e internacional ha jugado un papel importante, como ejemplo de ello, se puede señalar que en 2010 representó el 11.89% de la población del AMM (Ybáñez Zepeda y Barboza Lara, 2017).



Tabla 1. Población de municipios metropolitanos.

Municipio	Población Total 2020
Guadalupe	643,143
Monterrey	1,142,994
San Nicolás	412,199
San Pedro	132,169
Apodaca	656,464
Escobedo	481,213
García	397,205
Juárez	471,523
Santa Catarina	306,322

Fuente: INEGI (2020).

Una evidencia importante que se desprende de la figura 1 es que conforme se hace mayor la superficie urbana y crece el número de habitantes de la metrópoli, disminuye la densidad de la población, yendo desde 174.57 habitantes por hectárea en 1980 a 46.60 habitantes por hectárea en 2015, observando un ritmo de decrecimiento desigual en el periodo de 35 años, pero que señala una tendencia a la baja en todo este tiempo. Estos datos pueden interpretarse como parte de un proceso muy tenaz de crecimiento periférico, es decir, que si tratáramos de identificar el proceso dominante de la urbanización del AMM en el periodo de 1980 a 2020, cabría calificarlo como de suburbanización (Sousa, 2021).

En este proceso de suburbanización juega un papel importante el crecimiento de los municipios periféricos del AMM (Santiago, Salinas Victoria, Cadereyta, General Escobedo, El Carmen, Juárez y García) que presentan además altas tasas de inmigración, frente a un proceso de emigración que está presente en los municipios centrales del AMM (Monterrey, San Nicolás, Guadalupe, Santa Catarina y San Pedro, ver figura 2) que representa por una parte la terciarización predominante de la actividad económica de las áreas centrales de la metrópoli y la evidencia del surgimiento de subcentros en la estructura metropolitana (Soto, 2017); es importante notar que San Pedro y Santa Catarina asocian la emergencia de su importancia relativa en la metrópoli a estar cercanos y con grandes dependencias de su actividad al parque Cumbres, además de que esta cercanía a uno de los activos ambientales más importantes de la metrópoli ha tenido un impacto significativo en la valorización económica de su tierra urbana a lo largo del tiempo, convirtiendo a las localizaciones municipales más cercanas al parque en lugares altamente deseables.



Tabla 2. Población total y tasa de crecimiento medio anual de la ZMM por municipio, 1990-2010.

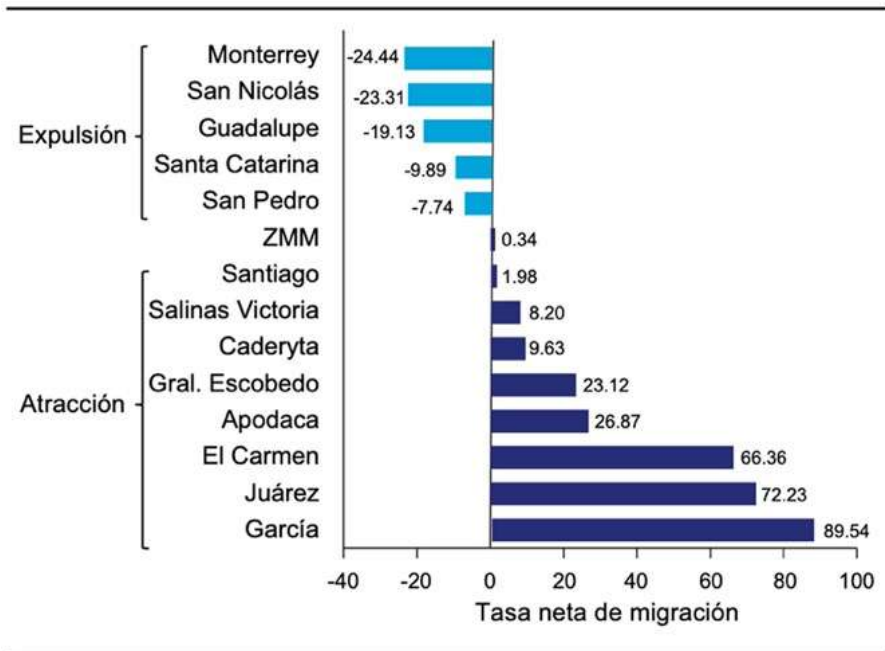
Núm.	Municipio	Población / Total			Tasa de crecimiento medio anual	
		1990	2000	2010	1990-2000	2000-2010
1	Monterrey	1 069 238	1 110 997	1 135 550	0.4	0.2
2	Guadalupe	535 560	670 162	678 006	2.3	0.1
3	Apodaca	115 913	283 497	523 370	9.4	6.1
4	San Nicolás	436 603	496 878	443 273	1.3	-1.1
5	Escobedo	98 147	233 457	357 937	9.1	4.2
6	Santa Catarina	163 848	227 026	268 955	3.3	1.7
7	Juárez	28 014	66 497	256 970	9.1	14.0
8	García	13 164	28 974	143 668	8.3	16.8
9	San Pedro	113 040	125 978	122 659	1.1	-0.3
10	Cadereyta	53 582	75 059	86 445	3.5	1.4
11	Santiago	30 182	36 812	40 469	2.0	0.9
12	Salinas Victoria	9 518	19 024	32 660	7.2	5.4
13	El Carmen	4 906	6 644	16 092	3.1	8.9
Zona Metropolitana de Monterrey		2 671 715	3 381 005	4 106 054	2.4	1.9

Fuente: Ybáñez Zepeda y Barboza Lara (2017: 257).

La suburbanización que ahora podemos ver en los municipios periféricos además de representar retos formidables para la dotación de infraestructuras y servicios suficientes y de buena calidad para todos los habitantes, lo es también para lograr una dotación justa y suficiente de insumos como agua, energía o alimentos. El crecimiento urbano representa en sí mismo un reto enorme para el medio ambiente que se usa como sitio para el crecimiento urbano y fuente de recursos que ahora observamos en el AMM. Tales presiones ya han provocado importantes crisis ambientales y por el acceso al agua potable, mismas que han sido el producto de múltiples factores, y entre los más importantes, sin duda es una ampliación de la demanda y una dispersión urbana descontrolada (Figuras 3 y 4).



Figura 2. Tasas netas de migración por cada 1000 habitantes AMM, 2010.



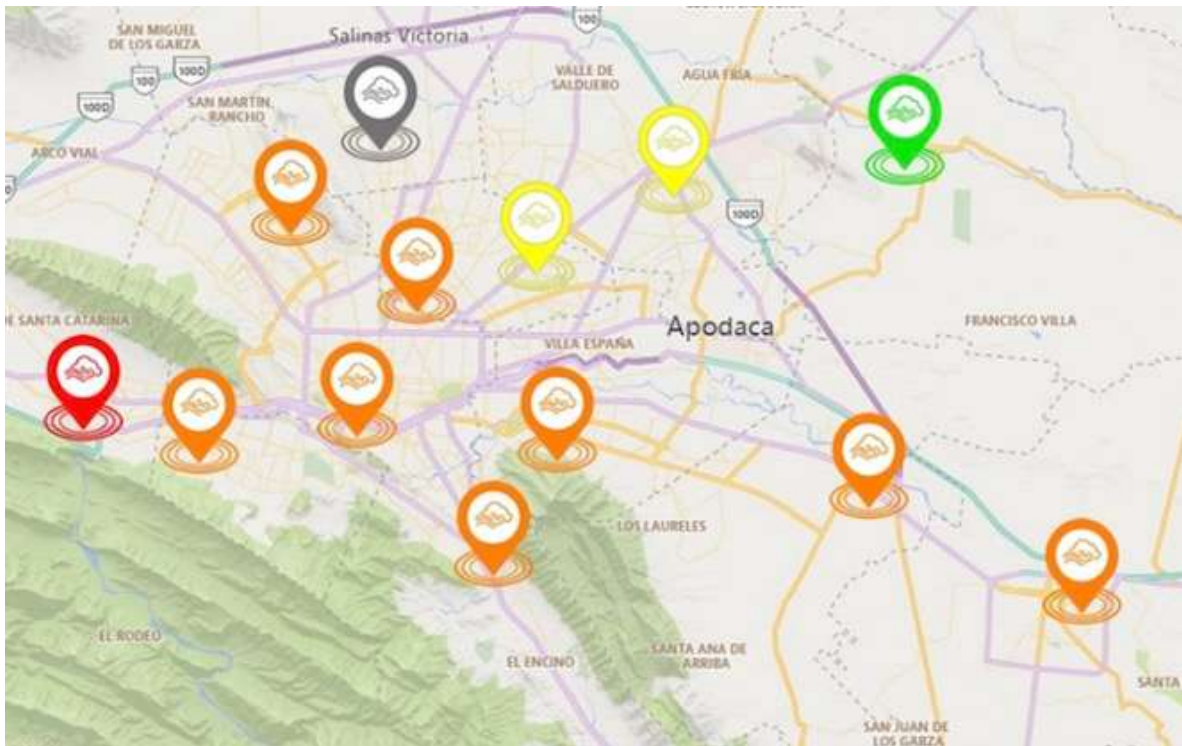
Fuente: Ybáñez Zepeda y Barboza Lara (2017: 263).

Figura 3. Presa de la Boca muestra niveles críticos.



Fuente: Cruz: 2022.

Figura 4 Contingencia ambiental de diciembre de 2022, 10 estaciones con mala o muy mala calidad del aire.



Fuente: Hernández (2022).

En la última década ya empieza a notarse, sobre todo en el centro metropolitano y sus subcentros, la tendencia hacia una reurbanización, es decir, a volver a ocupar los espacios que años atrás habían sido expulsores de población, ahora centrándose en un modelo de crecimiento de la densidad por la construcción habitacional y de usos múltiples en altura. Estas construcciones actualmente se han enfocado en localizaciones específicas del centro metropolitano, en Monterrey en el Primer Cuadro y Mitras, en San Pedro Garza García, en Valle Oriente, principalmente y en algunas zonas de intervención urbana específica como el Distrito Tec; ya empiezan a notarse intervenciones de redensificación en algunas zonas de San Nicolás y Guadalupe; el modelo que plantea esta incipiente redensificación del centro y subcentros puede conducir a la edificación de rascacielos en los bordes de las avenidas principales de la metrópoli, como Constitución, Morones Prieto, Lázaro Cárdenas, o Eugenio Garza Sada, por mencionar algunos de los ejemplos más maduros, que establecerían claros y visibles bordes de altura notable con respecto a los alrededores; la experiencia de zonas de mayor madurez en este proceso, como Valle Oriente en San Pedro, nos muestran que de esta primera fase podría seguir una segunda etapa en la que las localizaciones situadas lejos de los bordes que marcan por ahora las grandes vialidades metropolitanas, cabría esperar un proceso paulatino de densificación por sustitución de antiguas edificaciones por nuevos edificios de varios pisos que en su mayoría podrían dedicarse a la vivienda, consiguiendo con esto un aumento en la densidad del centro y de los subcentros que por ahora exhiben mayores



inclinaciones a recibir tal forma de desarrollo urbano como parte de un proceso dominante de reurbanización en esas localizaciones específicas del AMM.

