

FRONTERAS



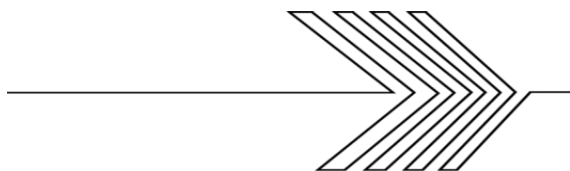
FRONTERAS es la publicación anual del Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente "Dr. Jorge H. Morello" de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires que comprende artículos de divulgación científica, entrevistas, avances de investigación, proyectos, actividades, documentos y libros del GEPAMA

CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES

<http://www.gepama.com.ar>

ISSN 1667-3999

Nº 21
Año 21
Nº 21
2023



Editorial

Este año 2023 conmemoramos el Natalicio del Dr. Jorge H. Morello y también los 10 años de su fallecimiento. Esta revista se la dedicamos a su trabajo, y todas las enseñanzas que nos dejó.

Los cambios acelerados que se están produciendo a nivel planetario, nos llevan a tratar de analizar el sistema como un todo donde desde el Cambio Climático en las ciudades, los sistemas alimentarios y el metabolismo urbano, que entrelazan y organizan el escenario en el que hoy vivimos.

Existe un nexo, tangible e intangible, entre los recursos naturales involucrados (suelo, agua, recursos genéticos) y la producción de alimentos. Hasta hace muy poco, hemos venido observando relaciones, punto a punto, entre un determinado recurso y la producción. Pero es claro que esto no ha sido suficiente y la complejidad del sistema alimentario trabaja en contra de la simplificación y el análisis recurso y producto. Los problemas vinculados al cambio climático y los riesgos emergentes que este implica para los sistemas alimentarios y la seguridad alimentaria en las ciudades, se hacen cada día más notables.

Para abordar estos desafíos desde un enfoque resiliente y regenerativo, la planificación urbana requiere de una comprensión integrada y profunda de las ciudades como sistemas no solamente emergentes de iniciativas socioeconómicas y biofísicas sino también como sistemas socio ecológicos complejos.

Tratamos de plasmar en estos artículos algunas de las variables que juegan en este sistema: relaciones entre los recursos naturales, el cambio climático y la producción de alimentos; Metabolismo urbano y social, Planificación territorial, flujos de materiales y relaciones energéticas en las ciudades.

Andrea F. Rodríguez
Editora

ÍNDICE FRONTERAS 21

EDITORIAL _____ **Página 1**

ARTÍCULOS _____ **Página 4**

- EL NEXO: RELACIONES ENTRE LOS RECURSOS NATURALES, EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS / **Walter Alberto Pengue** _____ **Página 5**
- COMPACIDAD Y COMPLEJIDAD ESPACIAL COMPLEMENTANDO EL METABOLISMO URBANO. PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DE ÁREAS VERDES COMO USOS DEL SUELO / **Claudia Alicia Baxendale** _____ **Página 13**
- METABOLISMO URBANO. PERSPECTIVAS DE UN CAMPO DE ESTUDIO MULTIDISCIPLINARIO PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANA / **Susana Eguia** _____ **Página 30**
- LA ECOLOGÍA URBANA Y EL METABOLISMO SOCIAL / **Laura Ramos** _____ **Página 51**
- CIUDADES Y SU RELACIÓN CON EL SECTOR TRANSPORTE, PORTUARIO, ENERGÉTICO, Y EL CONSUMO DE HIDROCARBUROS EN ARGENTINA / **J. Christian de Haro** _____ **Página 65**
- EL FLUJO DE LOS MATERIALES EN LAS CIUDADES: LA ARENA / **Mariana E. Silva y Andrea F. Rodríguez** _____ **Página 91**
- METABOLISMO URBANO: COMPARACION ENTRE ROMA (ITALIA) – BUENOS AIRES (ARGENTINA) / **Olmo Rosadoni** _____ **Página 99**

COMUNICACIONES _____ **Página 117**

- LA RESERVA ECOLÓGICA CIUDAD UNIVERSITARIA COSTANERA NORTE Y SUS DINÁMICAS SEDIMENTARIAS / **Juan Emmanuel Nehuen Pengue** _____ **Página 118**
- PASANTIA DE INVESTIGACION EN BUENOS AIRES, ARGENTINA / **Olmo Rosadoni** _____ **Página 121**
- EL ESTADO DE LOS SUELOS SEGÚN SU MANEJO PRODUCTIVO (INDUSTRIAL, EN TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA, Y BIODINÁMICA /AGROECOLÓGICO) / **Talia Soledad Álvarez** _____ **Página 123**
- HUERTAS AGROECOLÓGICAS URBANAS “SOLUCIÓN A UNA CRISIS QUE SE VIENE” / **Lucio Landoni** _____ **Página 125**

NOTICIAS _____ **Página 127**

- CONMEMORAMOS EL NATALICIO DEL DR. JORGE H. MORELLO. NOTAS _____ **Página 128**
- APERTURA COMO ACTITUD ACADÉMICA / **Gustavo D. Buzai** _____ **Página 130**
- DR. MORELLO: UNA MENTE AMPLIA E INTEGRADA / **Claudia A. Baxendale** _____ **Página 132**
- CÓMO CONOCÍ A UN MAESTRO / **Walter Alberto Pengue** _____ **Página 133**
- "HIJO, TOMA ASIENTO Y CONTAME TODO CON DETALLE"... / **J. Cristián de Haro** _____ **Página 136**
- HASTA EL LUNES...HASTA SIEMPRE / **Mariana E. Silva** _____ **Página 137**
- OJALÁ... / **Andrea F. Rodríguez** _____ **Página 138**

ACTIVIDADES _____ **Página 139**

- DIÁLOGO SOBRE EL NEXO CON PUEBLOS ORIGINARIOS _____ **Página 140**
- WORKSHOP - LA EVALUACIÓN DEL NEXO. EVALUACIÓN TEMÁTICA DE LOS VÍNCULOS ENTRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA, EL AGUA, LOS ALIMENTOS Y LA SALUD PARQUE NACIONAL KRUGER – ENCUENTRO PARA LA EVALUACIÓN DEL NEXO _____ **Página 141**

FRONTERAS (ISSN 1667-3999)

Año 21 N° 21, 2023

Publicación anual del Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente "Dr. Jorge H. Morello" de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires

Ciudad Universitaria, Pabellón III, Piso 4º, Oficinas 420/420b
(1428) Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina

E-mail: gepama@fadu.uba.ar / Tel.: (54-11) 5285-9343 / 9344 / <http://www.gepama.com.ar>

Integrantes del GEPAMA

Dr. Walter Alberto PENGUE (*Director*) walter.pengue@fadu.uba.ar
 Lic. Andrea F. RODRIGUEZ andrea.rodriguez@fadu.uba.ar - Ms. Mariana SILVA mes2376@hotmail.com
 Lic. Claudia BAXENDALE baxendale.claudia@fadu.uba.ar - Arq. Susana EGUIA susana.egua@fadu.uba.ar
 Lic. Cristian DE HARO delfinaustral2004@yahoo.com.ar - Lic. Laura RAMOS lramos@campus.ungs.edu.ar



ARTÍCULOS

EL NEXO: RELACIONES ENTRE LOS RECURSOS NATURALES, EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS

Walter Alberto Pengue

walter.pengue@fadu.uba.ar

Existe un nexo, tangible e intangible, entre los recursos naturales involucrados (suelo, agua, recursos genéticos) y la producción de alimentos. Hasta hace muy poco, hemos venido observando relaciones, punto a punto, entre un determinado recurso y la producción. Pero es claro que esto no ha sido suficiente y la **complejidad del sistema alimentario** trabaja en contra de la simplificación y el análisis recurso & producto. A ello se suma, la delicada situación que la creciente demanda de biomasa tiene sobre los recursos naturales y su potencial agotamiento. Y además, los efectos que el cambio climático tendrán sobre el sistema alimentario, tanto regional como global.

Las interacciones entre los distintos factores de producción y las variables exógenas que les afectan comienzan a ser pensadas en una forma más integradora o al menos ayudarse a **comprender los nexos y por tanto los efectos que hay entre recursos y producción.**

Además, de la consideración sobre los recursos involucrados y sus interacciones, otros factores exógenos relevantes, han impactado de lleno a la humanidad en estos últimos dos años. Tanto la crisis del COVID como las de la guerra y las contingencias regionales e impactos relacionados con el cambio climático, nos llevan a alertarnos mutuamente, nuevamente sobre la complejidad de procesos que a veces no queremos revisar integralmente. Sea por su complejidad, sea por su costo,

sea por la realidad que debemos enfrentar. Pero al menos, estamos intentando empezar a pensarlos.

El debate sobre los **límites planetarios** como próximo paso más allá de los límites del crecimiento, nos alerta sobre la apropiación de los recursos y la "**capacidad de carga**" que la naturaleza tiene, junto a sus vinculaciones con la energía, el agua, los nutrientes, los contaminantes y otros ciclos vinculados. Posiblemente la agilidad de la humanidad para adaptarse y modificar la relación, mediante sus cambios de hábitos y el fuerte papel de la tecnología puedan ayudar a cambiar los límites estrictos propuestos. El papel de las tecnologías más inteligentes en la agricultura y su relación a la utilización de los recursos naturales, deben ir de la mano junto con los esfuerzos para contener el cambio ambiental global mediante una capacidad humana y de gestión, aún limitada, frente a escenarios tan complejos.

La comida es una instancia crucial de la humanidad. Una necesidad y un derecho humano básico. No obstante, en las sociedades que en apariencia han resuelto su problema, pareciera una cuestión menor preocuparse tanto por la producción como por el acceso a una diversidad importante de alimentos (Pengue, 2023). Y como así también, preocuparse por las intrincadas relaciones que existen entre la base de recursos (los llamados en otros tiempos, bienes fondo), el cambio climático y la real necesidad de asegurar los distintos sistemas alimentarios que la humanidad prosee.

En las ciudades, donde ya vive más del 60% de la humanidad, el distanciamiento entre los espacios productivos y el consumo de los urbanitas se ha hecho cada día más grande. Esta situación se hace más notable, cuando los alimentos que llegan a la ciudad, están cada día más procesados y comercializados en grandes supermercados, que cortan el vínculo directo productor-consumidor y los separan aún más. Los problemas vinculados al cambio climático y **los riesgos emergentes que este implica para los sistemas alimentarios y la seguridad alimentaria en las ciudades, se hacen cada día más notables**. Esto parece haber quedado para las economías más pauperizadas o aquellos países que como la Argentina, a pesar de ser un enorme productor de alimentos, enfrenta insolubles problemas alimentarios con casi el 50% de su población pauperizada. La pobreza y el hambre rural son un hecho y la pauperización urbana y la restricción económica y física por el acceso a los alimentos allí, se palia con programas alimentarios que no resuelven ni una ni otra cosa. La lucha contra el hambre no debe ser un slogan *marketinero* o una especulación política de coyuntura. A nivel mundial, son millones los que están en riesgo alimentario y la Argentina, si bien en sectores puntualizados, increíblemente no está pudiendo escapar ahora tampoco a este flagelo.

Más allá de las discusiones convencionales, durante las últimas décadas, el problema del hambre se ha alejado de la preocupación general de los decisores de las grandes políticas, aunque cada año el mundo, camina peligrosamente por un andarivel de producción y consumo casi siempre en el límite. **Ahora mismo, son varios los países del mundo que padecen el flagelo del hambre, la mayoría de ellos en territorios que sufren restricciones físicas y climáticas para la producción o problemas relacionados con guerras locales, corrupción u otras limitaciones de índole directamente social. Nosotros, además, tenemos restricciones socioeconómicas cada día más agobiantes**. También, comen-

zamos a enfrentar problemas climáticos de mayor **intensidad y recurrencia** que hace que la clase dirigente, se preocupe más por la producción sojera, que por la alimentación adecuada de sus congéneres compatriotas. Pero la complejidad del asunto, a pesar del dolor al que nos empuja, es aún más compleja, cuando miramos el asunto bajo una perspectiva global, avanzando por encima de la coyuntura.

En la reciente **Actualización del Informe Mundial sobre Crisis Alimentarias** se apunta que el COVID-19, el rezago en la vacunación y las conmociones económicas, revirtieron los avances en la reducción de la pobreza y el acceso a los alimentos. Más de 155 millones de personas de 55 países o regiones en el mundo (seleccionados para el estudio), se encuentran en una situación de crisis o emergencia alimentaria, el 66% de esta cifra global se localiza en República Democrática del Congo, Yemen, Afganistán, Siria, Sudán, Nigeria (15 estados y Territorio Capital Federal), Etiopía, Sudán del Sur, Zimbawe y Haití, lugares donde ocurrieron las peores crisis alimentarias durante el 2020.

Aparentemente el año 2022 no fue mejor sino mucho peor y los efectos y vinculaciones del hambre y los desplazamientos son muy notables. Según Acción contra el Hambre, **6 de cada 10 personas con hambre viven en un país en conflicto**. Los datos revelan que 3 de cada 4 personas refugiadas están atrapadas en situaciones de desplazamiento prolongado, llegando a pasar una media de 17 años en campos o poblaciones de acogida. En este contexto, las personas refugiadas encuentran muchas dificultades para alimentarse.

La invasión de Ucrania por parte de Rusia y los efectos devastadores que la guerra está generando en el sistema productivo del país ocupado, no sólo impactan sobre su mercado interno y una crisis alimentaria en ciernes. Sino también que ya afectan el mercado mundial y amenazan fuertemente el abastecimiento de regiones del mundo,

como África, que hasta ahora no ha podido o logrado resolver el problema del hambre.

En 2020, por ejemplo en los países del sur de África y Central, la República Centroafricana, la República Democrática del Congo, Lesotho y Zimbawe experimentaron su mayor número de personas en crisis o su empeoramiento. **Los choques climáticos han sido históricamente el principal impulsor de la crisis de alimentos en el sur de África.** A esto, las crisis económicas relacionadas con la COVID-19 están impulsando necesidades adicionales. Alrededor del 72 por ciento de los niños de la región que sufren emaciación residen en seis países: Angola, República Democrática del Congo, Mozambique, Madagascar, la República Unida de Tanzania y Zambia. Más del 70 por ciento de los 7,1 millones de desplazados internos de la región viven en la República Democrática del Congo, que tiene la población desplazada interna más grande de África. La región acogió a más de 1 millón de refugiados y solicitantes de asilo, la mayoría de la República Democrática del Congo, así como Burundi, la República Centroafricana, Chad, Etiopía, Mozambique, Ruanda y Somalia, entre otros.

En América Latina, se señalaba que, en 2020, 11.8 millones de personas se encontraban en situación de crisis o emergencia alimentaria en cuatro países centroamericanos (El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua) y Haití presentando un aumento en la inseguridad alimentaria.

Por otro lado, los efectos de la crisis climática limitaron el acceso a los alimentos de las poblaciones más vulnerables e impactan directamente en el medio de vida de las poblaciones rurales, que necesitan trabajar la tierra para alimentarse. **La crisis climática impacta fuertemente sobre los países pobres y todo hace parecer que en el año 2040, puede llegarse a pérdidas en el rendimiento de los cultivos del 50% lo que afectaría a casi 1000 millones de personas.** Muchas de las vulnerabilidades parece llegarán a encontrarse con mayor

intensidad en los países africanos y en vías de desarrollo.

Pero no son solamente en los países pobres, donde el asunto está empeorando. En las **ciudades ribereñas** de las economías desarrolladas o en desarrollo los impactos del cambio climático producirán **migraciones masivas y problemas alimentarios relevantes.** El aumento de los mares es un desafío para dos tercios de las ciudades más grandes del mundo, incluidas Nueva York, Bombai o Shanghai. El mismo secretario general de la ONU, António Guterres, ha advertido que a mayor nivel del mar podría resultar en *“un éxodo masivo de poblaciones enteras de niveles bíblicos”*. Buenos Aires, que también entiende de riesgos, forma parte de la red C40, integrada por casi cien ciudades de todo el mundo que buscan implementar acciones para combatir el cambio climático y reducir sus emisiones. Mientras ciudades como Lima emitían en 2018, 15.789.438 CO₂eq anuales, San Pablo 15.523.015, Londres 26.828.023 y Nueva York más que las duplicaba llegando a 38.275.608. Buenos Aires emitía en 2018, 11.743.110 toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq). El 53% correspondieron al sector de la energía; el 30% al transporte y el 17% al de residuos. La ciudad debe claramente dejar su **consumo energívoro** en pocas décadas. No son solamente inundaciones las amenazas que enfrentan las ciudades. Las olas de calor recurrentes e intensivas en ciudades como la nuestra amenazan la vida y la economía de los urbanitas tanto como las inundaciones y las amenazas en las zonas y barrios ribereños.

La ciudad ha pavimentado sus pies. La cementación de la pampa argentina es un hecho y la geografía expansiva de Buenos Aires, es otro hecho incontrastable que suma a la complejidad. Buenos Aires, pavimenta los espacios que le dan alimento y pueden ser su sostén en momentos de crisis.

Por todo lo dicho, es claro que la combinación de factores y no sólo uno a la vez, son cuestiones

relevantes a considerarse bajo **el nuevo escenario de complejidad creciente**. En condiciones normales el flujo biofísico de alimentos, siempre encuentra restricciones y complejidades, sea por el clima, sea por los recursos, sea por cuestiones sociales, económicas y hasta por la misma guerra.

De esta forma, **el mundo comienza a tener más en cuenta a la agricultura, el papel de la agronomía y los sistemas alimentarios y las fuertes dependencias entre cuestiones biofísicas, energéticas, climáticas y sociales**.

“La agricultura es la cosa más fácil del mundo, cuando el arado de uno es un lápiz y se está a mil millas del maizal...”, dijo alguna vez el ex presidente de los Estados Unidos, David Eisenhower. Un grave error. Existe una fuerte correlación, interacción y aleatoriedad entre distintas variables que actúan directamente como otras tantas que lo hacen indirectamente y que inciden fuertemente sobre los sistemas alimentarios, sea desde el plano local y regional hasta el global.

Hasta ahora, la mayoría de los abordajes sin embargo, sostuvieron como decía al inicio de este artículo, un análisis que revisaba de a una variable por vez: el suelo, el agua o por ejemplo el clima. O eventualmente algunas de sus interacciones con el sistema productivo. Pero **el sistema alimentario es algo complejo y comprende muy fuertes interacciones tanto biofísicas como climáticas y decisiones institucionales y de gobernanza que inciden de una forma u otra sobre el resultado final: la comida y los distintos bienes que el campo o hasta la ciudad producen**. Un reciente artículo de Mattis Wackernagel y otros (2021) titulado La importancia de la seguridad en los recursos para erradicar la pobreza (*The importance of resource security for poverty eradication*), alerta también en el plano de los límites y la biocapacidad del planeta para buscar un equilibrio acorde a las posibilidades del desarrollo humano global con equidad.

Agua, energía y alimentos son recursos imprescindibles para la humanidad, mejorar su calidad de vida y de manera justa y acceso equitativo, permiten enfrentar los serios problemas de hambre y pobreza. Evidentemente, estos están directamente relacionados y básicamente podría considerarse que a los fines de la producción agropecuaria son indivisibles o prácticamente imposible analizarlos de forma separada.

Una década atrás, tanto desde la escuela agronómica como desde la ecológica se produjo una reorientación en el análisis de los recursos involucrados en la producción de alimentos que llevó a creación de un marco metodológico y un abordaje integral del sistema agroalimentario. Por un lado, claramente se focalizaron los científicos en identificar todos los bienes y servicios devenidos en capitales tangibles e intangibles que involucraban a este sistema y por el otro, se amplió la escala para integrarlos a la comprensión de las interacciones y efectos que el cambio climático podría tener sobre un sistema tan sensible.

Nace de esta forma un nuevo enfoque metodológico para la evaluación de los agroecosistemas conocida como Nexus. **El Nexus o Nexo en español, considera en su evaluación el papel de los impulsores de cambio indirectos (es decir, valores sociales, patrones de producción y consumo, demográficos, tecnológicos, cuestiones culturales y hasta de gobernanza) y directos (es decir, la tierra, el agua, la biodiversidad), sus interrelaciones entre sí, con otros organismos, los cambios de uso y explotación y las relaciones con el cambio climático**.

Tiene en cuenta el relevante papel de las instituciones formales e informales y los impactos de los patrones de producción, suministro y consumo (incluido el *telecopling* o teleacoplamiento), las contribuciones de la naturaleza a las personas y a una buena calidad de vida.

El nuevo concepto del Nexo se destaca en el debate internacional a partir de la Asamblea Anual del Foro Económico Mundial (WEF) del año 2008, que enfatizó la necesidad de desarrollar una mejor comprensión de cómo el agua está vinculada al crecimiento económico a través de su relación con otros temas y el desafío que representa para la seguridad alimentaria un enfoque comercial en la gestión de los recursos hídricos (WEF, 2011).

Celebrada en Bonn en 2011, se realizó la Conferencia sobre el **Nexo entre Agua, Energía y Seguridad Alimentaria** “Soluciones para la Economía Verde”. Allí entendían que enfoques como el de la llamada economía verde y el de la bioeconomía daría como resultado un mayor bienestar humano, con equidad social y significativas reducciones de riesgos ambientales y escasez ecológicas.

Los niveles de producción de dióxido de carbono serían progresivamente más bajos y la eficiencia en el uso de los recursos se incrementará. Las conexiones con la implementación del Acuerdo de París sobre la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero son evidentes, dice la CEPAL.

En 2014, FAO publica un documento sobre el Nexo, focalizando la discusión en recursos como la energía, el agua y el alimento y su vinculación con la demanda hacia otros recursos naturales.

Tiene en cuenta el análisis bajo un paraguas y un enfoque holístico basado además en los diferentes sistemas de conocimiento.

En su abordaje metodológico, quienes trabajan en la investigación del Nexus, consideran a la **Biodiversidad**, tal como la define, la Plataforma IPBES: *“La variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte. Esto incluye la variación en los atributos genéticos,*

fenotípicos, filogenéticos y funcionales, así como los cambios en la abundancia y distribución a lo largo del tiempo y el espacio dentro y entre especies, comunidades biológicas y ecosistemas”.

Con respecto al **clima** comprende al sistema climático mundial y sus interacciones con las actividades humanas, que consideran el cambio climático, la adaptación y la mitigación incluidos los aspectos pertinentes relacionados con el sistema energético.

El agua incluye todas las formas de agua superficial y subterránea y los procesos y sistemas biofísicos y humanos que regulan su calidad, cantidad, distribución y uso.

Los alimentos incluyen en este caso a la cadena de valor completa para todos los alimentos cultivados y silvestres, fibras, piensos, madera y materias primas industriales, desde la producción hasta el consumo y la eliminación. La salud incluye la salud y el bienestar físicos y mentales humanos, cómo emergen las enfermedades infecciosas de la naturaleza, incluido el papel de la actividad humana en su propagación y los sistemas relacionados con la prevención, el tratamiento y el manejo de enfermedades, y se aborda utilizando marcos como One Health (Una Salud) y otros enfoques holísticos.

El abordaje del Nexus, temática que las Naciones Unidas ha tomado también actualmente a través del IPBES para el desarrollo de un nuevo documento global a desarrollar entre los años 2022 a 2025 representa **un esfuerzo sustantivo para integrar la mirada de la complejidad en el sistema alimentario global**. Y que comienza a hacer un trabajo integrador entre la necesidad de una utilización más eficiente y equitativa de los recursos naturales, la energía, el agua y la complejidad y diversidad de los diferentes sistemas sociales bajo distintos esquemas de conocimiento.

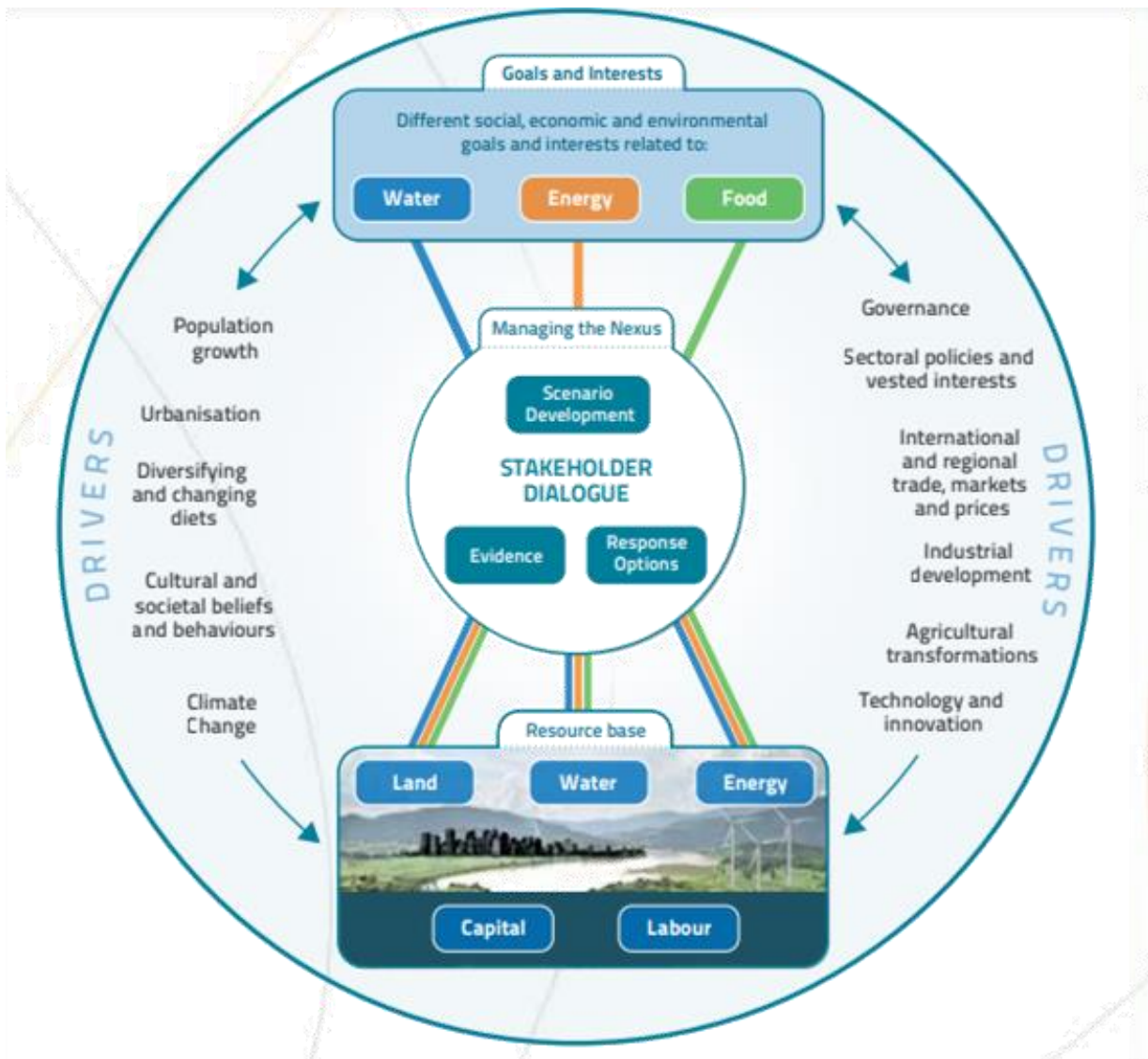


Figura. El abordaje de la FAO sobre el Nexo entre Agua-Energía-Alimentos. (Pengue 2023)

La principal premisa del enfoque del Nexo es que nuestros hiperconectados mundos del agua, de la energía y de la alimentación son cada vez más interdependientes y que los impactos en un sector afectan a los otros. En un planeta bajo la presión del cambio climático y de las crecientes demandas de una población cada vez mayor, comprender y tener en cuenta estas interdependencias es vital para alcanzar a largo plazo las metas económicas, medioambientales y sociales.

Según la CEPAL, el enfoque del Nexo busca ofrecer mecanismos para la adopción de decisiones para conseguir determinadas “metas económicas, medioambientales y sociales”, formuladas en el contexto de “presión del cambio climático” y las demandas de una población urbana creciente.

Inicialmente se ha intentado buscar la incorporación conceptual del Nexo para reflejar los progresos de la ciencia y de la tecnología que pudieran hacer posible realizar proyecciones a medio y largo

plazo. Mediante tales proyecciones pueden considerarse los incrementos de consumo de recursos naturales (agua, suelos, energía y alimentación) que, por su cuantía, plantean la necesidad de formular políticas mediante las que se puedan alcanzar dichas metas o, al contrario, disminuirlas por medio de un uso más eficiente de los recursos. Según la CEPAL, se presupone una conexión más eficaz entre los elementos del Nexo, que se alcanzaría por la utilización de nuevas tecnologías o formas de producción energética (por ejemplo, producción y uso más intenso de las energías renovables y el aprovechamiento de los desechos biomásicos agrícolas y alimentarios en la producción). En muchas ocasiones, también, es la constatación de la frecuencia de eventos catastróficos (como sequías más prolongadas e intensas, inundaciones y otros) y sus consecuencias dañinas, lo que suscita la reflexión con un planteamiento del Nexo.

Para el caso específico de América Latina, dice la CEPAL, que la región se caracteriza por patrones de desarrollo intensivos en la explotación de sus recursos naturales, recursos muchas veces no renovables, como sucede, por ejemplo, con el petróleo, el gas o la minería, cuya explotación además puede ser intensiva en el uso del agua. **Se trata de un modelo de desarrollo unidimensional, no diversificado, y por tanto muchas veces insostenible desde el punto de vista ambiental y también inequitativo socialmente.** Eso lleva consigo también una vulnerabilidad, una exposición a riesgos que se traduce en inseguridad, inestabilidad política y dependencia.

Claramente, la promoción de una diversificación progresiva de dichos patrones de desarrollo en el marco de la planificación de **los tres componentes del Nexo, multiescalar, intersectorial y pluritemporal.** Con ello se debería llegar a unas matrices de uso de agua, suelos, recursos genéticos, generación de energía y producción de alimentos

más sostenibles, resilientes, equitativos y eficientes. Al mismo tiempo, **el enfoque del Nexo puede constituir una oportunidad para enfrentar de forma eficaz el cambio climático y el cambio ambiental global al tiempo que se modifican patrones de desarrollo no sustentables.**

Sin embargo, el papel de la tierra y el uso del suelo, muy relevante a la discusión sobre las formas de utilización del recurso en América Latina, no ha tenido una profundización intensa aún en los documentos globales y regionales (producidos hasta ahora por la CEPAL en América Latina o la Unión Europea para su propio territorio), con respecto al enfoque de Nexus. **Aquí hay un aspecto y un nuevo escenario a considerar, particularmente vinculado a un recurso claramente limitado como es la tierra, de una inelasticidad completa.** Y especialmente importante, cuando consideramos las formas de explotación, acceso y uso del suelo, en las economías de los países en vías de desarrollo como las de América del Sur y Central, África y algunas economías asiáticas. **O también, los nuevos escenarios por el acceso y uso de la tierra a través de la guerra o la invasión de los territorios como sucede actualmente en el mismo corazón de Europa.**

A ello se suman nuevas variables de alto impacto, que hasta ahora, la familia de Naciones Unidas no venía abordando en su complejidad como lo son, las nuevas tensiones sociales derivadas de la lucha por el acceso a recursos estratégicos como la tierra, el agua o los alimentos, que a veces se dirimen con guerras como las mencionadas. Todo ello, suma a la perspectiva integral y holística que las nuevas investigaciones basadas en el Nexus deberán tener.

Toda una nueva gran oportunidad para la ciencia ecológica. Todo un nuevo desafío para su mirada y perspectiva holística sobre los escenarios por venir en el mediano plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- CEPAL. 2017. *El Nexo entre el agua, la energía y la alimentación en América Latina y el Caribe Planificación, marco normativo e identificación de interconexiones prioritarias. Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 179.*
- FAO. 2014. *The Water-Energy-Food Nexus. A new approach in support of food security and sustainable agriculture.* <https://www.fao.org/3/bl496e/bl496e.pdf>
- IPBES. 2022. *Nexus assessment. Thematic assessment of the interlinkages among biodiversity, water, food and health.* <https://ipbes.net/nexus>
- Pengue, W.A. 2023. *Economía Ecológica, Recursos Naturales y Sistemas Alimentarios ¿Quién se come a quién? GEPAMA. Orientación Gráfica Editora. Colección Economía Ecológica. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/370068450 Economía Ecológica Recursos Naturales y Sistemas Alimentarios Quien se Come a Quien](https://www.researchgate.net/publication/370068450_Economia_Ecologica_Recursos_Naturales_y_Sistemas_Alimentarios_Quien_se_Come_a_Quien)*
- PROGRESAN CICA. 2021. *Actualización del Informe Mundial sobre Crisis Alimentarias apunta que la COVID-19 y el rezago en la vacunación revirtieron los avances en la reducción de la pobreza.* https://www.sica.int/noticias/actualizacion-del-informe-mundial-sobre-crisis-alimentarias-apunta-que-la-covid-19-y-el-rezago-en-la-vacunacion-revirtio-los-avances-en-la-reduccion-de-la-pobreza_1_128496.html
- Wackernagel, M.; Hanscom, L.; Jayasinghe, P.; Lin, D.; Murthy, A.; Neill, E. and Raven, P. 2021. *The importance of resource security for poverty eradication. Nature Sustainability volume 4, pages731–738 (2021).* <https://www.nature.com/articles/s41893-021-00708-4>
- WEF. 2011. *Water security: the water-food-energy-climate nexus: the World Economic Forum water initiative. Washington, D.C.*

COMPACIDAD Y COMPLEJIDAD ESPACIAL COMPLEMENTANDO EL METABOLISMO URBANO. PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DE ÁREAS VERDES COMO USOS DEL SUELO

Baxendale, Claudia Alicia

baxendale.claudia@fadu.uba.ar

Introducción

El objetivo de este trabajo es presentar principios espaciales de la Geografía Urbana en la organización y planificación de los usos del suelo, con enfoque en las áreas verdes, como aportes al metabolismo urbano.

La Geografía como disciplina comparte el territorio como objeto de estudio material entre distintas disciplinas, y tiene como objeto de estudio formal el estudio del espacio geográfico buscando explicar patrones de localización, distribución, asociación, interacción y evolución de fenómenos y procesos en dicho territorio, analizando su organización espacial.

El estudio geográfico de la ciudad, en sus aspectos espaciales, morfológicos y estructurales se complementa con temas que aborda el urbanismo ecológico (Rueda, s/f) y el urbanismo ecosistémico (Rueda, 2019) desde la compacidad y complejidad de lo urbano para el logro de la eficiencia que se busca a través del metabolismo urbano. El modelo de ciudad más sostenible que plantea esta disciplina busca ser más eficiente en su metabolismo, más compacta en su morfología y más compleja y cohesionada en su organización social, económica y territorial.

Bajo este marco teórico disciplinar la compacidad y complejidad son consideradas ejes de análisis abarcando diferentes ámbitos. Los ámbitos abordados desde la compacidad refieren a la ocupación del suelo, al espacio público y a la movilidad y oferta de servicios, en tanto se le asigna al eje de la complejidad los ámbitos relacionados con la diversidad en los usos del suelo y funciones urbanas, y el de la biodiversidad.

Aportando desde lo geográfico espacial, y poniendo el foco en las áreas verdes como uso del suelo, se abordan temáticas relacionadas con la compacidad y la complejidad urbana a modo de principios y propuestas para lograr una ciudad integrada territorialmente en dos escalas: lo urbano en su contexto regional, y lo intraurbano.

Lo urbano en su contexto: planificación espacial regional de áreas verdes

Desde un enfoque sistémico, considerar a la ciudad como sistema abierto implica tener en cuenta su posición y sitio en el territorio a diferentes escalas. A nivel espacial su posición aporta la información necesaria para situarla en el contexto

del sistema de ciudades en el cual se encuentra a nivel territorial de las jurisdicciones de gobierno, considerando también, según la jerarquía y funciones de la ciudad, su rol de lo local a lo global priorizando su rol a nivel regional.

Desde hace décadas desde la biología, la geografía, la ecología, la ecología del paisaje y los enfoques ambientales se ha planteado el *manejo de cuencas* como el abordaje territorialmente más sistémico y territorializado, habiendo sido Patrick Geddes (1845-1932) biólogo influenciado por estudios de geógrafos, quien buscó situar a la ciudad en su *región*, considerando a la región en sus aspectos formales naturales y antrópicos al realizar el recorte territorial desde aspectos hidrológicos, geológicos, biogeográficos, climáticos, económicos y sociales. Como señala Hall (1996:148), la planificación regional comenzó con Patrick Geddes y su análisis de la región natural en función de la sección del valle siguiendo el curso de un río desde su nacimiento en la zona montañosa hasta su desembocadura.

Considerando al *agua*, con su ciclo, flujos, materia y energía, la cuenca hídrica, definida como el área drenada por un sistema fluvial, se tornó en un factor primordial en la planificación urbana y regional. Si bien el manejo de cuencas fue contemplado desde inicios del siglo XX en estudios académicos, cabe indicar que fue ignorado, durante décadas, en las prácticas de la planificación y gestión del territorio.

A nivel regional el análisis de las características geográficas tanto naturales como de las actividades económicas y usos del suelo se torna esencial para evaluar la complejidad y compatibilidad de una ciudad. El análisis del contexto lleva al estudio de la ocupación del suelo que permita evaluar a nivel regional el *paisaje* y el *patrimonio natural y cultural* –buscando identificar y preservar rasgos de la identidad del territorio y sus modos de vida–, garantizando la continuidad e integración de espacios libres urbanos, de espacios agroforestales, de

sitios de interés natural, de áreas estratégicas de conservación de la biodiversidad y territorios de conectividad ecológica y de hábitats culturales protegidos por la legislación o de interés comunitario.

Evaluar la compatibilidad de usos entre los espacios urbanos y rurales lleva a la necesidad de estudiar los *recursos naturales* que ofrece el contexto regional donde se localiza una ciudad lo cual permite evaluar los recursos materiales y energéticos como potencial de producción a diferentes escalas comenzando con la local y regional.

Esta misma búsqueda de compatibilidad de usos lleva a considerar los impactos que las diferentes actividades tienen sobre el espacio urbano y rural, y entre ellos a escala regional, identificando las zonas vulnerables a *riesgos naturales* y sometidos a *problemas de contaminación ambiental*, para evitar convertirse en catástrofes.

Desde lo Geográfico espacial en relación a la planificación física en su vinculación con el sistema de espacios libres y abiertos, -donde ubicamos a los espacios verdes-, debemos considerar que se define como *planificación física del territorio*, o *planificación del medio físico* al: “... conjunto de procedimientos jurídico-administrativos, estudios y técnicas cuyo objeto es prever las interacciones entre las actividades humanas y los componentes del medio natural en un espacio delimitado y concreto, con el fin de que esas actividades, en su diseño, ejecución y funcionamiento, no provoquen daños irreparables en los componentes del medio, y de que estos, como consecuencia de su dinámica natural, no generen pérdidas o disfunciones sobre las personas, bienes, infraestructuras o actividades en general. La planificación física es una parte de la Ordenación del Territorio, que engloba el conjunto de políticas, estudios y herramientas técnicas que tienen por objeto la integración racional de las actividades humanas con el medio físico que las ha de sustentar, en un espacio concreto” (Frochoso Sánchez y García de Celis, 2015:477-478).

Cabe indicar, como señalan los autores citados, que si bien, desde una concepción tradicional de la ordenación del territorio, la planificación del medio físico se encargaba principalmente de ordenar el suelo clasificado como no urbanizable, en la nueva consideración cultural del territorio esta clase pasa a tener una concepción más amplia, autónoma e integradora al considerar el sistema de espacios libres: “... *el reto actual de la planificación del medio físico consiste en la definición, ordenación y gestión del sistema de espacios libres o abiertos –junto al sistema de asentamientos y al sistema de infraestructuras– como componente básico del modelo territorial* (Frochoso Sánchez y García de Celis, 2015: 477- 478).

Bajo estos supuestos se adhiere al planteo de considerar que el sistema de espacios libres y abiertos desempeña una función esencial de acercamiento público a la naturaleza y al paisaje, y de equilibrio entre conservación y aprovechamiento de los recursos, contribuyendo así al bienestar social y a la calidad de vida.

En esta concepción se rescata, como la planificación física de un territorio debe incluir: a) la protección y mejora de la biodiversidad y los hábitats fuera del ámbito estricto de los espacios naturales protegidos; b) la prevención y mitigación de los riesgos naturales; c) la gestión y puesta en valor del paisaje.

Metodológicamente se acude a tres elementos físico-espaciales esenciales: a) la *mancha* como superficie continua de características relativamente homogéneas con niveles de naturalidad relativamente elevados (manchas forestales); b) el *corredor*: como elemento lineal del territorio que actúa como canal de flujos de materia y energía, o que puede actuar de barrera o filtro de otros flujos, y ser el hábitat de numerosos organismos; c) la *matriz*: el resto del territorio, de funciones más típicamente rurales (el espacio de uso agrícola y ganadero), que viene a desempeñar un papel clave en

el funcionamiento ecológico del territorio al sustentar la mayor parte de los denominados servicios ecológicos y ofrecer hábitats extensos para muchos organismos.