En todo caso, esta clase de desarrollo que empieza a emerger en la metrópoli, aunque marginal para el conjunto pudiera llegar a afectar a la tendencia dominante de suburbanización, conduciendo hacia una importante reurbanización de áreas centrales, es previsible además que hacia el futuro emerjan otros subcentros en torno a las diferentes cabeceras municipales que conforman a la conurbación, con lo que podrían dispersarse los modelos de reurbanización en el ámbito de cabeceras que por ahora son expulsoras de población; aún no estamos ni cerca del ápice de la curva demográfica prevista que se estima que siga aumentando constantemente al menos hacia la mitad del presente siglo; para 2050 la población metropolitana podría superar ligeramente los 7 millones de habitantes (Muradas, 2018), con lo que realmente es lejana una etapa de desurbanización prevista como resultado de pérdida de población local.

De darse este escenario, lo que se avecina es una ralentización de la suburbanización (no su detención definitiva) y un aumento en el ritmo de reurbanización. A un nivel de mayor detalle, de acuerdo con las tendencias de localización de nuevos fraccionamientos habitacionales e industriales y de la tierra urbanizable disponible, la suburbanización podría preverse en localizaciones que se encuentren alrededor del borde externo actual de la metrópoli en la tierra aledaña al periférico de cuota hacia el norte (en territorios de los municipios de García, Escobedo, Apodaca, Pesquería y Cadereyta, principalmente), lo que podría establecer un patrón de urbanización difusa y la emergencia de nuevas dinámicas entre esta región metropolitana y la subregión periférica, ampliando el borde metropolitano; realmente, el proceso de reurbanización que ahora se encuentra presente en la metrópoli, aleja a la posibilidad de una ocupación intensiva de tierra suburbana al menos hacia la mitad de este siglo.

Los esfuerzos por ampliar las infraestructuras disponibles en el ámbito del agua y la energía disponibles para usos habitacionales e industriales señalan hacia la gran necesidad prevista para el futuro. Actualmente existe una dependencia fundamental de los embalses para dotar de agua a nuestra región que tienen como condición el uso compartido del vital líquido con Tamaulipas y los Estados Unidos. En el ámbito de la energía hay una situación similar en cuanto a la dependencia, también son vitales para dotar de energía al AMM los energéticos presentes en otras regiones, incluyendo a la región carbonífera de Coahuila y el sur de los Estados Unidos, lo que genera escenarios de vulnerabilidad debido a las presiones derivadas de la escasez endémica del agua por el estrés hídrico presente en esta región desde hace décadas y por la variabilidad en el mercado energético mundial que afecta a las posibilidades de emprender obras que solucionen de manera más sostenible y durable los problemas de dotación de agua como sería, por ejemplo, contar con plantas desalinizadoras suficientes en la costa del Golfo de México que pudiesen abastecer al AMM.

Hoy la sostenibilidad del desarrollo metropolitano en el tema del agua específicamente, depende de la lluvia. Dadas las condiciones geográficas y geológicas de la región en que se ubica el AMM, el agua disponible depende de su precipitación en los sistemas montañosos que rodean y que se han integrado al interior del AMM y entre los que hay que destacar como el principal a la Sierra Madre Oriental, en donde se localiza el Parque Cumbres.



2. LA GESTIÓN DE LOS GRANDES PARQUES EN EL AMM

El Área Metropolitana de Monterrey alberga un total de 11 Áreas Naturales Protegidas, las cuales se encuentran distribuidas a lo largo de su territorio (ver Tabla 13). Estas zonas abarcan una extensión de 120,926.55 hectáreas, lo que equivale al 38.94% de la superficie total del área.

Tabla 3. Áreas Naturales Protegidas dentro del Área Metropolitana de Monterrey.

Parque	Nivel de gobierno	Tipología	Localización	Superficie (ha)
Parque Público Cerro del Obispado	Estatad	Área Natural Protegida	Monterrey	18.39
Nuevo Parque Ecológico La Pastora	Estatad	Parque Urbano	Guadalupe	143.79
Parque Lineal (Río Santa Catarina)	Estatad	Parque Urbano	Guadalupe, Juárez, Monterrey, San Pedro y Santa Catarina	693.96
Cerro El Topo	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Escobedo, Monterrey y San Nicolás	1,101.16
Sierra Corral de los Bandidos	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	García	1,167.49
Sierra Las Mitras	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	García, Monterrey, San Pedro y Santa Catarina	3,357.04
Cerro de La Silla	Federal	Monumento Nacional	Guadalupe, Juárez y Monterrey	6,038.91
Cerro La Mota	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	García y Santa Catarina	9,422.65
Sierra Cerro de La Silla	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Juárez, Monterrey y Santiago	1,402.29
Sierra El Fraile y San Miguel	Estatad	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	García y Escobedo	13,805.04
Cumbres de Monterrey	Federal	Parque Nacional	García, Monterrey, San Pedro y Santa Catarina	84,495.80
Total				120,926.55

Fuente: Antonio (2020).

La entidad responsable de fomentar y aplicar las normativas relacionadas con áreas naturales protegidas, vida silvestre, pesca deportiva y recreativa, así como con la inspección, vigilancia y gestión de parques estatales es Parques y Vida Silvestre de Nuevo León. Su misión es preservar, proteger y administrar los recursos naturales y la biodiversidad del estado, asegurando la conservación de la flora y la fauna a través de políticas y programas que promuevan alternativas de ingresos, recreación y conciencia ambiental. Para ello, impulsa estrategias de aprovechamiento sustentable en áreas como la vida silvestre, la pesca deportiva, los parques estatales, la reforestación y el sistema estatal de áreas protegidas. Estas acciones buscan generar un impacto positivo en la sociedad, especialmente en las comunidades rurales, ofreciendo servicios de calidad con eficiencia y profesionalismo para garantizar la conservación del medio ambiente tanto para las generaciones actuales como futuras. Entre sus iniciativas más relevantes en términos de impacto social, económico y ecológico destaca el "Programa de recuperación y conservación de Fauna Silvestre en el Estado", cuyo objetivo es mantener y fortalecer las poblaciones animales, lo que no solo impulsa oportunidades productivas, sino que también contribuye a la preservación de los ecosistemas naturales de la región.



Dentro del AMM, existen diversos organismos públicos, ONG y asociaciones relacionados en la gestión de medio ambiente y se subdividen de acuerdo con su orden de gobierno, dichas instancias se enlistan en la siguiente tabla:

Tabla 4. Organismos encargados de la gestión de los grandes parques metropolitanos.

Nivel Federal	Función	Nivel Estatal	Función	ONG y Asociaciones Civiles	Función
Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO)	Institución responsable de la ejecución de proyectos enfocados en la conservación e investigación de la biodiversidad en el estado.	Secretaría de Desarrollo Sustentable NL	Encargados de regular, vigilar y sancionar en materia ambiental en el Estado.	ProNatura Noreste	Lleva a cabo iniciativas de conservación de la flora y fauna en la Sierra Madre Oriental, promoviendo la protección de los ecosistemas.
Comisión Nacional de Áreas Nacionales Protegidas (CONANP)	Administra el Parque Nacional Cumbres de Monterrey y el Monumento Natural Cerro de la Silla, garantizando su protección y manejo adecuado.	Subsecretaría de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales	Gestión de los recursos naturales en el Estado.	Naturalia	Desarrolla y ejecuta programas de reforestación en el estado, contribuyendo a la restauración y sostenibilidad ambiental. Asociaciones Civiles
Comisión Nacional Forestal (CONAFOR),	Brinda apoyo a programas de reforestación y desarrolla planes de recuperación de ecosistemas tanto en el Área Metropolitana de Monterrey como en sus alrededores.	Secretaría de Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma de Nuevo León	Ofrece programas de educación ambiental en el estado, fomentando la conciencia y el conocimiento sobre la conservación de los recursos naturales.	CAmbiental Sociedad Sostenible AC	promover la sostenibilidad ambiental en México a través de proyectos de educación, conservación y participación comunitaria.
Procuraduría de Protección al Ambiente (PROFEPA)	Se encarga del monitoreo y la recuperación de la fauna silvestre dentro del Área Metropolitana de Monterrey, asegurando su preservación.	Parques y Vida Silvestre de Nuevo León	Responsable de la gestión de las Áreas Naturales Protegidas del estado, así como de la administración de los parques naturales dentro de la ciudad. Organizaciones No Gubernamentales		
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	Regula y supervisa los planes de manejo de las Áreas Naturales Protegidas, incluyendo el Plan de Manejo del Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM). Estatal				

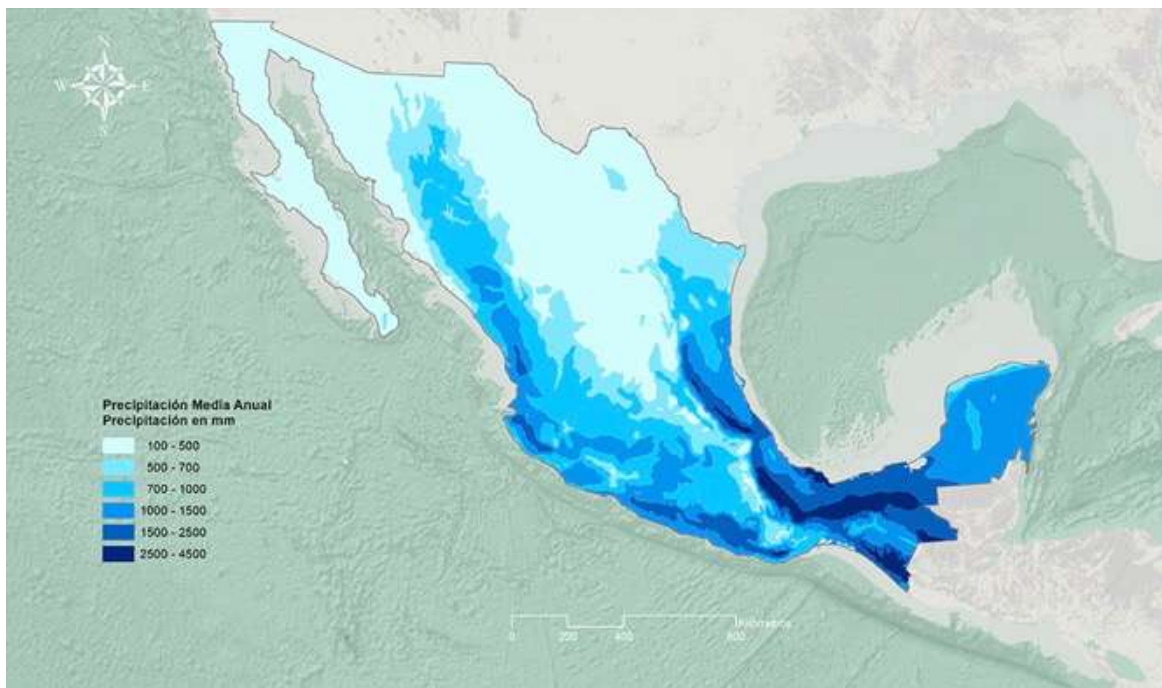
Fuente: Elaboración propia.



3. PARQUE CUMBRES DE MONTERREY: AGUA Y SERVICIOS AMBIENTALES PARA LA METRÓPOLI

Que el AMM se haya desarrollado en el valle que se encuentra al noreste de la Sierra Madre Oriental representa una ventaja relativa con respecto a otras ciudades cercanas como Saltillo, Coahuila, debido a que por la climatología mexicana y estar rodeado de océanos hacia el oriente y occidente del país, las sierras que cruzan de sur a norte nuestro territorio son sitios de nuestra geografía que retienen gran parte de la humedad que ingresa a nuestro territorio; para el caso del AMM las estribaciones de la Sierra Madre que dan frente al Golfo de México son una barrera natural que limita sistemas climáticos altamente contrastantes entre las grandes llanuras al este y el altiplano al oeste, debido principalmente a los diferentes regímenes de precipitaciones que provoca la presencia de la Sierra Madre Oriental (figura 5).

Figura 5. Precipitación media anual en México.



Fuente: SEMARNAT (2012).

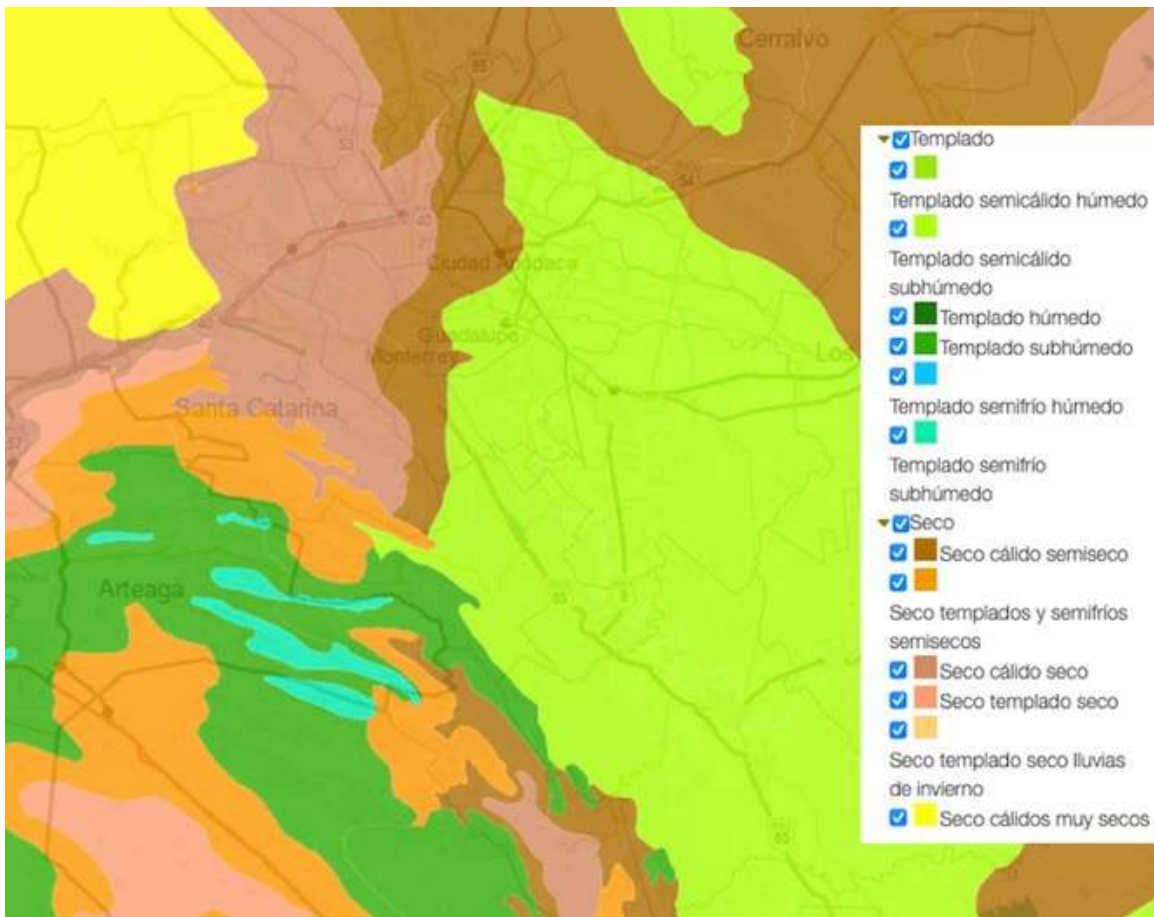
Esto se relaciona con una importante variedad de climas presentes en el territorio que ocupa el AMM (figura 6) que abarca desde climas semifríos húmedos, templados, semicálidos subhúmedos, húmedos y climas secos cálidos, dado que por su lado noroeste en García, el AMM se abre hacia el desierto chihuahuense, mientras que por el sureste se extiende hacia el cañón del huajuco y de ahí hacia la huasteca tamaulipeca, mientras que por el noreste hacia la llanura costera del Golfo de México. En el mapa de la figura 6 es notable cómo la Sierra Madre Oriental por su elevación, temperatura, geología y vegetación, entre otros factores, sostiene la humedad proveniente del Golfo de México y del Océano Pacífico para generar un reservorio de agua que sostiene a la región evitando apenas el avance del desierto chihuahuense.



Ello es visible además en los regímenes de precipitación pluvial registrados en la metrópoli (figura 7), que hacen visible, cuando se analiza a nivel de la precipitación media anual, cómo el sur del municipio de Monterrey, el poniente de Cadereyta, el sur de Juárez y Santiago, representan los lugares en los que se concentran los máximos niveles de precipitación, mientras que en García y Santa Catarina se ubicarían en los mínimos; entre estos dos extremos (sureste y noroeste) se puede apreciar un gradiente de precipitaciones que explica muy bien la variación climática presente en el AMM.

El AMM en sí misma capta un total de precipitación neta anual en promedio de 470 mm, lo que representa un total aproximado de 160,201,174 m³ (lo que capta solamente la superficie del área urbana, ver tabla 3). Estos volúmenes de captación, sin embargo no se aprovechan en su totalidad para el uso humano, aunque contribuyen a aliviar el estrés hídrico que padece nuestra región a través de la infiltración al subsuelo en áreas permeables (sobre todo de la periferia metropolitana). El estrés hídrico de nuestra región se ha visto cada vez más presionado por causa del crecimiento de la población, la instalación de industria altamente demandante de agua, infraestructura vieja y con fugas, así como un sistema de gestión deficiente.

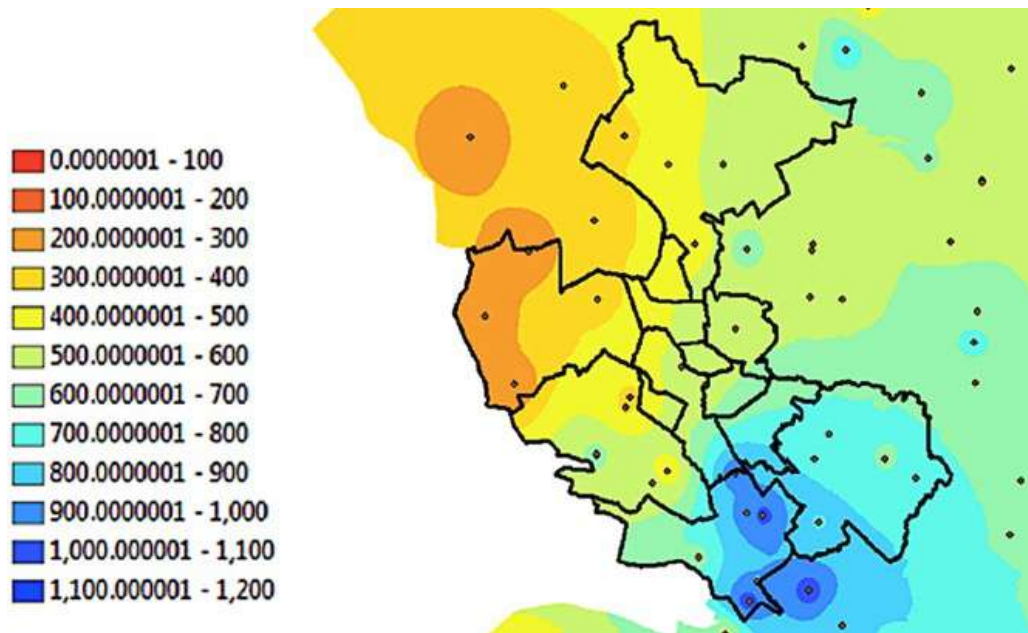
Figura 6. Climas en la región de Nuevo León y Coahuila donde se localiza el AMM.



Fuente: INEGI (2023), fotocomposición propia.



Figura 7. Mapa de distribución de la precipitación media anual (PMA) en mm del AMM.



Fuente: Salinas López, Cavazos González y Vera Herrera (2016).

Tabla 5. Volumen de captación pluvial del AMM.