Considerando al territorio como un sistema socioespacial formado por una serie de subsistemas territoriales que lo estructuran y definen su funcionalidad, se considera que el *sistema de espacios libres y abiertos* constituye la matriz físico ambiental que, integrada con el sistema de asentamientos, el sistema relacional y el sistema de espacios económicos, define el orden territorial (Mata y Olcina, 2010) (Montiel Molina y Madureira, 2015: 554-555).

Desde una planificación netamente urbana, el sistema de espacios libres alude, en general a todos aquellos espacios que el Plan de Ordenamiento Urbano considere que han de quedar libres de edificación, por lo tanto, el sistema de espacios libres, estaría integrado, básicamente, por todas aquellas áreas ya existentes o que el planeamiento urbano prevea crear para ser destinadas a zonas verdes, parques, jardines, áreas de paseo, áreas recreativas, y zonas deportivas extensivas de uso no restringido, entre las principales.

Sin embargo desde una visión espacial más amplia, al aludir a una planificación física territorial donde se incluye lo urbano y lo rural, se entiende el sistema de espacios libres como todo el ámbito no urbanizado, en sentido amplio, que alberga valores y funciones ambientales siendo destinado a otros usos del suelo no urbanos.

Enmarcando las *áreas verdes*, como usos del suelo, en una visión sistémica y estructural espacial, se las ha asimilado al concepto de *Infraestructura Verde*, –como red interconectada de espacios verdes–¹. Así entonces bajo el concepto de Infraes-

¹ En Baxendale y Buzai (2019) se presenta un análisis teórico potencial de la Infraestructura Verde en los modelos urbanos

estructura Verde se espera que el sistema de espacios libres, sea reconocido por los instrumentos de ordenación del territorio como una infraestructura básica para el desarrollo territorial, al desempeñar diversas funciones que se traducen también en múltiples beneficios de carácter ecológico, ambiental, social y económico, convirtiéndose en una componente cualificadora de los paisajes de los espacios urbanos y rurales, contribuyendo a la compactidad y complejidad espacial y al metabolismo urbano.

A nivel espacial Benedict y Mc Mahon (2006) indican cómo, en la configuración territorial de los espacios verdes, se deberían preservar áreas verdes de gran tamaño, y a igualdad de superficie, los autores consideran como mejor situación preservar un único espacio verde de gran tamaño que varios espacios fragmentados. Ante la dificultad de lograr la preservación de espacios de gran tamaño, los autores señalan que la mejor situación sería que los espacios se encuentren ubicados a distancias cercanas, que presenten formas redondeadas, y que su configuración espacial sea en forma agrupada².

de las ciudades de América Latina, y estudio empírico para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. En Eguía y Baxendale, (2019) y Baxendale e Eguía, (2021) se analizan aspectos teóricos y metodológicos del concepto de Infraestructura Verde, para ser abordado como un enfoque integral en la planificación urbana (Eguía, 2020) y lograr su bajada instrumental en localidades de tamaño pequeño y mediano mediante normativa existente que aporta al ordenamiento territorial (Baxendale, 2020), y mediante la construcción de indicadores que permita su control y evaluación de (Eguía, 2021).

² Si bien estos son los principios que sustenta la Ecología del Paisaje/s como disciplina (Matteucci, 2012), ante la escasez de áreas verdes en espacios urbanos, suburbanos y periurbanos, rescatamos la necesidad de su conservación y preservación aún tratándose de espacios que se encuentren alejados entre

Focalizándonos en la planificación territorial, como se plantea en documentos gubernamentales, la *Planificación Territorial* es una herramienta que busca dar racionalidad a los procesos de decisión de acciones vinculadas al gobierno del territorio en sus tres niveles: nacional, provincial y municipal. Siendo a su vez una herramienta de articulación horizontal, que busca superar la segmentación sectorial, propias de las estructuras de gobierno, permitiendo priorizar carteras de proyectos.

Bajo estos supuestos gubernamentales, los objetivos generales de un Plan Territorial se ajustan al consenso nacional en tanto se busca que cada habitante de un lugar logre:

- a) desarrollar su identidad territorial y cultural y su sentido de pertenencia al territorio nacional, alcanzar el progreso económico y proyectos personales;
- b) alcanzar la sustentabilidad ambiental de su territorio para garantizar la disponibilidad actual y futura de los recursos del mismo;
- c) participar plenamente en la gestión democrática del territorio en todas sus escalas, y
- d) acceder a los bienes y servicios esenciales, posibilitando el desarrollo personal y colectivo y una elevada calidad de vida (Provincia de Santa Fe, 2016).

Modelizando la formulación de un Plan de Ordenamiento Territorial se consideran, en general, tres fases esenciales: (a) La Fase: Inicial de planteamiento e Institucionalización, (b) La Fase de Formulación y (c) La Fase de Implementación

sí, sean de forma alargada y presenten un patrón lineal en su configuración espacial.

En la *Fase Inicial de Planteamiento e institucionalización*, para conocer lo urbano en su región, es primordial el análisis del *Plano de Distrito y del Plano del área urbana y suburbana*, con información catastral y del soporte natural con la información básica para considerar el diseño de una Infraestructura Verde Integrada junto con la infraestructura azul y gris.

En el análisis espacial de los *cursos y cuerpos de agua* debemos considerar que funcionan como vías de evacuación de crecidas y áreas de almacenamiento, siendo los espacios verdes de sus entornos, riberas y orillas esenciales en el manejo de cuencas. Esto lleva a la necesidad de dejar como espacios verdes las áreas inundables, a modo de parques o áreas protegidas para funcionar como áreas de almacenamiento en épocas de crecidas y la creación de Parques lineales para proteger las orillas de cuerpos y cursos fluviales.

En el espacio rural se deberían evitar canalizaciones que no respeten el natural escurrimiento superficial del agua del lugar y considerar también que ante excesos hídricos deberían destinarse lugares, con depresiones naturales según la topografía del terreno, para la acumulación del agua.

Por su parte en la cartografía resulta esencial considerar la localización de las *áreas naturales* – protegidas, o no–, para evaluar y lograr la mejor conexión y articulación espacial entre estas áreas verdes, localizadas a nivel regional, con las áreas verdes urbanas actuales y potenciales. En relación con la infraestructura azul se debería considerar la importancia de conservar las nacientes de los cursos fluviales, y su conexión a lo largo de todo su trazado en la red fluvial, junto a sus afluentes, para lo cual la preservación de bosques y creación de *áreas naturales protegidas* resultan esenciales en dicha función.

Conocer el diseño en el territorio de la infraestructura gris ofrecido por las vías de comunica-

ción a nivel regional, incluyendo la estructura vial general, la infraestructura ferro-vial, la infraestructura portuaria y las aeroestaciones, permite determinar trazados de infraestructura verde que busquen complementarse con el trazado también de la infraestructura azul en la búsqueda de una red interconectada de espacios verdes y la cohesión territorial. Al tiempo que el diseño de la Infraestructura Verde integrada a la infraestructura gris debería dar lugar a la presencia de parques arbolados en predios con usos específicos como establecimientos educativos, establecimientos médicos, sitios destinados a obras públicas, etc., localizados tanto en la periferia de los espacios urbanos como en espacios rurales.

La determinación de la *línea agronómica* y el conocimiento de la *aptitud de los suelos* resulta información básica para los usos del suelo del espacio rural, del espacio periurbano y de la interfase urbana-rural para lograr regular el uso de agroquímicos o fitosanitarios prohibiendo su uso ante los riesgos que puede generar a la población residente en la localidad o en zonas cercanas a la misma, o en establecimientos ubicados en zonas rurales, fuera de la planta urbana, pero que concentran población en determinados momentos, tal el caso de escuelas, parques recreativos, parques de deportes. Ante este tema se torna imprescindible considerar la necesidad de áreas verdes naturales y cortinas de árboles en la periferia del área urbana, en la zona de interfase urbana-rural, para preservar las zonas residenciales de la deriva de agroquímicos que pueda llegar en función de la dirección de los vientos y escurrimiento de las aguas (Pengue, 2017) (Pengue y Rodríguez, 2018).

La relación que las áreas verdes, como uso del suelo, ofrecen para la compacidad y complejidad entre ciudad y su contexto regional quedarían sintetizadas en dos funciones principales:

- 1) Compacidad de las áreas urbanas ya existentes en la región.

2) Cohesión del territorio a nivel regional mediante la integración de espacios urbanos, periurbanos, rurales y naturales.

Dentro de las tipologías de un sistema de áreas verdes o de Infraestructura Verde consideradas en la creación, mantenimiento y recuperación de espacios verdes que direccionen el ordenamiento territorial de los usos del suelo integrando el espacio urbano con su contexto regional se destacan:

- Cinturones y parques verdes en la periferia de la aglomeración conteniendo el crecimiento del área edificada, preservando y protegiendo suelos fértiles, protegiendo nacientes de ríos, tramos de cuencas y preservando las diferentes áreas de los vientos dominantes.
- Forestaciones y parques lineales a lo largo de cursos fluviales, canales y líneas de ribera acompañando la infraestructura azul y a lo largo de rutas primarias y secundarias y de vías férreas, acompañando la infraestructura gris y permitiendo así la conexión de los biomas, aumentando la capacidad de filtración del suelo y mitigando el impacto de crecidas en zonas húmedas.
- Parques arbolados en sitios específicos para protegerlos de los impactos de actividades económicas en su contexto o para proteger el impacto que dichos sitios puedan producir en su contexto territorial a nivel regional.

Realizando un recorte espacial, la ciudad y su contexto regional se localizaría al interior de los límites principalmente del nivel municipal o departamental según la división estadística territorial de un país. Sin embargo este recorte jurisdiccional se complica al considerar que en varias jurisdicciones de primer nivel, la división territorial de segundo nivel como sería por ejemplo la municipal, no es contigua espacialmente, y, por lo tanto, el territo-

rio del gobierno local puede quedar circunscripto, solamente, a la planta urbana.

Esto ha dado lugar a que en la práctica de la planificación urbana, no se haya considerado el contexto regional en el ordenamiento de su territorio, con todas las consecuencias e impactos conocidos por geógrafos, ecólogos y urbanistas, en los alrededores de las ciudades. Impactos que no sólo se han producido desde lo urbano a lo rural, sino también de lo rural a lo urbano.

Así entonces, en esta Fase de Formulación se debe considerar esencial la cartografía con la localización de las áreas verdes y espacios libres abiertos existentes en los espacios urbanizados, su zona periférica, la zona de interfase urbana-rural, y en el contexto regional general que deberían convertirse en una red interconectada para lograr una mejor conectividad y conexión entre los fragmentos de espacios verdes de diferentes tamaños aportando a la compacidad de espacios de diferentes usos del suelo y a la integración y cohesión del territorio de la región.

Lo intraurbano y las áreas verdes como uso del suelo

La compacidad y complejidad que debe lograrse a nivel regional se busca replicar a escala intraurbana. Focalizándonos en aspectos geográficos espaciales, se considera que la *compacidad espacial* intraurbana se encuentra relacionada con: (a) la ocupación del suelo, (b) las características morfológicas y funcionales del espacio público, y (c) con aspectos relacionados al sistema de movilidad y la oferta de servicios públicos en general. Por su parte la *complejidad espacial* se relaciona con (d) la diversidad en los usos del suelo y (e) la diversidad en aspectos naturales y paisajísticos que aportan a una diversidad natural del espacio geográfico considerado.

Desde el urbanismo ecológico, Rueda (s/f) realiza una sistematización de los diferentes indicadores concernientes a la Compacidad y la Complejidad abarcando también los temas de Eficiencia en —relación al Metabolismo—, Cohesión Social y Habitabilidad. Desde lo geográfico espacial adaptamos y ampliamos el análisis del autor citado, a modo de contribuir con una compacidad y complejidad espacial en la configuración y diseño del espacio público, la red y servicios de movilidad, la ocupación del suelo y la diversidad de usos y funciones urbanas.

Desde el análisis geográfico se considera que la compacidad espacial está relacionada con factores espaciales de proximidad, y, por lo tanto, con formas que tienden a la cohesión territorial. Según la definición dada en el Diccionario de la Real Academia Española, la compacidad es definida como compactibilidad, por lo cual esta idea de compactibilidad incluye la proximidad y, morfológicamente, la asociamos a formas más redondeadas y hexagonales.

Por complejidad, entendemos aquello que se compone de elementos diversos; lo cual no alude necesariamente a algo complicado. Dado que en el mundo real las situaciones y procesos no se presentan de manera que puedan ser clasificados por su correspondencia con alguna disciplina particular, se considera que se puede hablar de una realidad compleja; ante este planteo se define al *sistema complejo* como “... una representación de un recorte de esa realidad, conceptualizado como una *totalidad organizada* (de ahí la denominación de *sistema*), en la cual los elementos no son “separables”, y, por lo tanto, no pueden ser estudiados aisladamente (García, 2006:21).

Desde el Urbanismo Ecológico, y desde el metabolismo urbano, Rueda (s/f) considera a la complejidad urbana como el grado de organización urbana de un territorio para mejorar la eficiencia

de los sistemas urbanos mediante, principalmente, la disminución del consumo de residuos asociado al incremento de las redes organizativas de dicho territorio, esperando lograr una mayor estabilidad y continuidad del propio sistema.

Se espera entonces contribuir al metabolismo urbano con la configuración de espacios con cierto grado de compacidad, centralidad y accesibilidad; con estructuras densas y heterogéneas; con configuraciones espaciales que minimicen la movilidad intraurbana priorizando el uso del transporte público sobre el privado; con patrones espaciales de proximidad de vivienda, trabajo, servicios y ocio; y con variedad y mixtura de usos y funciones urbanas en diferentes escalas.

Compacidad y Espacio Público

En la temático que Rueda (s/f) define como el “ámbito del espacio público”, se busca conseguir que el peatón de una ciudad pase a ser ciudadano, es decir, una persona con derechos a la ciudad y de allí la importancia de este ámbito de actuación donde los espacios verdes ofrecen un rol primordial para ayudar al metabolismo de una ciudad.

Se sugiere la incorporación de espacio público no sólo a nivel, sino también en altura y subsuelo buscando que el ciudadano, ocupe toda la ciudad, destinando no más de un 30 por ciento de dicho espacio para ser utilizados por los vehículos.

Este tema o ámbito es de primordial importancia al momento de considerar la planificación espacial territorial del sistema de espacios libres y abiertos donde poder diseñar la localización y la configuración espacial de los espacios verdes aportando a la compacidad y la complejidad del espacio urbano y regional.

El espacio público, sea cerrado o abierto, debe ofrecer características morfológicas y funciona-

les que permitan no sólo la interacción de las personas con un espacio de calidad, sino también la interacción entre personas. De allí la necesidad que el volumen construido, tanto el factor de ocupación del suelo en planta, como el factor de ocupación total del suelo, guarde proporción con el espacio libre y abierto buscando que este último logre superar el 30 por ciento. Al tiempo de lograr que, de este 30 por ciento de espacio libre y abierto, la relación entre el espacio para peatones y el espacio para vehículos privados logre superar el 75 por ciento a favor del primero.

Por su parte, para la interacción entre personas resulta esencial considerar anchuras mínimas de las veredas de dos metros y medio, con pendientes menores al 5 por ciento, no sólo para garantizar el traslado de personas en sillas de ruedas sino también la posibilidad de dejar espacio para el arbolado urbano y canteros sin obstaculizar el ritmo de movilización de los ciudadanos logrando que el campo visual de una calle desde un punto central de la misma, esté conformado por verde urbano en un 30 por ciento como mínimo.

Esto último se asocia a la relación entre la anchura de la calle y la altura de los edificios donde se logre un ángulo de apertura de vista al cielo entre 30 y 53 grados que logre complementar la percepción espacial de todo el verde urbano para lo cual el autor citado sugiere como óptimo lograr un 30 por ciento de campo visual en espacio público ocupado por vegetación para un mínimo de un 60 por ciento de los tramos de calle.

Aquí quisiéramos señalar la contribución que el verde privado logra realizar en el espacio público cuando los predios están rodeados de cercas o rejas y no de muros de altas paredes que, entendemos, preservan la privacidad, contribuyendo en parte al metabolismo urbano, pero sin aportar a la armonía del paisaje urbano, ni a la cohesión social.

En relación a la proximidad y compacidad de los usos del suelo, se espera que el espacio público permita una accesibilidad sin barreras para todos los ciudadanos para así lograr tener proximidad y fácil acceso no solamente a los espacios verdes públicos –aceras arboladas y con canteros, calles peatonales, boulevares, ramblas, plazas, jardines, plazas, parques–, sino también al resto de los servicios básicos ciudadanos.

Al respecto se considera que la población objetivo debería contar con un servicio de espacio verde de superficie menor a la hectárea, a menos de 200 metros, y de superficie mayor buscando no superar los 600 metros. En relación al equipamiento público de índole educativo, de salud, deportivo, cultural y de bienestar social en general este debería encontrarse dentro de un área que no supere los 600 metros. Por su parte, se considera óptimo que las actividades comerciales de proximidad (farmacias, panaderías, verdulerías y fruterías, carnicerías, pescaderías, supermercado con variedad de productos, pequeño comercio con variedad de producto), al igual que el acceso a la red de transporte público (paradas de autobuses, de metro, de bicicletas, y ejes exclusivamente de acceso a peatones, estén localizados a no más de 300 metros.

A escala de sitio, en el diseño de los espacios públicos podemos tener en consideración, como parámetros ecológicos que aportan al metabolismo urbano, variables relacionadas a la luz y sombra del lugar, a la canalización del aire, a los decibeles del ruido y sonidos, a la contaminación atmosférica, sonora y lumínica, a la seguridad del lugar, a las condiciones de accesibilidad, y a su paisaje como variable integradora no solamente en su morfología, sino también en sus colores y sonidos en busca de lograr un confort integral del sitio.

Compacidad y Configuración espacial de la red y servicios de movilidad

El diseño de la configuración espacial de la red de movilidad es, junto a la configuración espacial del espacio público, el otro tema que direcciona el ordenamiento territorial de un espacio urbano.

Su contribución a la compacidad o crecimiento disperso de la aglomeración ha quedado claramente manifestado en el territorio y documentado en los estudios urbanos. Los trazados radiales concéntricos de las vías de comunicación hacia los núcleos urbanos han dado lugar al crecimiento de la aglomeración a lo largo de las mismas en general sin límites espaciales. Al no buscar realizar su contención mediante la creación de espacios verdes naturales y productivos en los intersticios, se llega finalmente a la dispersión del tejido urbano entre dichos ejes.

Asimismo, la creación tardía de cinturones verdes alrededor de las ciudades, con la finalidad de contener su crecimiento, en general no logra cumplir con su función ante el proceso de dispersión ya en curso a lo largo de la historia del espacio urbano en cuestión. En general se termina construyendo una vía de circulación periférica, de circunvalación que termina aumentando más el valor del suelo a uno y otro lado de la misma. El trazado de autopistas con configuración radial concéntrica vuelve a potenciar dicho patrón de dispersión.

A nivel intraurbano, asociado con los usos del suelo y el diseño de las áreas verdes, se busca promover que el modo de desplazamiento de la población se realice en medios de transporte públicos, esperando como deseable que solamente el 10 por ciento de los desplazamientos sean en vehículo privados (Rueda, s/f). Claramente esto requiere que la totalidad de la población logre contar con paradas de autobuses urbanos a 300 metros o menos, —lo cual implica una caminata de no más de cinco minutos a pie, promedio—, poder también

contar con sendas urbanas peatonales y con la red de movilidad en bicicleta o modos similares también a una distancia máxima de 300 metros. Y lograr que las paradas de modos de transporte como el metro y trenes subterráneos o tranvía, no superen los 500 metros.

En relación al reparto del espacio público destinado a calles, veredas y viario en general, se consideraría óptimo que no más del 25% sea destinado para el uso del automóvil privado y el transporte público de superficie, promoviendo la movilidad a pie y el uso de bicicletas, para lo cual se requiere ofrecer espacios para estacionarlas tanto en lugares privados y públicos de destino.

Compacidad y Ocupación del Suelo

En relación a la ocupación del suelo se buscan patrones locacionales que formen estructuras compactas y polifuncionales a escala urbana general, y respetando las características físicas y naturales del emplazamiento del espacio urbano.

Esto implica en primer término lograr compatibilidad de usos entre el ordenamiento territorial previsto y la capacidad de carga del territorio, identificando, delimitando y planificando el uso de zonas sometidas a riesgos naturales o vulnerables a los mismos, tal el caso de riesgo a inundaciones, deslizamientos de tierras, incendios y erosión de suelos, entre otros.

Para evitar la dispersión del aglomerado como continuo edificado, se debería tener en consideración todos aquellos procesos de reciclaje de tejidos urbanos existentes, recuperando suelos en desuso; considerar la redensificación de suelos urbanizables de carácter disperso; y el ordenamiento de las márgenes de tejidos urbanos o de las áreas de nuevas centralidades logrando que aumenten su

accesibilidad para que éstas favorezcan criterios de atracción de usos del suelo.

Evitar la dispersión de la aglomeración implica evitar la conurbación de los espacios urbanos por unión de ciudades preexistentes, de allí la necesidad de lograr una matriz verde que ayude en la contención y limitación de las áreas urbanas ayudando a estructurar y jerarquizar la red de espacios libres según funcionalidad. Junto a esto se considera la incorporación de zonas de usos agrícolas y ganadero en las márgenes de las áreas vacantes entre ciudades, –previo estudio de la compatibilidad con usos residenciales–, para aportar, también, diversidad de usos al contexto general, al tiempo que se contiene el avance y dispersión del uso netamente urbano.

La compacidad va acompañada de la densificación e intensidad en la edificación de viviendas en su consideración en el lote, buscando la convivencia de diversos programas residenciales, con tipologías diferentes, flexibles y adaptables en un mismo predio para dar respuesta a diferentes formas de habitar.

Desde el urbanismo ecológico, se considera como valores deseables en la intensidad de uso, una *densidad neta* de 100 viviendas por hectárea, un promedio entre 220 a 350 habitantes por hectárea; y una *compacidad absoluta* de un volumen edificado, –equivalente a una altura media de la edificación–, de más de 5 metros para un mínimo del 75 por ciento de la superficie de suelo urbano consolidado o urbanizable.

Complejidad y Diversidad de usos y funciones urbanas

En las últimas décadas la difusión de esas ideas desde la Ecología Urbana y el Urbanismo Ecológico ha dado lugar a la búsqueda de *mixturas* en

los usos del suelo a escala sobre todo barrial o de distrito dentro de una ciudad.

Se viene tomando como principio rector los *usos múltiples del suelo*, sin embargo al respecto cabe señalar, desde lo espacial y ambiental, la necesidad de considerar la necesidad que dichos usos sean realmente compatibles para evitar riesgos y problemas ambientales, y evitar afectar la calidad de vida de la población en cuestiones de salud física, mental, anímica y espiritual.

Bajo esta consideración rescatamos la idea de *zonificación*, según las escalas territoriales que se consideren. Por lo tanto un patrón de mixtura de usos del suelo puede resultar viable a una escala, pero no a otra. Claramente el uso residencial es incompatible con muchos usos del suelo productivos, comerciales y de servicios los cuales requieren reglamentación precisa para su localización quedando en complejos de usos del suelo donde lo residencial debería evitarse.

Desde la *planificación urbana*, en general se considera que el tamaño de población de una localidad es la dimensión que marca la necesidad de actuar en cuanto a previsiones a adoptar para el futuro crecimiento del núcleo urbano y poder resolver los conflictos actuales y potenciales del mismo (SDUV, 2000). En Argentina, en poblados menores de 500 habitantes se considera que en la casi totalidad de los casos, dichas poblaciones pertenecen a espacios rurales cuyos asentamientos se encuentran más ligados a la productividad del suelo que al uso del suelo. Entre 500 y los 2000 habitantes se considera una escala pre-urbana, y las acciones tienen a ser elementales tendientes a definir la planta urbana.

En el umbral que se encuentra entre los 2000 a 15.000 habitantes, correspondiente a localidades urbanas de tamaño pequeño e intermedio, los organismos oficiales plantean como imprescindible delimitar las Áreas Urbanas a modo de un control

preventivo mínimo que le permita al núcleo urbano guiar su crecimiento espontáneo sin producir mayores distorsiones mientras no se realice la implantación de nuevas actividades cuya localización deberá preverse teniendo en cuenta el impacto que el desarrollo pueda provocar.

Estos controles preventivos en los usos del suelo, son las acciones previas al planteo de una zonificación, la cual requiere reglamentación para lograr una vigencia más permanente hasta que surja la necesidad de realizar un plan general integral.

Según Mancuso (1980:30), cabe señalar como la zonificación siempre se ha tenido que enfrentar a dos tipos de conflictos urbanos de tipo económico, que el autor señala como dos contraposiciones: la primera entre propietarios del suelo urbano y empresarios industriales, comerciales e inmobiliarios; y la segunda entre los distintos empresarios entre sí, en relación con las necesidades específicas de los sectores en los que operan.

En el primer caso, el autor considera que sobresale la contraposición entre la lógica de la renta inmobiliaria y la de todas las actividades económicas que se desarrollan en la ciudad; es decir, el conflicto entre un uso del suelo como mercancía en sí, objeto de cambio en un régimen de libre mercado, y un uso del suelo como factor instrumental para las actividades económicas y productivas sea esta la industria, el comercio, las actividades económicas ligadas a la producción de vivienda de masa.

Ante esta situación, a través de la zonificación, se busca preservar grandes espacios o predios en áreas periféricas de la planta urbana, dentro de los territorios de una municipio, para actividades como la industria, para proteger la localización de estas actividades económicas del aumento de los precios de los terrenos intraurbanos y la incompatibilidad con los usos

residenciales señalada por potenciales estudios de ecología humana y estudios ambientales.

El segundo conflicto sería, en relación a los intereses financieros, entre los agentes inmobiliarios y las sociedades constructoras que producen edificios para vivienda, y las diferentes actividades económicas. Así entonces, a nivel intraurbano cerca de las centralidades, los altos precios del suelo para vivienda lleva a la construcción de edificios de vivienda de altísima densidad, o a tipologías de edificación menos densas pero con problemas financieros.

Por su parte, al ir diversificándose para vez más las actividades económicas al interior del espacio urbano —industria, comercios, servicios, junto a la edificación de viviendas—, se busca una localización con respecto a la ciudad, que posibilite, a cada una de las actividades, el aumento de los beneficios y la minimización de los costos, junto a la evaluación de impactos ambientales y sociales que puedan ocasionarle a la población residente.

La presencia conjunta de diferentes actividades y usos del suelo urbano, claramente no siempre es compatible quedando manifestadas dichas incompatibilidades a nivel económico financiero, y en los impactos y problemáticas ambientales, al producirse las deseconomías a diferentes escalas territoriales.

Complejidad, paisaje y biodiversidad

La diversidad de aspectos geográficos, que contribuyen a la complejidad de un espacio urbano, al igual que en la escala regional, queda manifestada en la fisonomía que presenta dicho territorio la cual se manifiesta en sus *paisajes*.

Los paisajes conjugan las diversidades y complejidades naturales, antrópicas y culturales en un territorio, su estudio desde la Geografía se viene

abordando desde su historia disciplinar desde distintos abordajes paradigmáticos, ofreciendo siempre interesantes aportes para el ordenamiento de un territorio (Baxendale, 2010).

A nivel territorial, cobra importancia el *paisaje*, no sólo como fisonomía de un territorio, mostrando la diversidad y complejidad que pueda presentar aportando a su eficiencia metabólica, sino también por el valor patrimonial que encierra, con las singularidades que esto puede implicar para un potencial desarrollo territorial equilibrado del área, a nivel local (Verdini, 2016), y a nivel regional, delimitando funcionalmente su “entorno” patrimonial (Mata Olmo, 2008) en una escala espacial más abarcativa.

Desde el urbanismo ecológico, Rueda (s/f:78-79) considera a la *biodiversidad urbana*, –junto a la diversidad de usos y funciones urbanas–, como el otro ámbito a considerar para lograr la complejidad en una ciudad. Sin utilizar el término de Infraestructura Verde, el autor siempre plantea la necesidad de una estructura, de una red y de la conectividad del verde urbano, con lo cual, la finalidad es siempre, en esta temática, lograr una red interconectada de espacios verdes en el territorio urbano y su entorno ampliando así los paisajes naturales y la oferta de servicios ecosistémicos que permitan lograr la máxima autosuficiencia funcional y metabólica en el ciclo del agua, la calidad del aire, la conservación de suelos, la gestión de la energía, la gestión de residuos, y la mitigación y adaptación al cambio climático.

Como parámetros deseables, el autor citado considera que todos los residentes de una ciudad deberían tener acceso a un espacio verde mayor a unos 1000 metros cuadrados, desplazándose una distancia menor a 200 metros; y a un espacio verde mayor de 5000 metros cuadrados, realizando un recorrido menor a 750 metros. Los parámetros que se manejan para espacios verdes de superficie equivalente a una hectárea o más, son de recorri-

dos que no superen los 2 km, y para espacios de 10 hectáreas o más, de desplazamientos que no superen los 4 km. Sin embargo cabe indicar que al referirse a la proximidad de la población a los servicios básicos, el autor considera como óptimo lograr que la población cuente con un espacio verde *de estancia* de una hectárea o más, a no más de 200 metros (Rueda, s/f: 40). Siendo deseable la situación de lograr que la totalidad de la población esté dentro de estos parámetros de acceso a los cuatro tipos de espacios con las diferentes funciones y servicios que ofrecen al residente y ciudadano de un lugar.

Desde lo ecológico, se espera lograr en los espacios verdes, la diversidad y complejidad estructural del área con oferta amplia en su cobertura total, ofreciendo zonas con césped, agua, cobertura arbórea y arbustiva; la diversidad en el porte de los árboles; la diversidad en especies arbóreas y arbustivas; la biodiversidad del arbolado urbano viario, la densidad de árboles por tramos; la permeabilidad del suelo; y una buena conectividad de los corredores verdes urbanos estructurando los espacios verdes desde lo urbano a su entorno rural.

Recordando entonces, que desde lo espacial, la planificación y creación de parques periféricos a la planta urbana puede resultar óptima para fines educativos si se complementan los usos recreativos y deportivos, con la preservación de áreas naturales del lugar, viveros municipales o comunales, zonas de huertas comunitaria, sumando esto a espacios destinados a usos hortícolas en lotes de parcelas urbanas.

Áreas naturales localizadas en zonas altas, actúan como protectores de cuencas hídricas, en tanto su localización en zonas bajas, permite ofrecer lagunas para el almacenamiento de agua en

épocas de crecidas o ciclos húmedos, ofreciendo servicios funcionales para toda la cuenca hídrica³.

Así entonces desde un enfoque sistémico intraurbano de los usos del suelo, que contribuya al metabolismo urbano, se espera que los *espacios verdes y libres*, y las condiciones físicas ambientales, sean tomadas como *ejes espaciales estructurantes* para guiar la zonificación en la delimitación actual, y futura, de las áreas urbanas consolidadas, de las áreas urbanas a consolidar, de las densidades constructivas, de los espacios libres en las áreas de servicios –infraestructura, equipamiento comunitario, áreas industriales, de cultivos intensivos, de residencias secundaria–; de las áreas de riesgos ambientales o áreas sometidas a actuales o potenciales perturbaciones provocadas por actividades localizadas en el área o provenientes de agentes externos a la misma; de las áreas rurales intraurbanas al estar ubicadas dentro de los límites de la planta urbana; de áreas rurales en la periferia de la planta urbana; de las áreas de reserva para la radicación de futuras actividades; de las áreas de recuperación; y de áreas de preservación tanto de valores naturales como de valores histórico-culturales significativos.

Reflexiones: Urbanismo y espacios verdes, viejas ideas a recordar

Abordar un trabajo geográfico sobre espacios verdes, acudiendo a marcos teóricos hoy presentados desde la Ecología Urbana y el Urbanismo Ecológico, nos obliga, por cuestión de justicia académica, mencionar los aportes que Ebenezer Howard realizó con su libro *Garden Cities of Tomorrow* del

³ La institucionalización de estas cuestiones espaciales territoriales queda plasmada, muchas veces, en normativa ya existente, pero no considerada en la jurisdicción a planificar. En Baxendale (2020) se realiza este análisis para una localidad de la Provincia de Santa Fe – Argentina.

año 1902. En palabras del geógrafo Paul Claval (1974:149), Howard, taquígrafo de profesión, no mantenía relación alguna con el mundo de los arquitectos, siendo solamente un ferviente aficionado y reformador social en la búsqueda de mejores condiciones de vida de una población residente en ciudades deterioradas espacial, ambiental y socialmente, por los impactos de las revoluciones industriales.

La obra de Howard es descripta, por el geógrafo citado, como una reflexión práctica y de sueños, siendo su idea incomprendible sin el antecedente de socialistas cristianos y utópicos como John Ruskin (1819-1900) y William Morris (1834-1896) al proponer un modelo para el futuro donde se restablezca la armonía entre el hombre y la naturaleza añorada hacia finales de siglo XIX. Howard imagina una ciudad repleta de jardines, garantizando el contacto con la naturaleza para toda la población estimada en unos 30.000 habitantes, manteniendo el equilibrio entre la ciudad y su región, y a nivel intraurbano; y restableciendo una armonía dentro de la sociedad, y entre ésta y el medio natural que la rodea.

Por su parte el geógrafo Peter Hall (1996:98) nos amplía las influencias de Howard al señalar que vivió en Chicago, habiendo sido testigo de la reconstrucción de la ciudad después del incendio de 1871, y que quizás fue allí donde Howard sacó el conocido nombre de Ciudad Jardín, como se la conocía a esta ciudad, y que seguramente también llegó a conocer el nuevo barrio jardín de la zona suburbana, proyectado por el arquitecto paisajista Frederick Law Olmsted (1822-1903) en Riverside cerca del río Des Plaines.

Como fuentes y precursores de ideas tomadas por Howard, Hall (1996:99-102) rescata a Edward Gibbon Wakefield (1796-1862), quien había propuesto la idea de construir colonias para pobres; el proyecto del Coronel William Light (1786-1839) para Adelaide en el sur de Australia dando la idea que

cuando una ciudad hubiera alcanzado una cierta medida, se debería iniciar una segunda que quedaría separada de la anterior por un *cinturón verde*; el proyecto de James Silk Buckingham (1786-1855) para una ciudad modelo que le proporcionó los elementos centrales del diseño de la Ciudad Jardín con la plaza central, las avenidas radiales, y la industria periférica; los primeros pueblos industriales en el campo al ofrecerle el modelo físico de la idea de la descentralización industrial fuera de una gran ciudad congestionada como Londres; los planteos del economista Alfred Marshall (1842-1924) sobre el traslado de una gran parte de la población de Londres al campo; la idea de la nacionalización de la tierra de Herbert Spencer (1820-1903); la idea de Thomas Spence (1750-1814) de lograr que la comunidad compre tierra para trabajarla en agricultura y ganadería a precios bajos, de modo que la revalorización que ese suelo sufriría al construir en él una ciudad pasaría automáticamente a las arcas de la comunidad; nuevamente la idea de ciudades con una población limitada rodeadas por cinturones verdes agrícolas que Hall considera provenientes de autores como Claude Nicolas Ledoux (1736-1800), Robert Owen (1771-1858), Piotr Kropotkin (1842-1921); reforzada por la idea de considerar a las ciudades como elementos de un complejo regional plantea por filósofos y socialistas utópicos, como Henry More (1614-1687), Henri de Saint Simon (1760-1825) y Charles Fourier (1772-1837).

Así entonces el urbanismo fue incorporando desde estas ideas utópicas, principios para mitigar los impactos ambientales en las ciudades de una Inglaterra que estaba ya transcurriendo por su segunda revolución industrial, buscando rescatar de esta forma principios éticos y estéticos en los paisajes urbanos y en los estilos de vida rurales procurando ciudades donde las comunidades de vecindad sean la base del espacio urbano.

Todos estos aportes, como hemos mencionado, fueron ampliados con la visión de **Patrick Ged-**

des (1854-1932) al situar la ciudad en la región, otorgándole a las cuestiones naturales importancia esencial en la planificación urbana y regional, aportando a una Geografía utilizable, aplicable y prospectiva; sin olvidar su formación de biólogo y naturalista, y, por lo tanto entendiendo a la Geografía como el estudio de las relaciones entre el hombre y el medio natural, es decir como una especie de encrucijada de las ciencias naturales y las ciencias humanas.

Discusión y conclusión

En tiempos post Covid19 vuelven a rescatarse todos estos principios espaciales y ecológicos para el planteo de la “ciudad de proximidad” (Marin Cots y Palomares Pastor, 2020) o la “ciudad de los quince minutos” o “de cuarto de hora” (Mardones Fernández de Valderrama *et. al.*, 2020), junto al planteo del regreso al campo (Moncada García, 2022), siempre poniendo énfasis en el contacto con la naturaleza como solución para el habitar en estos tiempos contemporáneos.

Llama la atención como los espacios verdes urbanos fueron cerrados, durante meses, para el libre acceso de los ciudadanos, como sucedió en países como la Argentina. Durante varios meses se prohibió, directamente, el acceso a los espacios verdes que el Urbanismo ha considerado y propuesto, desde siempre, desde un enfoque higienista, como espacios saludables para la vida de los ciudadanos.

En la decisión, claramente, no jugaban factores económicos, ni de renta urbana, sino simplemente de gestión política urbana y de control social. Estas medidas son las que preocupan esperando no llegar a tornarse como costumbre la implementación de la denominada “ciudad de burbujas” donde el concepto de burbuja hace al ce-

rramiento y la restricción de movimiento dentro de un medio-ambiente específico de diferentes alcances espaciales (Buzai, 2020:154). Como señala el autor citado, la pandemia generó las condiciones para estructurar un gran campo de experimentación social en donde muchos gobiernos avanzaron en el control ciudadano a través de gran cantidad de tecnologías digitales limitando así los movimientos a los espacios de proximidad.

Cabe indicar que junto a las diferentes medidas relacionadas con la implementación de protocolos de accesibilidad, y distancia espacial y social en el espacio público urbano en sus diferentes escalas, la creación de espacios verdes de cercanía

están siempre contemplados como medida a tomar en la planificación y diseño de los espacios urbanos como respuesta a riesgos ambientales y sanitarios ya que ayuda a los habitantes de una ciudad a socializar sin tener que mantener la distancia social (Afrin, *et al.*, 2021:9)

Ante esto se espera que los principios del Urbanismo ecológico y ecosistémico logren implementarse en las ciudades del mundo por razones espaciales-ambientales y que los espacios verdes, como espacios públicos de libre acceso, ofrezcan un uso que permita al ciudadano ejercer sus derechos humanos.