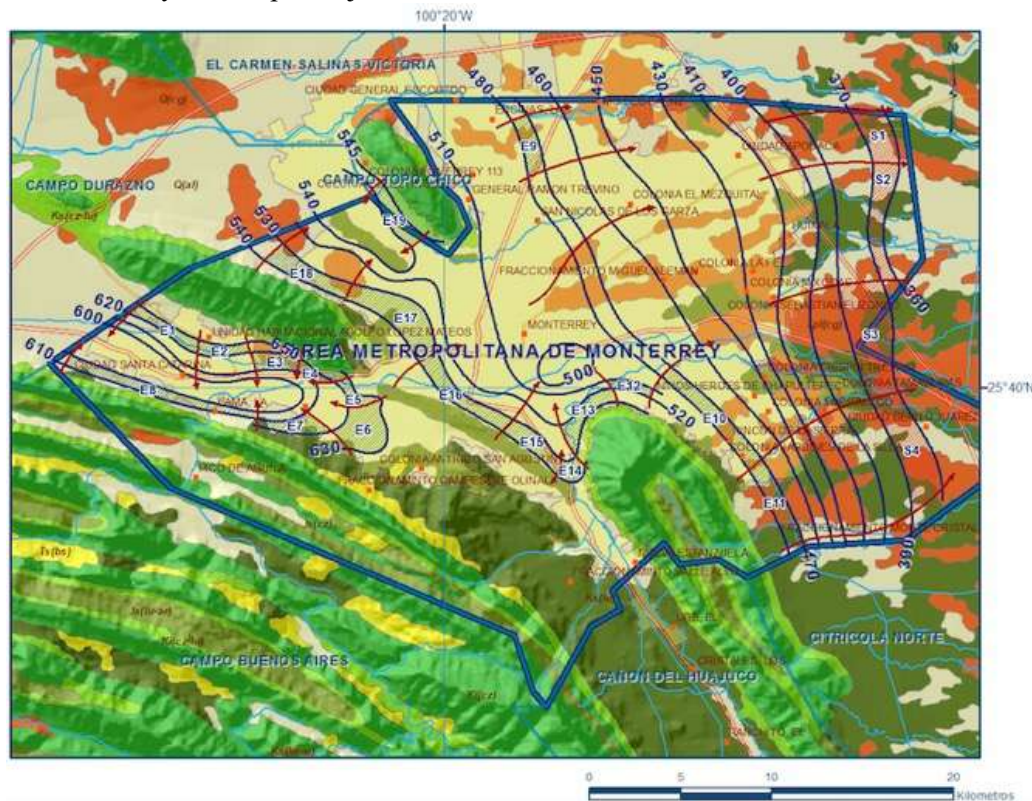
Clave	Municipio	Superficie de captación (viviendas)		PNA MEDIA, en mm	Oferta de agua SCALL (m ³)
		(km ²)	(m ²)		
31.	Zona metropolitana de Monterrey	436.825	436 824 700	427	160 201 174
19006	Apodaca	36.638	36 638 429	440	12 184 553
19009	Cadereyta Jiménez	13.332	13 331 948	621	6 370 724
19010	Carmen	3.215	3 215 067	319	790 354
19018	García	12.728	12 728 323	268	2 560 721
19019	San Pedro Garza García	33.655	33 654 620	345	9 364 866
19021	General Escobedo	30.671	30 671 471	373	8 843 252
19026	Guadalupe	50.952	50 952 286	480	18 746 354
19031	Juárez	21.759	21 758 964	564	9 371 705
19039	Monterrey	129.791	129 791 492	403	46 614 062
19045	Salinas Victoria	6.863	6 862 507	340	1 820 050
19046	San Nicolás de los Garza	28.404	28 403 740	421	9 102 681
19048	Santa Catarina	18.973	18 972 984	274	3 896 252
19049	Santiago	49.843	49 842 869	806	30 535 599

Fuente: Salinas López, Cavazos González y Vera Herrera (2016).



El manejo de las aguas para uso humano se consigue principalmente a través del sistema de presas de las que se abastece el AMM, éste consiste en tres vasos: La presa Cerro Prieto que se localiza a 20 kilómetros al noreste de la ciudad de Linares se abastece principalmente del agua del río Pablillo y del río Camacho, ambos bajan desde la Sierra Madre Oriental; tiene un volumen de almacenamiento máximo de 300 millones de m³. Se suma a la anterior la Presa El Cuchillo, que está ubicada en el municipio de China, se abastece del agua del río San Juan, el segundo afluente en importancia del río Bravo; tiene un volumen máximo de almacenamiento de 1123 millones de m³. Finalmente tenemos a la presa Rodrigo Gómez o la Boca, que se localiza en el municipio de Santiago, esta presa recibe sus aguas del arroyo La Chueca, que recibe a su vez caudales de varios arroyos pequeños perennes que descienden desde la Sierra Madre Oriental, desde altitudes de entre 2,000 a 2,300 msnm. Este arroyo nace en el ojo de agua El Tronco, que se localiza en el Cañón del Denuncio, desemboca en la citada presa al unirse al Arroyo Sabinas. A su salida de la presa este arroyo alimenta al río San Juan que, como vimos, alimenta al Cuchillo, con lo que se hace posible un trasvase de agua de la Boca al Cuchillo. Se menciona esto porque de acuerdo con tratados de aguas nacionales, parte de las aguas almacenadas en la presa El Cuchillo pertenecen a Tamaulipas, con lo que su volumen de almacenaje para uso por parte de los habitantes del AMM está permanentemente compartido con los usos para la agricultura, a su vez, parte de las aguas del Bravo, que son servidas por el San Juan, son cedidas a los Estados Unidos cumpliendo con tratados internacionales; tales cesiones podrían llegar a comprometer inclusive las aguas de la presa de la Boca, fruto de una deficiente gestión del vital recurso.

Figura 8. Direcciones predominantes de la recarga del acuífero Área Metropolitana de Monterrey, entradas y salidas por flujo subterráneo, elevación de nivel estático en msnm.

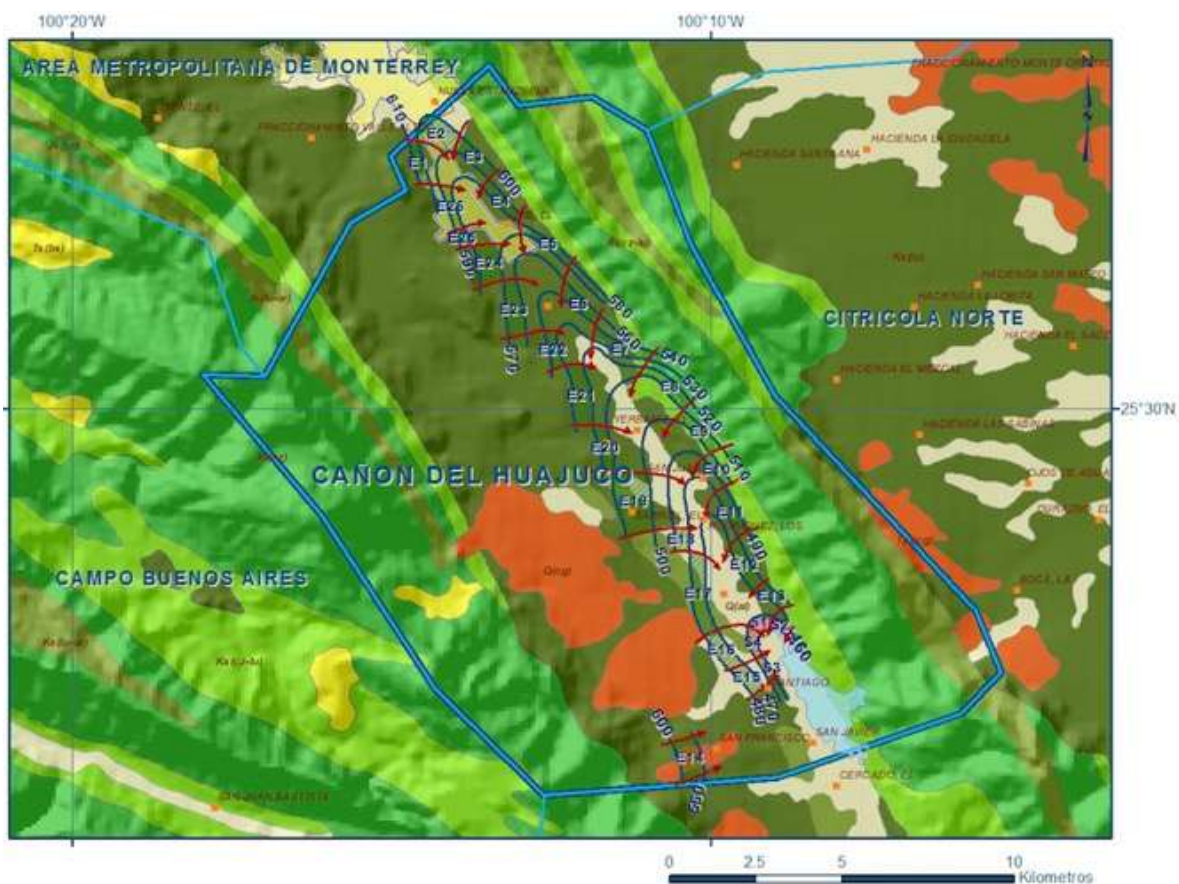


Fuente: CONAGUA (2020).



En sí, los sistemas de captación de aguas superficiales que usa la metrópoli son frágiles; por otra parte, al estudiar el volumen de los aportes a las presas del sistema del que se abastece el AMM, nos damos cuenta que en su mayor parte proceden de la Sierra Madre Oriental, que de esa manera habría que concebirla como un recurso prioritario para sostener el delicado equilibrio del que depende que haya agua para la metrópoli; afectar de cualquier manera a la Sierra, en su subsuelo, suelo, vegetación, biodiversidad o a costa del desarrollo urbano cabría verlo como poner en peligro la sostenibilidad de la vida de millones de habitantes que directamente dependen de que la Sierra Madre aporte agua suficiente y otros servicios ambientales para que se sostenga la vida de los habitantes de la región.

Figura 9. Direcciones predominantes de la recarga del acuífero Cañón del Huajuco, entradas y salidas por flujo subterráneo, elevación de nivel estático en msnm.



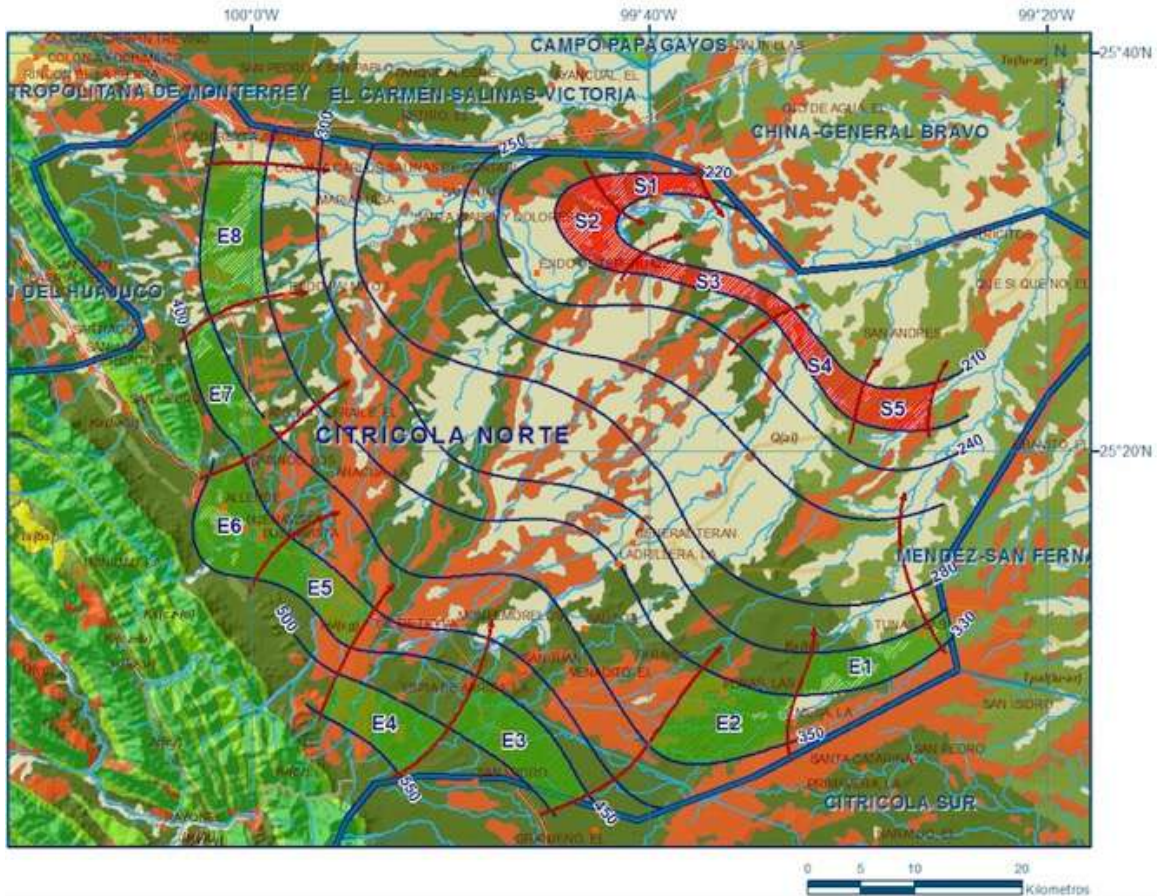
Fuente: CONAGUA (2020c).

El Servicio de Agua y Drenaje de Monterrey, que se encarga de la gestión y manejo del vital líquido en el área metropolitana, reconoce que el 60% del abasto depende de las aguas superficiales y 40% de las subterráneas (SADM, 2023). Para el caso de las aguas subterráneas hay otra problemática, pues CONAGUA (2020, 2020 a, b, c, d y e) reconoce que tanto el acuífero Área Metropolitana de Monterrey, como los acuíferos que rodean al AMM (Campo Buenos Aires, Campo Durazno, Cañón del Huajuco, Citrícola Norte y El Carmen-Salinas



Victoria) se encuentran sobreexplotados y sin posibilidades para el otorgamiento de concesiones para la extracción; su explotación actual sobrepasa a la recarga. Un análisis detallado de la recarga de los acuíferos tanto el del AMM como de algunos de los que la rodean, muestra claramente que su principal fuente de alimentación depende de la captación y escurrimientos que tienen lugar en la Sierra Madre Oriental y en forma menor en los otros sistemas de sierras que rodean a la metrópoli, como puede verse en las figuras 8 a la 11.

Figura 10. Direcciones predominantes de la recarga del acuífero Citrícola Norte, entradas y salidas por flujo subterráneo, elevación de nivel estático en msnm.



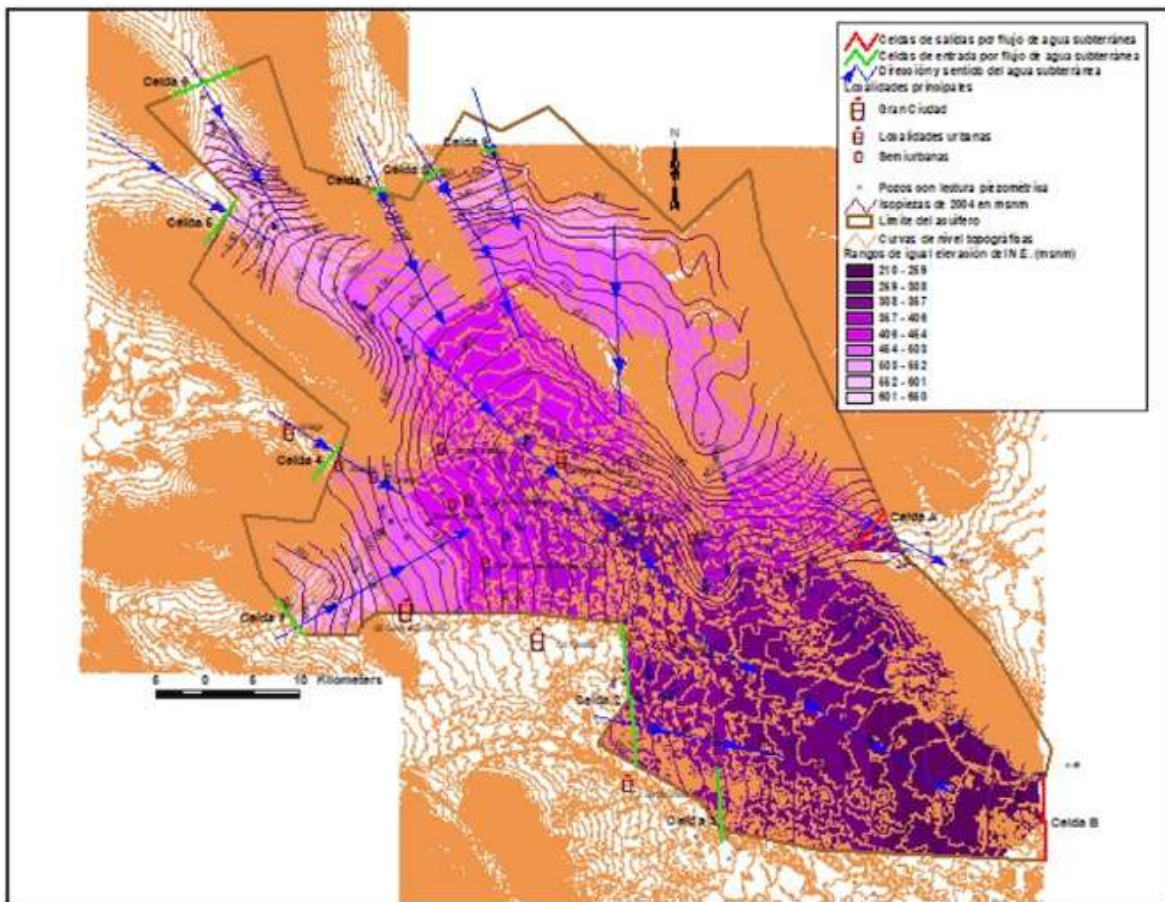
Fuente: CONAGUA (2020d).

Lo que demuestra que también en cuanto a las aguas subterráneas es fundamental el servicio ambiental que brinda la Sierra Madre Oriental, siendo la principal aportación de la que depende la sostenibilidad de los acuíferos subterráneos de la región en la que se enclava el AMM. Si la sostenibilidad de la vida humana depende de mantener razonablemente inalterado este importante ecosistema, se vuelve un asunto de primer orden para garantizar el bienestar de la población que se procuren los instrumentos necesarios y suficientes para contar con una protección adecuada de este sitio, biodiversidad y recursos naturales; además de que se cuente con los organismos que garanticen en el tiempo una protección integral y duradera.



La cobertura urbana si bien es necesaria y forma parte de un derecho fundamental de la población a la seguridad, salud, vivienda, protección, bienestar, a la socialización, al libre derecho de elegir un lugar donde vivir y desarrollarse como individuos y como familias, debe estar en equilibrio con la necesidad de cuidar y proteger de una forma razonable los recursos naturales y sitios que garantizan que el bienestar, el acceso a bienes y servicios y de que el goce de los derechos humanos se dé con justicia y prontitud. La búsqueda de este equilibrio es el corazón permanente del urbanismo.

Figura 11. Direcciones predominantes de la recarga del acuífero El Carmen-Salinas Victoria, entradas y salidas por flujo subterráneo, elevación de nivel estático en msnm.



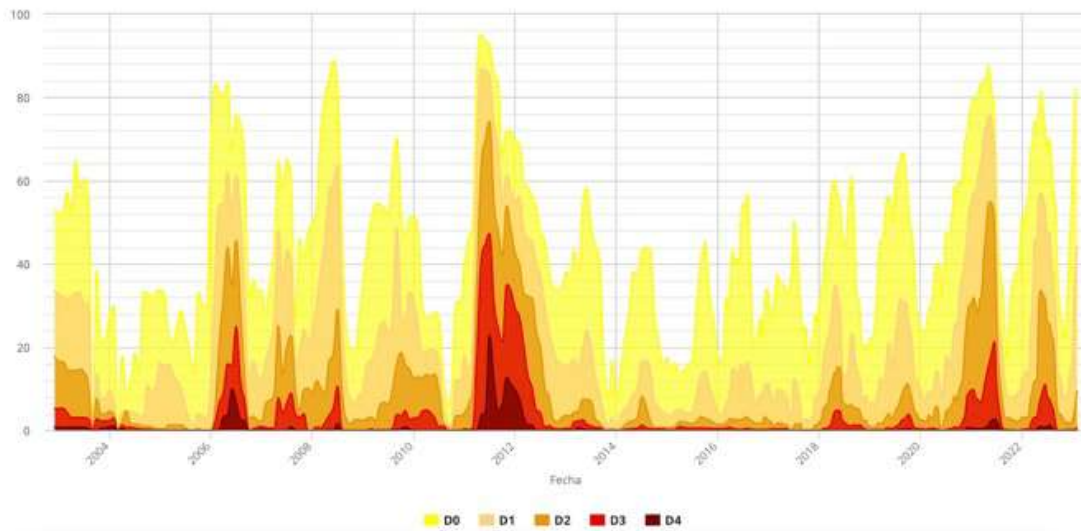
Fuente: CONAGUA (2020e).