BIBLIOGRAFÍA

- AFRIN, S.; CHOWDHURY, F.J. and RAHMA, M.M.. 2021. COVID-19 Pandemic: Rethinking Strategies for Resilient Urban Design, Perceptions, and Planning. *Front. Sustain. Cities* 3:668263. doi: 10.3389/frsc.2021.668263
- ARGENTINA. SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA. SDUV. 2000. *Guía Metodológica para Estudios de Planeamiento Urbano*. CAVERA. Argentina.
- BAXENDALE, C. 2010. *El estudio del paisaje desde la Geografía. Aportes para reflexiones multidisciplinares en las prácticas de ordenamiento territorial*. En: *Fronteras* 9(9)25-31. <https://publicacionescientificas.fadu.uba.ar/index.php/fronteras/issue/archive>

- BAXENDALE, C. 2015. *Geografía y Ordenamiento Territorial: Demarcaciones conceptuales desde la teoría disciplinar a la práctica multidisciplinar*. *Fronteras* 13(13) 29-37.
<https://publicacionescientificas.fadu.uba.ar/index.php/fronteras/issue/archive>
- BAXENDALE, C. 2020. *Análisis general del marco jurídico relacionado a un ordenamiento físico-espacial del territorio como normativa de base para una planificación integrada de la Infraestructura Verde: Aplicación a la Comunidad de Chabás (Provincia de Santa Fe. Argentina)*. *Fronteras* 18(18) 39-49.
<https://publicacionescientificas.fadu.uba.ar/index.php/fronteras/issue/archive>
- BAXENDALE, C. y BUZAI, G. 2019. *Modelos urbanos e infraestructura verde en ciudades de América Latina. Análisis en la ciudad de Buenos Aires*. *Huellas* 23(2):79-106.
<http://www.humanas.unlpam.edu.ar/wordpress/igeografia/revista-huellas>
- DOI: <http://dx.doi.org/10.19137/huellas-2019-2313>
- BAXENDALE, C. y EGUIA, S., 2021. *Ponencia /Comunicación. Infraestructura Verde: definiciones y conceptos que interceptan y se integran en el campo del ordenamiento territorial-ambiental. Análisis teórico de su alcance para estudios multidisciplinares. XXXV Jornadas de Investigación y XVII Encuentro Regional SI+ Palabras Clave: conceptos, términos y metadatos. Organización: Universidad de Buenos Aires, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Secretaría de Investigaciones. Fecha: 05 al 08 de Octubre. Modalidad Virtual. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, Pabellón III 4° piso.*
- BENEDICT, M. y MCMAHON, E. 2006. *Green Infrastructure. Linking Landscapes and Communities. The Conservation Fund. Islandpress.*
- BUZAI, G.D. 2021. *Geografía del Covid-19: De Wuhan a Luján a la ciudad de Burburjas. Universidad Nacional de Luján, Instituto de Investigaciones Geográficas.*
- EGUIA, S. 2020. *Enfoques de planificación de la infraestructura verde*. *Fronteras* 18(18):50-56.
<https://publicacionescientificas.fadu.uba.ar/index.php/fronteras/issue/archive>
- EGUIA, S. y BAXENDALE, C.A. 2019. *Infraestructura Verde: concepto y enfoque integrador en la práctica del ordenamiento territorial*. *Fronteras* 17(17):25-32.
<https://publicacionescientificas.fadu.uba.ar/index.php/fronteras/issue/archive>
- FROCHOSO SÁNCHEZ, M. y GARCÍA DE CELIS, A. 2015. *Planificación física del territorio o planificación del medio físico*. En: L. López Trigal (Director). *Diccionario de Geografía Aplicada y Profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*. Universidad de León. Pp. 477-478.
- GARCÍA, R. 2006. *Sistemas Complejos*. Gedisa. Barcelona.
- HALL, P. 1996. *Ciudades del mañana. Historia del urbanismo en el siglo XX*. Ediciones del Serbal. Barcelona.
- MANCUSE, F. 1980. *Las experiencias del zoning*. Editorial Gusavo Gili. Barcelona

- MARIN COTS, P. y PALOMARES PASTOR, M. 2020. En un entorno de 15 minutos. Hacia la ciudad de proximidad y su relación con el Covid 19 y la crisis climática: el caso de Málaga. *Ciudad y Territorio. Estudios territoriales*. 52(205): 685-700. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2020.205>.
- MARDONES-FERNÁNDEZ DE VALDERRAMA, N.; LUQUE-VALDIVIA, J. y ASEGUINOLAZA-BRAGA, I. La ciudad del cuarto de hora ¿Una solución sostenible para la ciudad post Covid-19? *Ciudad y territorio. Estudios territoriales* 52(205):653-664. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2020.205.13.1>
- MATA OLMO, R. 2008. El paisaje, patrimonio y recurso para el desarrollo territorial sostenible. *Conocimiento y acción pública. ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura* 184(729): 155-172.
- MATA, R. y OLCINA, J. 2010. El sistema de espacios libres. En: L. Galiana y J. Vinuesa (coords.) *Teoría y Práctica de la Ordenación del Territorio. Síntesis*. Madrid. pp. 87-127.
- MATTEUCCI, S.D. 2012 El rol de la ecología de paisajes en la planificación y gestión del espacio. *Fronteras* 11(11): 1-12. <https://publicacionescientificas.fadu.uba.ar/index.php/fronteras/issue/archive>
- MONCADA GARCÍA, N. 2022. Regreso al campo: la naturaleza como solución del habitar contemporáneo. *Ciudad y Territorio. Estudios territoriales* 54(22):297-312. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2022.212.2>
- MONTIEL MOLINA, C. y Madureira, H. 2015. Sistema de Espacios libres En: L. López Trigal (director). *Diccionario de Geografía Aplicada y Profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*. Universidad de León. pp 554-555.
- PANAREDA, J.M. 2015. Infraestructura Verde. En: L. López Trigal (director). *Diccionario de Geografía Aplicada y Profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*. Universidad de León. pp 328-329.
- PENGUE, W. 2017. Agroecología y Urbanismo en el siglo XXI. Hacia la generación de Escudos Verdes Productivos en los pueblos y ciudades de Argentina. En: *Fronteras* (15)15: 30-45.
- PENGUE, W. y RODRÍGUEZ, A. (eds) 2018. *Agroecología, Ambiente y Salud: Escudos Verdes Productivos y Pueblos Sustentables*. Fundación Heinrich Böll. Buenos Aires-Santiago de Chile.
- RUEDA PALENZUELA, S. (s/f). El Urbanismo Ecológico. Barcelona. Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. <https://docplayer.es/5749005-El-urbanismo-ecologico-salvador-rueda.html>
- RUEDA PALENZUELA, S. 2019. El urbanismo ecosistémico. *Ciudad y Territorio. Estudios territoriales* Vol 51(202):723-752. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2019.202>.
- VERDINI, G. 2016. La cultura como herramienta para un desarrollo territorial equilibrado. Cap.10 Vínculos reforzados entre el medio rural y urbano. En: UNESCO *Cultura: futuro urbano*. Informe Mundial sobre la cultura para el desarrollo sostenible. pp 212-219.

METABOLISMO URBANO. PERSPECTIVAS DE UN CAMPO DE ESTUDIO MULTIDISCIPLINARIO PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANA

Susana E. Eguía

susana.egui@fadu.uba.ar

Introducción

Conformadas y modeladas por los procesos de globalización y urbanización, las áreas urbanas y metropolitanas se han convertido en centros de crecimiento económico, poder político e intenso desarrollo, al tiempo que albergan a más de la mitad de la población mundial. De acuerdo con las últimas estimaciones de Naciones Unidas (2022) la población urbana representa actualmente el 56% de la población mundial con 4400 habitantes.

Como polos de control y fuerza laboral, los centros urbanos constituyen sistemas muy complejos e importantes consumidores de materiales y energía con múltiples impactos en los ecosistemas de soporte sean propios, inmediatos, mediatos o lejanos. La necesidad de recursos para sostener los procesos y la vida urbana implica también un número creciente de conexiones espaciales y virtuales que se extienden a través de las fronteras políticas, caracterizándose por crear dependencias ocultas de variada escala, desde la local, regional, nacional hasta la global con significativos efectos dañinos y disruptivos en los ecosistemas de soporte.

Si bien las ciudades han experimentado una variedad de patrones de urbanización, acusan mayormente un aumento de la desigualdad social y mayores presiones ambientales. La existencia de un centro urbano, su estructura física y las pautas

en el uso del suelo con características dinámicas en lo temporal y espacial, plantean procesos irreversibles que, de no incorporar visiones regenerativas y resilientes llevan a consecuencias insostenibles.

Definidos como los ecosistemas más heterótrofos de la biosfera (Odum, 1994; Lei *et al.*, 2016), las ciudades son sistemas abiertos en constante mutación con una intensa dependencia de los recursos naturales que les proporcionan alimentos, materiales, agua y energía entre otros (Rees y Wackernagel, 1996; Baccini, 2012). Además del aumento de las presiones ambientales, las áreas urbanas, especialmente en los países de ingresos bajos y medios, se enfrentan a un gran número de desafíos, en particular, a la expansión de la pobreza urbana y las desigualdades espaciales.

Según UNEP (2016), las ciudades y las áreas metropolitanas actualmente ocupan en el mundo solo el 3% de la tierra, y son centros neurálgicos del crecimiento económico, ya que contribuyen al 60% aproximadamente del PIB mundial. Sin embargo, también representan aproximadamente entre el 60% y el 80% del consumo de energía, el 75% de las emisiones de carbono y más del 60% del uso de recursos a escala mundial. Al presente, el aumento del uso del suelo urbano supera al crecimiento de la población hasta en un 50%. Para 2030, esto implicaría añadir al mundo hasta 1,2 millones de km² de nueva superficie construida produciendo tal expansión una mayor presión so-

bre los recursos naturales. Consecuentemente, el creciente aumento de los requerimientos urbanos de materiales y energía se refleja en la mayor demanda de la biocapacidad que incrementa el déficit ecológico planetario.

Para abordar estos desafíos desde un enfoque resiliente y regenerativo, la planificación urbana requiere de una comprensión integrada y profunda de las ciudades como sistemas no solamente emergentes de iniciativas socioeconómicas y biofísicas sino también como sistemas socio ecológicos complejos. El concepto del metabolismo urbano, derivado de la analogía con el metabolismo de los organismos permite explicar los procesos por los cuales las ciudades transforman los materiales y la energía para sostener sus funciones, y analizar las interrelaciones entre el entorno natural, humano y construido en las ciudades, y sus interacciones internas a varias escalas. Desde la noción de metabolismo urbano, una amplia gama de disciplinas desempeña un papel esencial en el tratamiento de los problemas ambientales, como el cambio climático global y el agotamiento de los recursos.

Por ello, comprender el metabolismo urbano y los procesos que lo impulsan es clave para la transición de ciudades ecológicamente extractivas a ciudades sostenibles que no solo deben ser eficientes en el uso de los recursos, sino desarrollar estrategias para mejorar los ecosistemas en lugar de agotarlos superando el umbral de la sostenibilidad hacia el concepto de regeneración (Fayed *et al.*, 2020). Las mejoras y estrategias regenerativas urbanas pueden contribuir a restaurar los aspectos degradados por actividades urbanas extractivas, restablecer los hábitats que garantizan la biodiversidad y rehabilitar eficientemente los recursos que consumen, además de reciclar y reutilizar los residuos (ONU-Hábitat 2016).

El presente trabajo revisa la evolución del concepto de metabolismo urbano como un modelo

que permite describir y analizar los flujos de materiales y energía de las ciudades, y su utilidad como instrumento en políticas de planificación sostenible y de estrategias para ciudades regenerativas. Se encuadra en el Proyecto de Investigación Avanzada “*El nexus y la ciudad: recursos naturales y sistemas ecoagroalimentarios*”, PIA-SI-FADU 2023, 067/2023, que desarrolla el Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente del Instituto Superior de Urbanismo, Territorio y Ambiente, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires.

El Metabolismo Urbano. Concepto, origen y evolución global

La noción de metabolismo urbano derivada de la analogía con el metabolismo de los organismos describe el intercambio de materia entre un organismo y su entorno. Este concepto describe al proceso multiescalar en el cual se producen ingresos de recursos energéticos, agua y materia a una ciudad (biótica, abiótica, de origen natural o antrópico), necesarios para sostener actividades antrópicas de personas, hogares, servicios, transporte, equipamientos y el stock urbano conformado por edificios, infraestructura, industrias.

La transformación de los recursos en las actividades antrópicas genera flujos internos y retroalimentaciones a múltiples escalas, tanto espaciales como temporales, que derivan en el deshecho de materia y energía degradada en forma de residuos sólidos, líquidos y gaseosos. Este campo de conocimiento está influido por las teorías de los sistemas complejos y de la termodinámica, pero también por diversas perspectivas interdisciplinarias como la ecología industrial, la economía ecológica, la ecología política y la geografía crítica (Castán-Broto *et al.*, 2012).

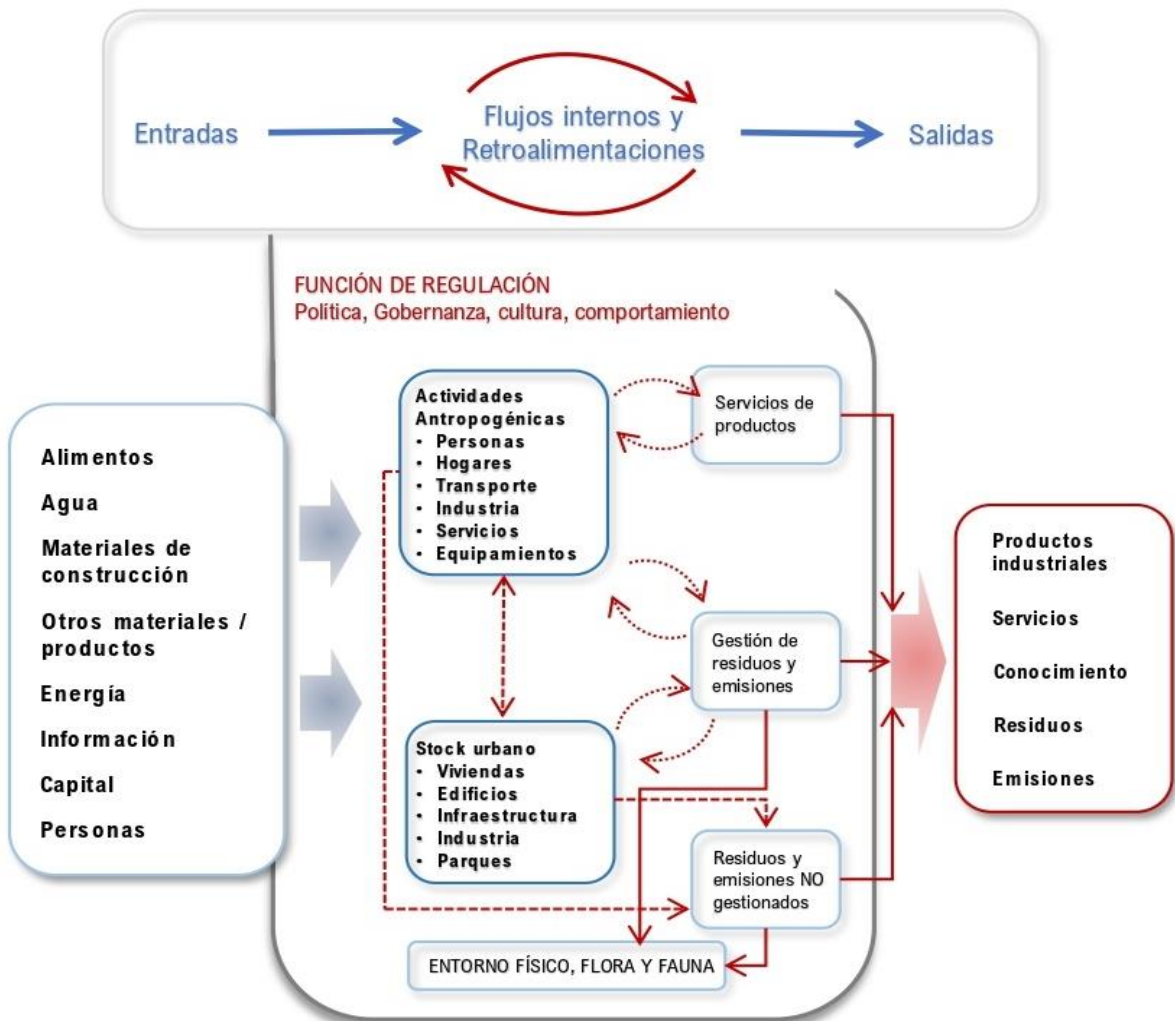


Figura 1. Procesos del metabolismo urbano. Fuente: Bai, 2016, tomado de PNUMA, 2021.

La Figura 1 muestra los procesos inherentes al metabolismo urbano, que como resultado de los mismos produce un stock urbano variado en cuanto a su composición y tiempo de vida útil y se asocia al emplazamiento y renovación del espacio construido y de la infraestructura urbana, incluyendo el parque vehicular. Vinculado a este concepto, Delgado (2015c) reconoce tres componentes generales del metabolismo urbano: **a.** flujos y conformación de stocks de materia y energía, **b.** procesos mediante los cuales éstos toman cuerpo y

se materializan en stock urbano o servicios, y **c.** la sociedad que, a través de las interacciones sociales de producción específicas define el perfil de los metabolismos generados y construye el espacio territorial concreto.

En estos procesos los flujos de información son también centrales. Debido al progresivo incremento en el uso de recursos en las ciudades, el estudio interdisciplinar de estos tres componentes adquiere cada vez más relevancia permitiendo obtener diagnósticos más robustos del estado de

situación urbano actual en términos biofísicos, así como de su proyección futura. Ello abre la oportunidad de modelar procesos más eficientes y, consiguientemente orientar la planificación y acción hacia modalidades más sostenibles.

Sobre los orígenes del concepto, durante el siglo XIX, Lederer & Kral (2015) reconocen a Theodor Weyl como pionero de los estudios de metabolismo urbano cuando en 1839 publicó "Ensayos sobre el metabolismo de Berlín" donde analizó los flujos de nutrientes producidos en esa ciudad, comparándolos con el consumo a través de la ingesta de alimentos (Céspedes Restrepo y Morales-Pinzón, 2018). Por otra parte, los autores Zhang (2013), Céspedes Restrepo y Morales-Pinzón (2018), indican que Karl Marx aplicó el concepto de metabolismo para demostrar el intercambio material y energético entre la naturaleza y la sociedad, utilizando el término "metabolismo social" en su publicación "Capital" en 1859. De acuerdo con Fischer-Kowalski (1998), Marx reconoce la capacidad de los humanos de alterar los procesos biofísicos con el trabajo físico, advirtiendo el poder que puede adquirir el metabolismo urbano en el control de la sociedad a menos que esta sea capaz de controlarlo. En 1885 un nuevo estudio experimental del metabolismo social aplicado a un centro urbano realizado por el biólogo escocés Sir Patrick Geddes identificó tres etapas en las que fuentes de energía y materiales son convertidos en productos: i. Extracción; ii. Fabricación y transporte; iii. Intercambio, estableciendo detalladamente presupuestos de consumos de energía urbana y de rendimiento de materiales.

No obstante estos tempranos y significativos avances, Kennedy y sus colaboradores (2011) señalan a Abel Wolman como el fundador del concepto de metabolismo urbano al aplicarlo por primera vez en su estudio "El metabolismo de las ciudades" (1965), donde modelizó los flujos e intercambios de una ciudad hipotética estadounidense de un

millón de personas. La investigación cuantificó las entradas de agua, alimentos y combustible, y las salidas como aguas residuales, desechos sólidos y contaminantes del aire, y rastreó sus respectivas transformaciones y flujos. Si bien el análisis omitió insumos importantes como la electricidad, los materiales de infraestructura y otros bienes duraderos, permitió a Wolman identificar tres aspectos metabólicos apremiantes por entonces: la gestión del suministro de agua, la eliminación de aguas residuales y desechos, y el control de la polución del aire, convirtiéndose en el primer abordaje destinado a reconocer y cuantificar los impactos de todo el sistema del consumo y la generación de residuos en el entorno urbano.

En sus evaluaciones, Wolman empleó un modelo lineal que comprende procesos de entrada y salida. Su estudio evidenció la dependencia de las ciudades en la importación de materiales como biomasa, agua, materiales de construcción y recursos energéticos. La transformación de los recursos en productos y bienes, la circulación y los flujos de materiales y energía complejos, ineficientes e insuficientes, representan procesos lineales y abiertos en contraste con los procesos metabólicos naturales que tienden hacia bucles cerrados. Los estudios evidenciaron cómo un metabolismo urbano lineal y abierto ejerce presión sobre los recursos locales, causando impactos ambientales negativos y a veces irreversibles durante la sucesión de las etapas de explotación de recursos y descarte de desechos.

A partir del trabajo de Wolman, durante la década de 1970 se llevaron a cabo numerosos estudios empíricos de los metabolismos de las ciudades de Tokio, Bruselas y Hong Kong (Zang *et al.*, 2020), liderados por ingenieros químicos, ecólogos e ingenieros civiles, respectivamente. Por la escala y estatus de Hong Kong, el estudio se llevó a cabo en el marco de un proyecto de la UNESCO, *El hombre y la biosfera*, siendo de particular relevancia la inclusión de insumos materiales que habían encon-

trado dificultades para ser evaluados en estudios anteriores. El análisis metabólico realizado para Bruselas, además de la cuantificación de los aportes de energía antropogénicos, incluyó un balance energético natural.

Simultáneamente, un ecologista de sistemas, Howard T. Odum (Zang *et al.*, 2020), desarrolló estudios del metabolismo urbano describiendo los flujos en términos equivalentes de energía solar, o “energía”, concepto por él acuñado, que permite identificar y contabilizar los flujos metabólicos midiendo la energía solar utilizada, directa o indirectamente, para fabricar un producto o brindar un servicio. De acuerdo con Zang este enfoque se aplicó a un análisis del metabolismo urbano de la ciudad de Miami, y en 1983 se replicó la investigación a los datos recabados para la ciudad de París de la década de 1850 produciendo el estudio más antiguo de un metabolismo urbano. El enfoque de Odum ha sido aplicado en estudios metabólicos urbanos de las ciudades de Taipei y Beijing encontrando dificultades en la conversión de todos los procesos urbanos a unidades de energía solar y en su aplicación.

Durante la década de 1980 el progreso en la investigación del metabolismo urbano disminuyó, hasta que en 1990 se renueva el interés al asociarlo al aumento de problemas ambientales y al surgimiento de medidas y regulaciones que requerían de datos. Los nuevos estudios metabólicos urbanos basados en el campo de la ecología industrial⁴ se

⁴ La Ecología Industrial es un modelo emergente en la evolución de los paradigmas de desarrollo sostenible y gestión ambiental, que toma en consideración las relaciones íntimas y críticas entre la actividad humana y la naturaleza y los límites de la autorregulación ambiental, planteando un diseño de sistemas industriales que, en una aproximación ideal, funcionen con mecanismos similares a los de los ecosistemas naturales (Ehrenfeld y Gertler, 1997; Ayres y Ayres, 2002; Ehrenfeld, 2004; Gabaldón, 2006; Jensen, Basson y Leach, 2011). Ello implica transformar el modelo lineal abierto de producción -que sustrae materias primas del ambiente en forma de ingentes cantidades de recursos naturales sin tomar

enfocaron principalmente en aspectos biofísicos orientados a cuantificar el material urbano y los flujos de energía. Entre ellos la investigación abordada por Bohle (1994) destacó el potencial del enfoque del metabolismo para evaluar los sistemas alimentarios urbanos en los países en desarrollo. Por su parte, Girardet (2010), un precursor del concepto de ciudades sostenibles y regenerativas identificó la conexión clave entre el metabolismo urbano y el desarrollo sostenible de las ciudades. Girardet propuso como alternativa al modelo de metabolismo lineal, un modelo circular o cíclico argumentando que dicho patrón imita realmente a los organismos que conforman el sistema de soporte vital de la Tierra (Zhang, 2013). Su enfoque plantea un consumo eficiente, con políticas de reciclaje, reducción y reutilización de los flujos de recursos y materiales, resultando un metabolismo urbano circular que simula los procesos de un ecosistema natural real, y ofrece una perspectiva más sólida para lograr la sostenibilidad urbana al disminuir la dependencia de la ciudad de sus áreas de influencia y otras ciudades o regiones para obtención de recursos y disposición de residuos.

Con el cambio de milenio numerosos estudios metabólicos actualizaron los resultados obtenidos en los años anteriores. Newman (1999) publicó un estudio del metabolismo de Sydney; Baccini, Brunner y sus colaboradores aplicaron la metodología de Análisis de Flujo de Materiales en el análisis metabólico de la ciudad de Viena (Baccini, 1997); y Warren-Rhodes y Koenig (citados por Zhang, 2020 y Sanchez Balvas, s/d) produjeron una actualización del metabolismo de Hong Kong. Este estudio,

en cuenta su preservación, para, luego de los procesos de fabricación, retornar inmensas cantidades de productos y subproductos en forma de desechos tóxicos persistentes, no susceptibles de degradación- se transforme en un modelo cíclico cerrado, donde la materia se recicle y la energía tenga un uso eficiente (Jatem Lásser y Perdomo Jatem, 2019).
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57952009000100009#c2

además de profundizar en la comprensión del metabolismo urbano, describió los progresivos impactos ambientales producidos entre 1971 y 1997 por la transición de Hong Kong de centro manufacturero a una economía basada en los servicios que implicó el crecimiento poblacional en más de 3 millones de personas. Entre algunos resultados, se determinaron los siguientes incrementos en consumos o entradas per cápita respecto a 1971: 20% de alimentos, 40% de agua, y 149% de materiales. En cuanto a las emisiones o desechos los aumentos fueron del 250% en las emisiones de dióxido de carbono, 245% en desechos sólidos municipales y 153% en las descargas de aguas residuales.

Por otra parte, el análisis del metabolismo urbano de Sydney realizado por Newman (1999) fue precursor en vincular los procesos metabólicos con la calidad de vida urbana, aspectos que luego fueron abordados por otros investigadores. En esa oportunidad, Newman presentó el llamado "Modelo de Metabolismo Extendido de las Ciudades", uno de los primeros que avanza de la comprensión funcional y de la contabilidad de las entradas y salidas de un sistema urbano, hacia la inclusión del concepto de "habitabilidad". En su trabajo argumenta que las ciudades son más que un mecanismo para procesar recursos y producir residuos, también constituyen un ámbito para crear "oportunidades humanas". Por lo tanto, para lograr la sostenibilidad, la planificación urbana requiere orientar sus objetivos a reducir los flujos de materiales y energía (insumos de recursos y salidas de residuos), y aumentar la habitabilidad de la ciudad, entendiendo por ello al incremento, a la mejora de aspectos sociales, a la salud y el bienestar de ciudadanos. Desde este enfoque Newman incluyó indicadores de salud, empleo, ingresos, educación, vivienda, ocio y actividades comunitarias desarrollando un estudio que se integró a un informe sobre el estado del medio ambiente de Australia (Newman, 1999; Newman *et al.*, 1996).

Kennedy y sus colaboradores (2007) también abordaron revisiones de los estudios de metabolismo urbano buscando comprender cómo estaba cambiando, y destacando también su conexión con las variaciones en las poblaciones asociadas. Las revisiones realizadas por Kennedy y su equipo mostraron que el metabolismo de ciudades como Gran Toronto, Ciudad del Cabo, y el Gran Londres estaban aumentando respecto a los estudios anteriores. El equipo aportó una de las definiciones más difundidas sobre el metabolismo urbano al determinar que la ciudad es como un sistema cuyo metabolismo resulta "la suma total de los procesos técnicos y socioeconómicos que ocurren en las ciudades, lo que resulta en crecimiento, producción de energía y eliminación de residuos". Siguiendo la línea conceptual de los autores antes mencionados, Barles (2009) explica el concepto de metabolismo urbano como la suma total de procesos por los cuales las ciudades movilizan, consumen y transforman los recursos necesarios para funcionar y desarrollarse, incluidos los residuos y la contaminación resultantes y aplicando ese enfoque para cuantificar el metabolismo urbano para Los Ángeles, Ginebra y París (Barles, 2009).

Desde otra perspectiva representada por el Instituto de Ecológicos Sociales de Viena, se definió al metabolismo urbano como el "metabolismo de la sociedad" (Fischer-Kowalski & Hüttler, 1998) el cual permite analizar los flujos materiales y energéticos necesarios para mantener un sistema social (Broto & Allen, 2012). Mientras que, desde el campo de la Ecología Política Urbana, se explora cómo se gobiernan y controlan los procesos metabólicos en las ciudades, así como quién tiene acceso y quién se beneficia de dichos procesos⁵. Además de

⁵ Desde este enfoque e influenciada en gran medida por puntos de vista neomarxistas, la Ecología Política Urbana sostiene que los flujos de metabolismo están determinados por las relaciones de poder donde los actores sociales compiten según la clase, el género, la etnia y el acceso a la toma de decisiones y deben analizarse a través de las

considerar la producción politizada de la naturaleza y la apropiación de los flujos de metabolismo, este abordaje ofrece nuevos conocimientos sobre el desarrollo geográfico desigual del metabolismo urbano.

Los análisis metabólicos urbanos se han desarrollado principalmente a escala regional o metropolitana (Barles, 2009), existiendo pocos análisis a escala local, debido principalmente a las diferencias y dificultades en el acceso a los datos (Codban y Kennedy, 2008). Los estudios en dichas escalas de análisis son importantes para la orientación general y la definición de estrategias urbanas. Asimismo, Kennedy (2007) enfatiza el papel importante del habitante en la mejora del metabolismo de la ciudad, porque finalmente es la escala en la que los proyectos permiten concretar los objetivos en resultados.

En cuanto a los estudios centrados en sustancias específicas, estos permitieron verificar procesos de acumulación, como el agua en los acuíferos urbanos, materiales de construcción, calor almacenado en construcciones y pavimentos, y nutrientes depositados en los suelos o sitios de desechos, que requieren gestionarse adecuadamente. Entre los hallazgos, se ha reconocido la acumulación de numerosos nutrientes tales como nitrógeno y fósforo en los metabolismos de Bangkok, Estocolmo y Hong Kong; mientras que sustancias como el nitrógeno se identificaron en el metabolismo de los alimentos para Toronto y en la evaluación histórica de París. Otras investigaciones han identificado metales específicos en el metabolismo urbano, y reconocen que son tanto cargas ambientales, como recursos potencialmente futuros a recuperar y reutilizar.

relaciones sociales de control, propiedad y apropiación de acuerdo con la perspectiva desarrollada por Erik Swynedouw (von Medeazza, 2006).

Actualmente, la contabilización y rastreo de los flujos metabólicos urbanos se apoyan en dos enfoques principales, el Método de la Emergía desarrollado por Howard T. Odum, y el Análisis de Flujo de Material, abordado por Baccinni y Brunner en la década de 1990. El método de Odum destaca la dependencia del sol como la fuente de casi toda la energía del planeta, quien consideraba la necesidad de incorporar en el estudio de los metabolismos urbanos las diferencias cualitativas de los flujos de masa o energía. Para ello, incorporó este concepto y creó el término "emergía" a fin de rastrear y contabilizar los flujos metabólicos midiendo la energía solar utilizada directa o indirectamente para fabricar un producto o brindar un servicio. Este método también resalta el uso de una unidad de medida estándar para calcular el movimiento de energía, nutrientes y desechos en el sistema biofísico. La unidad elegida fue "julios solares equivalentes", como una noción adecuada y simplificada para calcular y comparar cifras por tratarse de unidades estándar. No obstante, la conversión de todos los procesos urbanos a unidades de julios de energía solar demostró dificultades en la comprensión quedando limitada su aplicación.

Por otra parte, el método de Análisis de Flujo de Material (AFM) se ha aplicado reiteradamente para evaluar y describir los flujos urbanos y los impactos relacionados con ellos. Implementado por Baccinni y Brunner en la década de 1990, "mide los materiales que fluyen hacia un sistema, las existencias y flujos dentro de él, y las salidas resultantes del sistema hacia otros sistemas en forma de contaminación, desechos o exportaciones". La técnica AFM se basa en el concepto de que la masa de los recursos utilizados será igual a la masa sumada a los cambios de existencias y se ha convertido en la escuela principal del metabolismo urbano al utilizar unidades que mejoraron la comprensión y aplicabilidad.

Avances en el análisis del metabolismo urbano en América Latina y el Caribe

América Latina y el Caribe conforman la región más urbanizada del planeta con dos tercios de su población habitando en ciudades. El incremento previsto de la población urbana y de las ciudades, sus patrones de consumo, la forma en que se ocupa y explota el espacio urbano y rural profundizará las tendencias evidenciadas en las últimas décadas. En este contexto, las interconexiones de las diversas infraestructuras para garantizar el abastecimiento de servicios como el transporte y las comunicaciones inciden en la magnitud de los requerimientos urbanos de energía y materiales y repercuten en sus metabolismos. Este proceso se evidencia por las importaciones urbanas a través

de las redes de abastecimiento y por la expulsión de flujos de energía y materia degradada, fuertemente dependientes de una adecuada gestión y gobernanza para revertir inercias y prácticas que afectan áreas en las distintas escalas territoriales profundizando las desigualdades intraurbanas e interurbanas.

Las investigaciones sobre metabolismos urbanos en la región presentan un avance reciente y limitado (PNUMA, 2021) mostrando en la última década un incremento en el número de estudios y trabajos publicados. Éstos focalizan en algunos casos en la medición de los flujos de entrada y salida, con metodologías y análisis de diverso grado de profundidad en ciudades como se detalla en la Tabla 1.

PAIS	CIUDAD	AUTOR(ES)
Argentina	Tandil	Guerrero y Guiñirgo, 2008
	Miramar	Testa, Bertoni y Maffioni, 2017
Brasil	Feliz, Rio Grande do Sul	Kuhn, 2014
	Belém	Dos Santos Gonçalves, 2020
Chile	Punta Arenas	Inostroza, 2013
Colombia	Bogotá	Díaz, 2011 y 2012; Piña y Pardo, 2014 y Díaz <i>et al.</i> , 2016
	Pereira y Zona Metropolitana de Occidente	García <i>et al.</i> , 2014 Palomino Uribe, 2016
Ecuador	Baeza	Parrado-Rodríguez <i>et al.</i> , 2018
	Cuenca	Godoy, 2015; Barragán <i>et al.</i> , 2016; Jaramillo, 2017; Barragán, 2018
México	Ciudad de México y su zona metropolitana	Salazar <i>et al.</i> 2012; Delgado 2015b, 2016, 2019 y 2021; Delgado y Blanco, 2018; Guibrunet <i>et al.</i> , 2017 y 2021; Huerta, 2018; Gómez Zamudio, 2019; Rentería, 2020
	Cuatla, Morelos	Luna, 2015
	Morelia, Michoacán	Napoleitano <i>et al.</i> , 2019; García y Hernández, 2020
	Holbox, Quintana	Roo García <i>et al.</i> , 2018
	San Luis Potosí	Benavides, 2017; Cisneros, 2018
	Guadalajara y su zona metropolitana	Rojas <i>et al.</i> , 2019; McCulligh y Vega, 2019
Paraguay	Encarnación	Municipalidad de Encarnación-Ecosistema Urbano, 2016
Perú	Lima	Robert, 2019; Filimonau, 2019

Tabla 1. Estudios metabólicos realizados en América Latina. Países, ciudades y autores. Fuente: PNUMA, 2021

Otros estudios, revisan los procesos vinculados con distintos “nexos urbanos”, mientras que otras evaluaciones abordan los retos urbanos desde un enfoque metabólico de carácter general sin profundizar en la evaluación de los flujos o nexos. Como ejemplo, unos análisis comparativos y generales de los flujos de entrada, flujos de salida y de

retorno abordan conjuntos urbanos y de áreas metropolitanas de México, Chile, Brasil, Perú, Bolivia, Venezuela, Colombia, Ecuador, Uruguay y Argentina, incluidos en la Tabla 2. Allí mismo se indican los análisis que aplican a subsistemas urbanos específicos (transporte, edificios, etcétera).

ESTUDIOS COMPARATIVOS	EVALUACION DE SUBSISTEMAS URBANOS ESPECIFICOS
CIUDADES Y AUTIORES	SUBSISTEMAS
Ciudad de México, México y Santiago de Chile, Chile. Giubrunet <i>et al.</i> , 2017	Construcción. López-Tovar <i>et al.</i> , 2019; Rivera, 2015; Quintero y Tabares, 2015; Ramírez <i>et al.</i> , 2015; Herrera y Vilema, 2019
Bogotá, Buenos Aires, Brasilia, Ciudad de México, Caracas, Lima, La Paz, Quito y Santiago. Coronado, 2015	Edificiones. Gómez, Piña y Arena, 2010; Calderón <i>et al.</i> , 2011
Zona Metropolitana del Valle de México, Sao Pablo Metro, Lima-Callao, Bogotá D.C., el Gran Buenos Aires, el Área Metropolitana de Caracas, Quito y Montevideo. Delgado <i>et al.</i> , 2012 y Delgado, 2013 y 2014.	Transporte. Delgado, 2012; Hackenhaar, 2020
Bogotá, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Lima, Ciudad de México y Santiago. Díaz, 2020	Agricultura urbana. Shillington, 2009 y 2013
Ciudad de México y Bogotá. Barro, 2018	

Tabla 2. Metabolismo urbano en América Latina. Estudios comparativos entre ciudades y evaluación de subsistemas urbanos específicos. Fuente: PNUMA, 2021

Los trabajos mencionados muestran un desarrollo de los estudios metabólicos en América Latina con paulatinas mejoras en la calidad y diversidad metodológica, aplicando principalmente al análisis de metabolismos lineales, contabilidad energética-material o análisis de entradas y salidas, incorporando adicionalmente cálculos de las distintas huellas urbanas tales como la ecológica, hídrica o de carbono. Constituyen aportes reflexivos sobre los contextos requeridos para promover la implementación de políticas de eficiencia, estrategias para optimizar el acceso a determinados flujos o sus beneficios derivados. El mayor inconveniente

reside, como se verá en los casos reseñados en otras regiones globales, en la utilización de información de origen mixto con diversidad de temporalidades y escalas diversas.

Los estudios metabólicos regionales requieren de mejoras en las metodologías afines y en la conformación de bases de datos comunes para robustecer los resultados a fin de consolidar un marco de trabajo a escala regional para América Latina, donde las dinámicas metabólicas deben incorporar el impacto desde y hacia la informalidad y la pobreza urbana. Avanzar en análisis metabólicos más

minuciosos en América Latina, permitirán identificar y diferenciar los metabolismos en las distintas escalas, por ejemplo, regional, subregional, nacional y sub-nacional, así como las desigualdades de consumo energético, material, o alimentario entre las áreas urbanas y rurales. Por otra parte, la mejora en la calidad de los datos que resulten de los estudios de metabolismo urbano brindaría potencialidad como instrumentos para las acciones de planificación integral, agendas, toma de decisiones, y en el diseño de políticas y estrategias, sean de carácter públicas, privadas o social.

Entender la estructura sociotécnica determinante de los flujos metabólicos de salida, o la forma en que se expulsa la materia y energía degradada también permite identificar los conflictos resultantes de los impactos generados que afectan principalmente a la población más pobre, así como las oportunidades para generar estrategias hacia la circularidad de los procesos metabólicos y la mejora de su eficiencia que permitan reducir disrupciones socioambientales.

Definiciones, aplicaciones y potenciales instrumentos

Los estudios más recientes sobre planificación urbana sostenible muestran la necesidad de abordajes más integrados que permitan entender a las ciudades como sistemas complejos socioeconómicos y también socioecológicos. En este marco, el concepto de metabolismo urbano se ha expandido desde su base biológica para analizar en distintas escalas las interrelaciones entre el entorno natural, humano y construido en las ciudades, y las interacciones entre los distintos procesos al interior de ellas. La noción de metabolismo urbano empleado en diversas disciplinas y enfoques como ya se ha

descrito, también ha comenzado a valorarse como un insumo de la planificación y las políticas urbanas. Como tal, la noción ayuda a comprender los patrones urbanos cambiantes y la construcción socioambiental de paisajes urbanos y cómo los aspectos inciden en los procesos metabólicos por los cuales las ciudades transforman los materiales y la energía para mantener sus funciones. Así, la gama de aspectos vinculados con el metabolismo urbano se amplía a problemáticas tales como: i) la apropiación de ecosistemas por parte de las ciudades; ii) la acumulación de materiales tóxicos en el parque edilicio urbano; iii) crecimiento histórico en el transporte de materiales; iv) economías de escala para sistemas de infraestructura urbana; y v) las diferencias en las emisiones de gases de efecto invernadero de las ciudades globales (Kennedy et al., 2011).

El concepto de metabolismo urbano puede constituir una herramienta para el diseño, desarrollo y gestión de ciudades y comunidades sostenibles. En la práctica, el estudio de un metabolismo urbano implica una cuantificación «global» de las entradas, salidas y almacenamiento de energía, nutrientes, materiales y residuos para una región urbana. De acuerdo con Broto (2012) el metabolismo urbano es un concepto, que, aplicado a los estudios urbanos y desarrollo de las ciudades puede sugerir nuevos caminos hacia su sostenibilidad y para Barles (2010) los estudios de metabolismo urbano podrían utilizarse como un insumo para elaborar estrategias y políticas orientadas a lograr la descarbonización, la desmaterialización y los bucles circulares de materiales.

De acuerdo con Kennedy (2011) un análisis metabólico urbano puede utilizarse para alcanzar cuatro objetivos y productos principales: i) evaluar flujos de materiales y de energía en una ciudad; ii) cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de uso reciente en el contexto de cambio climático; iii) identificar los factores que

determinan el uso de materiales (agua, combustibles, insumos varios, etc.); y iv) identificar los factores que determinan el uso de energía en la ciudad para apoyar decisiones de política pública. En efecto, para gestionar problemas como la contaminación, el tratamiento de aguas residuales, la escasez de recursos, la escasez de agua, por citar algunos ejemplos, se utilizan diferentes técnicas cualitativas y cuantitativas que permiten identificar las relaciones entre diferentes componentes de un ecosistema urbano y los efectos que tienen sobre el sistema natural y construido.