Como recurso fundamental para el desarrollo urbano, el agua resalta como un elemento de primer orden para garantizar la más esencial viabilidad de cualquier desarrollo. La dependencia actual que se presenta en la metrópoli de la cantidad bruta de las precipitaciones que se presentan anualmente en el AMM y la región de la que depende el llenado de las presas y la recarga de los acuíferos de las que se abastece, impone una vulnerabilidad que ha intentado paliarse mediante el almacenamiento, pero aún éste resulta frágil frente a la presencia cada vez más frecuente de tiempos anormalmente secos y sequías en los últimos



años. Como lo ilustra la figura 12, la variación de la sequía en nuestro país ha provocado la necesidad tanto de planear nuevos embalses para nuestra entidad, como la construcción de nuevos acueductos que aumenten el caudal demandado por el AMM (figura 13).

Figura 12. Porcentaje de afectación por sequía en México entre 2003 y febrero de 2023, simbología: anormalmente seco (D0), sequía moderada (D1), sequía severa (D2), sequía extrema (D3), sequía excepcional (D4).



Fuente: CONAGUA (2023).

Figura 13 a y b. Obras de construcción del acueducto “El Cuchillo 2” al oriente de Cerro de la Silla.

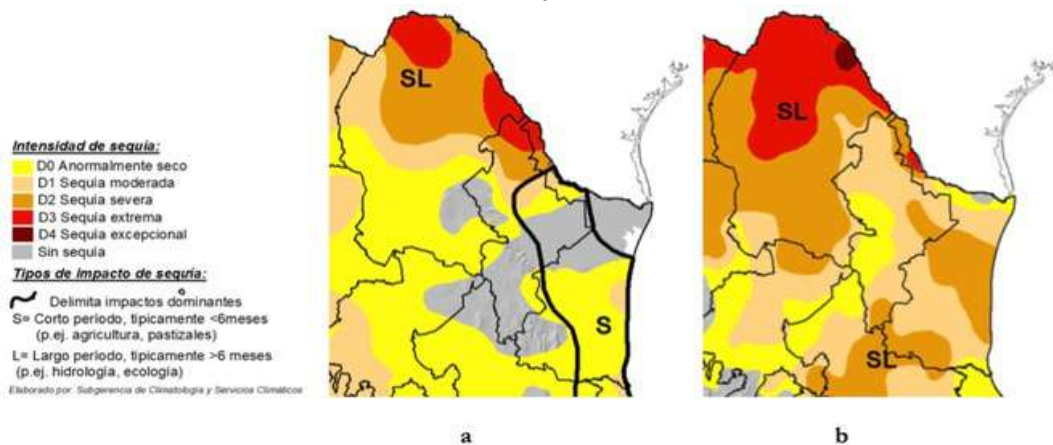


Fuente: fotografía de la Dra. Gabriela Carmona Ochoa.



Por otra parte, hay que resaltar que derivado de los impactos de la sequía a nivel regional, contar solamente con embalses para garantizar que se tenga acceso a suficiente agua para la metrópoli puede resultar en una mala política para el manejo del recurso. El tiempo anormalmente seco y la sequía en diversos grados que experimentó nuestra región desde febrero de 2022 hasta agosto de ese mismo año (figura 14 a y b), además de problemas derivados de una mala gestión del recurso, provocaron que el embalse Cerro Prieto experimentara pérdidas de su almacenamiento que no podrá ser recuperado en años, a menos que se presentara en la región un evento hidrometeorológico extraordinario (figura 15 a y b). El volumen de la presa en el mes de febrero de 2023 contabilizó 43 millones de metros cúbicos¹, es decir, 14.43% del Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO), lo que revela una importante pérdida si se considera que según el dato disponible de CONAGUA de 2021 (figura 16) en ese año se contó con un almacenamiento extraordinario de 1267 millones de metros cúbicos; es decir que durante 2022, en una de las peores crisis urbanas derivadas de la escasez de agua tan sólo de Cerro Prieto se perdieron o usaron 1224 millones de metros cúbicos, lo que significa un gasto promedio por habitante aproximado de 627 litros por día, cantidad que supera al más alto consumo de agua del planeta (estimado a nivel de los países) que es el de Estados Unidos con 575 litros por habitante por día (Velásquez Monsalve, 2022). A partir de estos datos es posible plantear sospechas fundadas de que tal gasto resulte ser producto de una mala gestión y no como lo mostraría un análisis simple, resultado de dividir el volumen total consumido entre la población total de la metrópoli; pero lo que se encontraría tras de esos hechos es que además de la ineficiencia o de la comisión de ilícitos, la afectación de reiteradas sequías en la región ha tenido este impacto visible y duradero, que se presenta como una amenaza real para el desarrollo. Es decir: no se pueden seguir descuidando los recursos esenciales para que se pueda sostener el AMM.

Figura 14 a y b. Reporte regional de la sequía experimentada entre el mes de febrero (a) y agosto (b) de 2022.



Fuente: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>

¹ Se trata del nivel histórico de almacenamiento más bajo que superó al de 2000 de 122.7 millones de metros cúbicos (CONAGUA, 2021).



Figura 15 a y b. Presa Cerro Prieto en julio 20 de 2015 con un lleno casi total y en julio 7 de 2022 después de haber sido drenada para enviar agua a Monterrey durante la gran crisis de agua de 2022.



a

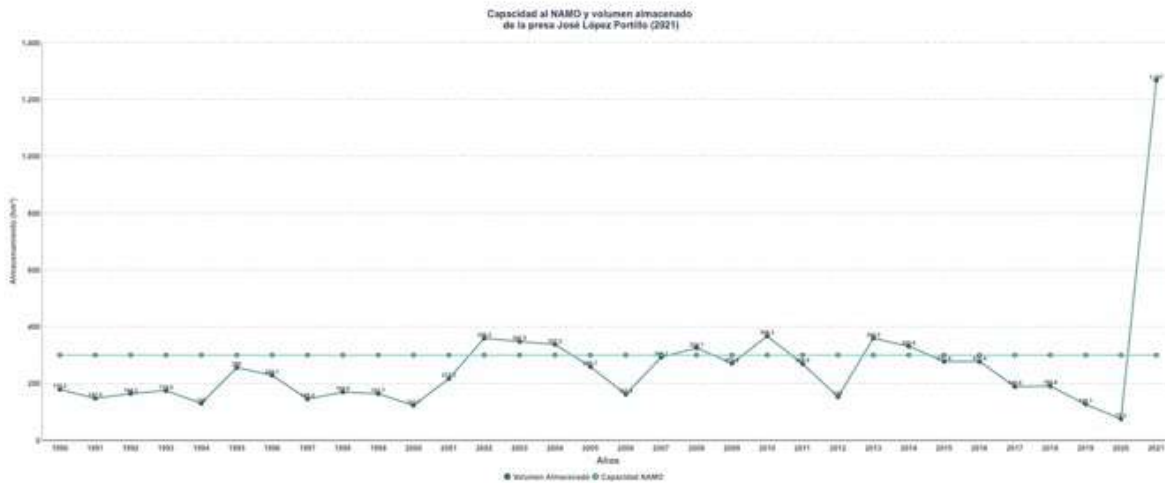


b

Fuente: Imágenes del Observatorio de la Tierra de la NASA por Lauren Dauphin, utilizando datos del satélite Landsat del Servicio Geológico de Estados Unidos y datos del Monitor de Sequía de América del Norte en la Universidad de Nebraska-Lincoln.



Figura 16. Evolución histórica del volumen almacenado en la presa Cerro prieto 1990-2021.



Fuente: CONAGUA (2021).

Indudablemente que hay que atender al tema de la gestión del agua a través de una efectiva vigilancia, control, transparencia y rendición de cuentas de los organismos y personas implicadas en el manejo del vital líquido, pero puede resultar de mayor y más profundo impacto para establecer soluciones duraderas y sostenibles en el tema del agua la conservación del medio ambiente, en función de que cambios inducidos en la compleja interacción de los elementos que lo componen (incluido el dinámico equilibrio de la atmósfera) pueden llegar a afectar significativamente al ciclo del agua. Una de las más impactantes afectaciones al medio ambiente en este sentido, es la que se produce a través de la deforestación y afectación de los suelos que promueven las urbanizaciones, particularmente a través de modelos de urbanización extensiva o de suburbanización como el que se ha probado que predomina en el AMM desde hace décadas y que en la última se ha acelerado con respecto a periodos anteriores.

Sobre todo la afectación de los suelos y de la capa vegetal a través de la urbanización impacta primariamente a la capacidad del medio natural para la absorción de las aguas, con lo que frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos existen mayores, más profundos y duraderos daños a las propiedades privadas y los bienes públicos; tal tipo de afectaciones también se relacionan con una sostenida pérdida de áreas verdes urbanas que la metrópoli ha experimentado en tiempos recientes. Manzanilla- Quiñones, Manzanilla- Quijada, y Delgado-Valerio (2021) han señalado que las 4176.9 ha de superficie de áreas verdes urbanas con las que contaba el AMM en el año 2000 se redujeron hasta 3668.63 ha para el año 2019, lo que significó en términos relativos (considerando además que en el periodo creció la población de la metrópoli) que si en el año 2000 se contaba con 13.21 m² de áreas verdes urbanas por habitante, para el año 2019 se tendrían apenas 7.75 m² por habitante, lo que supuso una pérdida sostenida entre 2000 a 2019 de 0.29 m² por habitante por año. Estas cifras contrastan con los requerimientos de la OMS para la dotación de áreas verdes urbanas por habitante que se sitúa en torno a los 9 m² por habitante (Russo, y Cirella, 2018; Gómez,



y Velázquez, 2018; OMS, 2012)² señalando además de la carencia creciente de áreas verdes urbanas en la metrópoli y lo que ello impacta a la salud y bienestar de su población, una disminución en la capacidad del suelo urbano y de sus drenes naturales para manejar los volúmenes de precipitación que se han observado en los cada vez más frecuentes fenómenos hidrometeorológicos que vive nuestra región.

Los riesgos asociados a un mal manejo de nuestras áreas verdes urbanas y a los grandes parques y monumentos naturales que rodean a la metrópoli pasa su factura precisamente cuando la escasez se hace presente y cuando la abundancia llega en forma de los temibles fenómenos hidrometeorológicos que periódicamente azotan a la metrópoli. Las áreas verdes urbanas además aportan otros beneficios a nuestra ciudad, como se describirá a continuación, lo que resalta la multiplicidad de beneficios que aportan estos espacios al conjunto de la metrópoli.

4. CONCLUSIONES: LA NECESIDAD DE UN SISTEMA DE PARQUES PLANIFICADOS PARA LA SUSTENTABILIDAD METROPOLITANA

Como ha sido expuesto, el estado de preservación y manejo de los grandes parques y monumentos naturales presentes en el AMM es un importante factor para garantizar que exista mayor y más duradero bienestar entre la población de la metrópoli. Actualmente la disposición de agua y aire limpio depende directamente de la preservación de los grandes parques y monumentos naturales que rodean a la ciudad, así como de las imponentes elevaciones montañosas y sierras que han quedado atrapadas dentro del actual tejido urbano; es innegable que la dependencia de la metrópoli de tales sistemas para el abastecimiento de agua es crítica hasta en tanto no se consiga diversificar la oferta del vital líquido, por ejemplo, a través de la construcción de infraestructuras para la desalinización del agua de las costas más cercanas y su transporte hasta el AMM; tanto la inversión para la construcción de tales infraestructuras como el costo de su sostenimiento es en estos momentos enorme; a pesar de la importante aportación económica de la región en la que se ubica el AMM, tal proyecto resulta aún costoso y difícil de implementar en el corto plazo sin que se cuente con apoyos concurrentes de la federación y por ahora, tales aportaciones se han dirigido a otras zonas de nuestro país con problemáticas diversas, así como para la construcción de otras infraestructuras y grandes proyectos, como el tren Maya o la refinería de Dos Bocas, en Tabasco.

El papel atractor de población de la región que gravita alrededor del AMM y su cercanía con el sur de los Estados Unidos de América, ha provocado en la última década (al menos) un crecimiento notable del AMM, lo que ahora la convierte en la segunda ciudad a nivel nacional por su población; esta tendencia es difícil que se detenga toda vez que la posición de la metrópoli es geográfica y económicamente estratégica para los negocios en la región de norteamérica. A pesar de que las grandes inversiones en infraestructuras públicas desde 2018 han sido dirigidas al sur de México, el efecto desconcentrador para el AMM de tales

² El criterio de la OMS se ha afinado en tiempos recientes para considerar en el cálculo de los óptimos además a la accesibilidad (distancia neta al parque) y la dimensión neta del área verde urbana, introduciendo así criterios de usabilidad (Egorov, Mudu, Braubach y Martuzzi, 2016).



inversiones tardará en hacerse visible. Poblaciones de algunos estados altamente favorecidos por el gasto público desde 2018 siguen siendo ahora orígenes de migración nacional principalmente por razones de empleo hacia el AMM (INEGI, 2020); sin dudar que de seguir el sentido de la política pública actual, este efecto demográfico que observamos hoy que impacta en el crecimiento demográfico del AMM, se ralentizará e incluso podría llegar a revertirse, no obstante que también es de esperar que esto tarde años en llegar. Las más conservadoras proyecciones del crecimiento de la población del AMM dado el comportamiento actual de los nacimientos y de la migración, sostienen desde la época actual hacia el futuro un crecimiento constante hasta llegar a una población en Nuevo León de 7'230,141 habitantes en el horizonte de 2050 para empezar a partir de ese año a ralentizarse e inclusive llegar a revertirse (CONAPO, 2019), lo que significaría una población del AMM de entre 6.5 millones de habitantes a 7 millones en 2050; aunque este aumento de la población podría llegar a ser mucho mayor, se señala que dadas las tendencias actuales de la composición nuestra pirámide poblacional, es previsible un relativo estancamiento del crecimiento metropolitano hacia ese tiempo, así como que de seguir las políticas de gasto público, el sur podría retener a una mayor parte de la población que eventualmente pudiera convertirse en migración interna e inclusive convertirse en polos de atracción de población migrante, con lo que se frenaría notablemente el crecimiento por inmigración e inclusive podríamos presenciar fenómenos de disminución de la población metropolitana hacia mediados del siglo XXI; un aumento en las expectativas de vida de la población, de acuerdo con las previsiones de CONAPO (2019) cambiará notablemente la pirámide poblacional en la metrópoli, la posibilidad de una desurbanización, sin embargo, es difícil de plantear como un escenario plausible a partir de las proyecciones disponibles.

De darse este escenario, la planificación de la ciudad debería de dirigirse a la búsqueda de alternativas para dotar de agua, otros materiales, alimentos y energía que no dependan absolutamente de su disponibilidad actual en la región y de sus frágiles recursos; esto es especialmente importante en el tema del agua. Aunque en el tema de las sequías en la región, cuando se realiza un análisis lo suficientemente largo en el tiempo, puede apreciarse la existencia de ciclos de sequía y lluvia donde unos compensan a otros, depender exclusivamente de las lluvias para el abastecimiento metropolitano parece ser un error. En efecto, son cada vez más numerosos los entes consumidores de agua (no sólo los habitantes) lo que provoca importantes y crecientes presiones sobre este recurso. Es importante plantear una combinación de estrategias para garantizar el abasto y estas se deben abordar desde una perspectiva regional que considere junto a la demanda del AMM al sureste de Coahuila, norte de Tamaulipas y sur de Texas, toda vez que la cuenca del bajo Río Bravo es el corazón de esta extensa región internacional.

Por lo que habría que partir desde una modernización del marco regulatorio que, sostenido en tratados centenarios, ha otorgado la mayor parte del agua a los Estados Unidos de América con detrimento para el abastecimiento de la región noreste de México. Plantear soluciones conjuntas al abastecimiento y distribución de la cuenca es una cuestión de justicia histórica necesaria y que debe hacerse mediante análisis técnicos y proyecciones del crecimiento de la región binacional que en su conjunto realmente funciona en una forma profundamente sinérgica, planteando al mismo tiempo la necesidad de realizar transformaciones



tecnológicas que impliquen a todos los entes consumidores de la región. Además, cabría advertir que el aparentemente inexorable avance del desierto Chihuahuense es una presión que afecta a las zonas agrícolas, con lo que encarar este problema además tiene que ver con afianzar la autosuficiencia alimentaria en una región altamente diversa en cuanto a sus cultivos y profundamente tecnificada. Es importante pensar en soluciones regionales que estén por encima de los celos nacionales, por lo que es urgente aunar a esta modernización regulatoria una administración de cuenca binacional que funcione en un equilibrio real de poderes. Este parece ser un tema toral de cara a la convivencia de la región noreste de México con la potencia hegemónica regional en materia geopolítica y geoestratégica, así que asumir una profunda asimetría es realmente partir de bases realistas aunque profundamente injustas; un nuevo trato se impone aquí que puede ser salvado mediante el diálogo entre gobiernos soberanistas, rompiendo las asimetrías de los regímenes globalistas de nuestro pasado binacional reciente.

La necesidad de construir más embalses en la región puede ser el inicio de la necesaria captación y control estratégico de las fuentes fluviales y de la retención de los caudales generados en las épocas de grandes precipitaciones en la región; además, tales construcciones de infraestructuras de acopio puede tener un efecto benéfico a nivel del clima regional, toda vez que es notable un cambio climático experimentado por las microrregiones en las cercanías de grandes embalses. Puede notarse en los mapas de prevalencia y avance de las sequías (CONAGUA 2023) cómo las presas establecen un microclima que puede llegar a limitar el avance de las sequías. Los ciclos de lluvia en la región de Linares, por ejemplo, se hicieron más frecuentes y abundantes tras la construcción de la presa Cerro Prieto y es visible a nivel microrregional en los análisis de prevalencia de las sequías, cómo se forman barreras climatológicas que literalmente detienen el avance de la prevalencia del tiempo seco que se puede observar en otras microrregiones inclusive aledañas; al mismo tiempo, es apreciable la conservación de la humedad de los suelos con respecto a regiones en donde se carece de embalses o de cuerpos de agua de cierta importancia, quizás ello debido a que en las microrregiones que se forman alrededor del embalse o cuerpo de agua los ciclos de evaporación, transpiración y rocío son más productivos justamente debido a la cercanía de los cuerpos de agua, lo que provoca a su vez crecimiento vegetal que tiene como resultado que aumente y se haga más eficiente el proceso de evaporación-transpiración, generando un círculo de mejora en cuanto a la humedad local durante un periodo de tiempo largo que provoca que pueda apreciarse el fenómeno que describimos, lo que en sí significa que los impactos acumulativos en la modificación local del tiempo atmosférico, provocarán un cambio climático duradero. Conseguir generar un “escudo climático” mediante embalses situados estratégicamente en la región puede contener el avance del desierto desde el oeste, lo que puede tener efectos de largo plazo benéficos en cuanto a la recuperación de cauces que por los tiempos anormalmente secos que ha provocado la extracción irracional de aguas subterráneas se han secado y también podrá tener efectos benéficos en la recarga.

Al mismo tiempo, limitar la puesta en marcha del uso de tecnologías de modificación del tiempo atmosférico (eliminación de lluvias, inducción de lluvias, desvío de tormentas, etc., mediante la aplicación de diversas técnicas, se vuelve importante de ser puesto sobre la mesa en una discusión binacional amplia, toda vez que actualmente tales prácticas han generado la pérdida o la modificación profunda de ecosistemas. El gobierno federal de México ya ha



avanzado en este sentido al prohibir el uso de tales tecnologías en el cielo nacional, pero, se requieren acciones limitativas más enérgicas (SEMARNAT, 2023).

Por otra parte es importante emprender esfuerzos administrativos encaminados a gestionar la demanda del agua (Narváez y Ojeda, 2011; Ojeda, Narváez y Quintana-Pacheco, 2014). Tal administración implica una sustancial mejora en el control de fugas y en la conservación de las infraestructuras (tanto a nivel urbano como rural), así como en una importante tecnificación e informatización de los sistemas para el control del consumo; asimismo, se debe incentivar el reuso y el reciclado del agua por parte de los grandes entes consumidores, como lo son los gobiernos en sus diferentes niveles, empresas y grandes instituciones, de manera que no se recargue el aumento de los costos que implicaría una transformación tecnológica y administrativa para el manejo sostenible del agua solamente en la población; además la gestión de la demanda está centrada sobre todo en la educación de los consumidores para el uso responsable del recurso.