De los análisis de metabolismos urbanos y desde el enfoque de Kennedy los potenciales instrumentos útiles a políticas urbanas son:

Herramientas de Evaluación: en general, la evaluación desde el metabolismo urbano se considera como un enfoque analítico esencial y estándar en los programas que apuntan a lograr desarrollo urbano sostenible (Kennedy et al., 2014). La evaluación del metabolismo urbano es una herramienta poderosa para comprender la correlación y la conexión entre el consumo de recursos y producción de productos, subproductos asociados y eliminación de residuos en los ecosistemas urbanos e impactos de ambos. El análisis del metabolismo urbano puede evaluar las implicaciones de las necesidades energéticas y materiales de ciudades y de toda la biosfera, así como proporcionar la base para interpretar el proceso biogeoquímico urbano y las interacciones operativas sociales (Barles, 2010). Además de los dos modelos de contabilización ya descritos, se están investigando nuevos procesos matemáticos para cuantificar y predecir los niveles de partículas y nutrientes dentro del metabolismo urbano, así como establecer los subprocesos presentes y futuros y las existencias y flujos de materiales de los entornos urbanos. Céspedes Restrepo y Morales-Pinzón (2018), encuentran que la aplicación del enfoque permitiría comprender la disponibilidad natural y antrópica

de los recursos y su uso para mantener la condición actual de los ecosistemas y del medio ambiente mientras que Cui (2018) plantea que la utilidad de elementos del metabolismo urbano en la sostenibilidad se puede simplificar aplicando modelos accesibles a la comprensión de los responsables de políticas urbanas y los planificadores urbanos. Los mismos autores sostienen que las métricas desarrolladas para evaluar los metabolismos urbanos permiten estimar los impactos ambientales desencadenados por los procesos metabólicos en los sistemas urbanos. Finalmente, Kennedy y sus colaboradores (2014), plantean que la evaluación del metabolismo urbano puede contribuir con los procesos de planificación urbana y gestión ambiental al mejorar la comprensión del efecto de incorporar medidas o estrategias de eficiencia en el uso de los recursos en las ciudades y constituir una guía marco para involucrar y explorar enfoques viables hacia una transición en el uso eficiente de los recursos a escala local.

Indicadores de sostenibilidad: los objetivos i), iii) y iv) del proceso de análisis metabólico que fueran mencionados por Kennedy recopilan información detallada sobre uso energético, de agua, ciclo de materiales, gestión de residuos e infraestructura en entornos urbanos y regiones que permiten evaluar la sostenibilidad de las ciudades o desarrollar indicadores de sostenibilidad con respecto al consumo de recursos y la generación de residuos (Barles, 2010; Cui, 2018). La información obtenida por el modelo de metabolismo urbano caracteriza las condiciones y tendencias ambientales estableciendo situaciones comparables a lo largo del tiempo. Los resultados permiten determinar aquellos patrones perjudiciales y constituyen el insumo necesario para rastrear, registrar y establecer los niveles de sustentabilidad en ciudades y desarrollar e implementar planes y programas de mejora. De acuerdo con los criterios definidos por Maclaren (1996) para buenos indicadores de sostenibilidad, estos deben ser científicamente válidos

(basado en principios de conservación de energía y masa); representativos, receptivos, relevantes para los planificadores urbanos y los residentes; basados en datos comparables en el tiempo, comprensibles y claros. Kennedy (2011) argumenta que las variables utilizadas en los análisis metabólicos urbanos pueden cumplir sustancialmente con los criterios propuestos por Maclaren en tanto esas variables involucran información relevante sobre eficiencia energética, ciclo de materiales, gestión de residuos e infraestructura urbana. Aportando a esta perspectiva, Cui (2018) afirma que la sostenibilidad de una ciudad puede ser evaluada y medida desde el enfoque del metabolismo urbano a través de aspectos claves como el tiempo, los ciclos, la simplicidad y la habitabilidad. El tiempo permite evaluar la influencia del metabolismo urbano en los ecosistemas con relación a períodos o lapsos de estudio; el ciclo biogeoquímico de los elementos metabólicos refiere a los ciclos del agua (H₂O), Carbono (C), Nitrógeno (N), Fósforo (P) y las emisiones de contaminación atmosférica, mientras que la habitabilidad incluye los aspectos socioeconómicos de la sostenibilidad, como el uso y la reutilización de recursos para el bienestar social y la calidad de vida.

Contabilidad de Gases de Efecto Invernadero (GEI): actualmente, el cambio climático plantea como un desafío apremiante la necesidad de controlar y reducir las emisiones de carbono. Las ciudades, a través de los edificios, la infraestructura y el transporte, producen entre el 40 y el 70 por ciento de las emisiones antropogénicas mundiales de gases de efecto invernadero, por lo tanto, la transición hacia sistemas reducidos en carbono constituye un componente importante de un metabolismo urbano más sostenible. La proliferación de metabolismos lineales desde las distintas fuentes ha incrementado exponencialmente la producción de gases de efecto invernadero como producto de desecho producido por el consumo humano indicando la criticidad de los niveles de emi-

siones. El análisis del metabolismo urbano es una herramienta útil para rastrear las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel urbano o regional y un insumo para elaborar las políticas pertinentes para su reducción (Kennedy et al., 2011)

Herramientas de diseño y gestión: los modelos de análisis presente y predictivos contribuyen a mejorar la comprensión de funcionarios y académicos de la dinámica de los flujos urbanos y aplicar los resultados del análisis del metabolismo urbano como un insumo de diseño para orientar hacia soluciones y programas de gestión más sostenibles y resilientes. Al establecer y cuantificar los flujos de energía, materiales y desechos a través de los sistemas urbanos, se pueden diseñar planes orientados a cerrar los circuitos y a crear metabolismos circulares. De acuerdo con Pisoni y Bonin (2017), la interacción de los flujos de energía y materiales en las ciudades genera patrones económicos, sociales y espaciales. Desde la perspectiva del metabolismo urbano se pueden definir y modificar planes de gestión de flujos de acuerdo con políticas y acciones orientadas hacia un modelo de transición y sostenibilidad con relación al reciclaje de residuos, ahorro de energía, uso sostenible del agua y recursos, producción de energía renovable, etc. Tales modificaciones pueden influir en la forma urbana (servicios, infraestructura), modelos de transporte, o en patrones de crecimiento y morfología urbana.

La perspectiva del metabolismo urbano puede contribuir a la planificación de escenarios de crecimiento urbano a partir de los resultados que arrojan los modelos científicos y de los niveles de dependencia de una ciudad en cuanto a recursos externos, materiales y energía. En esa línea, Rosado y sus colaboradores (2016) advierten la disminución de la resiliencia en centros urbanos en la medida que se incrementa la dependencia para asegurar el suministro de materiales y mantener funciones de servicio regulares. Entre las estrategias clave recomendadas por el autor para el forta-

lecimiento de la resiliencia urbana, la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles y aumento de la disponibilidad de biomasa local permite reducir los procesos lineales y establecer un metabolismo urbano tendiente a la circularidad. El reciclaje o reutilización de materiales ofrece un alto potencial para minimizar la dependencia de los recursos exteriores y no renovables, por lo que consiste en un tema de relevancia a focalizar para el desarrollo urbano y formulación de políticas (Rosado *et al.*, 2016). Newman (1999) argumenta que, de acuerdo con las leyes de la termodinámica, las salidas de desechos de un sistema biológico dependen de los insumos de recursos. Por lo tanto, sugiere que la reducción de los aportes de recursos es el método óptimo para disminuir el flujo del metabolismo de manera efectiva (Newman, 1999).

Desafíos, vacancias temáticas y direcciones futuras

La mayoría de los estudios sobre el metabolismo urbano descritos anteriormente han sido principalmente ejercicios de contabilidad, cuya utilidad es proporcionar indicadores de sostenibilidad urbana, y medidas de consumo de energía, agua, materiales y residuos, así como cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero de las ciudades. Como se ha explicado en el anterior apartado, además de los ejercicios contables el estudio del metabolismo urbano debe ofrecer herramientas accesibles para utilizarlo como insumo del ordenamiento territorial, la planificación urbana y el diseño urbano sostenible. Desde esta perspectiva, numerosos trabajos reconocen los vínculos entre la gestión sostenible de los recursos y la planificación espacial, así como la influencia de la organización de ciudades y regiones y sus infraestructuras en las prácticas de gestión de los recursos.

En los últimos años han proliferado en el campo de la planificación urbana numerosas políticas y estrategias en busca de los patrones más eficientes y sostenibles de forma urbana. Algunas experiencias recientes se han centrado explícitamente en promover patrones energéticamente más eficientes y, por lo tanto, en reducir las emisiones de carbono (EEA, 2006). A pesar de la proliferación de tales políticas, las tendencias "insostenibles", como la expansión urbana y los desplazamientos de larga distancia basados en el uso del automóvil continúan y, en algunos casos, están empeorando.

Los problemas que hoy enfrentan las ciudades no pueden resolverse únicamente con soluciones tecnológicas, una planificación sustentable y resiliente puede contribuir a afrontar el desafío de revertir los procesos lineales. Los enfoques más actuales reconocen la necesidad de comprensión de los procesos metabólicos por parte de las disciplinas implicadas en la gestión de las ciudades que derivan en el uso del suelo, de los recursos, implementación de regulaciones relacionadas con aspectos morfológicos, como también la necesidad de su compromiso y responsabilidad en las decisiones para contribuir a revertir modelos metabólicos lineales (Pincetl *et al.*, 2012). Pensar el metabolismo urbano en el contexto del paisaje urbano permitiría abordar la forma de una ciudad desde la perspectiva de su organización espacial. La forma urbana y la densidad constituyen aspectos significativos del entorno construido, es decir, la forma física de la ciudad y las conexiones entre sus diferentes funciones. La densidad y la ubicación de las funciones en la ciudad, así como el tipo, cantidad e interconexiones influyen en la cantidad de uso de energía relacionada con el transporte. En sus investigaciones, Newman (1999) ha demostrado que el consumo de energía del transporte per cápita disminuye a medida que aumenta la densidad de población. Si bien la investigación sobre el impacto de la densidad de población en la demanda de energía del transporte no es concluyente, existen eviden-

cias de que la mayor distancia desde áreas residenciales a las centralidades con mayor actividad, complejidad y oferta de empleo implican mayores consumos de energía para transporte (Kennedy et al., 2007). Identificar la conexión entre el componente espacial de los flujos metabólicos urbanos y las características del paisaje urbano abre nuevos caminos para explorar el enfoque del metabolismo urbano integrado a modelos más sostenibles de planificación y diseño urbano (Kennedy, 2011).

El interés por indagar sobre la consideración del espacio en los estudios de Metabolismo Urbano llevó a Bahers y sus colaboradores (2022) a identificar distintas líneas de investigación, algunas de ellas directamente relacionados con métodos contables como los impactos ambientales, existencias de materiales, mientras que otras se vinculan con teorías y conceptos como las interacciones sociedad-naturaleza, prácticas humanas, vulnerabilidad, patrones espaciales y físicos, resiliencia.

Los autores organizaron estos hallazgos en cinco enfoques principales, con sus ejes temáticos de investigación, y redefinieron al Metabolismo Urbano como una construcción física y conceptual que considera el espacio como: 1) un espacio político, donde se juegan relaciones materiales de dominación, desigualdades ecológicas y estrategias de actores; 2) un espacio económico territorial en el que se organizan materias primas, bienes, residuos y cadenas de valor; 3) un espacio socioecológico que refleja las interacciones sociedad-naturaleza a través de ciclos biogeoquímicos locales y globales; 4) un espacio para planificar infraestructuras metabólicas urbanas y redes sociotécnicas; y 5) un espacio de flujos que se refiere a la circulación de materiales, energía y residuos entre la ciudad y su interior, incluida la huella espacial del uso de los recursos urbanos y emisiones contaminantes. La Tabla 3 reúne los cinco enfoques y

synetiza a qué refieren, sus ejes temáticos y limitantes.

Esta definición integradora que combina flujos, actores, gobernanza, infraestructuras y técnicas de modelado intenta proporcionar una interfaz donde futuras investigaciones puedan converger y construir nuevos conocimientos acumulativos sobre la relación entre espacio y metabolismo urbano. Los diferentes enfoques del espacio identificados fueron sintetizados por los autores en una ilustración (Figura 2), donde el espacio político (púrpura), representa por las relaciones materiales de dominación entre la ciudad y el interior, y las desigualdades ecológicas dentro de la sociedad, sea urbana o rural. El espacio económico territorial (azul) corresponde a la organización de la cadena de suministro que atraviesa los territorios, desde el interior hasta las áreas de consumo. El espacio socio-ecológico (verde) representa las interacciones sociedad-naturaleza a través de la externalización del metabolismo urbano en el interior, que incluye el suministro externo de alimentos, minerales y energía.

El espacio de planificación (marrón) incluye a la infraestructura urbana y las redes sociotécnicas dentro de la ciudad, como edificios, redes de transporte, servicios públicos de residuos y energía, pero también fuera de ella, a través de la infraestructura de extracción y procesamiento de materiales. Finalmente, el espacio de flujos (gris), representado por las flechas entre el interior y la ciudad (y viceversa), muestra el intercambio de productos básicos y materiales secundarios, productos agrícolas y desechos orgánicos, importaciones y exportaciones de energía, materiales de construcción y desechos a granel, productos manufacturados y residuos de variado origen.

ENFOQUE	REFERENCIA	EJES TEMÁTICOS	LIMITANTES
1. Espacio político	Donde se juegan las relaciones materiales de dominación, desigualdades ecológicas y estrategias de actores	Relaciones de poder, acaparamiento de tierras, recursos para explotación y desigualdades, regímenes dominantes, reproducción de desigualdades dentro de las ciudades y entre la ciudad y el interior, prácticas espaciales y la extra-territorialidad. Escala espacial de vulnerabilidad; Prácticas Espaciales; Socio-espacialidad del agua, Conflictividad Territorial urbano - rural	Proporciona perspectivas teóricas en lugar de cuantificar efectos o impactos
2. Espacio económico territorial	Donde se organizan materias primas, bienes, residuos y cadenas de valor.	Evalúa lo relativo a la organización de las cadenas de suministro. Economía territorial. Competencias territoriales; Indicadores de organización territorial; Enfoque basado en el territorio; Multiescalar; Vías metabólicas.	No hay un enfoque específico en los sistemas urbanos
3. Espacio socio-ecológico	Corresponde al espacio de las interacciones sociedad-naturaleza a través de escalas espaciales.	Acumulación de existencias de material espacial. Límite de crecimiento urbano. Variación espacial en las relaciones ecológicas.	Visión despolitizada de la espacialización. No hay diferenciación entre territorios. Se presta poca atención a la conceptualización y contextualización del espacio.
4. Espacio de gobernanza y planificación	Corresponde a infraestructuras metabólicas urbanas y redes sociotécnicas. Conexiones interespaciales.	Sostenibilidad basada en parámetros relacionados con el territorio, patrones espaciales e infraestructura planificación. Patrones espaciales. Sistema alimentario urbano en sistemas espacializados. Planificación espacial de la resiliencia. Impronta ambiental. Planificación de infraestructuras.	Análisis limitado de las relaciones de dominación entre la ciudad y los espacios de producción de recursos naturales.
5. Espacio de flujos	Donde se produce la circulación de materiales, energía y residuos entre la ciudad y su interior (incluida la huella espacial del uso de los recursos urbanos y emisiones contaminantes).	Modelado/contabilidad, centrado en lo espacial-explicito, desarrollo de métodos tales como Análisis de Flujo de Materiales. Modelo Input-Output. Emergía, Análisis de redes ecológicas y Análisis de Ciclo de Vida. Análisis Espacial de GEI residencial. Flujo de productos espacialmente explícito. Variabilidad espacial; Dimensión espacial de la circularidad. Indicadores a diferentes niveles espaciales.	Atención limitada al espacio, en gran parte aterritorial tanto dentro de la ciudad como más allá. Consideración limitada de los impulsores sociopolíticos de los flujos metabólicos. Atención limitada prestada a lo socio-físico.

Tabla 3. Enfoques sobre espacio y Metabolismo Urbano. Fuente: adaptación de Bohers *et al*, 2022.

En el mismo trabajo se identifican nuevas nociones para describir el metabolismo urbano espacial: las infraestructuras metabólicas, los espacios y paisajes metabólicos, y las relaciones metabólicas interterritoriales. Las infraestructuras metabólicas son los lugares donde los flujos se transforman de un estado/función a otro tales como plantas de energía, residuos, agua o industrias y que pueden ser impulsores de las diversas desigualdades. Localizar y caracterizar mejor estas infraestructuras permite comprender la capacidad o dependencia de una ciudad de las cadenas de suministro externas, siendo su conocimiento profundo un paso necesario para planificar y gestionar el uso del suelo, la planificación económica y las redes. Los paisajes metabólicos diseñados (paisajes de dese-

chos, paisajes acuáticos, paisajes energéticos, etc.), pueden informar a través de su análisis sobre la transformación y redefinición de los ecosistemas naturales en el tejido urbano y el entorno construido (Gandy, 2003), así también sobre su calidad ambiental y espacial. Estos espacios y paisajes metabólicos pueden incorporar estrategias alternativas de diseño para minimizar los impactos en los ecosistemas naturales locales y remotos. Por último, las relaciones metabólicas interterritoriales corresponden a las interconexiones y dependencias entre los territorios para la extracción de recursos y fabricación, así como la gestión de residuos, cuya relevancia reside en evaluar cómo ajustar estas relaciones hacia modelos de cooperación más interterritorial.

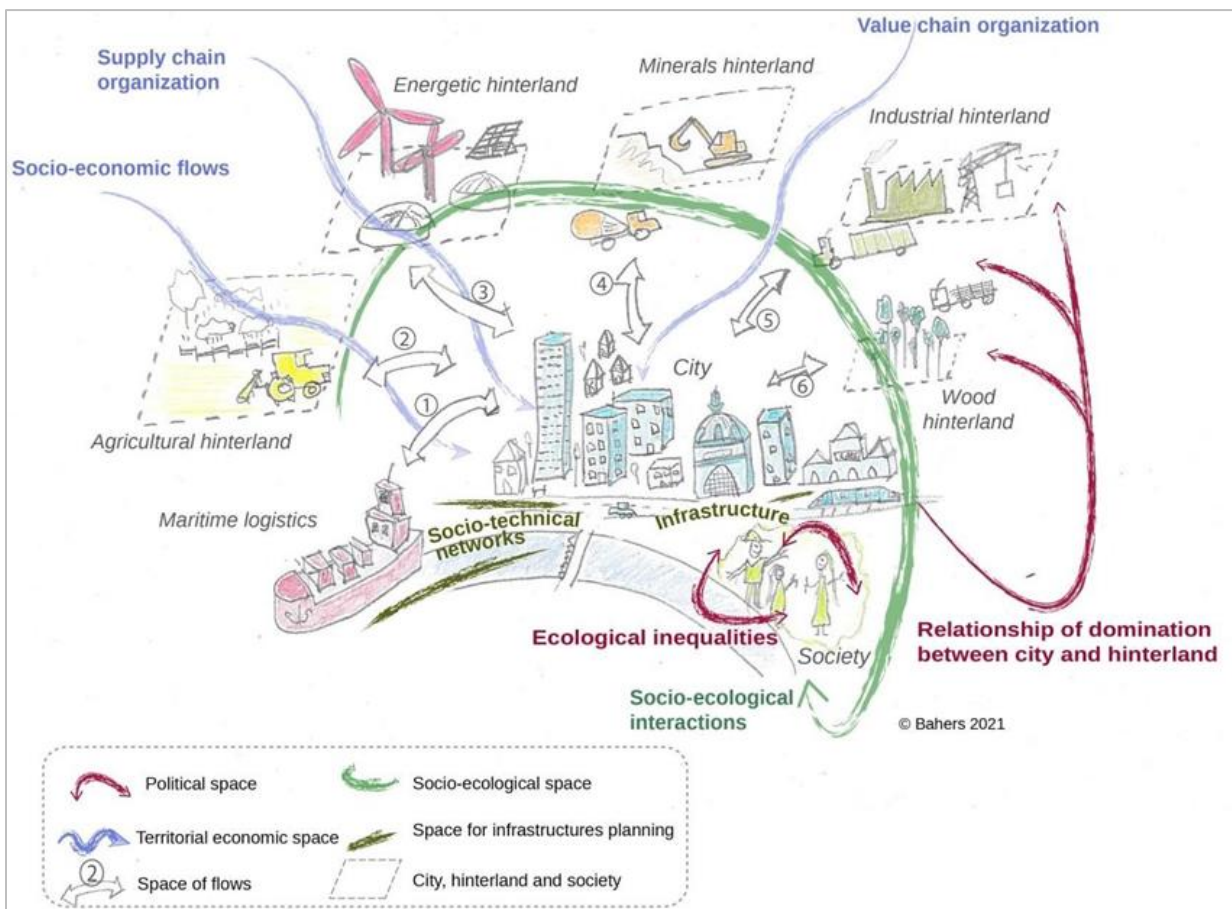


Figura 2. Gráfico representativo del espacio en el metabolismo urbano. Fuente: Bohers et al, 2022.

El metabolismo urbano plantea un campo de estudio multidisciplinario con altos potenciales y perspectivas competentes para la sostenibilidad urbana, pero su implementación se restringe al encontrar varias limitaciones. Por una parte, no se ha desarrollado un enfoque de evaluación unificado y sus aplicaciones también varían entre diferentes disciplinas. Cohen (2017) al examinar el marco de metabolismo urbano para Estados Unidos encuentra dos desafíos principales para abordar su evaluación e implementación como herramienta de diseño: la falta de estandarización y la deficiencia de los datos a escala de las ciudades. El autor argumenta que para abordar los estudios e implementación de metabolismo urbano es necesario crear un estándar unificado de indicadores suficientes y apropiados a partir de una selección entre gran cantidad de tipos (para la evaluación de los Estados Unidos) y aplicable a todas las ciudades.

Por otro lado, Musango y sus colaboradores (2017) identificaron dos desafíos clave a partir de los estudios de metabolismo urbano. El primero es la transición desde una perspectiva lineal a una perspectiva circular en la que los residuos se conviertan en un recurso para su reutilización en el entorno urbano. El segundo desafío es la implementación práctica del metabolismo urbano como herramienta de planificación, siendo que por ahora el concepto está incorporado en términos teóricos por la academia, pero no en la gestión urbana. Los autores afirman que no existe consenso sobre la mejor elección de métodos para estimar la sostenibilidad de sistemas complejos como los sistemas urbanos, la mayoría de las evaluaciones de los metabolismos urbanos se han realizado con diferentes metodologías, o diferentes enfoques (Musango, Currie y Robbinson, 2017). Los autores sostienen además que, las recomendaciones de metabolismo urbano para un desarrollo urbano más sostenible y resiliente, como para la implementación del concepto en el desarrollo de políticas y planificación

espacial aún son muy limitadas y restringidas, indicando que la mayoría de las evaluaciones se han llevado a cabo a nivel nacional o regional debido a la mayor disponibilidad de datos de flujo de materiales.

Las potenciales direcciones futuras recomendadas resaltan la relevancia del análisis metabólico urbano en el contexto del cambio climático, considerando cuestiones espaciales y temporales (Musango, Currie y Robbinson, 2017), entendiendo el papel de los factores sociales en la dinámica urbana (Céspedes Restrepo y Morales-Pinzón, 2018), así como la evolución y dinámica de las actividades de los habitantes urbanos. Para abordar la falta de estandarización de las metodologías de evaluación, se sugiere que el trabajo futuro incluya la realización de una evaluación básica y genérica del metabolismo urbano para un gran número de ciudades a fin de promover enfoques transdisciplinarios, estandarizar las bases de recopilación de datos y desarrollar modelos genéricos (Musango, Currie y Robbinson, 2017; Céspedes Restrepo y Morales-Pinzón, 2018). Esto permitirá la comparabilidad entre ciudades, para el establecimiento de líneas de base y de informes de progreso (Musango, Currie y Robbinson, 2017). Otro aspecto controvertido es que la mayoría de los análisis de metabolismo urbano se hayan realizado solo para ciudades de países desarrollados, aunque son los centros urbanos y metrópolis de países en desarrollo o de bajos ingresos las que enfrentan los mayores desafíos y problemas sociales y ambientales. En ese sentido se ha caracterizado el avance reciente en América Latina y Caribe. En estos casos, la evaluación de los flujos metabólicos urbanos puede esclarecer sobre el empoderamiento de sectores poderosos y aventajados en el uso de recursos, al tiempo que desempodere a los individuos y grupos marginados. En este contexto, las ciudades del Sur Global dan una indicación clara de cómo los diferentes grupos se apropian de los flujos de metabolismo de diferentes maneras a través del desarrollo

de la pobreza urbana (Castán Broto *et al.*, 2010). El acceso a recursos a través de la infraestructura de las ciudades, como la energía, el agua y el saneamiento, es una lucha cotidiana para muchas personas en los países en desarrollo, especialmente para los pobres urbanos.

En cuanto a estrategias para la mejora del metabolismo urbano, Thomson y Newman (2018) sugieren la adopción de enfoques de diseño regenerativo, optimizando los tejidos urbanos destinados a los desplazamiento peatonales, vehiculares y multimodales. La transición hacia un metabolismo urbano de bucles tendiente a cerrar ciclos puede ofrecer la oportunidad para abordar esos desafíos urbanos, ya que además de reducir sus impactos actuales, pueden regenerar los impactos pasados. Deriva de este enfoque el concepto de ciudad regenerativa como un modelo que además de buscar la reducción de la huella ecológica, basa la obtención de sus recursos en aspectos clave como implementar sistemas de energías limpias y renovable, establecer una relación restauradora y ambientalmente enriquecedora entre los sistemas urbanos y los sistemas naturales de los que dependen, así como adoptar nuevos hábitos de vida y oportunidades económicas sustentables entre otras acciones.

Conclusiones

El rápido crecimiento de la población y de las ciudades repercute en el aumento de los patrones de consumo y de inequidad social que, constituyen hoy desafíos globales sin precedentes al mismo tiempo que derivan en mayores presiones ambientales como la disminución de recursos, el aumento de amenazas climáticas, y la pérdida de biodiversidad entre otros impactos. Tales retos son particularmente evidentes en los países en desarrollo, donde la adopción de políticas de crecimiento sostenible y resiliente constituye una prioridad ur-

gente.

En un contexto de creciente preocupación por el cambio climático y la degradación ambiental, el conocimiento robusto del metabolismo urbano tiene su fortaleza en revelar los alcances medioambientales, sociales, económicos y entre otros, así como los niveles de inseguridad vinculados con las existencias de recursos. También expone las ineficiencias en el uso de los recursos y los procesos inherentes a todos los componentes urbanos. Ambos aspectos son relevantes cuando su conocimiento aplicado a políticas contribuiría a identificar las sinergias que eviten contraprestaciones y planificar intervenciones que mejoren los procesos metabólicos.

La comprensión del metabolismo urbano y los procesos que lo impulsan aún requiere de consensos, acuerdos entre las diversas metodologías, enfoques, fuentes de datos a utilizar para encontrar los métodos o herramientas más precisos aplicables en la gestión para identificar y evaluar los flujos y procesos intraurbanos de los sistemas complejos urbanos. A escala urbana también es necesario profundizar en la interrelación entre el análisis del metabolismo urbano y los condicionantes espaciales urbanos derivados del diseño, normativas así como políticas de planificación y enfoques que incorporan dimensiones políticas, económicas, socioecológicas y de gobernanza.

Mientras desde el campo de la investigación se avanza hacia estas respuestas, es clave para la transición desde ciudades ecológicamente extractivas a ciudades sostenibles y resilientes, incorporar estrategias regenerativas y restaurativas de los entornos degradados a través de políticas y agendas que impulsen economía circular, la eficiencia urbana, la acción climática o la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos urbanos. Estos marcos de trabajo ofrecen instrumentos de análisis y estrategias que pueden revertir los efectos de los metabolismos lineales que prevalecen por ahora.

BIBLIOGRAFÍA

- Baccini, P. 1997. A city's metabolism: Towards the sustainable development of urban systems. *Journal of Urban Technology* 4(2), 27-39. <https://doi.org/10.1080/10630739708724555>.
- Bahers, J.P.; Athanassiadis, A.; Perrotti, D.; Kampelmann, S. 2022. The place of space in urban metabolism research: Towards a spatial turn? A review and future agenda. *Landscape and Urban Planning ER*. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/358425256_The_place_of_space_in_urban_metabolism_research_Towards_a_spatial_turn_A_review_and_future_agenda
- Barles, S. 2009. Urban Metabolism of Paris and Its Region. *Journal of Industrial Ecology* 13(6), 898-913. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2009.00169.x>. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1530-9290.2009.00169.x>
- Barles, S. 2010. Society, energy and materials: the contribution of urban metabolism studies to sustainable urban development issues. *Journal of Environmental Planning and Management* 53(4), 439-455. <https://doi.org/10.1080/09640561003703772>
- Broto, V. C.; Allen, A. and Rapoport, E. 2012. Interdisciplinary Perspectives on Urban Metabolism. *Journal of Industrial Ecology* 16(6), 851-861. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00556.x>
- Céspedes Restrepo, J.D. and Morales-Pinzón, T. 2018. Urban metabolism and sustainability: Precedents, genesis, and research perspectives. *Resources, Conservation and Recycling* Volume 131, April 2018, Pages 216-224. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.12.023>
- Codoban, N. and Kennedy, C. 2008. Metabolism of Neighbourhoods. *Journal of Urban Planning and Development-asce* 134(1), 21-31. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(2008\)134:1\(21\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(2008)134:1(21))
- Cohen, M. 2017. "A Systematic Review of Urban Sustainability Assessment Literature" *Sustainability* 9, no. 11: 2048. <https://doi.org/10.3390/su9112048>.
- Cui, X. 2018. How can cities support sustainability: A bibliometric analysis of urban metabolism. *Ecological Indicators* 9, 93, 704-717. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.056>
- Fayed, L.; Elshater, A. and Rashed, R. 2020. Aspects of Regenerative Cities. *In book: Architecture and Urbanism* Publisher: Springer. Project: Digital Methods in Architecture and Urban Design. DOI: 10.1007/978-3-030-52584-2_22. Disponible en línea: https://www.researchgate.net/publication/345311838_Aspects_of_Regenerative_Cities/citations.
- Fischer-Kowalski, M.; Hüttler, W. 2008. Society's Metabolism. *Journal of Industrial Ecology* 2(4):107-136. DOI: 10.1162/jiec.1998.2.4.107. Disponible en línea: https://www.researchgate.net/publication/227762854_Society's_Metabolism
- Girardet, H. 2010. Regenerative Cities. World Future Council and HafenCity University Hamburg (HCU) Commission on Cities and Climate Change.
- Játem Lászer A. y Perdomo Játem T. 2019. Ecología Industrial: ¿Un enfoque sistémico ambientalista para una aproximación a la economía sostenible? *Economía XLIV*, 47. Disponible en: http://iies.faces.ula.ve/Revista/Articulos/Revista_47/Pdf/Rev47Jatem.pdf

- Kennedy, C.; Cuddihy, J. and Engel-Yan, J. 2007. The Changing Metabolism of Cities. *Journal of Industrial Ecology*, 11(2), 43-59. <https://doi.org/10.1162/jie.2007.1107>
- Kennedy, C.; Pincetl, S. and Bunje, P. 2011. The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. *Environmental Pollution* 159(8), 1965-1973. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.10.022>
- Kennedy, C.; Stewart, I.D.; Ibrahim, N.; Facchini, A. and Mele, R. 2014. Developing a multi-layered indicator set for urban metabolism studies in megacities. *Ecological Indicators* 47, 7-15. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.07.039>
- Lederer, J. and Kral, U. 2015. Theodor Weyl: A Pioneer of Urban Metabolism Studies. *Journal of Industrial Ecology* 19(5), 695-702. <https://doi.org/10.1111/jiec.12320>
- Liu, W.; Chang, A.; Chen, W.; Zhou, W. and Feng, Q. 2017. A framework for the urban eco-metabolism model - Linking metabolic processes to spatial pattern. *Journal of Cleaner Production* Volume 165, 1 November 2017, Pages 168-176
- Moore, J.; Kissinger, M. and Rees, W.E. 2013. An urban metabolism and ecological footprint assessment of Metro Vancouver. *Journal of Environmental Management* 124, 51-61. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.03.009>
- Musango, J.K.; Currie, P. and Robinson, B. 2017. Urban metabolism for resource efficient cities: from theory to implementation. Paris: UN Environment.
- Naciones Unidas. 2022. Libro de Bolsillo de las Estadísticas Mundiales Edición 2022, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales División de Estadística, serie V, núm. 46. Naciones Unidas, Nueva York, 2022. Disponible en: <https://unstats.un.org/unsd/publications/pocketbook/files/ES-world-stats-pocketbook-2022.pdf>
- Newman, P. W. G. (1999). Sustainability and cities: extending the metabolism model. *Landscape and Urban Planning* 44(4), 219-226. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(99\)00009-2](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(99)00009-2). Disponible en línea: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169204699000092>
- Pincetl, S. 2012. Nature, urban development and sustainability - What new elements are needed for a more comprehensive understanding? *Cities* 29(Supplement 2), S32-S37. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.06.009>
- Pincetl, S.; Bunje, P. and Holmes, T. 2012. An expanded urban metabolism method: Toward a systems approach for assessing urban energy processes and causes. *Landscape and Urban Planning* 107(3), 193-202. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.06.006>
- Pistoni, R. and Bonin, S. 2017. Urban metabolism planning and designing approaches between quantitative analysis and urban landscape. *City Territ Archit* (2017) 4:20 <https://doi.org/10.1186/s40410-017-0076>. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/2399808319832611>
- PNUMA. 2021. El Peso de las Ciudades en América Latina y el Caribe: Requerimientos Futuros de Recursos y Potenciales Rutas de Actuación. Resumen para tomadores de decisiones. [T.A. Currás (ed)] Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Nairobi, Kenia.
- Rees, W. and Wackernagel, M. 1996. Urban ecological footprints: Why cities cannot be sustainable and why they are a key to sustainability. *Environmental Impact Assessment Review* 16(4-6), 223-248. [https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(96\)00022-4](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(96)00022-4) Sun, L., Dong, H., Geng, Y., Li, Z., Liu, Z., Fujita, T., Ohnishi, S., & Fujii, M. (2016). Uncovering driving forces on urban metabolism - A case of Shenyang. *Journal of Cleaner Production*, 114, 171-179. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.053>

- Rosado, L.; Kalmykova, Y. and Patrício J. 2016. Urban metabolism profiles. An empirical analysis of the material flow characteristics of three metropolitan areas in Sweden. *Journal of Cleaner Production* Volume 126, 10 July 2016, Pages 206-217. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616300555>
- Thomson, G. and Newman, P. 2018. Urban fabrics and urban metabolism – from sustainable to regenerative cities. *Resources, Conservation and Recycling* 132, 218-229. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.01.010>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917300216?via%3Dihub>
- UNEP. 2016. Global Material Flows and Resource Productivity. An Assessment Study of the UNEP International Resource Panel. H. Schandl, M. Fischer-Kowalski, J. West, S. Giljum, M. Dittrich, N. Eisenmenger, A. Geschke, M. Lieber, H. P. Wieland, A. Schaffartzik, F. Krausmann, S. Gierlinger, K. Hosking, M. Lenzen, H. Tanikawa, A. Miatto, and T. Fishman. Paris, United Nations Environment Programme. Disponible en: <https://www.resourcepanel.org/es/informes/Enlace-a-la-base-de-datos-de-flujos-de-materiales-globales-y-productividad-de-recursos>.
- UN-HABITAT. 2016. World Cities Report 2016: urbanization and development: emerging futures. Nairobi: *UN-Habitat* 2016. XIII, 247 p.
- von Medeazza, G. 2006. Flujos de agua, flujos de poder. La aportación de Erik Swyngedouw al debate sobre los recursos hídricos en Latinoamérica y en el Estado español. Universitat Autònoma de Barcelona. Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals. *Doc. Anàl. Geogr.* 47, 2006. 08193 Bellaterra (Barcelona). España. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/pub/dag/02121573n47/02121573n47p129.pdf>
- Wolman, A. 1965. The metabolism of cities. *Scientific American* 213, 179.
- Zhang, Y. 2013. Urban metabolism: A review of research methodologies. *Environmental Pollution* 178, 463-473. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.03.052>
- Zhang, Y.; Yang, Z. and Yu, X. 2020. Urban Metabolism: A Review of Current Knowledge and Directions for Future Study. *Environmental Science & Technology* 49(19), 11247-11263. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b03060>. Disponible en línea: https://www.researchgate.net/publication/281394483_Urban_Metabolism_A_Review_of_Current_Knowledge_and_Directions_for_Future_Study/citations
- Warren-Rhodes, K. and Koenig, A. 2001. Escalating trends in the urban metabolism of Hong Kong: 1971-1997. *Ambio*. 2001 Nov;30 (7):429-38. doi: 10.1579/0044-7447-30.7.429. PMID: 11795217. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/11564000_Escalating_Trends_in_the_Urban_Metabolism_of_Hong_Kong_1971-1997

LA ECOLOGÍA URBANA Y EL METABOLISMO SOCIAL

Laura M. Ramos

lramos@campus.ungs.edu.ar

De la Ecología a la Ecología Urbana

La Ecología, como ciencia tradicional, emerge de la biología (Odum, 1993). En este proceso, y como todo campo de estudio, ha evolucionado a lo largo del tiempo definiendo conceptos, probando teorías y postulando nuevas ideas que conforman su corpus teórico actual. Pero a diferencia de otras disciplinas, con la incorporación de la noción de ecosistema, la ecología se convierte en una ciencia de síntesis e integración que comienza a escapar del ámbito exclusivamente biológico, estableciendo nexos con diferentes campos científicos (Margalef, 1974). Vale la pena revisar brevemente el recorrido histórico de la Ecología, su evolución hacia la Ecología ambiental, hasta llegar a la Ecología urbana.

Durante el siglo XIX, tuvieron lugar tres hitos que sentaron las bases de la biología y de la ecología. El primero de ellos, sin dudas fue adquirir el conocimiento de la distribución geográfica de los recursos naturales, que está asociado a la variable **espacio**, y que surge de las expediciones de los primeros naturalistas que recorrieron el mundo, como Humbolt y Bomplant, entre otros.

El segundo hito, se refiere al cambio en la concepción del **tiempo de la vida**, y está fundamentado en los descubrimientos de Alfred Wallace y Charles Darwin, que dieron cuenta de la evolución de las especies vegetales y animales, considerando la influencia de los factores ambientales

sobre la distribución de las especies. Estos autores introducen entonces una concepción radicalmente nueva para el hombre, referida al **tiempo de la vida**. En particular, la obra *el origen de las especies* de Darwin (1859) posibilita que el estudio de la ecología vaya más allá de una mera descripción histórica porque ofreció un mecanismo que permite examinar los procesos que controlan la distribución y abundancia de los organismos.

El tercer hito resulta del avance y reorganización de las relaciones entre las ciencias, que proveen saberes esenciales sobre el funcionamiento de los seres vivos. En este momento se producen importantes avances en disciplinas como la física, la química, la fisiología, la termodinámica, etc., a partir de los cuales se comprendieron los principales procesos de flujos de intercambio de materia y energía, y se postularon los ciclos biogeoquímicos esenciales para la vida. Como resultado, el funcionamiento de la naturaleza comienza a ser pensado como una red compleja de interacciones entre organismos, en un determinado ambiente; en la que se relacionan las variables espacio y tiempo, sentando la esencia del estudio de la Ecología.

En el año 1866, el zoólogo alemán Ernst Haeckel acuña el término ECOLOGÍA, definiéndola como la ciencia de estudio de las relaciones entre organismos, y de las relaciones de estos con su mundo exterior.

En ese contexto, los botánicos han conseguido importantes avances sobre la forma que reviste la adaptación de las plantas a factores externos como el clima o el suelo, entre otros, desde el punto de vista lamarckiano, en donde se admite a la herencia de caracteres adquiridos en la vida individual. Paralelamente, los zoólogos consideraron los movimientos de poblaciones de animales y sus posibilidades de evolución, comenzando a conjugar aportes de Lamarck, Mendel, Darwin, apoyando la teoría de la selección natural. Y que, como resultado de este enriquecimiento de diversos aportes, varias décadas posteriores, evolucionaron dando lugar a la llamada genética de poblaciones.

Sin embargo, a pesar de los logros relevantes mencionados como parte de la historia de la Ecología, podría decirse que, hasta algunas décadas del siglo XX, la Ecología Vegetal y Animal seguían teniendo caminos separados por utilizar diferentes enfoques e instrumentos.

En 1935, Alfred Tansley introduce en el mundo un concepto trascendente, el de Ecosistema, planteado desde una mirada integradora que articula organismos vivos, con su ambiente. Hacia la segunda mitad del siglo XX, la Ecología pasa de ser meramente descriptiva, a tomar una posición dinámica de estudio de procesos en los Ecosistemas, y surgen conceptos claves como pilares de esta disciplina: hábitat, nicho ecológico, resiliencia, flujo de materia y energía, dinámica de poblaciones y ecosistemas. La Ecología se consolida como disciplina científica.

En 1953, surge la publicación de los hermanos ODUM titulada "*fundamentos de Ecología*", que marca un antes y un después, integrando los avances alcanzados hasta entonces, con nuevos aportes sobre el estudio de cómo los sistemas naturales interactúan entre sí, postulando novedosamente diagramas o circuitos de análisis de flujo de materia y energía en los Ecosistemas. Indiscutidamente, la ecología se consagra como una disciplina que

pone en lo alto del pedestal, la necesidad de analizar los sistemas desde la complejidad ambiental. Y es justamente este, uno de los aportes más importantes de la visión ecosistémica, red de entramados tróficos, niveles jerárquicos, y flujos de intercambios de materia y energía.

Entre las décadas del 60 y 70 ocurre una serie de acontecimientos que hacen florecer a la Ecología, inundando ámbitos a los que antes no había llegado. En 1968, un astronauta del Apolo 8 toma la primera fotografía del amanecer del Planeta Tierra, desde el espacio (Smith, 2007). Esta fotografía alcanzó un nivel de influencia más que pertinente, por ser pionera en demostrar irrefutablemente que la tierra y sus recursos son finitos. Aquello que a lo largo de la historia humana había sido percibido como infinito, basto, inagotable, comienza a ser visto de forma inédita, como un sistema acotado, finito, con límites y capacidad de agotamiento. Nacen numerosos actores, organismos, agrupaciones, que toman la bandera de temas ambientales. La ecología coloniza espacios y procesos que antes no ocupaba. Se pone en la agenda, y comienza a ser objeto de debate público. Para ese entonces Raquel Carson publica *La Primavera Silenciosa*, que denunciaba los impactos por el uso de agroquímicos en aves y peces. En la década del 70 surge la *Primera Cumbre de la Tierra*, y se inicia el proceso de visibilizar incipientemente las consecuencias de las actividades humanas sobre el planeta. Sumado a ello, dos informes que marcaron un antes y un después en los grandes temas ambientales a escala global y los impactos de la humanidad sobre la Tierra fueron el reporte de "los límites del crecimiento" (1972), y el informe Brundtland (ONU, 1987). En este escenario de cambios, se conforma una estructura social que por primera vez cuestiona la forma en la que, la especie humana se vincula con su entorno.

Sin lugar a dudas, este contexto ha actuado como un caldo de cultivo para el desarrollo y flore-

cimiento de nuevas disciplinas híbridas, que surgieron no solamente como resultado de los cada vez más evidentes impactos antrópicos sobre la biósfera, sino además por la confluencia de numerosos autores, provenientes de diferentes esferas del saber, que venían ya cuestionando el grave error en la falta de abordajes interdisciplinarios (ver figura 1). Tal como ha ocurrido con otras disciplinas emergentes del diálogo entre la Ecología y otras ciencias, a partir del intercambio entre ésta y fundamentalmente el urbanismo, nace la Ecología Urbana (EU). Entre los años 60 y 70, ocurre un punto de inflexión en los abordajes de disciplinas híbridas. Ya desde décadas anteriores se venían destacando autores que cuestionaban el funcionamiento estanco o cerrado de las disciplinas clásicas, por el hecho de no considerar conexiones interdisciplinarias fundamentales. Es a partir de esto, que la Ecología, comienza a ocuparse de temas urbanos, implicando un cambio radical al introducir a la especie humana como parte de su objeto de estudio, hasta entonces no considerado.

Principios de Ecología Urbana

La Ecología se dedica a estudiar científicamente los flujos de intercambio entre los organismos y para con su ambiente. Análogamente la Ecología Urbana, como campo científico, toma conceptos propios de la ecología clásica y los aplica en el análisis de redes de intercambios de flujos de materia y energía, sobre un ecosistema específico, la ciudad. La EU utiliza entonces la teoría ecológica para describir el comportamiento humano en la configuración urbana, y por ello debe mantener una relación dialéctica profunda con las Ciencias Sociales. De hecho, uno de sus objetivos radica precisamente en articular ambas ciencias, en pos de encontrar un equilibrio entre la civilización humana y

el entorno natural. El enfoque ecológico para el análisis de las ciudades representa un aporte fundamental dentro de la mirada de la complejidad ambiental; y de la subyacente necesidad de un abordaje interdisciplinario acorde a los desafíos actuales, la multiplicidad de factores, variables, componentes, actores, etc.

Los Ecosistemas pueden describirse como un continuo ecológico que va desde espacios prístinos hasta urbanos, en donde la actividad humana crece desde nula o relativamente baja, hasta dominante. Desde una mirada ecológica, el espacio urbano representa un sistema abierto y heterotrófico, altamente dependiente de insumos materiales y energéticos provenientes de ecosistemas externos, y, en muchos casos, geográficamente distantes. Tales requerimientos comprenden fundamentalmente materias primas, alimentos, productos forestales y suelo para la ocupación directa y construcción. En contrapartida, el metabolismo urbano, devuelve al ambiente o al medio externo, residuos y calor disipado (Rees, 1996b). Es claro que, en su abordaje, esta disciplina se nutre de una serie de instrumentos propuestos, desarrollados y ampliamente utilizados también por la Economía Ecológica. Desde el punto de vista biofísico, la Ecología Urbana hace uso de conceptos como metabolismo social, la Huella ecológica, hídrica, de carbono, el agua y suelo virtual, la apropiación del hombre de la producción primaria neta en la biósfera (HANPP), entre otros.

Varios son los autores que definen de una u otra forma esta nueva disciplina. Pero en términos generales se piensa en la urbe como un sistema vivo, complejo y consumidor (Montenegro, 2000), que depende fuertemente del ingreso de insumos externos para su supervivencia. Desde el punto de vista de la eficiencia en el uso energético de los ecosistemas, ya Howart Odum plantaba las enormes diferencias de los ecosistemas naturales que son autosuficientes en la conversión energética

utilizable para su supervivencia, comparados con las ciudades que requieren apropiarse de la producción primaria de otros ecosistemas.

La ecología Urbana se visualiza como una nueva disciplina con un corpus teórico en formación que interrelaciona conceptos y teorías de la ecología tradicional con el urbanismo, la economía, la antropología, la geografía, la ingeniería, el derecho, la sociología, la historia, etc., constituyendo una disciplina vínculo entre las ciencias naturales y sociales (Di Pace, 2004). Esta misma idea la plantean otros autores, en tanto y en cuanto la teoría ecológica clásica no es suficiente para explicar la influencia de la especie humana sobre otras especies, sobre la transformación en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y, en definitiva, la distribución, abundancia y relaciones inter e intraespecíficas en entornos urbanos. Por lo que, resulta necesario incorporar aportes provenientes desde modelos de las ciencias sociales (Collins, 2000).

A nivel latinoamericano, un libro histórico y pionero que contribuyó a la construcción del vínculo ecología-ambiente-ciudad es: *Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina* (Sunkel y Gligo, 1980)⁶. En esta obra se analizan aspectos conceptuales básicos de los problemas ambientales crecientes, como resultado de los nexos entre los recursos naturales, las aglomeraciones humanas, el ordenamiento territorial y la contaminación, con un abordaje del desarrollo agropecuario.

Entre los principales objetivos de la Ecología Urbana se vinculan con poder estudiar la estructura de los centros urbanos, cuantificar los flujos de materiales y energía que conectan la ciudad con su entorno, permitiendo su supervivencia, desarrollar nuevos indicadores socio-ambientales y de sustentabilidad para ser aplicados en la gestión urbana,

estudiar los impactos generados por las actividades humanas sobre el ambiente, identificar o desarrollar criterios razonables y holísticos para el manejo de las ciudades, en definitiva, reducir los desequilibrios entre la cultura humana y la naturaleza.

La importancia del abordaje de las ciudades

Se estima que en 1900 sólo un 10% de la población mundial era urbana o habitaba en ciudades. El mundo cada vez está más urbanizado. Desde 2007, más de la mitad de la población mundial pasó a vivir en ciudades, y se proyecta que dicha cantidad aumente hasta el 60% para 2030. Sumado a ello, la población mundial en las últimas 5 décadas se ha más que duplicado pasando aproximadamente de 3500 millones de habitantes en 1970, a 7800 millones en el 2020. Durante los próximos 30 años se registrará un incremento considerable de la población urbana global, un aumento en el consumo de energía y materiales que, a su vez, multiplicará la generación de residuos (IRP, 2018).

Los datos publicados por la organización de las Naciones Unidas para el desarrollo sustentable arrojan que las áreas metropolitanas son los centros en donde se da el mayor crecimiento económico. Las ciudades del mundo ocupan aproximadamente solo el 3% de la superficie de la tierra, pero representan entre el 60% y el 80% del consumo de energía y el 75% de las emisiones de carbono. Desde 2016, el 90% de los habitantes de las ciudades respiraba aire que no cumplía las normas de seguridad establecidas por la Organización Mundial de la Salud, lo que provocó un total de 4,2 millones de muertes debido a la contaminación atmosférica. Más de la mitad de la población urbana mundial estuvo expuesta a niveles de contaminación del

⁶ Obra disponible en el repositorio de la CEPAL: [Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina \(cepal.org\)](https://repositorio.cepal.org/es/publicaciones/1/S1200002.es)

aire al menos 2,5 veces más altos que el estándar de seguridad.

Para el caso de América Latina, cuenta con varias megaciudades cuya población es prácticamente urbana. Podría decirse que las dos características más relevantes y comunes de la región son por un lado una marcada dependencia de la exportación de recursos naturales (materias primas, productos agrícolas y minería) y, por otro, que se encuentra entre las regiones con mayores niveles de desigualdad en el mundo (PNUMA, 2022). En este sentido, el trabajo publicado por Enrique Har-doy hace ya varias décadas “Las ciudades del tercer mundo y el medio ambiente de la pobreza”, presenta una profunda vigencia. Una de las principales conclusiones de esta obra radica en destacar que si bien para el caso de países desarrollados, mayormente europeos, los principales problemas se vinculaban con la contaminación del agua, y las emisiones, para el caso de las ciudades del tercer mundo el mayor problema es mucho más básico, se trata de la pobreza y la desigualdad de su población, y del rol que las ciudades presentan como generadoras de desigualdad. En este sentido, cuando se revisan los documentos actuales, América Latina sigue presentando valores sumamente preocupantes de pobreza, desempleo, desigualdad, empleos informales, avance de asentamientos irregulares, falta de infraestructura, provisión y acceso a servicios básicos, que son persistentes y que claramente no se están resolviendo. Según las proyecciones de la ONU, el 95% de la expansión de los terrenos urbanos en las próximas décadas tendrá lugar en el mundo en desarrollo.

La República Argentina, según datos del INDEC, en el año 2020 contaba con una población de 45.376.763 millones de personas y se encuentra entre las naciones más urbanizadas del mundo. El 92% de su población es urbana, muy por encima de la media mundial (54%) y por encima de la media de Europa (75%), de Estados Unidos (82,2%) y de la

propia región de la que forma parte (83%) (CEPAL, 2017). La República Argentina presenta una distribución espacial desequilibrada: según datos del Censo de Población Hogares y Viviendas del 2010, el 37% de la población urbana se encuentra localizada en el Aglomerado Gran Buenos Aires (AGBA). Su peso supera en casi 10 veces a la aglomeración que le sigue en magnitud de población (Gran Córdoba). La AGBA es la tercera Metrópoli más grande de América Latina detrás de Ciudad de México y San Pablo. El 73% de la población de la provincia de Buenos Aires vive en los partidos del Conurbano, que representan el 4% de la superficie provincial. Se estima que para el 2030 el porcentaje población urbana sea de 94%. Las ciudades de tamaño intermedio son las que más han crecido en las últimas décadas, muchas de ellas capitales de provincia y con crecimiento superior al promedio nacional, al AGBA, Gran Rosario y Gran Córdoba.

Las ciudades y sus principales impactos ambientales

La urbanización consiste en la sustitución de sistemas naturales y o rurales, por sistemas densamente poblados por una única especie predominante, la humana. No existen en el planeta ecosistemas más transformados que las ciudades. La cada vez más intensa capacidad humana para intervenir, alterar, y destruir ecosistemas naturales, se vincula directamente con la creación y ampliación de ciudades, (y sus correspondientes servicios, infraestructura, tecnologías, redes, etc.); pero además, resulta en una enorme y siempre creciente presión sobre los recursos naturales planetarios, en post de satisfacer la demanda urbana. A pesar de lo que en numerosos espacios se pretende instalar respecto de la descarbonización de la economía, cuando se revisan las tendencias estimadas, se encuentra que durante las últimas cinco déca-

das la población mundial se duplicó, la economía se cuadruplicó y el comercio internacional, se multiplicó por 8 (IPBES, 2019). Irrefutablemente, los datos indican que a pesar de que, en algunos procesos específicos, se esté logrando un cierto nivel de desacople, vía la eficiencia tecnológica o mejoras en la gestión de procesos en la balanza total, el saldo siempre es negativo. La velocidad exponencialmente creciente de consumo y consumismo humano, la extracción de recursos no renovables, el cambio de uso del suelo (CUS) o avance sobre sistemas naturales, y las emisiones de GEI continúan creciendo. Desde el punto de vista energético, parados en disciplinas como la Economía Ecológica, la Ecología Política, la Ecología Industrial, la Ecología Urbana, los centros urbanos son altamente dependientes de la importación de alimentos e insumos básicos, pero también de la salida de residuos de todo tipo (sólidos, líquidos y gaseosos). Asimismo, las relaciones que el ser humano establece con la naturaleza, siempre son dobles (Toledo, 2014.) Una a nivel individual o biológico, y otra a nivel social o colectivo. Por eso, resulta fundamental sumar el análisis de flujos de información dentro de las ciudades, además del análisis de flujos de materia y energía como en el caso de los organismos vivos. Por supuesto de la mano de los aportes y modelos provenientes de las ciencias sociales.

Cuando se habla del **perfil metabólico de las ciudades**, se hace referencia al uso de materiales y de energía que las mismas realizan para su funcionamiento, desde una mirada biofísica. Esto implica procesos de importación, exportación, y producción interna. Donde la producción interna representa todos aquellos procesos de transferencia o conversión desde la existencia o disponibilidad de materiales y energía en el ámbito natural (recursos) hacia ámbitos de transformación industrial, procesamiento, o consumo/comercio hacia el interior de un país. Entonces, esta producción interna puede ser medida como la disminución del capital

natural de una nación, en un período determinado, y su equivalente incorporación al circuito económico.

Cuando se compara el proceso metabólico asociado a sistemas agrarios, frente a sistemas urbanos e industriales, se destacan las grandes diferencias que caracterizan a cada uno, justamente desde el punto de vista de la apropiación de recursos, frente a sus transformaciones, demandas, consumos y excreciones (González de Molina y Toledo, 2011). De allí se visualiza claramente que el metabolismo urbano impacta intensamente sobre dos de las etapas metabólicas, el consumo y la excreción. Por lo tanto, es comprensible que la Ecología Urbana se dedique más directamente al estudio de los patrones que regulan la cantidad relativa, disposición y tasas que regulan la distribución, abundancia y funcionamiento de las ciudades reguladas fundamentalmente por estas etapas metabólicas. De hecho, dos de las recomendaciones que se reiteran en los diferentes informes de la ONU en pos de cambiar el rumbo hacia un diseño de ciudades más sustentable y un uso más racional del espacio y de los recursos, justamente son los enormes aportes que pueden representar las ciudades en términos de volver más eficiente la gestión de sus residuos, e invertir en una red de transporte público de calidad, para incrementar la eficiencia en el consumo energético. Ambos procesos fuertemente vinculados con el consumo y la generación de residuos.

Considerando entonces, los niveles de demanda y consumos que representan las ciudades hoy día, la lista de impactos ambientales es cada vez más larga y profunda. Por supuesto se debe realizar una diferenciación de los problemas o impactos que las ciudades su metabolismo tienen, por un lado, a nivel interno, es decir dentro de las urbes. Pero, por otro lado, los enormes impactos que exceden enormemente los límites de su ocupación.

Teniendo en consideración que la población mundial y en particular la urbana continúan creciendo, y que las ciudades son las responsables del 60% de los consumos globales y aproximadamente del 75% de las emisiones de GEI, resulta una obviedad mencionar la enorme influencia sobre cada uno de los grandes problemas de escala global. El cambio climático, y sus profundos vínculos la pérdida de biodiversidad y de las enormes prestaciones que la naturaleza hace sobre la dinámica de la especie humana en particular y sobre la biosfera en general. A su vez, la biodiversidad se ve directamente afectada por el avance de las fronteras agropecuarias sobre territorios naturales (CUS), no solamente destruyendo hábitats y albergue de especies, sino además reduciendo las posibilidades planetarias de continuar produciendo biomasa, de capturar carbono de la atmósfera, regular la composición atmosférica, regular el ciclo hidrológico, capturando agua en la biomasa, permitiendo generar condiciones adecuadas para la perpetuación de los ciclos de precipitaciones mediante la evapotranspiración, etc., regular la temperatura, evitar inundaciones, promover la protección de suelo y de la biodiversidad asociada, etc. Por otro lado, se avanza con la frontera urbana sobre ecosistemas tanto naturales como agrarios, corriendo los límites y expandiendo la ocupación del espacio. Otro problema grave asociado al crecimiento y consumo de ciudades lo constituye la demanda continua de materiales para la construcción. Cantidades importantes de capas de suelo son extraídas para producir diversos tipos de materiales necesarios en la industria de la construcción, nuevamente a expensas de suelos, hábitats, y espacios que proveen funciones relevantes en el mantenimiento de la biosfera en su totalidad. Por supuesto los sistemas alimentarios representan una actividad antrópica, cuyo mayor consumo es en las ciudades, que se lleva una parte importante de recursos, fundamentalmente nutrientes del suelo y agua, pero cuyo impacto se ve exacerbado debido al modo predominante de producción agroindustrial, en donde se

recurre al ingreso de numerosos insumos externos con el argumento de “incrementar la producción”, que a su vez demanda enormes cantidades de consumo de combustibles fósiles, para la producción de productos agrotóxicos, fertilizantes sintéticos, y otros insumos, para la aplicación mediante maquinaria, y para su transporte a lo largo de toda la cadena productiva hasta su consumo. Generando el problema adicional de que enormes cantidades de agrotóxicos se distribuyen en los diferentes reservorios, llegando a contaminar los suelos, el aire, el agua y destruyendo la biodiversidad, tanto de especies polinizadoras como microorganismos de suelo. Ambos relevantes en la producción de alimentos y en la regulación de ciclos de nutrientes, garantizando el funcionamiento del sistema productivo. El desbalance de los nutrientes debido a la aplicación de fertilizantes sintéticos representa otro de los grandes problemas ambientales a escala global.

Con respecto a los problemas más hacia a dentro de las urbes, se puede comenzar mencionando el impacto por la cementación o la impermeabilización del suelo, con la construcción de casas, edificios, rutas, calles, autopistas, entre otras. Allí se generan varios conflictos que derivan de la impermeabilización del suelo. En primer lugar, la reducción en la capacidad de los sistemas naturales para realizar el proceso de recarga de acuíferos. Que además se ven fuertemente amenazados debido a las velocidades de extracción de agua de los grandes reservorios, acuíferos, que dependiendo del tipo de estructuras que deben recorrer y atravesar, el proceso de llegar finalmente al reservorio por parte de las moléculas de agua puede tardar décadas.

A nivel nacional, cuando se analizan los datos del tipo e importancia relativa de crecimiento de urbanizaciones, se encuentra que un porcentaje importante es de urbanizaciones cerradas (INDEC, Censo 2010). Esto implica, en numerosas ocasiones

la alteración de las redes de escurrimiento natural del agua tanto superficial como sub-superficial y subterráneas. Esto sucede porque al desarrollar emprendimientos urbanos sobre zonas de humedales, en general los grupos inmobiliarios compran terrenos baratos por ser bajos, que luego se rellenan con suelo y otros materiales provenientes de regiones externas, para elevar la cota del terreno y evitar inundaciones. Esto trae al menos dos impactos asociados, uno de ellos es la alteración del escurrimiento natural del agua, y el segundo, inundaciones en las áreas que rodean este terreno que fue elevado.

Existen además conflictos que surgen de la adaptación inadecuada del medio construido al soporte físico. Entre los más relevantes se encuentran la contaminación hídrica superficial por vuelco directo efluentes líquidos industriales y/o cloacales. La contaminación hídrica subterránea por evacuación de efluentes en pozos absorbentes. Pérdida y degradación de espacios verdes públicos. Inundación de viviendas por estar localizadas sobre valles inundables y una marcada falta de ordenamiento territorial. Falta de provisión de servicios básicos por la velocidad de crecimiento de las ciudades, frente a una lenta y baja capacidad pública de abastecer con redes de agua corriente, recolección de residuos, luminaria. Falta de funcionalidad urbana. Esto significa que, por una ausencia del ordenamiento territorial, la ocupación de los espacios es ineficiente o inadecuada, derivando en problemas de accesibilidad y circulación interna, así como también en incompatibilidad de actividades, por ejemplo, la instalación de industrias en barrios residenciales.

Como se viene mencionando, las alteraciones sobre el ciclo hidrológico consecuentes con el desarrollo urbano son significativas. En resumidas cuentas, y con respecto a la disponibilidad del recurso se puede decir que, se reduce la capacidad de recarga de acuíferos con la impermeabilización

del suelo. Se reducen las reservas de agua dulce por extracción intensa para usos como industrias y agricultura. Se promueve la inundación en espacios urbanos si no se cuenta con desagües diseñados acorde a la cantidad y estructura de circulación del agua. Con respecto a la cantidad del recurso, se contamina por el vertido de efluentes industriales y cloacales, se contamina con residuos de agroquímicos provenientes de la agricultura, se contamina la atmósfera con las emisiones de GEI, incrementando los equilibrios del dióxido de carbono con los cuerpos de agua fundamentalmente oceánicos, acidificando y afectando los ecosistemas marinos y su biodiversidad asociada. Reducción natural en la capacidad de regular el ciclo por desmonte, tala de bosques nativos y cambio de uso del suelo.

Sin dudas, un problema muy grave consecuente del estilo de vida consumista en las ciudades lo constituye la generación de todo tipo de residuos, cuya gestión integral viene siendo, en América Latina una deuda pendiente. Y aquí es importante destacar, que no solamente se debe invertir en estructuras y tecnologías que permitan pasar de una economía lineal a una circular, sino que las intervenciones deben ser mucho más intensas y a largo plazo. Es necesario, pero no suficiente implementar las 3Rs en el circuito de los residuos. Pero sobre todas las cosas se debe atacar el modelo de consumo. No es sustentable ni lo será seguir consumiendo y demandando recursos al ritmo actual. Sobre todo, para aquellos sectores de las sociedades con mayor poder adquisitivo. Se debe invertir de manera sostenida en educación ambiental de calidad, que promueva y cuestione los consumos innecesarios. Y por supuesto esto debe venir acompañado de una inversión en la eficiencia, en el pasaje de energías no renovables a energías limpias. Pero si sólo se apuesta a la eficiencia y desarrollo tecnológico, no será suficiente.

Ciudades latinoamericanas y sus relaciones con el entorno

Para comprender el perfil metabólico de las ciudades y países latinoamericanos, es ineludible revisar los procesos históricos que modelaron —y continúan haciéndolo— sus estilos de crecimiento. No es casual que la mayoría de los países latinoamericanos basan el crecimiento nacional en la sobreexplotación de sus recursos naturales, sino que este hecho responde directamente al contexto histórico global. Es decir, a las características de inserción de las economías latinoamericanas en el mercado internacional, y al rol que el mundo les asigna a estos países dentro de la división internacional del trabajo, cada vez más específico (Ramos, 2007). Este tipo de integración de países subdesarrollados al sistema económico global genera que los cambios socioeconómicos, dentro de los países, estén profundamente condicionados por el contexto mundial, modelando así el perfil metabólico de sus economías.

Particularmente en América Latina, se observa un proceso de disrupción del metabolismo histórico, mediante una intensificación de la exportación supeditada a la depredación de suelos, a la extracción de diferentes minerales, y recursos hidrocarbúricos. Sumado a ello, se deben contabilizar los flujos invisibles o no tangibles como es el caso del agua virtual (Allan, 1999) y el suelo virtual (Pengue, 2010) contenido en cada tonelada de cereales o granos producidos y exportados, sin reconocimiento económico alguno. El balance en las economías subdesarrolladas siempre es negativo, tal como lo planteaba Raúl Prébisch. En este intercambio desigual, no solamente hay que contabilizar los commodities que se van de un país, sino el deterioro de los bosques, la pérdida de las especies, la fragilidad introducida en los ecosistemas, la vulnerabilidad y degradación de servicios ecosistémicos, la destrucción, erosión, pérdida y degradación de suelos, la exportación de agua virtual, la

contaminación local del agua en una actividad, la presión sobre la disponibilidad del recurso hídrico por someterlo a niveles de extracción superiores a las tasas de renovabilidad, la contaminación del aire, el uso de territorios para la colocación de residuos y pasivos ambientales. Todo esto está asociado a la afectación de los ecosistemas y de las comunidades. De esta manera se promueve el retraso en los países latinoamericanos. En esta región, entre los años 1970 y 2008 la extracción de materiales aumentó cuatro veces y las exportaciones lo hicieron en proporciones similares, mientras que el incremento de la población presenta una tasa menor. Esto implica que existe un incremento del metabolismo social, agravado por el hecho de que, en toneladas, se importa alrededor de un tercio de lo que se exporta, bajo las condiciones de ecológico distributivas desiguales. Es decir, exporta barato, pero importa caro, contribuyendo al empobrecimiento creciente de la región (Alier, 2015).

Una pregunta básica en este análisis crítico sobre el subdesarrollo latinoamericano es, ¿cómo fue que los países industrializados han alcanzado su situación actual de desarrollo? Gran parte de ellos, han basado su desarrollo en una transferencia significativa de renta desde el sector primario, fundamentalmente agrícola, hacia otros sectores de la economía, mayormente el industrial. Sin embargo, el contexto económico en aquel entonces era muy diferente al existente a partir de los años 90, en el marco de la globalización y el crecimiento exponencial del comercio internacional. Basta revisar algunas cifras para evidenciar los cambios profundos que viene experimentando la economía global. En términos generales, se estima que en los últimos 50 años la población humana se ha duplicado, la economía mundial ha crecido casi cuatro veces, mientras que el comercio mundial se ha multiplicado por diez (IPBES, 2019). Estas cifras demuestran que, en primer lugar, existe una extraordinaria magnitud en los flujos internacionales de materiales y energía. En segundo lugar, dimensiona

el consumismo exacerbado e innecesario de las sociedades actuales. Y, en tercer lugar, queda claro el rol de los países subdesarrollados en esta suerte de “trampa” de la especialización en las exportaciones, basadas en las ventajas comparativas (Ekins, 1994; Alier, 2001).

La situación es muy diferente para los países subdesarrollados, entre ellos los latinoamericanos. En este sentido, es indudable el aporte valioso que se realizan desde los reportes globales, específicamente enfocados hacia la región latinoamericana, sin embargo, resulta más que complejo poder invertir en eficiencia e infraestructura, en pos de reducir los niveles de desigualdad, debido a la situación bajo enorme presión sobre la que se encuentran para generar divisas y afrontar el pago de las deudas. Deudas, que, dicho sea de paso, si se incurre en el ya estudiado y pobremente aplicado concepto de deuda ecológica. Una herramienta potente y prometedora si existiera firmeza de los gobernantes y apoyo del pueblo para exigir el cambio de pago deuda externa por deuda ecológica, lo que permitiría reducir la situación actual de irracionalidad en la sobreexplotación de los recursos naturales de los países latinoamericanos.

El metabolismo social en Argentina

En el año 2008, Argentina fue el cuarto y quinto productor de oro y cobre de América Latina (USBM 2011). También, el tercer y cuarto productor mundial de soja y maíz (FAOSTAT 2010). Si se analizan las estimaciones de flujos directos desde una mirada histórica, se observa un incremento importante de las exportaciones a partir de los años 90, fundamentalmente biomasa de bajo valor agregado. Así, la balanza comercial física es crecientemente negativa. Es decir, que se exporta en toneladas mucho más de lo que se importa. Por

otro lado, desde el año 2000 la balanza monetaria comienza a ser positiva, pero no en la misma proporción comparada con la balanza comercial física. Esto es clave comprenderlo, porque deja en evidencia que la Argentina se encuentra en la situación de tener que presionar de manera creciente, cada vez más intensa, si es que pretende incrementar sus ingresos bajo este mismo modelo económico (Perez-Manrique *et al.*, 2013). Por otro lado, si se observa la extracción anual de biomasa (cereales, soja, madera, pasturas y pienso para ganado, pesca, caza), minerales industriales (fosfato), metalíferos (oro, cobre), combustibles fósiles (gas, petróleo) y materiales de construcción (arenas, mármol), se tiene que entre 1970 y 2009 la extracción de materiales en Argentina pasó de 386 millones a 660 millones de toneladas, con una tasa de crecimiento superior a la de la población del país. Este incremento en la extracción de materiales, se debe fundamentalmente a la exportación de commodities provenientes de la agricultura y la minería (Walter y otros, 2013).

Otro aspecto relevante a destacar, es que la exportación de biomasa en Argentina representa el 70% del flujo material. A su vez, de la biomasa total exportada un 71% corresponde a pasturas y piensos para ganado, un 2% a pesca y extracción maderera y un 27% a cultivos. Dentro de ese 27% de cultivos, entre 1997 y 2009, la extracción pasó de 50 Mt a 137 Mt, siendo la soja el cultivo que más creció, pasando de un área cultivada igual a de 38.000 hectáreas en 1970 a 18 millones de ha en el 2009 (Pengue, 2001). Esta extraordinaria expansión de la soja se debe a la aprobación argentina, y por primera vez en el mundo, de la soja transgénica para el año el año 1996, asociado además a su paquete productivo (siembra directa, glifosato) en el país (Teubal, 2006).

El segundo flujo directo de materiales considerado está asociado a la extracción de minerales metalíferos. En argentina se ha promovido de ma-

nera extraordinaria la minería metalífera apostando a esta actividad, junto con la exportación de biomasa, como una de las bases del crecimiento del país. En el período de 1970 y 2009 este tipo de exportación se ha aumentado 27 veces.

Por último, también se puede observar el caso del crecimiento importante de la exportación de combustibles fósiles, con todos los impactos que conllevan sobre el mar argentino y sus plataformas marinas, como sobre las cuencas hidrocarburíferas en territorio continental. Las cuencas hidrocarburíferas argentinas se encuentran activas, y sobre una situación de presión creciente e intensa, debido, además, al actual contexto de guerras y conflictos por el acceso a la energía en el marco geopolítico internacional, donde existen tensiones importantes, intereses cruzados, y guerras que no deberían existir, y que, en definitiva, dejan sobre la mesa lo que el ser humano representa como especie en la biósfera.

Cabe destacar que, en los valores mencionados anteriormente sobre el metabolismo extractivo de argentina sobre sus recursos, solamente se consideran los flujos directos. Pero como se ha mencionado ya, se deben tener en cuenta adicionalmente todos los flujos indirectos involucrados en estos procesos, tales como la huella de nutrientes, el agua virtual, la mochila ecológica, el HANPP, entre otros.

En la actualidad, a estos ya históricos procesos extractivistas en la Argentina, se deben sumar las nuevas tendencias y demandas globales en términos de la explotación de reservas de hidrocarburos no convencionales, y la minería del litio, que, en definitiva, siguen la misma lógica de funcionamiento que en el caso de la agricultura y los minerales convencionales.

El rol de los suelos argentinos en el metabolismo social

La Argentina tuvo y tiene un rol relevante entre los principales países proveedores de biomasa, pero en la actualidad, se han sumado los componentes de biocombustibles y biomateriales. La producción agrícola en la región pampeana prácticamente se ha triplicado, pero en estos flujos tangibles, queda oculta la pérdida o salida permanente de recursos naturales de base, en este caso, los nutrientes de mayor demanda por parte de los cultivos (N,P,K). Es importante visibilizar entonces los volúmenes o flujos de nutrientes extraídos del suelo para la producción de los cultivos exportados, que no ha cesado desde los comienzos de la agriculturización en la década de 1970 (Pengue, 2015).

En general, los modelos productivos de monocultura incurren en la extracción selectiva de nutrientes del suelo, degradándolo progresivamente, o agotándolo. Así, se crea desde este modelo productivo, una necesidad de recurrir a la fertilización con agroquímicos sintéticos, que, por un lado, no llegan a reponer la cantidad de nutrientes extraídos, y por el otro, generan una serie de impactos como la pérdida organismos vivos del suelo, junto con la larga lista de servicios ecosistémicos que brindan. Generan una mayor dependencia externa para el sostenimiento del agroecosistema, o del cultivo, incrementan los niveles de contaminación, con el consecuente deterioro de la calidad, resiliencia y estabilidad del suelo como sistema ecológico.

El balance de masa de nutrientes, considerando ingresos y egresos es sumamente complejo de realizar. Sin embargo, existen representaciones que estiman la extracción promedio de nutrientes y cultivos específicos. Esta determinación de la extracción de nutrientes puede realizarse en base a valores promedio para cultivos (Ciampitti y Gracia,

2007), (Flores y Sarandom, 2003). En un análisis simplificado de huella de nutrientes se considera el flujo de ingresos (fertilización mineral, fijación simbiótica y aportes de biomasa residual). En el análisis de flujo de materiales (MFA) de nutrientes se evalúa la extracción de los mismos por el cultivo. Esto es, que no se consideran otras formas o pérdidas de nutrientes en el sistema, como por ejemplo infiltración, escorrentía, percolación, evaporación, etc. Cuando se analizan estos flujos, se obtiene que la soja se encuentra entre los cultivos que más nutrientes se lleva del suelo por unidad de materia seca producida.

Sumado a ello, la producción de soja en la región pampeana se ha incrementado en proporciones sin precedentes. Por un lado, a expensas de la producción de otros cultivos, y por el otro, mediante el avance de la frontera agrícola (proceso conocido como cambio de uso del suelo-CUS).

Consecuentemente, gran parte del territorio conurbano bonaerense implicado en esta actividad, viene perdiendo suelo de manera permanente y preocupante, convirtiendo a un recurso que en principio era renovable, en otro que no lo es tanto.

Es claro entonces, que, no es posible hablar de sustentabilidad, sin comenzar a considerar tanto los flujos directos como indirectos, revisando en profundidad la exportación neta de suelo virtual (Pengue, 2009) junto con la lista de consecuencias asociadas como la contaminación con agrotóxicos en el suelo, el agua, el aire y la biomasa; las elevadas tasas de deforestación por el avance de la frontera agropecuaria, las implicancias sobre las comunidades indígenas y rurales que viven o vivían en estos territorios (Aranda, 2013). No es casual que, al revisar el perfil metabólico de ciudades o países, Buenos Aires aparezca entre aquellos territorios con mayor exportación de biomasa y agua, comparada con ciudades desarrolladas con elevadísimos consumos relativos de energía eléctrica, minerales, emisiones de GEI (Fernández, 2011).

En este escenario, es altamente preocupante que el suelo no se gestione como un recurso de suma importancia a escala global por su riqueza, por su clima, por su disponibilidad de agua, y por representar una de las pocas regiones en el mundo con llanura de molisoles tan apropiado para la producción de alimentos, siendo un tema de demanda mundial.

BIBLIOGRAFÍA

- Ciampitti y Gracia. 2007. Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. Cereales, oleaginosas e industriales. *Archivo agronómico* 11.13-16.
- Di Pace. 2004. Ecología de la Ciudad. Universidad Nacional de General Sarmiento. Editorial Prometeo. ISBN: 987-9300-66-1.
- Eisenmenger, N.; Ramos-Martin, J. and Schandl, H. 2007. Transition in a changed context: Patterns of development in a globalizing world. *In: Socioecological transitions and global change: Trajectories of social metabolism and land use*, edited by M. Fischer-Kowalski and H. Haberl, 179–222. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Flores y Sarandom. 2003. ¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El ejemplo del costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo durante el proceso de agriculturización en la Región Pampeana Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía* 52-67.
- Fischer-Kowalski, M. et Haberl H., 1997. Tons, joules and money: modes of production and their sustainability problems. *Society and Natural Resources* 10(1): 61-85.
- Fischer-Kowalski, M. and Haberl, H. (eds). 2007. Socioecological transitions and global change: Trajectories of social metabolism and land use. Edward Elgar Publishing, Massachusetts.
- Fischer-Kowalski, M. 1998. Society's Metabolism. The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part I, 1860-1970. *Journal of Industrial Ecology* 2: 61-78.
- Giampietro, M.; Mayumi, K. and Martínez-Alier, J., 2000. Introduction to the special issues on societal metabolism: Blending new insights from complex system thinking with old insights from biophysical analyses of the economic process. *Population & Environment* 22(2): 97-108.
- González de Molina, M. y Toledo, V.M. 2011. Metabolismos, naturaleza e historia. Una teoría de las transformaciones socio-ecológicas. Icaria, Barcelona.
- Hardoy, Jorge Enrique & Satterthwaite, David E. 1987. Las ciudades del Tercer Mundo y el medio ambiente de pobreza. *Foro mundial de la salud* 1987 ; 8(1) : 87-96 <https://apps.who.int/iris/handle/10665/50653>
- Infante-Amate, J. 2017. Metabolismo Social. Historia, métodos y principales aportaciones. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* Vol. 27: 130-152.
- IPBES. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. 2019. Reporte global. Nature's Dangerous Decline 'Unprecedented' Species Extinction Rates 'Accelerating'.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2022. Segunda parte del Sexto Informe de Evaluación: Cambio Climático 2022. Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad.
- IRP. 2018. El peso de las ciudades: los recursos que exige la urbanización del futuro. Swilling, M., Hajer, M., Baynes, T., Bergesen, J., Labbé, F., Musango, JK, Ramaswami, A., Robinson, B., Salat, S., Suh, S., Currie, P., Fang, A., Hanson, A. Kruit, K., Reiner, M., Smit, S., Tabor, S. Un informe del Panel Internacional de Recursos. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, Kenia.

- Margalef Ramos.1974. Ecología, Omega, Barcelona, 4ta Ed. 1986.
- Martínez-Alier, J. and O'Connor, M. 1996. Ecological and Economic Distribution Conflicts, en Costanza, R. Segura, O. y Martínez-Alier, J. (eds) Getting Down to Earth- Practical Applications of Ecological Economics. Island Press, Washington, 153-184.
- Martínez-Alier, J. 2007. Marxism, Social Metabolism, and International Trade, en Hornborg, A., Martínez-Alier, J.M. y McNeill, J.M. (eds) Rethinking environmental history: world-system history and global environmental change. Altamira Press, Plymouth, 221-238.
- Naredo, J.M. 2000. "El metabolismo de la sociedad industrial y su incidencia planetaria", en José Manuel Naredo y Fernando Parra, eds., *Economía, ecología y sostenibilidad en la sociedad actual*, Madrid, Siglo XXI Editores, 2000, 193-229.
- Odum, E. 1969. The strategy of ecosystems development. *Science* 164: 262-270.
- Pengue, W.A. 2010. Suelo virtual, biopolítica del territorio y comercio internacional. *Fronteras* 9. 12-24. ISBN: 1667-3999.
- PNUMA. 2021. El Peso de las Ciudades en América Latina y el Caribe: Requerimientos Futuros de Recursos y Potenciales Rutas de Actuación. Delgado Ramos, Gian Carlo y Martino, Diego. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Nairobi, Kenia.
- PNUMA. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2012. GEO5. Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. Medio Ambiente para el Futuro que Queremos. Capítulo AGUA. ISBN: 978-92-807-3181-1.
- SMITH, TOMAS M. & SMITH, ROBERT LEO. 2007. Ecología. 6ta. Edición. PEARSON EDUCACIÓN, S.A, Madrid, 2007 ISBN: 978-84-7829-084-0
- Toledo, V. & González de Molina, M. 2007. El metabolismo social: las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. En: Garrido Peña, F, González de Molina, M., Serrano, J.L. y Solana, J.L., El paradigma ecológico en las Ciencias Sociales. Icaria, Barcelona, 85- 112.
- Vitousek, P.M.; Ehrlich, P.R.: Ehrlich, A.H. y Matson, P.A. 1986. Human Appropriation of the Products of Photosynthesis. *BioScience* 36: 368-373.

CIUDADES Y SU RELACIÓN CON EL SECTOR TRANSPORTE, PORTUARIO, ENERGÉTICO, Y EL CONSUMO DE HIDROCARBUROS EN ARGENTINA

J. Cristián de Haro
delfinaustral2004@yahoo.com.ar

Introducción

Toda sociedad, independientemente de su situación en el espacio y en el tiempo comienza apropiándose de materiales y energías de la naturaleza y finaliza depositando residuos en los espacios naturales. Entre estos dos fenómenos ocurren además procesos internos en la sociedad, donde las energías y materiales apropiados circulan, se transforman y terminan consumiéndose. Por lo tanto, existen flujos de energía y materiales de entrada, interiores y de salida. Este proceso, conocido como metabolismo social, se ve entonces representado por cinco aspectos: la apropiación, la transformación, la circulación, el consumo y la excreción (Toledo, 2013).