Por otra parte, es importante empezar a plantear la necesidad de llevar a cabo los grandes proyectos de infraestructura que eliminen la insostenibilidad de la colecta de aguas superficiales y la extracción de aguas subterráneas para el consumo en la región, que es la base actual de la dotación del vital líquido para el AMM, lo que agudiza los problemas aún más en el medio urbano debido a la alta demanda, al alto consumo de los entes empresariales e institucionales y a los importantes crecimientos económico y demográfico proyectados para esta región y particularmente para el AMM en los próximos 25 años al menos.

La solución que se presenta como una de las más ambiciosas se relaciona con el proyecto de desalinizadoras en la costa del Golfo de México, que a pesar de ser una solución asequible tecnológicamente y haber sido planteada por el ejecutivo de Nuevo León (Aguirre, 2022), luego pasaría a ser rechazada por la autoridad estatal (Cepeda, 2024) argumentando insolvencia financiera. La situación relativamente calma del agua en localizaciones de la Laguna Madre en Tamaulipas podría revertir daños ecológicos graves al ecosistema marino, comparativamente a instalar dichas plantas en emplazamientos costeros de aguas abiertas y con la presencia de corrientes marinas importantes; realizar una correcta dilución o reutilización de las salmueras producto de la desalinización del agua marina o realizar un vertido lejano con respecto a la costa, parece ser clave para garantizar el que se minimicen los impactos negativos de las desalinizadoras; pero esta tecnología es costosa y altamente demandante de energía, lo que supone la necesidad de aunar a esta clase de proyectos otros relacionados con infraestructuras de producción de energía asequible y suficiente. Quizás la alternativa de recurrir a la energía nuclear podría solventar esta necesidad, pero la alternativa de energía solar de altas temperaturas podría también ofrecer buenas perspectivas sin los riesgos asociados a la instalación de una central nuclear y al mismo tiempo solventar el uso de tecnologías de desalinización por evaporación-condensación; que a su vez impacta mucho más ambientalmente que un sistema basado en el uso de filtros de membranas, debido a una mayor producción de salmueras. Una evaluación técnica que se aleje de la política, que ha imperado en este tema desde hace muchos años en la región, es necesaria hoy más que nunca.

Hoy, sin embargo, parece que estas soluciones se presentan como realmente lejanas, sobre todo por la ingerencia de entes políticos que parecen sostener agendas del todo ajenas (y a



veces adversas) a la ciudadanía, por lo que es urgente que se sostenga un manejo racional de los recursos disponibles y para ello es importante una labor de conservación, preservación y manejo sustentable de los grandes parques que rodean al AMM, especialmente de la Sierra Madre.

Por otra parte, el papel de los grandes parques y monumentos naturales, insertos y que rodean al AMM para garantizar la calidad del aire es fundamental, su papel en el amortiguamiento y absorción de emisiones así como en mantener ciclos naturales de los diferentes gases atmosféricos y de las emisiones es innegable; sostener estas zonas naturales es fundamental, así como garantizar una conexión ecosistémica que haga viable su estabilidad en el tiempo.

Es necesario que se amplíen las infraestructuras de abasto de agua y energía de modo que se disminuya la presión sobre las fuentes ahora en uso, sin menoscabar el desarrollo y bienestar de nuestras comunidades. Las grandes obras deben ser planteadas con una visión regional que impliquen a la realidad binacional en la que se encuentran insertas la mayor parte de las dinámicas actuales y futuras del desarrollo del AMM. Un buen manejo de los recursos naturales de nuestra región es hoy más que nunca un asunto de primer orden para el desarrollo de nuestras comunidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, S. (2022). Desalar el agua del mar: propuesta ante la sequía que considera NL, aunque con impacto ambiental. En: *Animal Político*, 14 de agosto. En línea: https://animalpolitico.com/verificacion-de-hechos/te-explico/desaladora-agua-sequia-nl-impacto-ambiental?rtbref=rtb_ej6ceedm6cowjfpzx6u_1714194934023
- Antonio, A. (2020). La conservación de la biodiversidad, un paso hacia el desarrollo sostenible de la ciudad de Monterrey. Monterrey: UANL.
- Cepeda, F. (2024). Prepara NL proyecto ante falta de agua. En: *El Financiero*. Mayo 23. En línea: <https://www.elfinanciero.com.mx/monterrey/2024/05/23/prepara-nl-proyecto-ante-falta-de-agua/>
- CONAGUA (2023). *Monitor de Sequía en México (MSM)*. Ciudad de México, México: CONAGUA. En línea: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- CONAGUA (2020). *Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Área Metropolitana de Monterrey, estado de Nuevo León*. Ciudad de México, México: CONAGUA.
- CONAGUA (2020a). *Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Campo Buenos Aires, estado de Nuevo León*. Ciudad de México, México: CONAGUA.
- CONAGUA (2020b). *Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Campo Durazno, estado de Nuevo León*. Ciudad de México, México: CONAGUA.



- CONAGUA (2020c). *Actualización de la Disponibilidad media anual de Agua en el Acuífero Cañón del Huajuco, estado de Nuevo León*. Ciudad de México, México: CONAGUA.
- CONAGUA (2020d). *Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Citrícola Norte, estado de Nuevo León*. Ciudad de México, México: CONAGUA.
- CONAGUA (2020e). *Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero El Carmen-Salinas Victoria, estado de Nuevo León*. Ciudad de México, México: CONAGUA.
- CONAGUA (2021). *Capacidad al NAMO y volumen almacenado de la presa José López Portillo*. Ciudad de México, México: CONAGUA. En línea: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=presasPrincipales&ver=reporte&o=2&n=nacional>
- CONAPO (2019). *Proyecciones de la población de México y de las entidades federativas 2016-2050. Nuevo León*. Ciudad de México, México: CONAPO.
- Cruz, J. (2022). Sequía en Nuevo León: Este es el nivel actual de las presas. En: *Periódico ABC*, Monterrey, Sección local, 14/7/2022, 18:13 hrs. En línea: <https://abcnoticias.mx/local/2022/7/14>
- Egorov, A. I.; Mudu, P.; Braubach, M. y Martuzzi, M. (eds.) (2016). *Urban green spaces and health*. Copenhague, Dinamarca: WHO Regional Office for Europe, 2016.
- Ferniza Quiróz, S. y Fitch Osuna, J. (2021). Densidad diluida. Planeación urbana en la Zona Metropolitana de Monterrey. En: *Decumanus*, Núm. 7. Vol. 7. Mayo 2021-Octubre 2021: 22-47.
- Garza, G. (1998). El Área metropolitana de Monterrey en el año 2020. En: *Estudios Demográficos y Urbanos*, 13(3): 667-673. En línea: <https://doi.org/10.24201/edu.v13i3.1035>
- Gómez, N. y Velázquez, G. (2018). Asociación entre los espacios verdes públicos y la calidad de vida en el municipio de Santa Fe, Argentina. En: *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 27 (1): 164-179. doi: 10.15446/rcdg.v27n1.58740.
- Hernández, I. (2022). Vuelve alerta ambiental por mala calidad del aire en Nuevo León. En: *Periódico ABC*, Monterrey, Sección local, 9/12/2022, 11:04 hrs. En línea: <https://abcnoticias.mx/local/2022/12/9>
- INEGI (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. Aguascalientes, México: INEGI.
- INEGI (2023). *Climatología. México: INEGI*. Aguascalientes, México: INEGI. En línea: <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/>



- Manzanilla- Quiñones, U.; Manzanilla- Quijada, G. y Delgado-Valerio, P. (2021). Análisis espacial de áreas verdes urbanas. En: *Ecosist. Recur. Agropec.* 8(1): e2676, <https://doi.org/10.19136/era.a8n1.2676>
- Muradas, M. (2018). *Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas, 2016-2050*. Ciudad de México, México: CONAPO. En línea: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050>.
- NASA-Earth observatory (2022). *A Reservoir Runs Dry*. Washington, Estados Unidos: NASA. En línea: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/150123/a-reservoir-runs-dry>
- Narváez, A. y Ojeda, A. (2011). Principios de la gestión de la demanda de agua doméstica urbana, en Hermosillo, Sonora. En: *Aedificare 2010. Anuario de Investigaciones de Estudios Sobre Diseño*. Monterrey, México: UANL.
- Ojeda, A., Narváez, A. y Quintana-Pacheco, J. (2014). Gestión del agua doméstica urbana en Hermosillo (Sonora, México). En: *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 23 (1): 147-164.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2012). *Health Indicators of sustainable cities in the Context of the Rio+20 UN Conference on Sustainable Development*. Ginebra, Suiza: OMS.
- Russo, A. y Cirella, G. (2018). Modern Compact Cities: How Much Greenery Do We Need? En: *Int J Environ Res Public Health*. Oct 5;15(10):2180. doi: 10.3390/ijerph15102180. PMID: 30301177; PMCID: PMC6209905.
- SADM (2023). *Infraestructura-fuentes de abastecimiento*. Monterrey, México: SADM. En línea: https://www.sadm.gob.mx/SADM/index.jsp?id_html=niveles
- Salinas López, J.; Cavazos González, R. y Vera Herrera, J. (2016). Evaluación de un sistema de captación de agua de lluvia en la zona metropolitana de Monterrey, para su aprovechamiento como medio alternativo. En: *Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY*, 20-1, pp. 1-12.
- SEMARNAT (2012). *Atlas digital geográfico. Atmósfera*. Ciudad de México, México: SEMARNAT. En línea: <http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/atmosfera.html>
- SEMARNAT (2023). *La experimentación con geoingeniería solar no será permitida en México*. Ciudad de México, México: SEMARNAT. En línea: <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/la-experimentacion-con-geoingenieria-solar-no-sera-permitida-en-mexico>
- Soto, K. (2017). Movilidad Urbana y Diferenciación Socioespacial en el Área Metropolitana de Monterrey. En: *Red Urban*, Año III, Núm. 3, Octubre 2017: 21-29.



- Velásquez-Monsalve, E. (2022). *Comprender las dimensiones del problema del agua*. Nairobi, Kenia: ONU- HABITAT. En línea: https://onuhabitat.org.mx/index.php/comprender-las-dimensiones-del-problema-del-agua?fb_comment_id=1919706488040991_2396617700349865
- Ybáñez-Zepeda, E. y Barboza-Lara, C. (2017). Trayectorias recientes de la migración interna en la Zona Metropolitana de Monterrey: características, orígenes y destinos a nivel municipal, 2010. En: *Estudios Demográficos y Urbanos*, Vol. 32, Núm. 2 (95), 2017: 245-281.