De acuerdo a datos de las Naciones Unidas, la mitad de la población mundial vive en ciudades y, con un crecimiento de residentes urbanos de casi 73 millones cada año, las previsiones apuntan a que a mediados del siglo XXI dos tercios de la población mundial van a vivir en áreas urbanas (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, 2015). La urbanización ha sido una tendencia significativa en los asentamientos humanos y el desarrollo, impulsada por muchos factores y con impactos ambientales significativos. Gran parte del

crecimiento de las extensiones urbanas se ha observado en las regiones costeras, con el 11% de todo el suelo urbano en zonas costeras de baja elevación, es decir, a menos de 10 metros sobre el nivel del mar (Güneralp *et al.*, 2015). Según el reporte sobre el *Estado Global de las Metrópolis* (ONU-Hábitat 2022) la extensión territorial de las áreas urbanas está creciendo más rápido que su población, consumiendo más suelo para el desarrollo urbano. Esto provoca que muchas ciudades crezcan más allá de los límites de su municipio central, configurando metrópolis más grandes y desas. Esta tendencia, presente en todas las regiones del mundo, afecta a ciudades de todo tipo y tamaño e incluso a pueblos pequeños. Tal es así que, las metrópolis se están convirtiendo en una tipología predominante de ciudades en el siglo XXI. En 2020, remarca el reporte, por lo menos 2600 millones de personas vivían en 1934 metrópolis, lo que representa el 60% de la población urbana mundial o un tercio de la humanidad aproximadamente. Del total de metrópolis (1934), 34 han superado los 10 millones de habitantes; mientras que 51 tienen una población de 5 a 10 millones; 494 de 1 a 5 millones; y 1355 de 300.000 a 1 millón (ONU-Hábitat 2022). Las proyecciones realizadas por el mencionado reporte muestran que el número de personas que vivirán en metrópolis en 2035 aumentará a 3470

millones, lo que representara el 39% de la población global. Asimismo, dicho reporte estima que casi mil millones de personas más habitarán las metrópolis durante la próxima década, impactando en la economía, las sociedades, el ambiente, la gobernanza, el transporte, la infraestructura y servicios, en todo tipo de ciudades y regiones del mundo. Por otra parte, es importante tener en cuenta que, si bien las ciudades del mundo ocupan solo el 3 por ciento de la superficie terrestre, representan el 70 por ciento del producto bruto interno global, entre el 60 y el 80 por ciento del consumo de energía y el 75 por ciento de las emisiones de carbono (Silva, M.E. y Rodríguez, A.F., 2022). Asimismo, las ciudades producen menos del 10% de sus alimentos y requieren de fuentes externas para la provisión de los mismos, del agua, la energía, el combustible e insumos industrializados. En su mayoría, dependen del comercio mundial de alimentos, cuyos costos del transporte se incrementan exponencialmente (Eguía, S.E., 2022). La expansión de las ciudades está vinculada a la infraestructura para satisfacer las demandas de la vida urbana (vivienda, transporte de personas, bienes, alimentos, energía, agua, etc.), con efectos dentro y más allá de los límites de las áreas urbanas.

En el caso de Argentina, el 92% de la población vive en ciudades. Es más, casi la mitad de la población del país vive en solo ocho áreas urbanas (AMBA, Córdoba, Rosario, Mendoza, Mar del Plata, San Miguel de Tucumán, Salta y Santa Fe) y allí se concentra la mayoría del PBI y de los viajes. Solo en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) reside un tercio de la población, la cual genera un 48% del PBI del país. De esta manera se concentra fuertemente la actividad que explica la movilidad de bienes y personas en Argentina (Marchini, T. Ed., 2022).

Por otro lado, el territorio argentino posee una gran extensión y numerosos centros de producción/extracción con una particular especializa-

ción en la explotación de recursos naturales: producción agrícola, ganadera, minera, hidrocarburífera, pesquera y forestal, localizados en diferentes regiones del país (Centro, NEA, NOA, Cuyo y Patagonia). Esta característica también modela los flujos de materias primas, bienes, y personas a los grandes centros urbanos, industriales y de exportación.

Actualmente las ciudades son las grandes consumidoras de materiales y energía, dicho consumo y los flujos de entrada y salida para satisfacer sus necesidades básicas definen en gran medida las características, dimensión y ubicación del sector del transporte, de la infraestructura portuaria, y de la energía. Los efectos provocados por ese consumo, así como su impacto en el agotamiento de los recursos, hacen necesario comprender cómo las ciudades consumen, cómo se abastecen y sus flujos. La urbanización tiene vínculos múltiples y complejos con el medio ambiente (Bai *et al.*, 2017; Grimm *et al.*, 2008). En tal sentido, para ayudar a entender esta dinámica, se sintetiza información que consideramos relevante sobre el transporte, los puertos, la energía, y el consumo de hidrocarburos en la Argentina.

1. EL SECTOR TRANSPORTE

.El transporte es un sector que, en sus diversas modalidades, cumple una función esencial para la sociedad ya que propicia la movilidad de personas y de bienes en el territorio. Esto lo convierte en una herramienta clave para potenciar el desarrollo económico y la integración territorial.

El sector presenta características particulares que lo diferencian claramente de los restantes sectores productivos (Muller, A. *et al.*, 2019):

- Atiende simultáneamente a una variedad de demandas por lo transportado: **Pasajeros** (con variadas condiciones de confort), o **Cargas** (de diferentes tipologías).
- Atiende simultáneamente a una variedad de demandas por el ámbito geográfico (origen y el destino): **Urbano, Interurbano o Internacional**.
- Diversidad de tecnologías (modalidades) para proveer prestaciones similares: **Automotor, Ferroviario, Fluvial, Marítimo o Aéreo**. Es frecuente la realización de viajes combinando más de una de estas modalidades, tanto en áreas metropolitanas, como en el ámbito interurbano e internacional. Por ejemplo, el comercio exterior de granos puede recurrir sucesivamente al camión (desde el establecimiento agrícola a la planta de acopio), al ferrocarril (del acopio al puerto) y al transporte marítimo (desde el puerto). Otro ejemplo, el transporte interurbano de pasajeros suele demandar viajes complementarios en modos diversos como el desplazamiento desde y hacia un aeropuerto.
- Dependencia entre movilidad e infraestructura: el transporte utiliza tanto **Vehículos** que se desplazan como **Infraestructura** que sustenta dicho desplazamiento. Existen economías de escala por densidad, en el plano de la infraestructura, lo que lleva a que tienda a existir concentración en la oferta de transporte.
- Requerimiento de servicios complementarios: operación de **Estaciones Terminales**, de **Centros de Transferencia**, **Servicios Logísticos**, e **Infraestructura de Apoyo**.
- Diversidad de organizaciones involucradas: **Empresas Formalizadas**, **Operadores Cuenta Propistas**, etc., y también flotas operadas por

organizaciones cuyo propósito final no es el transporte.

- Diversidad de jurisdicciones y regímenes regulatorios: **Nación, Provincias y Municipios**.

Estas particularidades hacen que el sector del transporte genere fuertes demandas de insumos como infraestructura, equipos, combustibles, etc. Estas implicancias extra-sectoriales determinan que los objetivos fijados para el sector en general vayan más allá de la provisión de movilidad, vinculándose con otras políticas como el modelo productivo, el ordenamiento territorial, la integración regional, políticas sociales, de promoción del turismo, la política ambiental, o políticas de salud pública. Por lo tanto, el transporte persigue múltiples objetivos (en ocasiones conflictivos) y requiere políticas públicas que orienten su desempeño (Barbero & Rodríguez Tornquist, 2012).

Desde el punto de vista tecnológico, el sector Transporte comprende los siguientes modos principales que se detallan a continuación (Muller, A. *et al.*, 2019):

- **Modo automotor**: vehículos que emplean motores a combustión interna (ciclos Otto o Diésel), operados sobre una infraestructura vial. La tracción eléctrica actualmente existe únicamente en el transporte público urbano como trolebuses, alimentados por red eléctrica aérea que en ocasiones está combinada con baterías para dar autonomía a los vehículos. Asimismo, comienza a desarrollarse la modalidad de vehículos eléctricos almacenando energía en acumuladores.
- **Modo Ferroviario**: vehículos operados mediante motores Diésel o eléctricos en su virtual totalidad, sobre una infraestructura basada en vías

férrea. El material rodante puede constar de unidades separadas (locomotora y vagones o coches de pasajeros), o unificado (coches motores diésel o eléctricos, volcados al transporte de pasajeros).

- Modo Fluvio-marítimo: opera bajo dos modalidades básicas: buque y tren de barcas conducido por remolcador de empuje, casi en su totalidad con tracción a motor diésel. El servicio se presta sobre vías navegables preexistentes, que pueden demandar o no acciones de adaptación (dragado, señalización, etc.) o sobre canales enteramente artificiales. Por otra parte demanda instalaciones portuarias ad-hoc para operaciones de carga y descarga, entre otros. La operación es tanto a la demanda como por líneas regulares.
- Modo Aéreo: operado mediante aeronaves a turbina o mediante motor a pistón. Emplean infraestructura ad-hoc: los aeropuertos, y las prestaciones responden en general a servicios diagramados, pero también existe el chárter.

Argentina se caracteriza por tener una alta concentración de población urbana, principalmente en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), seguida por aglomeraciones urbanas en las provincias de Córdoba, Santa Fe, Mendoza y Tucumán. En el caso del AMBA, en 2012, más de 16 millones de habitantes demandaron 8700 millones de viajes, incluyendo transporte público y privado (Barbero, Polo, & otros, 2015). La distribución modal de dichos viajes fue de 38% para colectivos, 37% para autos particulares, 5% para trenes, 4% para taxis, 2% subterráneos, y 14% otros (Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático. Versión I-2017).

Para 2016, las 138 líneas de transporte (nacionales) de pasajeros con servicios urbanos en el

AMBA contaron con 9892 vehículos, trasladaron 1620 millones de pasajeros y totalizaron un recorrido de 672,4 millones de kilómetros (A esto hay que sumarle 5104 unidades provinciales y 3313 unidades municipales que también operan en el AMBA). Por otro lado, los servicios de oferta libre registraron 1095 vehículos adicionales. Para el mismo año, utilizó 657.000 formaciones para transportar un total de 358 millones de pasajeros, recorriendo una distancia de 21,2 millones de kilómetros. Por su parte, la red de subterráneos transportó 303 millones de pasajeros. (Comisión Nacional de Regulación del Transporte-CNRT/Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático. Versión I- 2017).

En el AMBA los habitantes realizan cerca de dos viajes por día mientras que para las ciudades de Córdoba, Rosario y Mendoza alcanza 1,5 viajes por día por habitante y el transporte automotor es preponderante (Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial-C3T). La cantidad de vehículos automotores de pasajeros registrados en las diferentes provincias –excluyendo el AMBA– alcanzó las 7294 unidades en jurisdicción municipal y las 3738 unidades en jurisdicción provincial en junio de 2016. El servicio de transporte interurbano automotor, en 2015, transportó 37,2 millones de pasajeros, recorriendo un total de 708,5 millones de kilómetros, con un registro de 132 empresas con una flota de 4107 vehículos. En cuanto a los ferrocarriles interurbanos, en los primeros seis meses de 2016, los pasajeros transportados ascendieron a 1,8 millones. Por su parte, según datos de la Empresa Argentina de Navegación Aérea (EANA), el modo aéreo transportó 11,4 millones de pasajeros en el mismo año (Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático. Versión I-2017).

Como se mencionó anteriormente, el territorio argentino posee una gran extensión y numerosos centros de producción con una particular es-

pecialización en la explotación de recursos naturales: producción agrícola, ganadera, minera, hidrocarbúrica, pesquera y forestal, localizados en diferentes regiones del país (Centro, NEA, NOA, Cuyo y Patagonia). Esta particularidad modela el flujo de cargas interurbanas, desde los centros de producción a los grandes centros de consumo, industriales y de exportación. En relación a las cargas interurbanas, en 2014 se relevaron 443 millones de toneladas transportadas dentro del territorio nacional, y se estimó que la carga total ascendería a 521,7 millones de toneladas. Para dicho año fue preponderante el modo carretero en el transporte interurbano de cargas (92,7%), apenas el 3,7% fue transportado en ferrocarril, y el 3,6% por agua (en buques y barcazas). La carga aérea, por su parte, solo superó las 9000 toneladas (Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático. Versión I-2017).

En lo que refiere a las unidades de transporte con circulación interjurisdiccional, el parque de vehículos automotores de carga del tipo N3 (camiones con un peso máximo superior a 12 toneladas métricas) registrado formalmente asciende a 180.000. La distancia recorrida por este parque superaría los 17.400 millones de kilómetros, con un consumo estimado de 6300 millones de litros de combustible. Las unidades registradas formalmente con circulación interjurisdiccional bajo la categoría N2 (con capacidad de carga entre 3,5 y 12 toneladas) alcanzaron las 91.000, con una distancia recorrida de 3600 millones de kilómetros por año, con un consumo de 448 millones de litros de combustible. Por otro lado, los vehículos utilitarios livianos en el país ascendieron a 2,5 millones para diciembre de 2015 (Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático. Versión I-2017).

Como vimos, el sector del transporte es sumamente complejo y presenta una gran diversidad de modalidades que se corresponde con un amplio espectro de actores y modos de regulación. Es así

que, los organismos públicos con potestad para definir los marcos normativos del sector y su fiscalización son múltiples: las áreas de transporte de la Nación, de las provincias y de los municipios, de energía, de industria, salud pública, ambiente, comercio interior y exterior, hacienda, aduana, entre otras (Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático. Versión I-2017). En el caso de las cargas, Barbero & Guerrero, 2017 afirman que hay tantos segmentos sectoriales como industrias a las que sirven, aún más teniendo en cuenta que para una misma industria varía el transporte de insumos, de materias primas, de piezas a medio terminar, o de productos terminados, y agregan: *“lo que hace que el perfil del transportista sea la otra cara de la moneda del perfil del generador de las cargas”*. Asimismo, la diversidad del transporte de personas, se corresponde con las innumerables necesidades de movilidad de la población y las inmensas posibilidades de movilidad que ofrecen las tecnologías vigentes.

1.1 Consumo de combustibles y emisiones de gases de efecto invernadero

El incremento en los niveles de desarrollo de las economías cada vez más globalizadas, se produce a instancias de una profundización de los intercambios de bienes y movilidad de personas, por lo que el sector transporte resulta particularmente importante en estos procesos. En tal sentido, el aumento en el producto, en las exportaciones y en los flujos de transporte de bienes y de personas a escala mundial han sido significativas, entre 2000 y 2016 los niveles de producto mundial se incrementaron un 55% y las exportaciones un 93% (Banco Mundial, <http://databank.worldbank.->

org). Esto se vio reflejado en las estadísticas del transporte marítimo de carga ya que, entre 2000 y 2014, el tráfico de contenedores se triplicó, alcanzando un volumen equivalente de 679 millones de TEU⁷. Por su parte, entre 2000 y 2014, el transporte aéreo internacional experimentó un incremento de casi 50% (Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático. Versión I-2017). Dicho incremento en el transporte, en sus diversas modalidades, trae aparejado un aumento en el consumo de energía, combustibles particularmente derivados de hidrocarburos.

Como se mencionó, el sector del transporte es muy relevante por atender múltiples necesidades, sin embargo también genera una serie de impactos negativos para el medio social y ambiental: accidentes, congestión vial en ciudades, contaminación sonora, contaminación visual, contaminación con material particulado, emisión de compuestos de nitrógeno y de azufre, y emisiones de GEI. En las áreas urbanas, del transporte automotor el uso de automóviles particulares es el principal responsable por la congestión y polución del aire, y del 70% de las emisiones de GEI. El escenario es aún más complejo, ya que se espera un incremento global en las emisiones de GEI del sector transporte de aproximadamente 57% para el período 2005-2030 (Barbero & Rodríguez Tornquist, 2012).

El sector energía es el principal contribuyente a las emisiones de GEI a nivel nacional, representando el 34% de dichas emisiones, seguido por la industria con un 24%, las actividades agropecuarias con el 22%, el transporte en todas sus modalidades con el 15%, y edificios con un 6%. La preponderancia del modo carretero en la matriz de transporte se corresponde también con la concentración de emisiones del sector (Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático. Versión I-2017).

Los diversos modos de transporte difieren en el combustible que utilizan para las motorizaciones: fósiles (nafta, GNC y gasoil), biocombustibles, mixtas (fósiles y biocombustibles) o eléctricas. Asimismo, cada uno de los combustibles y fuentes de energía se suministra a través de distintos canales, según el modo de transporte. En cada caso, también difiere el tipo de tecnología capaz de mitigar las emisiones y las medidas e inversiones necesarias para lograr mayor eficiencia en el consumo.

Las estimaciones de consumo de combustible, para el transporte urbano, indican que predomina la motorización diésel, siendo la distribución por vehículo-km en porcentajes los siguientes: GNC 1%, Gas-oíl 98%, y Nafta 1%. A continuación se presentan estimaciones sobre el consumo de combustibles fósiles utilizados directamente en el transporte automotor (Muller, A. *et al.*, 2019):

⁷ Transport Equivalent Unit (TEU) es una unidad de equivalencia que corresponde a las dimensiones de un contenedor estándar de 20 pies de largo.

Categoría BUR	Tipo	Combustible	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ eq			
			GgCO ₂	GgCH ₄	GgN ₂ O	GgCO ₂ eq	Participación sobre el total de la categoría	Participación sobre el total del sector	
Aviación civil	Aviación internacional	Aerokerosene	2.690	0,02	0,08	2.714	No contabilizado	No contabilizado	
	Cabotaje	Aerokerosene	1.412	0,01	0,04	1.425	100 %	2,5 %	
Subtotal aviación civil			1412	0,01	0,04	1.425	100 %	2,5 %	
Transporte carretero	Automóviles	GNC	5.280	8,66	0,28	5.550	11 %	9,7 %	
		Gasoil	2.452	0,13	0,13	2.495	5 %	4,4 %	
		Nafta	13.374	4,82	1,54	13.954	27 %	24,5 %	
	Subtotal automóviles			21.106	13,61	1,96	21.998	43 %	38,6 %
	Camiones	Para servicio ligero	GNC	243	0,40	0,01	255	0,5 %	0,4 %
			Gasoil	19.320	1,02	1,02	19.657	38 %	34,5 %
			Nafta	3.657	1,32	0,42	3.815	7,4 %	6,7 %
		Subtotal camiones ligeros		23.220	2,73	1,45	23.727	46 %	41,7 %
		Para servicio pesado	Gasoil	1.785	0,09	0,09	1.816	3,5 %	3,2 %
	Nafta		84	0,03	0,01	87	0,2 %	0,2 %	
	Subtotal camiones pesados		1.869	0,12	0,10	1.903	3,7 %	3,3 %	
	Subtotal camiones			25.088	2,86	1,56	25.631	50 %	45,0 %
	Autobuses	Urbano	Gasoil	1.529	0,08	0,08	1.555	3 %	2,7 %
		Interurbano	Gasoil	877	0,05	0,05	892	2 %	1,6 %
Subtotal autobuses			2.405	0,13	0,13	2.447	5 %	4,3 %	
Motocicletas		Nafta	1.368	0,49	0,16	1.428	3 %	2,5 %	
Subtotal transporte carretero			49.968	17,09	3,80	51.503	100 %	90,5 %	
Biocombustibles		Biodiésel	1.097	0,05	0,01	1.101	No contabilizado	1,9 %	
		Bioetanol	324	0,11	0,04	337	No contabilizado	0,6 %	
Ferrocarriles	Ferrocarriles	Gasoil	147	0,01	0,06	165	100 %	0,3 %	
Subtotal ferrocarriles			147	0,01	0,06	165	100 %	0,3 %	
Navegación marítima y fluvial	Navegación marítima y fluvial internacional	Gasoil	561	0,05	0,02	567	No contabilizado	No contabilizado	
		Fueloil	4.402	0,40	0,11	4.445	No contabilizado	No contabilizado	
	Subtotal navegación marítima y fluvial internacional		4.963	0,45	0,13	5.013	No contabilizado	No contabilizado	
	Navegación marítima y fluvial nacional	Gasoil	867	0,08	0,02	876	83 %	1,5 %	
		Fueloil	183	0,02	0,00	185	17 %	0,3 %	
Subtotal navegación marítima y fluvial nacional		1.050	0,10	0,03	1.060	100 %	1,9 %		
Subtotal navegación marítima y fluvial			1.050	0,10	0,03	1.060	100 %	1,9 %	
Otro tipo de transportes			2.773	0,05	0,00	2.775	100 %	4,9 %	
Total sector transporte			55.350	17,26	3,92	56.929		100 %	

Fuente: Inventario de emisiones de la categoría 1A3 (año 2014) del segundo BUR (Tabla XIII).

Tabla 1: Emisiones del sector transporte según modo-2014.
Extraído de: Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático. Versión I-2017.

MODO					
Moto		Auto/taxi		Ómnibus	
Estrato	Nafta	Nafta	Gas-Oil	GNC	Gas-oil
AMBA	365.976	9.738.320	526.396	2.763.577	1.762.149
Grandes áreas metropolitanas	66.169	694.771	79.402	1.191.036	284.120
Áreas metropolitanas intermedias	145.375	1.032.160	82.573	928.944	308.439
Grandes centros urbanos	173.114	1.112.740	68.476	513.572	194.861
Centros urbanos intermedios	194.994	966.437	59.473	446.048	54.625
Centros urbanos menores	154.169	326.082	20.067	150.500	8.707
Núcleos secundarios	51.281	55.554	3.419	25.640	-
Total	1.151.077	13.926.064	839.806	6.019.317	2.612.901

Tabla 2: Consumo para Argentina de combustibles utilizados en el transporte automotor urbano de pasajeros (valores diarios en litros), estimación para 2017. Estrato: AMBA (más de 2.000.000 de habitantes), Grandes áreas metropolitanas (de 1.000.000 a 2.000.000), Áreas metropolitanas intermedias (de 500.000 a 1.000.000), Grandes centros urbanos (de 200.000 a 500.000), Centros urbanos intermedios (de 50.000 a 200.000), Centros urbanos menores (de 10.000 a 50.000), Núcleos secundarios (de 2.000 a 10.000). Extraído de: Muller, A. *et al.*, 2019

Grupo	%	Consumo específico (m3/km)	Vehículos-km (millones)/año	Consumo total (m3)
Nafteros	1	0,1507	44.159	6.655
GNC	1	0,1507	44.159	6.655
Diésel	98	0,1206	4.327.617	521.736

Tabla 3: Consumo para Argentina de combustibles del autotransporte urbano de cargas. Extraído de: Muller, A. *et al.* 2019

2. PUERTOS

2.1 EL transporte marítimo a nivel global

La industria del transporte marítimo es crucial para mantener un nivel suficiente de importación y exportación de mercancías, dándole sustento de

las economías modernas. El desarrollo tecnológico permitió que el transporte marítimo se haya instalado como un método eficiente y fiable de transporte de mercaderías. Se calcula que las operaciones marítimas totales se han cuadruplicado: de 8000 millones de toneladas/milla en 1968 a 32.000 millones de toneladas/milla en 2008⁸. Se estima que esta cifra alcanzará los 300.000 millones de

⁸ Una tonelada/milla es el número de toneladas multiplicado por la distancia.

toneladas/milla en 2050. Actualmente hay más de 50.000 buques de mercancías implicados en el comercio internacional, los cuales llevan casi todos los tipos de carga, desde automóviles hasta ganado. La flota naviera mundial está registrada en más de 150 países (<https://www.icontainers.com>).

Para el sector transporte, el modo Fluvial y Marítimo cumple una función esencial para el comercio internacional, y la prestación de este servicio no sería posible sin las instalaciones portuarias ad-hoc para las diversas operaciones como las de carga y descarga. En tal sentido, en el mundo se registran más de 6000 puertos de importancia para el comercio y transporte internacional. Es decir, las acciones coordinadas entre buques y puertos son vitales para el desarrollo del transporte y la actividad comercial. Por lo tanto, la eficiencia de la operatoria portuaria tiene gran incidencia en el resultado final del transporte de bienes y en el desarrollo económico de la región donde está ubicado.

2.2 Sistema portuario de Argentina

En Argentina, la actividad portuaria está regida por la Ley Nº 24.093 de Actividades Portuarias (quedan excluidos de esta ley los puertos o sectores de estos destinados exclusivamente para el uso militar), dicha norma clasifica a los puertos de acuerdo con tres criterios (Subsecretaría de Puertos, Vías Navegables y Marina Mercante de la Nación):

- La Titularidad del Inmueble.
- Su Uso.
- Su Destino.

En lo que se refiere a la titularidad, un puerto puede ser *nacional, provincial, municipal o particular*. En relación al uso, encontramos dos categorías de puertos: de *uso público* y de *uso privado*. Los

puertos de uso público son aquellos que, por su ubicación y capacidades, prestan sus servicios obligatoriamente a todo usuario que lo requiera. Por su parte, los de uso privado ofrecen sus servicios en forma restringida a las necesidades de sus titulares, o de clientes específicos. Respecto al tercer criterio *su destino* (este es independiente de los dos primeros), los puertos pueden clasificarse en una o más de las siguientes categorías (Subsecretaría de Puertos, Vías Navegables y Marina Mercante de la Nación):

- **Comerciales:** se considera puertos comerciales a aquellos cuyo destino es la prestación de servicios a buques y cargas, cobrando un canon por los servicios que presta.
- **Industriales:** se considera puertos industriales a aquellos en los que se opera exclusivamente con las cargas específicas de un proceso industrial, extractivo o de captura. Para ello debe existir una integración operativa entre la actividad principal de la industria y el puerto.
- **Recreativos en general:** se considera puertos recreativos generales a los puertos deportivos, científicos y turísticos locales.

En nuestro país, la mayoría de los puertos son de uso privado, mientras que los de propiedad estatal (mayormente provinciales) son de uso público. En ambos casos predominan los puertos con destino comercial e industrial. A excepción del puerto de Buenos Aires, el resto de los puertos estatales fueron transferidos a las respectivas provincias, desde el año 1992. Desde ese momento las provincias, asumieron el nuevo rol de propietarias de las puertas de entrada y salida con el mundo, por vía fluvial o marítima. Actualmente, el sistema portuario argentino está conformado por una Autoridad Portuaria Nacional (la Subsecretaría de Puertos, Vías Navegables y Marina Mercante de la Nación), los puertos particulares, el puerto de Bue-

nos Aires (estatal federal) y los puertos provinciales organizados de manera particular para cada caso. Varios de los puertos provinciales conformaron entes públicos no estatales para la administración y operatoria portuaria, conocidos como *Consortios de Gestión Portuaria*. Dichos entes se constituyeron con la participación de los usuarios del puerto (operadores, prestadores de servicios, productores,

usuarios, trabajadores, entre otros), y de la provincia y municipios donde se encuentre ubicado. Algunos ejemplos de este tipo de organización son los puertos de Bahía Blanca, de Quequén, Santa Fe, Rosario, La Plata y Mar del Plata (Subsecretaría de Puertos, Vías Navegables y Marina Mercante de la Nación).

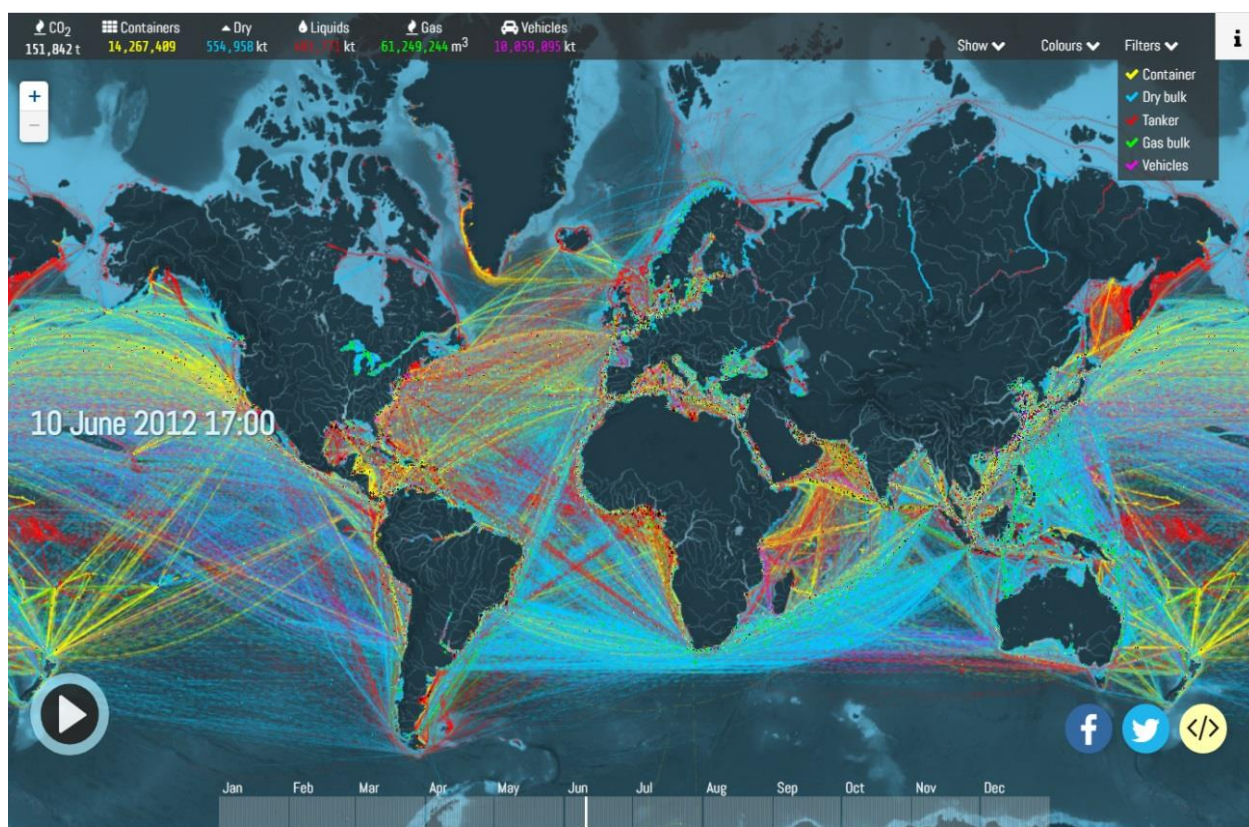


Figura 1. Mapa de rutas de transporte marítimo y buques en tiempo real para la fecha referida. Los distintos colores se corresponden, según la referencia, con las diversas cargas transportadas: carga seca a granel, contenedores, petróleo, gas a granel, y vehículos. Extraído de: <https://www.shipmap.org/>

La Argentina posee unos 100 puertos, entre fluviales y marinos, que se distribuyen a lo largo de todo el territorio de la siguiente manera: 4 en Tie-

rra del Fuego, 6 en Santa Cruz, 4 en Chubut, 2 en Río Negro, 29 en Buenos Aires, 1 en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 33 en Santa Fe, 12 en

Entre Ríos, 1 en Corrientes, y 8 en Chaco/Formosa/Misiones. A continuación se detallan los puertos para cada provincia, muchos de sus nombres permiten vincularlos con su actividad principal y empresas asociadas (Administración General de Puertos):

- **Tierra del Fuego:** Río Cullen, Ushuaia, Cruz del Sur, y Ushuaia-Muelle YPF.
- **Santa Cruz:** Caleta Olivia, Caleta Paula, Puerto Deseado, San Julián, Punta Quilla, y Punta Loyola.
- **Río Negro:** Punta Colorada, y San Antonio Este.
- **Entre Ríos:** La Paz-Márquez, Cooperativa Agrícola La Paz, Maná Puerto Buey, Piedras Blancas, Coop. "La Ganadera" Gral. Ramírez, Cargill Diamante-Muelle Elevador, Diamante-Muelle EAPD, Concepción del Uruguay, Ibicuy, Del Guazú, Cattorini Hnos S.A.I.C.F.I., y Concepción del Uruguay-Muelle YPF.
- **Corrientes:** Corrientes.
- **Chubut:** Puerto Madryn, Caleta Córdova, Comodoro Rivadavia-Muelle YPF, y Comodoro Rivadavia.
- **Chaco/Formosa/Misiones:** Formosa, Barranqueras-Muelle Elevador, Barranqueras-Muelle Provincial, Barranqueras-Muelle YPF, Cargill (Vilelas), Shell (Vilelas), ACA (Vilelas), y Nuevo Puerto de Posadas.
- **Buenos Aires:** Rosales, Bahía Blanca, Quequén, Mar del Plata, La Plata, Dock Sud, Regasificador Escobar, Petromining, Odfjell, Campana-Muelle

Provincial, Pan American, Energy (Campana), Maripasa, Euroamerica, Carboclor, RHASA, Siderca, PIAPSA, Terminal, Zarate, Vitco, Arauco, Molca, Delta Dock, Papel Prensa, San Pedro, Xstorage, Bunge (Ramallo), Siderar, Central Térmica (San Nicolás), San Nicolás-Muelle Provincial.

- **Ciudad de Buenos Aires:** Puerto de Buenos Aires.
- **Santa Fe:** Acindar (Villa Constitución), Villa Constitución-Muelle EAPVC, Shell (Arroyo Seco), ADM AGRO (Arroyo Seco), Dreyfus (Gral Lagos), Cargill (Punta Alvear), Cargill (Villa Gobernador Gálvez), Rosario-Muelle ENAPRO, Generación Rosario S.A. (Ex Central Térmica Sorrento), Santa Fe, Cofco International Argentina S.A. (Timbúes), Dreyfus (Timbúes), Renova, Pampa Energía, Cofco International Argentina S.A. (PGSM), Terminal de Fertilizantes, Argentinos, Arauco (Ex Resinfor Metanol), Cargill-Muelle Quebracho, Terminal 6, ADM Agro-Muelle El Tránsito, Minera Alumbrera, Profertil, Reconquista, Vicentín, Akzo Nobel, Pan American Energy (San Lorenzo), Oil Combustibles, San Lorenzo, San Martín-Muelle YPF, Bunge (Dempa y Pampa), ACA (San Lorenzo), Molinos San Benito, Termoeléctrica San Martin BG S.R.L.

Si bien algunos tienen más actividad que otros, todos ayudan a mantener la actividad económica activa. La actividad portuaria en Argentina es responsable del 82% de su flujo comercial, mayormente representada por las importaciones y exportaciones del sector agrícola (Administración General de Puertos).

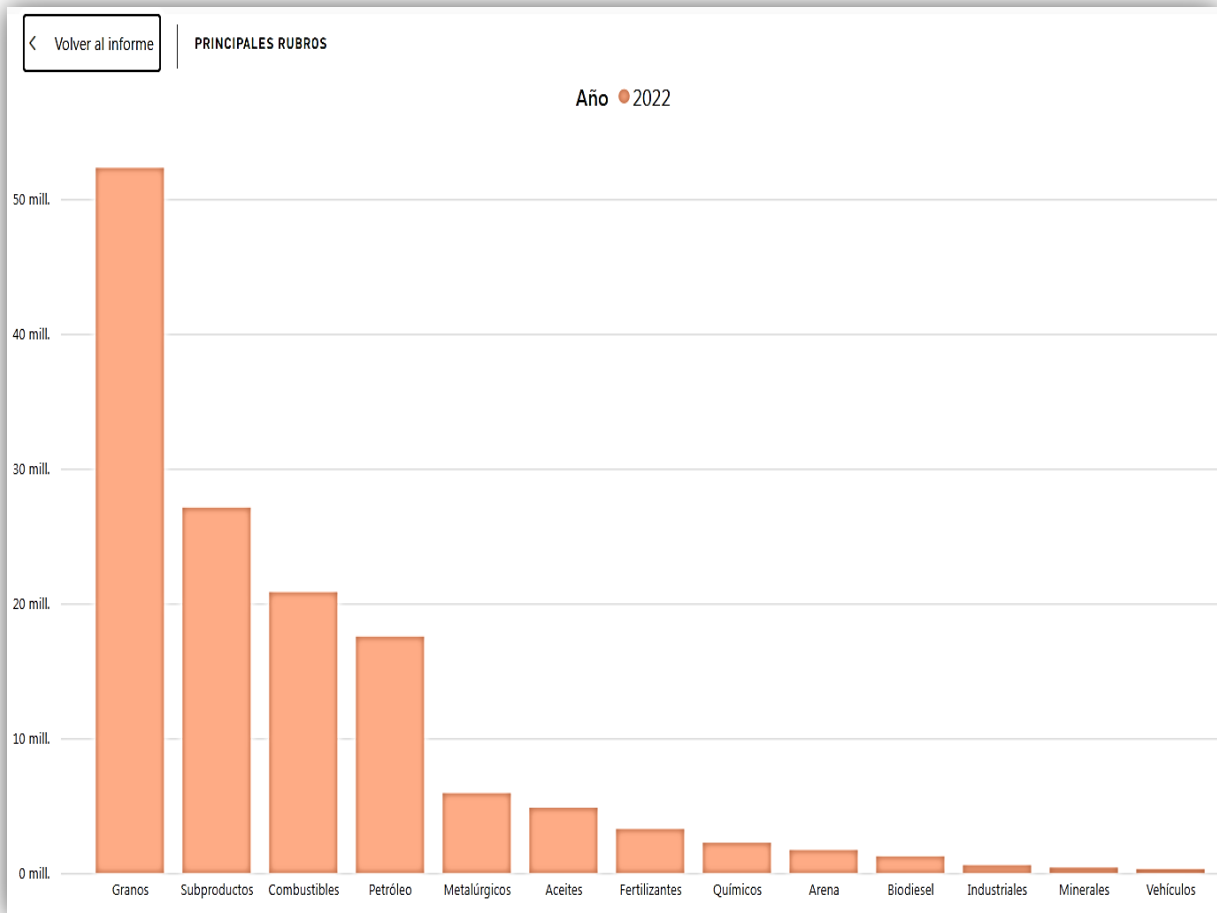


Gráfico 1: Principales rubros transportados (en millones de toneladas) de carga no containerizada. Extraído de: <https://www.argentina.gob.ar/puertos-vias-navegables-y-marina-mercante/estadisticas-de-carga>

En el caso del Puerto de Buenos Aires, este tiene una capacidad de 1,5 millones de TEU anuales de carga total, conecta a la Argentina con el mundo y opera más del 62% de la carga de contenedores del país. Recibe aproximadamente 1200 buques por año, y opera la descarga de locomotoras, vagones y material ferroviario para la reactivación de la red de trenes de carga. Se caracteriza

por ser un puerto multimodal, es decir, que permite la conexión entre distintos medios de transporte para que la carga logre importarse o exportarse. Las cargas que llegan a este puerto, desde distintas provincias, lo hacen a través de tres medios de transporte: camiones, ferrocarriles y transporte fluvial, conectándose así con todo el país (Administración General de Puertos).

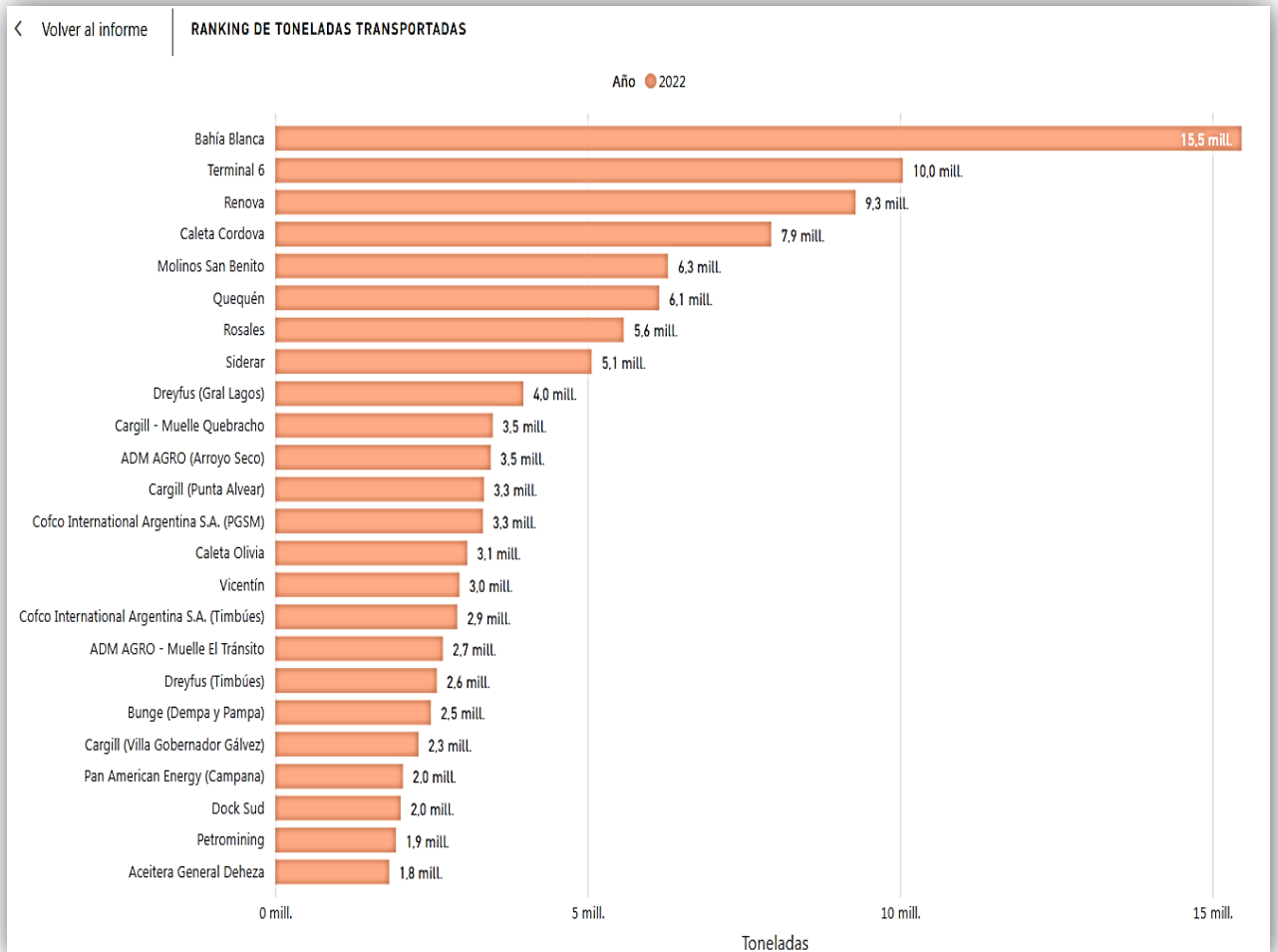


Gráfico 2: Ranking de toneladas transportadas no containerizadas. Extraído de:

<https://www.argentina.gob.ar/puertos-vias-navegables-y-marina-mercante/estadisticas-de-carga>

Como se comentó anteriormente, el flujo comercial vinculado a la actividad portuaria en Argentina esta mayormente representado por las importaciones y exportaciones del sector agrícola, lo que se manifiesta también por la cantidad de puertos importantes que operan con y para dicho sector. A continuación se detallan los datos principales de las infraestructuras portuarias cerealeras de Argentina (Subsecretaría de Mercados Agropecuarios):

▪ **Puerto de Buenos Aires**

Ubicación: Capital Federal, en el km 0 del Río de la Plata.

Capacidad de almacenaje: 175.000 TM de granos.

Ritmo de carga: 5400 TM /Hora.

▪ **Puerto Zarate Guazú**

Ubicación: km 132,5 y 178 del Río Paraná, provincia de Buenos Aires.

Capacidad de almacenaje: 210.000 TM de granos.

Ritmo de carga promedio: 1600 TM/Hora.

▪ **Puerto San Pedro**

Ubicación: km 277 del Río Paraná, provincia de Buenos Aires. A 170 kilómetros de la Ciudad de Buenos Aires, se utiliza en un 99% para la carga de granos y subproductos.

Capacidad de almacenaje total: 120.700 TM.

Ritmo de carga: 1200 TM/Hora.

▪ **Puerto Ramallo**

Ubicación: km 326 sobre el margen derecha del Río Paraná, provincia de Buenos Aires.

Capacidad de almacenaje: 268.000 TM para granos y 60.000 TM para fertilizantes.

Ritmo de carga: 3000 TM/Hora.

▪ **Puerto San Nicolás**

Ubicación: Provincia de Buenos Aires (km 343 del Río Paraná).

Capacidad de almacenaje: 101.000 TM.

Ritmo de carga: 1200 TM/Hora.

Principales rubros de exportación, granos, subproductos de éstos y acero.

▪ **Puerto Villa Constitución**

Ubicación: Provincia de Santa Fe, km 365 del Río Paraná, se sitúa sobre su margen derecha a 33 millas al sur de Rosario.

Capacidad total de almacenaje: 26.200 TM de aceites, 91.000 TM de granos y la posibilidad de acopiar hasta 170.000 TM en silos subterráneos.

Ritmo de carga: 900 TM/Hora.

▪ **Puerto de Rosario**

Ubicación: Provincia de Santa Fe (km 420 del Río Paraná).

Capacidad total de almacenaje: 2.361.000 TM.

Ritmo de carga: 1900 TM/Hora.

Es uno de los puertos más importantes para la exportación de granos y subproductos.

▪ **Puerto de San Lorenzo y San Martín**

Ubicación: Provincia de Santa Fe, km 441/452 del Río Paraná en su margen derecha.

Capacidad total de almacenaje: 3.892.000 TM.

Ritmo de carga promedio: 1900 TM/Hora.

Conforma una zona portuaria donde se encuentran una vasta serie de terminales privadas que operan granos y aceites vegetales.

▪ **Puerto Diamante**

Ubicación: Provincia de Entre Ríos (km 533 del Río Paraná sobre su margen izquierda), a 70 km al sur de la ciudad de Paraná.

Capacidad total de almacenaje: 95.000 TM.

Ritmo de carga promedio: 900 TM/Hora.

▪ **Puerto Santa Fe**

Ubicación: Provincia de Santa Fe (km. 585 del Río Paraná).

Capacidad total de almacenaje: 65.000 TM.

Ritmo de carga promedio: 800 TM/Hora.

▪ **Puerto Barranqueras**

Ubicación: Provincia del Chaco (km. 1188 Río Paraná).

Capacidad de almacenaje: 100.000 TM.

Ritmo de carga: 1000 TM/Hora.

▪ **Puerto Concepción del Uruguay**

Ubicación: Provincia de Entre Ríos. (km. 181 Río Uruguay).

Capacidad de almacenaje: 32.000 TM.

Ritmo de carga: 1000 TM /Hora.

▪ **Puerto Mar del Plata**

Ubicación: Ciudad de Mar del Plata, provincia de Buenos Aires.

Capacidad de almacenaje: 25.000 TM de granos (generalmente trigo).

Ritmo de carga: 800 TM /Hora.

Por este puerto se exporta en general pescados y en menores cantidades; comestibles y frutas.

▪ **Puerto Necochea y Quequen**

Ubicación: Provincia de Buenos Aires.

En la actualidad con el sistema de iluminación instalado permite operar las 24 horas.

Capacidad de almacenaje: 435.000 TM.

Ritmo de carga: 1400 TM/Hora.

▪ **Puerto Bahía Blanca**

Ubicación: Provincia de Buenos Aires, a 650 km de la Capital Federal. El complejo abarca 25 km de la costa norte de la ría de Bahía Blanca.

Capacidad de almacenaje: 660.000 TM.

Ritmo de carga: 1900 TM/Hora.

Es el puerto de mayor calado de la Argentina.

Un aspecto importante a tener en cuenta es que los puertos requieren de manera constante mantenimiento y mejora de las obras y de los servicios esenciales como el dragado, la señalización de los accesos y espejos de agua, instalaciones de amarre, remolques y practicaje dentro del puerto o zona portuaria. Estas tareas, además de la operativa de rutina, demandan también gran cantidad de materiales y energía, para asegurar su correcto

funcionamiento. Su correcta gestión es clave para disponer de un buen eje de maniobra en los canales de entrada a los puertos y las cercanías con las ciudades productivas.

3. SECTOR ENERGÉTICO

3.1 Contexto energético global

La Agencia Internacional de Energía (organización que reúne a 28 países del mundo), en su reciente informe de 2017, remarca que los sistemas energéticos son fuertemente dependientes de las energías fósiles y que aunque las energías renovables ganan terreno, la dependencia de los combustibles fósiles se mantendrá por varios años. Los aspectos más destacados del informe son los siguientes (International Energy Agency 2017):

- Aumentará la demanda energética a nivel global: las necesidades energéticas mundiales aumentarán un 30% de aquí a 2040, lo cual equivale a sumar otra China y otra India a la demanda mundial actual. Las cifras para cubrir las demandas energéticas del mundo son contundentes. Una economía global que crece a una tasa media de 3,4% al año, una población que aumenta desde los 7400 millones actuales hasta 9000 millones en 2040 y un proceso de urbanización que añade una ciudad del tamaño de Shanghái a la población urbana mundial cada cuatro meses.
- Los hidrocarburos mantendrán protagonismo: las proyecciones muestran que el mundo tardará en sacar al petróleo de su esquema de desarrollo, y Estados Unidos quedará con el liderazgo de los combustibles fósiles, afianzándose como el principal productor de petróleo y gas del mundo hasta 2040, gracias principal-

mente al auge del shale oil y shale gas. El uso de gas natural aumentará en un 45% para 2040, principalmente por la demanda industrial. Por su parte, desde el año 2000, la capacidad de generación de electricidad a partir del carbón ha aumentado en casi 900 gigavatios (GW), y para 2040 se estima que ascenderá a 400 GW.

- Energías renovables en perspectiva: actualmente en el mundo las crecientes necesidades energéticas se satisfacen principalmente por el gas natural, con un aumento de las renovables y la incorporación del concepto de eficiencia energética. En cuanto a la energía nuclear las perspectivas han bajado, sin embargo China sigue liderando un aumento gradual (superando a Estados Unidos) lo que la convertirá en el mayor productor de energía eléctrica de origen nuclear para 2030. La energía solar fotovoltaica experimenta un crecimiento, liderado por China y la India, logrando la mayor capacidad instalada de bajas emisiones de CO₂ para 2040. Para dicho año, se estima que la proporción de todas las energías renovables en la generación total de electricidad alcanzará el 40%.
- Falta de acceso universal: aún no se logra el acceso universal a la electricidad, actualmente 1100 millones de personas no tienen acceso a la electricidad y 2800 millones de personas dependen de la biomasa, el carbón o el querosén para cocinar. La contaminación del aire doméstico a partir de estas fuentes está actualmente relacionada con los 2,8 millones de muertes prematuras al año. Ampliar el acceso a instalaciones limpias para cocinar implica un reto mayúsculo.
- La contaminación del aire: los impactos en la salud por la contaminación del aire siguen siendo graves, y la urbanización puede incrementar la exposición a la contaminación por el tráfico del transporte. La actividad urbana provoca el

70% de las emisiones de dióxido de carbono y es causante de contaminación con partículas finas y dióxido de nitrógeno. Se proyecta que en 2040 habrá 2000 millones de vehículos rodando por las calles del mundo, aunque en su mayoría serán híbridos o eléctricos. Las muertes prematuras a escala mundial por causa de la contaminación del aire crecerán desde los 3 millones actuales hasta más de 4 millones en 2040, pese a las mejoras proyectadas (tecnologías de control de la contaminación, la eficiencia energética, y servicios energéticos sin combustión).

Como se comentó anteriormente, pese a que las ciudades ocupan solo el 3 por ciento de la superficie terrestre son responsables del 67% del consumo energético global, por lo tanto las urbes desempeñan un papel central en la transición energética.

3.2 Oferta energética de Argentina

La República Argentina posee una variada oferta energética y una industria del sector desarrollada con más de un siglo de experiencia en técnicas de extracción, transformación, transporte, distribución y consumo.

El país tiene distintos recursos energéticos, cuenta con más de 1000 yacimientos de hidrocarburos (petróleo y gas), cuya producción es obtenida en varios miles de pozos, y se canaliza a través de más de 15.000 kilómetros de gasoductos que recorren todo el país (de sur a norte y este a oeste, excepto algunas provincias del Noreste Argentino), registrándose más de 150 millones de metros cúbicos día de inyección en el sistema. En relación al recurso gas, este se destina al consumo en distintos sectores y abasteciendo principalmente a cerca de 9 millones de usuarios. En las provincias donde no existen las redes de distribución de gas natural,

hay 4 millones de usuarios que son abastecidos con Gas Licuado de Petróleo envasado en garrafas de distintos volúmenes. Por su parte, la producción de petróleo es procesada por una veintena de refiné- rías de distintas complejidades que permiten obtener una oferta completa de derivados desde las naftas y gasóleos hasta productos pesados como fueloil y asfaltos. Se cuenta con aproximadamente 5000 estaciones de servicio que dispensan combustibles líquidos al público, así como el GNC para uso automotor, dicho valor no incluye canales de venta directa o grandes usuarios (Balance Energé- tico Nacional, 2021).

El abastecimiento de energía eléctrica en el territorio argentino cubre más de doce millones de

viviendas, disponiendo de 43.000 mega watts de potencia instalada con diferentes tecnologías: cen- trales nucleares, hidráulicas, eólicas, solares, ciclos combinados, centrales turbo vapor y turbo gas. Todo el sistema genera cerca de 150 mega watts hora al año, los cuales se inyectan en aproximada- mente 35.000 kilómetros de líneas de transmisión de distintas capacidades que van desde extra alta tensión hasta líneas de distribución de baja tensión (Balance Energético Nacional, 2021).

A continuación, se presenta el Balance Ener- gético Nacional, su esquema en flujos y el conjunto de cuadros e indicadores que caracterizan el sec- tor:

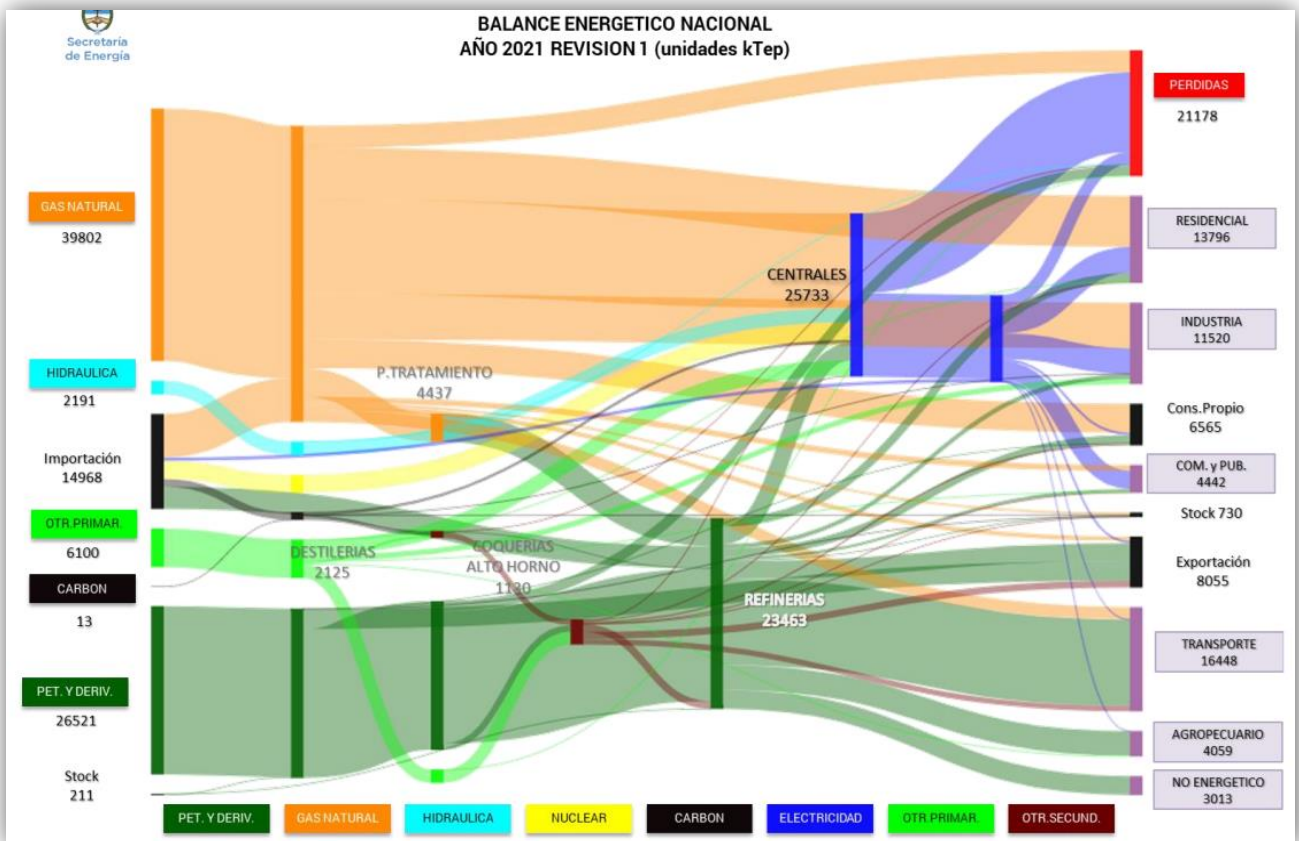


Figura 2: Balance energético nacional, 2021.

Extraído de: Balance Energético Nacional Serie histórica – Indicadores. Actualizado al año 2021. Dirección de Informa- ción Energética. Subsecretaría de Planeamiento Energético. Secretaría de Energía.

4. INDUSTRIA HIDROCARBURÍFERA Y PETROQUÍMICA

4.1 Sector Hidrocarburos

La actividad hidrocarburi­fera es una industria que genera impactos ambientales a nivel local y global, con riesgos tan diversos como las distintas etapas y actividades que involucra. Sus efectos negativos sobre la biodiversidad, en todos sus niveles, son especialmente considerables. Asimismo, puede causar impactos negativos en actividades socioeconómicas, como la pesca, el turismo, entre otras. La Industria Hidrocarburi­fera tiene dos etapas principales, conocidas como “*Upstream*” y “*Downstream*”. El “*Upstream*” involucra las actividades de *Exploración* (prospección sísmica para ubicar yacimientos de petróleo/gas), *Perforación Exploratoria* (pozo temporal para evaluar propiedades y volúmenes de los yacimientos), *Producción/Explotación* (instalación de plataformas y equipos para perforar y extraer petróleo/gas), y *Procesamiento* (separación de petróleo/gas, agua e impurezas). Por su parte el “*Downstream*” involucra las actividades de *Transporte y Almacenamiento*, *Refinamiento*, y *Distribución y Comercialización*. (de Haro, J.C. et al., 2022)

Los hidrocarburos son de los *commodity* con mayor comercio en los mercados a nivel mundial, y la utilización del gas natural como combustible se ha expandido desde que se resolvió el problema de su transporte. En la actualidad, gran parte de los objetos que nos rodean son en general artificiales y requieren como materia prima derivados del gas y del petróleo. En el mundo, el petróleo, el gas natural y sus derivados, en estado gaseoso o líquido, contribuyen con el 55% de la energía utilizada en transporte, industrias, comercios y establecimien-

tos residenciales; en la Argentina ese porcentaje es aún mayor, ya que cubren en más de un 80% la demanda energética.

Los hidrocarburos viajan desde la superficie del pozo hasta su destino final de consumo recorriendo un itinerario de rutas y redes que conforman su *Sistema de Transporte y Distribución*. El transporte de petróleo tiene dos momentos definidos: 1) El traslado de la materia prima desde los yacimientos hasta la refinería donde será procesado para obtener los productos derivados; y 2) La distribución propiamente dicha, mediante la cual los subproductos llegan hasta los centros de consumo. Las características de los distintos sistemas de transporte y distribución varían según las circunstancias locales y/o la naturaleza del producto a trasladar y comercializar. Podemos encontrar oleoductos, gasoductos, poliductos, buques gasíferos, buques petroleros, y otros transportes más visibles como el ferrocarril o los camiones tanque, que son parte importante de esta extensa red de transporte y distribución. Completan todas estas instalaciones los depósitos en los que se guardan o son procesados los hidrocarburos, las boyas de carga y descarga, terminales portuarias específicas, elementos de medición y control de volumen, caudal y calidad de los productos transportados. El proceso para la obtención del *gas natural licuado* (GNL), que consiste en licuar gas natural enfriándolo para reducir así su volumen, permitió transportarlo en barcos especiales refrigerados hasta las plantas de regasificación instaladas en los centros de consumo. Esto permitió poner en producción yacimientos gasíferos aislados en el mar, en islas, situación cada vez más frecuente debido a los adelantos tecnológicos y a cambios en las coyunturas económicas (Instituto Argentino del Petróleo y del Gas-IAPG, 2009).

La Argentina, para 2007 contaba con 43 operadores de producción y 71 concesiones de explo-

tación. El transporte de petróleo (desde los yacimientos a las refinerías) se realiza por buques tanques, desde Tierra del Fuego, Santa Cruz, y el Golfo San Jorge hasta Bahía Blanca, Dock Sud y Campana, o por los oleoductos desde Puesto Hernández (Neuquén) a Bahía Blanca, Bahía Blanca a Buenos Aires, y Puesto Hernández a Luján de Cuyo (Mendoza). Las 11 refinerías del país tienen una capacidad total de 106.000 m³/día y en 2007 procesaron 93.685,85 m³/día de petróleo, obteniéndose 16.330 m³/día de motonaftas, 35.300 m³/día de gas oil y 11.670 tn/día de fuel oil; productos que se llevan a los puntos de consumo por camiones o por poliductos (Instituto Argentino del Petróleo y del Gas-IAPG, 2009).

En cuanto al transporte de gas, actualmente se encuentra a cargo de dos compañías: Transportadora de Gas del Norte (TGN) y Transportadora de Gas del Sur (TGS). Entre ambas proveen a las empresas distribuidoras: Gas del Norte (Gasnor), Gas del Centro (Ecogas), Cuyana, Gas Noreste Argentino (NEA), Litoral, Gas Natural Buenos Aires Norte (BAN), Metropolitana de Gas (Metrogas), Camuzzi Gas Pampeana, y Camuzzi Gas del Sur. Estas empresas son responsables de la prestación del servicio de distribución domiciliaria, y prácticamente el 50% del gas se vende en Buenos Aires, Gran Buenos Aires y áreas cercanas. En lo que se refiere al *gas natural licuado* (GNL), este es sólo almacenado por la distribuidora Gas Natural Buenos Aires Norte (BAN) en la planta de General Rodríguez (provincia de Buenos Aires), como reserva para épocas de altos consumos invernales (Instituto Argentino del Petróleo y del Gas-IAPG, 2009).

4.2 Sector Petroquímico

La Industria Petroquímica está íntimamente ligada a la Industria Hidrocarburífera, ya que se basa en la transformación de petróleo y gas natural en materias primas (etileno, propileno, aromáticos,

resinas, etc.) y en la elaboración de plásticos, fibras sintéticas, fertilizantes, pesticidas, entre otros productos (de Haro, J.C. *et al.*, 2022). Ambas son industrias instaladas en la Argentina desde hace muchas décadas.

Las Petroquímicas, por sus características de inserción en otras cadenas productivas, sus productos básicos, intermedios y finales, son un importante eslabón del sistema productivo industrial del país. Los derivados de las materias primas petroquímicas son utilizados en gran cantidad de rubros como las comunicaciones, la salud, vivienda, vestimenta, alimentación, transporte y en general para casi todos los productos y servicios de la sociedad actual. A continuación se detalla a cada uno de los subsectores/productos petroquímicos y su dependencia del uso de hidrocarburos como materia prima y/o energía (Cámara de la Industria Química y Petroquímica, 2014):

- **Básicos:** productos químicos a partir de gas natural y sus derivados y productos de la destilación de petróleo; producción de aromáticos como el benceno, tolueno y xileno; producción de alkenos y olefinas como el etileno, butileno, propileno, estireno, etc. Este subsector posee una dependencia alta de gas natural y petroquímicos básicos, y una dependencia media de energía eléctrica.
- **Intermedios:** alcoholes, aldehídos y cetonas, como por ejemplo: alcoholes metílico o metanol, isopropanol, acetona, formaldehído o formol, etc.; ácidos y anhídridos orgánicos: anhídridos maleico, ftálico, ácido tartárico y acético, etc.; fenoles y feno-alcoholes; compuestos de función amina como anilinas, metilamina, etc. Este subsector posee una dependencia alta de gas natural y petroquímicos básicos, y una dependencia media de energía eléctrica.

- **Polímeros y caucho sintético:** plásticos en formas primarias: polietileno; copolímeros de etileno, acetato de vinilo y otros polímeros de etileno; polipropileno; poliestireno; SAN - copolímero de estireno acrilonitrilo-; ABS-copolímero de acrílo-nitrilo-butadieno-estireno-; polímeros de cloruro de vinilo -PVC-, etc.; fabricación de resinas plásticas y sustancias plastificantes en formas primarias: fenólicas, baquelita, alquídica, ureica, de petróleo, poliéster, vinílica, acrílica, etc.; producción de siliconas; fabricación de polímeros naturales (como ácido algínico), y polímeros naturales modificados como proteínas endurecidas; elaboración de éteres de celulosa, y otros compuestos derivados de la celulosa; fabricación de caucho sintético y de sucedáneos de caucho a partir de aceites; y formas de mezclas de caucho sintético y caucho natural y de gomas similares al caucho. Este subsector posee una dependencia alta de gas natural y petroquímicos básicos, y una dependencia alta también de energía eléctrica.
- **Fibras sintéticas:** polímeros obtenidos por poli-condensación o poliadición: hilados poliamídicos: producidos a partir de nylon 6.6; nylon 6; hilados poliésteres: son los hilados fabricados a partir del teleftalato de dimetilo-DMT y el etilenglicol; hilados poliuretánicos: donde la materia prima es el butanodiol y el hexametil-endisocianato polímeros por polimerización: hilados de polipropileno: producidos a base de propileno; hilados acrílicos. Este subsector posee una dependencia alta de gas natural y petroquímicos básicos, y una dependencia media de energía eléctrica.
- **Fertilizantes:** fabricación de abonos nitrogenados, fosfatados y potásicos puros, mixtos, compuestos y complejos fertilizantes orgánicos e inorgánicos; fabricación de urea; fabricación de productos de la industria de abonos nitrogena-

dos: ácido nítrico, amoníaco, cloruro de amonio comercial y nitratos de potasio y sodio. Este subsector posee una dependencia alta de gas natural y petroquímicos básicos, y una dependencia media de energía eléctrica.

La Argentina posee unas 7 áreas químicas-petroquímicas ubicadas 4 en la provincia de Buenos Aires, 1 en la provincia de Santa Fe, 1 la provincia de Mendoza y 1 en la provincia de Neuquén. En ellas se emplazan unos 22 complejos productivos (correspondientes a 15 empresas) que conforman más del 90% de la capacidad petroquímica productiva del país (Cámara de la Industria Química y Petroquímica, 2014).

Por otro lado, como sociedad somos altamente demandantes de energía para desarrollar todas las actividades y satisfacer nuestras necesidades: Energía (electricidad y calor), Industria, Actividad Agropecuaria, Transporte, Construcción, Residencial, etc. La energía que consumimos proviene de distintas fuentes, pero no todas tienen la misma relevancia, los hidrocarburos siguen siendo los protagonistas. En la actualidad los combustibles fósiles (carbón, petróleo, y gas) en conjunto abastecen cerca del 78% del consumo de energía global (Marchini, T. ed., 2022). Para Argentina, los combustibles fósiles representan el 86% de la matriz energética primaria. Las energías renovables están apenas creciendo lentamente, mientras que el uso de gas se incrementó considerablemente. (<https://www.climate-transparency.org/g20-climate-performance/g20report2019>)

4.3 Agroindustria y consumo de hidrocarburos

La actividad agropecuaria moderna es altamente dependiente de subsidios energéticos a

gran escala, tanto en forma directa (combustibles líquidos para las maquinarias, tractores, sistemas de irrigación, procesamiento de granos, transporte, etc.) como indirecta (energía integrada en la síntesis de fertilizantes, herbicidas, y pesticidas). (Marchini, T. ed., 2022).

El gasoil es un combustible central en el desarrollo de la actividad agropecuaria, ya que se utiliza en las tareas de siembra, fertilización, cosecha, entre otras. Por lo tanto la actividad agropecuaria es clave a la hora de analizar el consumo de hidrocarburos en nuestro país. Estimaciones de la *Bolsa de Comercio de Rosario* para el consumo de gasoil del conjunto de granos sembrados y cosechados en Argentina (campaña 2020/21) arrojó un valor total de unos 2056 millones de litros. De este total, el consumo estimado de gasoil en la producción de granos estuvo en torno a los 926 millones de litros (45% para la producción de soja, 20% para maíz, y 17% para trigo) (D'Angelo, G. y Terré, E., 2021). Esto involucra el combustible utilizado en las tareas de siembra, cosecha, laboreo, movimientos internos y transporte de insumos. Por otro lado, una vez finalizada la cosecha, el gasoil continúa siendo un insumo clave para el transporte de la mercadería desde su origen hasta su destino. Considerando los fletes hacia acopios, fábricas y puertos (tanto en camión como en tren), el consumo de gasoil en la logística de granos se estimó en torno a los 1130 millones de litros, el cual sumado al consumo para producción nos da el valor total de gasoil consumido mencionado anteriormente (D'Angelo, G. y Terré, E., 2021). La demanda de gasoil podría seguir incrementándose si aumenta la superficie sembrada, dependiendo también de los rindes generados y la consecuente demanda de transporte de la cosecha.

La agricultura moderna demanda muchos más nutrientes que en el pasado, y la industria de los fertilizantes sintéticos y la extracción de minerales cubrió esta creciente demanda. La cantidad de

fertilizantes aplicados durante los últimos 70 años fue tan grande que alteró los ciclos de nitrógeno y el fósforo como nunca se había registrado en la historia de la Tierra (Marchini, T. ed., 2022).

Los fertilizantes proveen a los suelos diversos nutrientes, siendo los principales el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K). En base a estos nutrientes se desarrollan los fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos respectivamente, que además pueden incluir otros nutrientes. Cuando hablamos de *Industria de Fertilizantes* a gran escala, debemos hablar de *Minería*, *Industria Hidrocarbúrfera*, e *Industria Petroquímica* ya que son las responsables de proveerle las materias primas básicas, y en algunos casos de producirlos. Para la elaboración de los fertilizantes nitrogenados se utiliza como materia prima básica el gas natural, para los fertilizantes fosfatados la fosforita, para los fertilizantes potásicos las sales de potasio, y para los fertilizantes azufrados azufres y yeso (Casanova, O. et al., 2015).

Los grandes productores agrícolas del mundo son los principales consumidores de fertilizantes, la demanda mundial de estos productos oscila en torno a las 185 millones de toneladas anuales. China, India, EE.UU., Brasil y Pakistán se llevan más del 60% de la demanda mundial, mientras que Argentina se ubica en el puesto 24, lugar del que puede crecer fuertemente en el futuro. Por otro lado, Rusia, Canadá y China son los principales países exportadores, llegando a casi la mitad de las exportaciones globales de fertilizantes, que totalizan más de 100 millones de toneladas. Dicho mercado se compone principalmente por fertilizantes nitrogenados (cerca del 60%), fosforados (cerca del 20%), y potásicos (cerca del 20%). (Calzada, J. y D'Angelo, G., 2021. <https://fertilizar.org.ar/estadisticas/>).

Si bien la producción de fertilizantes en Argentina se remonta a la década del 60, es en la dé-

cada de los 90' que se da un marcado crecimiento en la demanda de fertilizantes, y como consecuencia un crecimiento de esta industria en nuestro país. Desde entonces, y a pesar de los altibajos, el uso de fertilizantes mostró un sostenido crecimiento. En 1990 en el país se consumían apenas 300 mil toneladas de fertilizantes. Para el año 2000 ya consumíamos 1,75 millones de toneladas, mientras que para el 2010 ya se había superado el umbral de los 3 millones de toneladas por año. El consumo siguió en alza y para 2020 el consumo de fertilizantes se ubicó en torno a los 5,3 millones de toneladas, creciendo más de 17 veces respecto al consumo del año 1990 (<https://fertilizar.org.ar/estadisticas/> Fertilizar Asociación Civil. 2012).

Los fertilizantes nitrogenados (todos los tipos de urea y el nitrato de amonio calcáreo) son los más consumidos en nuestro país, representando casi el 56% del mercado nacional de fertilizantes. Por su parte, entre los fertilizantes fosforados (que representan cerca del 36%) más aplicados encontramos el fosfato monoamónico (MAP) y el fosfato diamónico (DAP). El sulfato de amonio es el fertilizante azufrado más consumido, mientras que entre los fertilizantes potásicos más utilizados se destacan el cloruro y el nitrato de potasio (<https://fertilizar.org.ar/estadisticas/> ; Calzada, J. y D'Angelo, G., 2021). Para Argentina, en la actualidad, la producción de maíz y trigo son las que requieren mayor aplicación de fertilizantes. En la campaña 2018/2019 se aplicaron 1,43 millones de toneladas de fertilizantes en maíz, 1,38 millones de toneladas en trigo y 430.000 toneladas en soja (Calzada, J. y D'Angelo, G., 2021; <https://fertilizar.org.ar/estadisticas/>).

Existen varias plantas que industrializan fertilizantes en nuestro país, destacándose para los cultivos extensivos (principales granos) los emprendimientos industriales de Profertil, Bunge y Mosaic (<https://fertilizar.org.ar/estadisticas/>):

- **Profertil:** produce Urea y Amoníaco, con una capacidad anual de 1.200.000 y 790.000 toneladas, respectivamente. Está ubicada en Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires.
- **Bunge:** produce Tiosulfato de Amonio (TSA), con una capacidad anual de 140.000 toneladas. Está ubicada en Campana, provincia de Buenos Aires.
- **Mosaic:** produce Superfosfato Simple, con una capacidad anual de 240.000 toneladas. Está ubicada en Puerto Gral. San Martín, provincia de Santa Fe.
- **Bunge:** produce Superfosfato Simple, con una capacidad anual de 180.000 toneladas. Está ubicada en Ramallo, provincia de Buenos Aires.

Como se describió anteriormente, el vínculo entre la Agroindustria, la Industria Hidrocarbúrica y la Industria Petroquímica es sumamente estrecho. A tal punto lo es, que YPF (Yacimientos Petrolíferos Fiscales) creó una unidad de negocios conocida como "YPF agro", la cual lleva ya unos 20 años con más de 100 centros de distribución en Argentina ofreciendo una amplia cantidad de productos y servicios al sector agropecuario. Estos productos incluyen (según la descripción de la propia empresa <https://ypfagro.com.ar/index.php>): Semillas, Bolsas para Silo, Productos para Protección (35 productos que incluyen herbicidas, fungicidas, insecticidas, tratamiento de semillas, y coadyuvantes), Nutrición de Cultivos (12 productos que incluyen fertilizantes nitrogenados, fosfatados, potásicos, y mezcla NSZ), Combustibles (5 productos de diversos tipos de combustibles como Diesel), y Lubricantes (40 productos que incluyen diversos tipos de lubricantes).

Los datos muestran que el mercado de la fertilización en nuestro país ha crecido con fuerza y seguirá creciendo en tanto se expanda la producción y se busque más productividad en los diferentes sectores agrícolas. Es decir, aumentar la

producción y consumo de fertilizantes lo que consecuentemente aumentará la demanda de hidrocarburos y derivados.

5. COMENTARIOS FINALES

En el mundo se ha triplicado la extracción de recursos desde 1970, incluyendo un incremento del 45% en el uso de combustibles fósiles, y el uso global de materiales podría duplicarse para 2060 (Silva, M.E. y Rodríguez, A.F., 2022). Se prevé que, en promedio, una nueva metrópoli surgirá cada dos semanas durante los próximos años, alcanzando las 2363 metrópolis en 2035, 429 metrópolis más que en la actualidad (ONU-Hábitat 2022). En todo el mundo, numerosos pueblos pequeños y zonas rurales se convertirán en aglomeraciones urbanas. Por ser las ciudades los grandes consumidores de alimentos, materiales, energía, bienes y servicios, el aumento de la población urbana favorece la creación de una red de interacciones que trae aparejado un crecimiento de la demanda de dichos consumos y un aumento de los flujos de entrada/salida para satisfacer estas necesidades y eliminar sus desechos. La calidad, cantidad y crecimiento de la infraestructura vinculada a dichos flujos (conexiones de energía, telecomunicaciones, redes de transporte, distribución y comercio, etc.) es mayor en lugares que poseen más densidad de población e industria, y sobre todo en distritos/países con mayores ingresos (IPBES, 2019).

Esta situación tiene consecuencias ambientales que afectan tanto a la calidad de vida de los ciudadanos como a la calidad del ambiente en su conjunto, y dichos impactos pueden ser directos e indirectos tanto en los entornos inmediatos como en entornos más amplios. En tal sentido, las ciuda-

des tienen un papel importante en la generación de cambios en el uso del suelo/mar, en la explotación directa de recursos naturales, en el cambio climático, la contaminación, la pérdida de biodiversidad, y la introducción de especies exóticas, todos identificados como los principales factores directos responsables de la degradación de la naturaleza tanto en los sistemas terrestres, marinos y de agua dulce (IPBES, 2019).

El papel de las urbes en el ritmo de degradación de la naturaleza es uno de los temas presentes en el debate de diversos foros internacionales. Los objetivos para el desarrollo sostenible planteados por la Organización de las Naciones Unidas, incluyen lograr “ciudades y comunidades sostenibles” (ODS 11), asimismo el comportamiento de las ciudades es clave en la mejora de la calidad del aire (ODS 3) y en la mitigación del cambio climático (ODS 13). Es necesario además pasar a prácticas más sostenibles en la agricultura y los sistemas alimentarios, en la pesca, la energía, la minería, y en la construcción e infraestructura, donde los gobiernos se comprometan con acciones transformadoras en estos sectores productivos.

La industrialización, el uso masivo de energía, el modo de vida urbano, una economía globalizada, un consumo de agua en aumento, un consumo de materiales (acero, amoníaco, cemento, arena y grava, plásticos, etc.) en aumento y un tamaño poblacional también en aumento (todo ello dependiente de los combustibles fósiles), hacen que desengancharse de ese consumo energético requiera cambios muy profundos en nuestra civilización (Marchini, T. ed., 2022; de Haro, J.C., 2022).

Estamos frente a una problemática compleja, que requiere un abordaje y soluciones igualmente complejas. La Transición Energética no es solo cambiar la Matriz Energética, requiere un Plan Estratégico para nuestro país (riguroso, justo, viable, social y ambientalmente sustentable) que involucre a todo el Sistema Energético y marque el rumbo de

dicha transición. Para esto se necesitan indefectiblemente acuerdos de diversos sectores que permitan encaminar lo deseable, lo sustentable y lo viable. Asimismo se requiere replantear los modelos de producción y consumo, y la fenomenal demanda de recursos naturales (incluidos los hidrocarburos y sus derivados) que tenemos como sociedad (de Haro, J.C., 2022).

El desarrollo de actividades humanas que impactan negativamente al ambiente, demandan una

responsabilidad ineludible por parte del estado, empresas y la comunidad en general. Se requiere una gestión cuidadosa y responsable, con un enfoque ecosistémico, integral, participativo, basado en la ciencia, y bajo el principio precautorio, para asegurar la conservación de los ecosistemas, su biodiversidad, y de los bienes y servicios ecológicos que brinda (de Haro, J. C. *et al.*, 2022).

BIBLIOGRAFÍA

- Academic rigour, journalistic flit (<https://theconversation.com/cuanta-energia-producen-y-cuanta-consumen-las-ciudades-127827>)
- Balance Energético Nacional Serie histórica – Indicadores Actualizado al año 2021. Dirección de Información Energética. Subsecretaría de Planeamiento Energético. Secretaría de Energía.
- Bai, X.; McPhearson, T.; Cleugh, H.; Nagendra, H.; Tong, X.; Zhu, T. & Zhu, Y.-G. 2017. Linking Urbanization and the Environment: Conceptual and Empirical Advances. *Annual Review of Environment and Resources* 42, 215-240.
- Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos-CIAFA. 2021: <https://www.ciafa.org.ar/>
- Cámara de la Industria Química y Petroquímica. 2014. La Industria Petroquímica Argentina. Su perfil en el año 2025. Cámara de la Industria Química y Petroquímica, Comisión de Hidrocarburos y Energía. Buenos Aires, junio 2014.
- Campos, M. *et al.* 2012. Mercado de fertilizantes: La Argentina y el mundo. Coordinado por Juan A. del Río.- 1ª ed.- Buenos Aires: Asoc. Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola – AACREA, 2012. 96 p. ; ISBN 978-987-1513-10-9.
- Casanova, O. *et al.* 2015. Curso de Fertilidad de suelos y su manejo 2015. Facultad de Agronomía-UdelaR.

- de Haro, J.C. 2022. Hidrocarburos y Agroindustria. Observaciones preliminares sobre el consumo de hidrocarburos y derivados por parte de la agroindustria. *En*: FRONTERAS Nº 20. Publicación anual del GEPAMA (Grupo de Ecología de Paisajes y Medio Ambiente “Dr. Jorge Morello”) – FADU / UBA. ISSN 1667-3999. Año 20 - Nº 20, pág. 44-49.
- de Haro, J.C.; Perez Orsi, H.; Cané, S.; Di Pangraccio, A.; Falabella, V. y Sapoznikow, A. 2022. Informe colaborativo sobre el Estado de situación. Riesgos e impactos de la prospección sísmica en el Mar Argentino. Foro para la Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia. Disponible en: marpatagonico.org/publicaciones.
- Eguía, S.E. 2022. Las ciudades como ámbitos de producción alimentaria. Nuevos nexos por crear. *En*: FRONTERAS Nº 20. Publicación anual del GEPAMA (Grupo de Ecología de Paisajes y Medio Ambiente “Dr. Jorge Morello-FADU/UBA. ISSN 1667-3999. Año 20 - Nº 20, pág. 21-27.
- Fertilizar Asociación Civil. 2012. Mercado de fertilizantes: Argentina y el mundo. Buenos Aires: AACREA.
- Fertilizar Asociación Civil. 2021. FERTILIZAR. <https://fertilizar.org.ar/>
- Gabinete Nacional de Cambio Climático. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático. Versión I - 2017.
- Grimm, N.B.; Faeth, S.H.; Golubiewski, N.E.; Redman, C.L.; Wu, J.; Bai, X. & Briggs, J.M. 2008. Global Change and the Ecology of Cities. *Science* 319 (5864).
- Guido D’Angelo-Emilce Terré. 2021. Consumo de gasoil en las cadenas de granos en la 2020/2021: 2.050 millones de litros. Bolsa de Comercio de Rosario, Informe Semanal-Mercados, junio de 2021.
- Guneralp, B.; Guneralp, I. & Liu, Y. 2015. Changing global patterns of urban exposure to flood and drought hazards. *Global Environmental Change* 31, 217-225. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.01.002>
- International Energy Agency. 2017. Energy Technology Perspectives 2017. Catalysing Energy Technology Transformations. ISBN: 9789264275973(online). ISBN: 9789264270503 (print). http://dx.doi.org/10.1787/energy_tech-2017-en
- Instituto Argentino del Petróleo y del Gas -IAPG. 2009. El abecé del Petróleo y del Gas. La industria del petróleo y del gas en el mundo y en Argentina. www.iapg.org.ar
- IPBES. 2019. Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Brondízio, E.S., Settele, J., Díaz, S., Ngo, H.T. (eds). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 1144 pages. ISBN: 978-3-947851-20-1
- Julio Calzada-Guido D’Angelo. 2021. Fertilizantes: panorama y oportunidades para la Argentina. Bolsa de Comercio de Rosario, Informe Semanal-Mercados, 25 de Junio de 2021.
- Marchini, T. Ed. 2022. Clima. El desafío de diseño más grande de todos los tiempos. Editado por Timoteo Marchini. -1ª ed- Ciudad Autónoma de Buenos Aires: El Gato y La Caja, 2022. 420 p. ; 21 x 15 cm. / ISBN 978-987-48638-1-2 / 1. Crisis Ecológica. I. Título. / CDD 577.2

- Ministerio de Transporte (https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/0019_-_if-2018-00239618-apn-dngemtr_0.pdf)
- Muller, A. y Di Sbroiavacca, N. 2019. "Eficiencia Energética en Argentina, apostando por conformar un sector energético más sostenible y eficiente en Argentina". Diagnóstico para el Sector Transporte. Consorcio liderado por GFA Consulting Group, 2019. Unión Europea.
- ONU-Hábitat. 2022. 1er Estado Global de las Metrópolis: Gestión Metropolitana desde la Política, Legislación, Gobernanza, Planificación, Finanzas y Economía. (2022). Folleto de Hallazgos Preliminares y Mensajes Clave. ONU-Hábitat. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, 2022.
- Silva, M.E. y Rodríguez, A.F. 2022. El flujo de materiales en las ciudades: El cemento. FRONTERAS Nº 20. Publicación anual del GEPAMA (Grupo de Ecología de Paisajes y Medio Ambiente "D. Jorge Morello)-FADU/UBA. ISSN 1667-3999. Año 20 - Nº 20, 2022, pág. 38-43.
- Toledo, V.M. 2013. El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. CIECO-UNAM.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, (ST/ESA/SER.A/366).
- <https://www.argentina.gob.ar/puertos-vias-navegables-y-marina-mercante/estadisticas-de-carga>
- <https://www.argentina.gob.ar/transporte/administracion-general-puertos-se>
- <https://www.argentina.gob.ar/transporte/puertos>
- <https://www.comoimportarenargentina.com.ar/principales-puertos-de-argentina/>
- <http://databank.worldbank.org>
- <https://fertilizar.org.ar/estadisticas/>
- <https://ypfagro.com.ar/index.php>
- <https://www.climate-transparency.org/g20-climate-performance/g20report2019>
- <https://www.shipmap.org/>
- <https://www.icontainers.com/es/2017/09/22/transporte-maritimo-representa-90-del-comercio-mundial/>
- <https://la.network/la-demanda-energia-crecera-30-2040-enorme-reto-mundo/>
- [Academic rigour, journalistic flair \(https://theconversation.com/cuanta-energia-producen-y-cuanta-consumen-las-ciudades-127827\)](https://theconversation.com/cuanta-energia-producen-y-cuanta-consumen-las-ciudades-127827)
- <https://www.ipbes.net/global-assessment>

EL FLUJO DE LOS MATERIALES EN LAS CIUDADES: LA ARENA

Mariana E. Silva y Andrea F. Rodríguez
andrea.rodriguez@fadu.uba.ar

El metabolismo urbano se refiere al flujo de materiales, energía y residuos dentro de un área urbana. Es un concepto utilizado para comprender cómo funcionan las ciudades en términos de su consumo, producción y gestión de recursos.

Una ciudad es un sistema complejo que requiere una cantidad significativa de recursos naturales, como agua, alimentos, energía y materiales de construcción, para mantenerse y funcionar. El metabolismo urbano analiza cómo se adquieren, utilizan, transforman y eliminan estos recursos en el contexto urbano.

El metabolismo urbano se puede dividir en varias categorías:

Consumo de recursos: las ciudades consumen una gran cantidad de recursos, como agua potable, alimentos, energía y materias primas para la construcción. El metabolismo urbano analiza cómo se obtienen y distribuyen estos recursos en la ciudad.

Infraestructura y servicios: las ciudades requieren infraestructuras y servicios para funcionar, como sistemas de transporte, suministro de agua, gestión de residuos y redes de energía. El metabolismo urbano examina cómo se planifican, diseñan y operan estas infraestructuras y servicios.

Producción y actividades económicas: las ciudades también son centros de producción y actividades económicas. El metabolismo urbano considera cómo se lleva a cabo la producción de bie-

nes y servicios en la ciudad, así como el consumo de energía y materiales asociados.

Generación de residuos y emisiones: las ciudades generan una cantidad significativa de residuos y emisiones, como desechos sólidos, aguas residuales y emisiones de gases de efecto invernadero. El metabolismo urbano evalúa cómo se gestionan y tratan estos desechos y emisiones.

El estudio del metabolismo urbano es importante para comprender los patrones de consumo, los impactos ambientales y los desafíos de sostenibilidad que enfrentan las ciudades. También proporciona información clave para el desarrollo de estrategias y políticas urbanas más sostenibles, que promuevan un uso más eficiente de los recursos y una gestión adecuada de los residuos.

Hoy las ciudades son los grandes consumidores de materiales y en donde ya se analizan los flujos de entrada y salida para satisfacer las necesidades básicas. A pesar de representar casi el 50% del uso global de materiales, los minerales no metálicos, que se utilizan principalmente para la construcción de edificios e infraestructura, son la categoría de análisis de flujo de materiales con la mayor incertidumbre. (Silva-Rodríguez, 2022).

Cuando empezamos a analizar el flujo que representaba el cemento, vimos necesario continuar con los áridos (arena y gravas) porque están totalmente entrelazados e invisibilidades en las estadís-

ticas de consumo internacional. Podemos decir en este caso que hablamos de Metabolismo Ampliado según Fisher-Kowalsk ya que islas han desaparecido, fronteras que se modificaron, por la sobreexplotación, para ser transportada y formar parte de una ciudad en otro país

Situación actual

Los áridos son una serie de productos minerales e industriales que resultan **esenciales** para nuestro día a día debido a que son utilizados como materia prima para la construcción. Son áridos las arenas, las gravas y las rocas fragmentadas. De forma más coloquial, también se conocen como arena, grava, gravilla, etc., estos son **la segunda materia prima más consumida por el hombre después del agua**. En el mercado pueden encontrarse diferentes tipos de áridos y cada uno de ellos se emplea con un objetivo distinto. El 69% de los áridos extraídos se emplea para la fabricación de hormigones (pavimentos, cimientos, pilares, unión de ladrillos, etc.), el 22% se utiliza para carreteras, 3,5% para la industria escollera (piedras y bloques para puertos), y el 5,5% restante para otros usos como aeropuertos, túneles, presas, puentes, etc.).

La arena y las gravas son materiales no reconocidos pero fundamentales de las economías mundiales. Como ya se mencionó, no habría hormigón, ni asfalto sin ellas, tampoco vidrio, no sería posible la existencia de ninguna infraestructura necesaria según los sistemas y métodos actuales de construcción y producción industrial. Ahora bien si nos enfocamos en la arena, en geología se denomina arena a todo material que está compuesto por **partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 milímetros**, así toda partícula dentro de ese rango será denominada como un "grano de arena". La arena es un tipo de árido que se utiliza mezclada con cemento para obtener una sustancia que facili-

ta que los ladrillos se peguen unos con otros para formar tabiques. El preparado de hormigón (ver Fronteras 20) es una mezcla de áridos, cemento y agua, además de algún aditivo. Para la fabricación de 1 metro cúbico de hormigón son necesarias entre 1,8 y 1,9 toneladas de áridos.

En la construcción y en la producción industrial la arena es omnipresente, está en todas partes hacia donde veamos y esto sucede básicamente porque es barata, versátil y fácil de obtener. A pesar de la fuerte presencia de la arena en la vida cotidiana en todos los rincones del planeta, *«las sociedades tratan la arena como un material insignificante»* (ONU, 2019).

Si se analiza el consumo de arena a nivel mundial todo parece indicar que en un futuro no muy lejano el acceso a este recurso será una barrera crítica para la sostenibilidad (ONU, 2019). En el último siglo, el volumen global de recursos naturales utilizados en la construcción de edificios e infraestructuras de transporte se ha multiplicado por 23 (Torres, 2017). El crecimiento de la población y el impulso de la construcción han triplicado el consumo de áridos en los últimos veinte años. Se calcula que cada año se extraen entre 40 000 y 50 000 millones de toneladas métricas de canteras, pozos, ríos, costas y el medio ambiente marino (Peduzzi, 2014; Beiser, 2018, en ONU, 2019). Esto equivale a la extracción de aproximadamente 18 kilos de arena del planeta al día por habitante.

El boom inmobiliario y el consumo voraz de arena que esta actividad trae aparejada está esquilmando los ecosistemas acuáticos y marinos de todo el planeta. Precisamente, este sector es el mayor consumidor de arena en todo el planeta al aglutinar la mitad de los recursos extraídos para cubrir sus necesidades. De acuerdo al informe de PNUMA 2022 "Arena y sostenibilidad: 10 recomendaciones estratégicas para evitar una crisis", *"La arena debe ser reconocida como un recurso estratégico, no sólo como material para la cons-*

trucción, sino también por sus múltiples funciones en el medioambiente”.

Uno de los problemas más importante de esta actividad es que las tasas de extracción superan las tasas de reposición de arena natural. El creciente volumen de agregados extraídos, a menudo de forma ilegal, de los ecosistemas fluviales y marinos provoca la erosión de los ríos y las costas, amenazas para la pesca de agua dulce y marina y la biodiversidad (World Wide Fund for Nature WWF, 2018a). La explotación de arena se está produciendo con una evaluación inadecuada de las consecuencias ambientales. No se están midiendo las consecuencias de la sobreexplotación de este recurso.

En un mundo con 10 000 millones de personas y sin políticas, planificación, regulación y gestión eficaces es imposible satisfacer la demanda de estos materiales teniendo en cuenta que no se pueden producir a partir de nuestros entornos terrestres, fluviales y marinos en las cantidades necesarias para ello. Tanto los tomadores de decisiones ya sea de los sectores públicos o privados siguen sin abordar esta problemática pero va siendo hora de desafiar el paradigma de los recursos infinitos de arena a través del diálogo constructivo y la búsqueda de soluciones.

¿Por qué es importante este tema?

A nivel mundial, cada año se extraen entre 47 y 59 mil millones de toneladas de material (Steinberger *et al.*, 2010), de los cuales la arena y la grava, representan tanto la mayor parte (del 68% al 85%) y el aumento de extracción más rápido (Krausmann *et al.*, 2009). Sorprendentemente, aunque se extrae más agregados que cualquier otro material, no se cuenta con datos fiables sobre su extracción en determinados países. La ausencia mundial de datos sobre la extracción de áridos dificulta

mucho la evaluación ambiental y ha contribuido a la falta de conciencia sobre este tema.

Una forma de estimar indirectamente el uso global de agregados es a través de la producción de cemento para hormigón (Silva-Rodriguez, 2022).

A esto se suman todos los áridos utilizados en recuperación de terrenos, urbanizaciones costeras y carreteras, terraplenes (para los cuales las estadísticas globales no están disponibles), más los 180 millones de toneladas de arena.

Los agregados también contribuyen al 90% de los pavimentos asfálticos y al 80% de caminos de concreto (Robinson y Brown, 2002). Solo China construyó 146.400 km de carreteras en un año, una indicación de la demanda mundial de agregados.

Teniendo en cuenta todas estas estimaciones, el consumo mundial de agregados supera los 40 mil millones de toneladas al año. Esto es el doble de la cantidad anual de sedimentos transportados por todos de los ríos del mundo (Milliman y Syvitski, 1992), convirtiendo a la humanidad en el agente transformador más grande del planeta respecto a los agregados.

Esta gran cantidad de material no se puede extraer y utilizar sin un impacto significativo en el medio ambiente (Sonak *et al.*, 2006; Kondolf, 1994). La extracción tiene un impacto en la biodiversidad, en la turbiedad del agua, niveles freáticos y paisaje y sobre el clima a través de las emisiones de dióxido de carbono del transporte. También hay consecuencias socioeconómicas, culturales e incluso políticas. En algunos casos extremos, la minería de agregados marinos ha cambiado las fronteras internacionales, como a través de la desaparición de islas de arena en Indonesia: (Fuente en la web: <https://www.elmundo.es/papel/historias/2021/08/29/61290832e4d4d890498b45c9.html>).

¿De dónde se extrae la arena para la construcción en Argentina?

Es importante entender que las denominadas "arenas de playa" no son aptas para construir y esto se debe básicamente porque son hidratadas por el mar, conteniendo así sales y restos orgánicos, lo que no las hace recomendables para ser utilizadas en la construcción. La arena del desierto, aunque abundante, tampoco se puede usar para la mayoría de los propósitos porque sus granos alisados por el viento la vuelven no adherente para los propósitos del concreto industrial.

En Argentina los lugares con arena óptima son los lechos de los ríos que integran el sistema río Paraná y en menor escala río Uruguay y los afluentes de ambos. El procedimiento se realiza a través de barcos draga en los lugares autorizados, desde la provincia de Buenos Aires hasta Entre Ríos. Estos barcos están especialmente diseñados para la extracción subacuática de los bancos y depósitos de arena que se localizan en el lecho de los ríos.

La actividad extractiva arenera se lleva a cabo en nuestro país en el Marco del Código de Minería Nacional y las demás normas provincias y municipales al respecto. A su vez la actividad sustentable del transporte por agua responde a las exigencias establecidas por Prefectura Naval de nuestro país.

Principales consecuencias de la extracción de áridos

La construcción no ha encontrado freno a lo largo de los años y ha sorteado crisis y burbujas, y la demanda de recursos se incrementa año a año. La voracidad por el consumo de arena, trae consigo consecuencias que dejan huella sobre la biodiversidad, el paisaje, el agua y las sociedades.

- **Biodiversidad.** Impactos en ecosistemas e impulsor de la pérdida de biodiversidad, por ejemplo la extracción de arena degrada los

corales, las algas marinas y las praderas de pastos marinos a través de la eliminación directa durante las operaciones de dragado, la sedimentación y la reducción de la disponibilidad de luz que compromete la fotosíntesis. Además, los barcos de transporte de arena pueden transportar invasores de agua dulce, temas aun en el caso del transporte de arena inexplorado.

- **Pérdidas de tierra tanto en el interior como en la costa debido a la erosión.** La extracción extensiva de arena perjudica la seguridad hídrica y alimentaria. La erosión y la degradación inducidas por la extracción de los sistemas ribereños y costeros pueden alterar la productividad de las fuentes de alimentos tanto silvestres (p. ej., pesquerías) como cultivadas (p. ej., maricultura y tierras de cultivo).
- **Función hidrológica.** Cambio en caudales de agua, regulación de inundaciones y corrientes marinas. Abastecimiento de agua por descenso del nivel freático y contaminación. La degradación provocada o reforzada por la extracción de arena impone una pesada carga a las poblaciones locales, especialmente a los agricultores, pescadores y aquellos, generalmente mujeres, que buscan agua para los hogares. Las personas de estas poblaciones pueden convertirse en refugiados ambientales.
- **Infraestructuras.** Daños en puentes, terraplenes de ríos e infraestructuras costeras.
- **Clima.** Directamente a través de las emisiones del transporte, indirectamente a través de la producción de cemento.
- **Paisaje.** Erosión costera, cambios en estructuras deltaicas, canteras, contaminación de ríos, etcétera.

Soluciones disponibles

Mejorar el consumo y la producción sostenibles de los recursos de arena no implica esperar nuevas leyes o reglas globales que permitan la cooperación internacional. Ya existen estrategias, materiales alternativos, estándares y mejores prácticas sobre los cuales construir para la acción a nivel regional, nacional y de sitio.

¿Cuáles serían algunas estrategias? 1) Evitar el consumo innecesario de arena natural en la construcción; 2) Usar materiales alternativos para reemplazar la arena natural en la construcción; y 3) Reducir los impactos de la extracción de arena con los estándares y mejores prácticas existentes. A las tasas actuales de producción de infraestructura, las alternativas aún no pueden sustituir una parte significativa de los 2700 millones de toneladas de demanda de agregados en Europa, y mucho menos los 20.000 millones de toneladas en China. El énfasis debe estar en reducir la extracción natural de arena y sus impactos a corto plazo.

Evitar el consumo innecesario

La sociedad puede hacer un uso más eficiente de los agregados obtenidos a través de la planificación del uso del suelo y la búsqueda de métodos alternativos de diseño y construcción de infraestructuras y edificios. El objetivo de esta estrategia es reducir la construcción innecesaria. La segunda es evitar el uso de cemento y hormigón en la medida de lo posible, de modo que la demanda de arena natural se reduzca a niveles responsables. Las soluciones disponibles identificadas para evitar la expansión innecesaria de entornos construidos o el uso de hormigón en la construcción incluyen, entre otras:

- Planificación espacial para un crecimiento urbano compacto donde se reducen los requisitos totales de recursos.

- Emplear infraestructura verde en lugar de infraestructura construida donde sea posible.
- Reemplazar el concreto tradicional donde sea posible en el diseño de edificios con materiales tradicionales como la madera y opciones no tradicionales que surjan de la innovación en ciencias de los materiales.
- Optimizar las mezclas de hormigón para aumentar la eficiencia de los recursos y la vida útil de los materiales de hormigón.
- Invertir en el mantenimiento y la modernización de la infraestructura en lugar de demoler edificios antiguos para prolongar la vida útil del entorno construido actual. Algunos estudios sugieren que la reutilización adaptativa es atractiva para los inversionistas y planificadores urbanos porque es rentable y eficaz para reducir las áreas urbanas abandonadas o descuidadas.
- Revisar y verificar los estándares técnicos de los proyectos de construcción para garantizar la calidad adecuada de arena se está utilizando en proyectos de construcción (lo que se conoce como “sobrediseño” en el sector de la ingeniería) (ONU, 2019).

La prevención del consumo irresponsable de arena debe estar integrada ya sea en los proyectos de infraestructura, de construcción y productos industriales desde el principio. En algunos casos, esto requiere cruzar nuevas fronteras en el diseño e ingeniería de infraestructura. En otros, ya existe una larga experiencia en la que basarnos, como el uso del suelo y la planificación espacial, que está bien establecida en los países europeos y el emocionante enfoque en el diseño y la construcción de edificios ecológicos que está surgiendo en los sectores arquitectónicos en los últimos años (ONU 2019). Pero hay que tener presente una adverten-

cia: a medida que se altera el diseño de la construcción, se crean nuevos riesgos ambientales y sociales. Por ejemplo, reemplazar la construcción de hormigón por construcción de madera aumenta la presión sobre las regiones boscosas. Por este motivo, la planificación urbana sostenible y compacta es la solución preferida. Una prioridad clave es incorporar la política, la planificación y la gestión de los recursos de arena en las ciudades sostenibles en curso y las iniciativas de infraestructura sostenible, aunque el horizonte temporal para el impacto sobre el terreno es a largo plazo.

Uso de materiales reciclados y alternativos para sustituir la arena natural en la construcción

Cuando no se puede evitar la construcción o el cemento tradicional, se puede lograr la reducción del uso de arena natural a través de algunas tecnologías y materiales probados, así como nuevos y emergentes. La experimentación ha llevado a una amplia variedad de formas de "concreto verde" (Liew *et al.*, 2017). Algunos ejemplos recientes de soluciones disponibles que pueden resumirse en:

- Reutilización de agregados de desecho en sitios de construcción.
- Reciclaje de concreto a partir de asfalto residual.
- Sustitución de agregados finos (arena) y agregados gruesos (grava) en la producción de concreto con materiales como subproductos de desechos de otros procesos, por ejemplo, cenizas volantes que quedan después de la incineración de desechos; escoria de acero inoxidable, cáscaras de coco, aserrín; etcétera.

Comentarios finales

Las tendencias de desarrollo actuales sugieren que la demanda de arena aumentará aún más en los próximos años. La aceleración resultante de la extracción, el comercio y el consumo de arena va a continuar generando efectos crecientes sobre el medio ambiente y sistemas humanos.

Una gobernanza eficaz requerirá conocimiento de cuánta arena se usa localmente así como a nivel mundial y cuánto de esta arena se repone a través de procesos naturales.

Varias características de la arena contribuyen a la impresión de que es un recurso abundante. Encontramos arena en muchísimos lugares del planeta sumado a que además se repone continuamente por el transporte de sedimentos.

Extraerla es relativamente barata y los impactos de esta extracción como la de muchos recursos mineros no siempre se sienten en el punto de consumo sino en las regiones más pobres donde se produce la extracción. La pregunta es si es correcta esta percepción de que es un recurso abundante y renovable. La realidad es que en muchas partes del mundo la arena es un recurso escaso pero no está claro si globalmente la demanda de arena supera la oferta. Esta más que claro que para dar luz a las complejas interrelaciones entre la demanda de arena, la minería, el comercio, el transporte y el consumo, los investigadores deben utilizar enfoques interdisciplinarios.

En 2008 Jianguo Liu, director del Centro de Integración de Sistemas y Sustentabilidad de la Universidad Estatal de Michigan, creó el concepto de "teleacoplamiento" (telecoupling), o acoplamiento a distancia, como un marco de investigación que puede emplearse para calcular las interacciones complejas entre los fenómenos socioeconómicos y ambientales, permitiendo a los científicos de diferentes disciplinas, sociales y naturales, comprender

y generar información con miras a buscar la coexistencia sustentable entre humanos y naturaleza.

Torres (2017) plantea en su artículo de la revista Science “A looming tragedy of the sand commons” que aplicar este marco a este tema permitiría capturar relaciones complejas y consecuencias globales a través de tres sistemas entrelazados: los sistemas de envío donde la arena es extraída; los sistemas receptores, como el urbano donde se consume arena; y sistemas indirectos, es decir, áreas a través de las cuales la arena es transportada o que son afectados por su extracción y consumo. El uso de este enfoque ayudaría a desentrañar las interconexiones entre lugares distantes como países importadores y exportadores, aclarar responsabilidades de la extracción local y remota de arena, abordar los efectos indirectos como especies invasoras o emisiones de carbono, guiar las políticas a través de escalas y límites, y anticipar efectos en cascada como los descritos anteriormente.

Por el lado de la gobernabilidad, los esfuerzos deben estar puestos en aumentar la eficiencia del uso y comercio de arena que debe incluir políticas de reciclaje y evitar el desperdicio a lo largo de la cadena de suministro. Sin embargo, aunque el reciclaje ayuda a aliviar la presión sobre la arena —actualmente— no hay alternativas para satisfacer la creciente demanda global sin una innovación drástica.

Lograr un consumo responsable requerirá; establecer controles sobre planificación, permisos, prospección, extracción y monitoreo para industria; desarrollo de pagos por daños ambientales y sociales. Simultáneamente, las regulaciones deben ser elaboradas para contextos locales y deben ser acompañadas de una aplicación efectiva y con supervisión. Poniendo mayor atención a los vínculos complejos de escasez de arena, nuestra sociedad puede empezar a entender cómo utilizar la arena de manera más sostenible.

BIBLIOGRAFIA

- Brown, T.L.; Joneleit, K.; Robinson, C.S. & Brown, C.R. 2002. Automaticity in reading and the Stroop task: Testing the limits of involuntary word processing. *The American Journal of Psychology*, 115(4), 515-543. <https://doi.org/10.2307/14235263>
- Fischer-Kowalski, Marina. 1997. “Society’s metabolism: on the child-hood and adolescence of a rising conceptual star”. En: Michael Redclift y Graham Woodgate, eds., *The International Handbook of Environmental Sociology*, Cheltenham, Edward Elgar, 119-137.

- Gavriletea, M.D. 2017. Environmental Impacts of Sand Exploitation. Analysis of Sand Market. *Sustainability*, 9, 1118. <https://doi.org/10.3390/su9071118>
- Gavrilesco. 2022. *In: Assessing Progress Towards Sustainability. Science of The Total Environment Journal Urban metabolism and land use optimization: In quest for modus operandi for urban resilience:* <https://www.elmundo.es/papel/historias/2021/08/29/61290832e4d4d890498b45c9.html>
- Kondolf, G.M. 1994. Geomorphic and environmental effects of instream gravel mining. *Landsc Urban Plan* 28: 225-243.
- Krausmann, *et al.* 2009. Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. Fridolin Krausmann*, Simone Gingrich, Nina Eisenmenger, Karl-Heinz Erb, Helmut Haberland Marina Fischer-Kowalski Institute of Social Ecology, Faculty of Interdisciplinary Studies, Alpen Adria Universität, Klagenfurt, Graz Wien. Austria.
- Liew, K.M.; Sojobi A.O. and Zhang, L.W. 2017. Green concrete: prospects and challenges. *Construction and Building Materials* 156, 1063-95. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.09.008>
- Liu, J.; Hull, V.; Batistella, M.; DeFries, R.; Dietz, T.; Fu, F.; Hertel, T.; Izaurralde, R.; Lambin, E.; Li, S.; Martinelli, L.; McConnell, W.; Moran, E.; Naylor, R.; Ouyang, Z.; Polenske, K.; Reenberg, A.; de Miranda Rocha, G.; Simmons, C.; Verburg, P.; Vitousek, P.; Zhang, F. & Zhu, C. 2013. Framing Sustainability in a Telecoupled World *Ecology and Society*, 18 (2).
- Małgorzata, Hanzl & Rahul Dewan. 2021. *In: Understanding Disaster Risk, Science of The Total Environment Journal Mekong.* Retrieved from: http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/sandmining_execsum
- Milliman, J.D. and Syvitski, J.P.M. 1992. Geomorphic/Tectonic Control of Sediment Discharge to the Ocean: The Importance of Small Mountainous Rivers. *The Journal of Geology* 100, 525-544. <http://dx.doi.org/10.1086/629606>
- ONU. 2019. Sand and sustainability: Finding new solutions for environmental governance of global sand resource.
- Peduzzi. 2014. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, ISSN-e 2175-7941, Vol. 31, Nº. 3.
- Sonak, S.; Pangam, P.; Sonak, M. and Mayekar, D. 2006. Impact of sand mining on local ecology. In: Sonak S. (ed). Multiple dimensions of global environmental change. Teri Press, New Delhi, pp 101-121.
- Steinberger et al. 2010. An overview of the European Union's highly multilingual parallel corpora Language Resources and Evaluation volume 48, pages 679707 (2014).
- Torres, A.; Jodi Brandt, Kristen Lear and Jianguo Liu. 2017. A looming tragedy of the sand commons. *Science* 357 (6355), 970-971.
- WWF. 2018a. Impacts of Sand Mining on Ecosystem Structure, Process and Biodiversity in Rivers. World Wide Fund for Nature, Greater.

METABOLISMO URBANO

COMPARACION ENTRE ROMA (ITALIA) - BUENOS AIRES (ARGENTINA)

Olmo Rosadoni

olm.rosadoni@stud.uniroma3.it

INTRODUCCIÓN:

El objetivo de alcanzar la sostenibilidad urbana es cada vez más pertinente en el contexto actual, en el que las ciudades se enfrentan a una serie de retos medioambientales, sociales y económicos. Dos grandes metrópolis, Roma y Buenos Aires, surgen como ejemplos de ciudades que están trabajando para mejorar su sostenibilidad. A pesar de estar situadas en continentes diferentes, ambos centros urbanos se enfrentan a retos similares relacionados con la gestión de los recursos, la contaminación, la movilidad sostenible y el uso eficiente de la energía. Este artículo es una parte introductoria del trabajo de tesis que se llevará a cabo más adelante, donde exploraremos las iniciativas y estrategias adoptadas por Roma y Buenos Aires para convertirse en ciudades más sostenibles, analizando las diferencias y similitudes entre ambas. A través de esta comparación, intentaremos comprender qué enfoques y soluciones podrían adaptarse y aplicarse en otras ciudades del mundo para promover una sostenibilidad urbana más amplia y sostenible.

El mundo atraviesa una época de crisis, que está poniendo seriamente a prueba la supervivencia de la humanidad, los últimos informes mues-

tran una situación muy grave, que no parece revertirse en absoluto. En el último informe de Naciones Unidas en relación con los objetivos sostenibles, los datos son realmente preocupantes; se afirma, por ejemplo, en relación con la disponibilidad de agua corriente que, a estos ritmos, en 2030 unos 1600 millones de personas carecerán de acceso seguro al agua potable, 2800 millones carecerán de saneamiento y 1900 millones carecerán de las instalaciones básicas para mantener su higiene a un nivel aceptable. En estos momentos, más de 733 millones de personas viven en países con dificultades para encontrar agua potable.

Si hablamos de energía, los datos no son mucho mejores, de hecho en 2020 todavía hay 733 millones de personas sin acceso a la electricidad, y a este ritmo en 2030 seguirá habiendo 679 millones. En diez años se había avanzado bastante en este sentido, de hecho de 2010 a 2020 unos 400 millones de personas tuvieron acceso a la energía, lo que daba esperanzas para el futuro, pero ahora esta tendencia positiva se ha frenado mucho, al día de hoy 2400 millones de personas siguen utilizando métodos para cocinar y calefacción ineficientes y contaminantes. En un mundo donde la transición ecológica se hace necesaria, cabría esperar grandes inversiones en energías renovables, sin embargo

por segundo año consecutivo se ha producido una clara reducción de las inversiones; de hecho, en 2017 hubo unos 24.700 millones de dólares de inversión, en 2019 10.000 millones, en consecuencia también el consumo final de energía renovable

es solo de alrededor del 17% del total de la energía consumida. Además, durante la pandemia, los gobiernos tuvieron que invertir gran parte del capital del que disponían precisamente para intentar frenar el avance del virus.

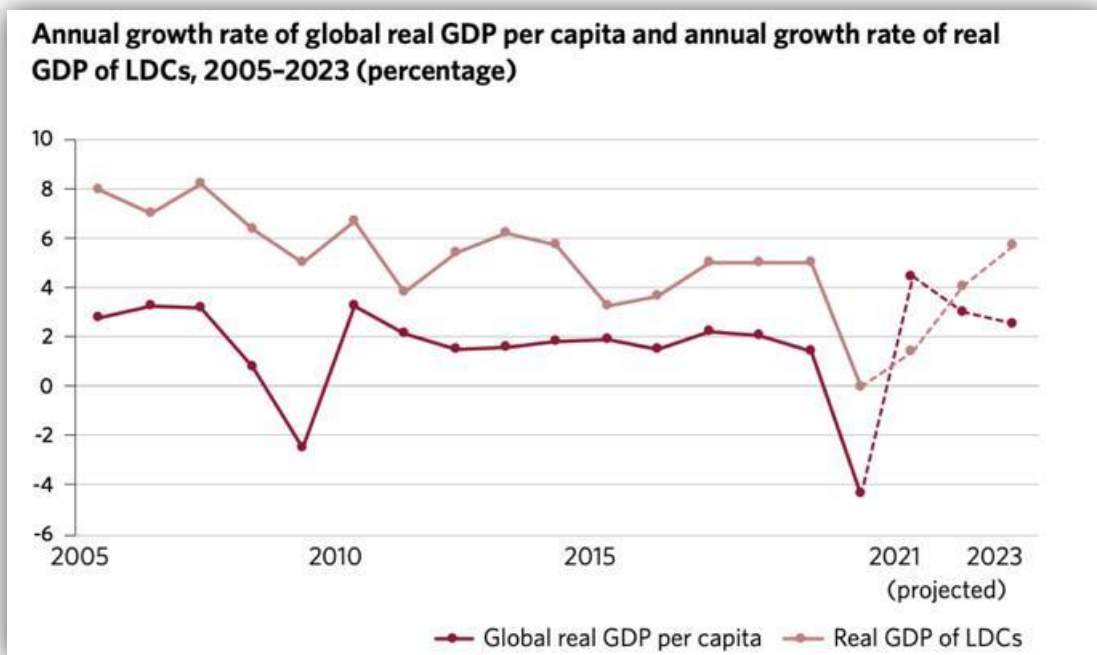


FIG.1. Fuente: unstat.un.org

Comparando BUENOS AIRES y ROMA

Se analizaron diferentes aspectos de la sostenibilidad de la ciudad de Buenos Aires, bajo tres aspectos principales: social, ambiental y urbano.

Para la parte social, se analizó el censo 2011, que es el más reciente en contar con datos completos. De esta parte aquí en este artículo se incluyó la división por género y edad de las dos respectivas ciudades.

Buenos Aires

Como primer punto de este análisis comenzaremos con algunos datos básicos: Buenos Aires está dividida en Ciudad Autónoma y provincia, y tiene un total de 15.102.256 habitantes, pero yo sólo me centraré en la Ciudad Autónoma, que tiene 3.093.845 habitantes con una densidad de población de 15.372,47 hab/km², y está dividida en 15 Comunas y a su vez divididas en 48 barrios. Gracias al análisis de estos datos, se puede comprender mejor el tejido social de las dos realidades.

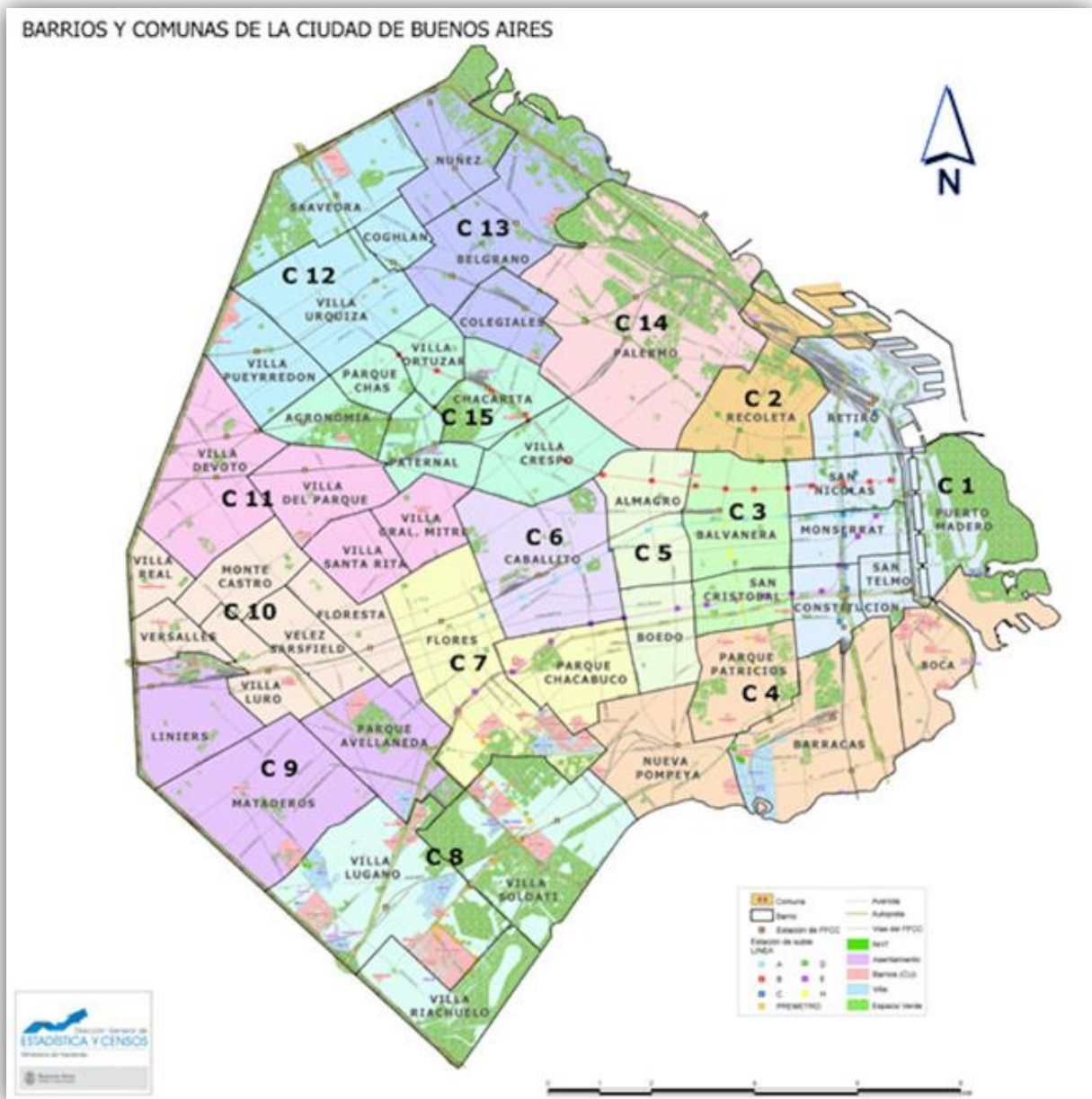


FIG 2. Fuente: estadística y censos GOBIERNO DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES.

Ahora veamos más específicamente algunos datos: de la población total 2022 de la ciudad de Buenos Aires 3.093.845, 1.666.874 son mujeres,

mientras que 1.426.112 son varones, 859 prefieren no especificar.

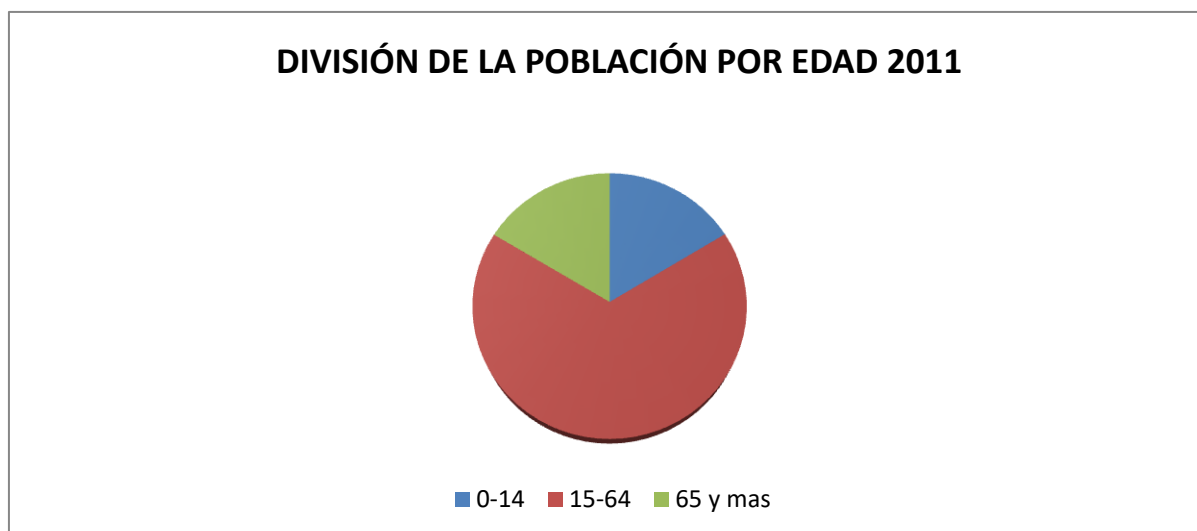
Comuna	Total ⁽¹⁾	Sexo		
		Mujer / Femenino	Varón / Masculino	X / Ninguna de las anteriores
Total	3.093.845	1.666.874	1.426.112	859
Comuna 1	220.817	115.670	105.124	23
Comuna 2	157.092	88.463	68.576	53
Comuna 3	192.815	104.014	88.762	39
Comuna 4	229.093	120.904	108.164	25
Comuna 5	191.724	104.706	86.953	65
Comuna 6	202.530	111.362	91.073	95
Comuna 7	214.317	114.516	99.711	90
Comuna 8	204.656	107.732	96.884	40
Comuna 9	168.328	88.598	79.709	21
Comuna 10	170.515	90.907	79.555	53
Comuna 11	200.532	107.527	92.894	111
Comuna 12	234.770	125.759	108.969	42
Comuna 13	263.058	144.479	118.542	37
Comuna 14	247.530	137.048	110.352	130
Comuna 15	196.068	105.189	90.844	35

⁽¹⁾ Incluye la población en situación de calle censada en la vía pública.

Cuadro 1. Ciudad de Buenos Aires. Poblacion en vivienda por sexo, según comuna. Año 2022.

Lamentablemente, sin embargo, no todos los datos presentes se refieren al censo de 2022, sino al anterior, es decir, al de 2011. Ahora si utilizamos el desglose de la población por edad, otro dato

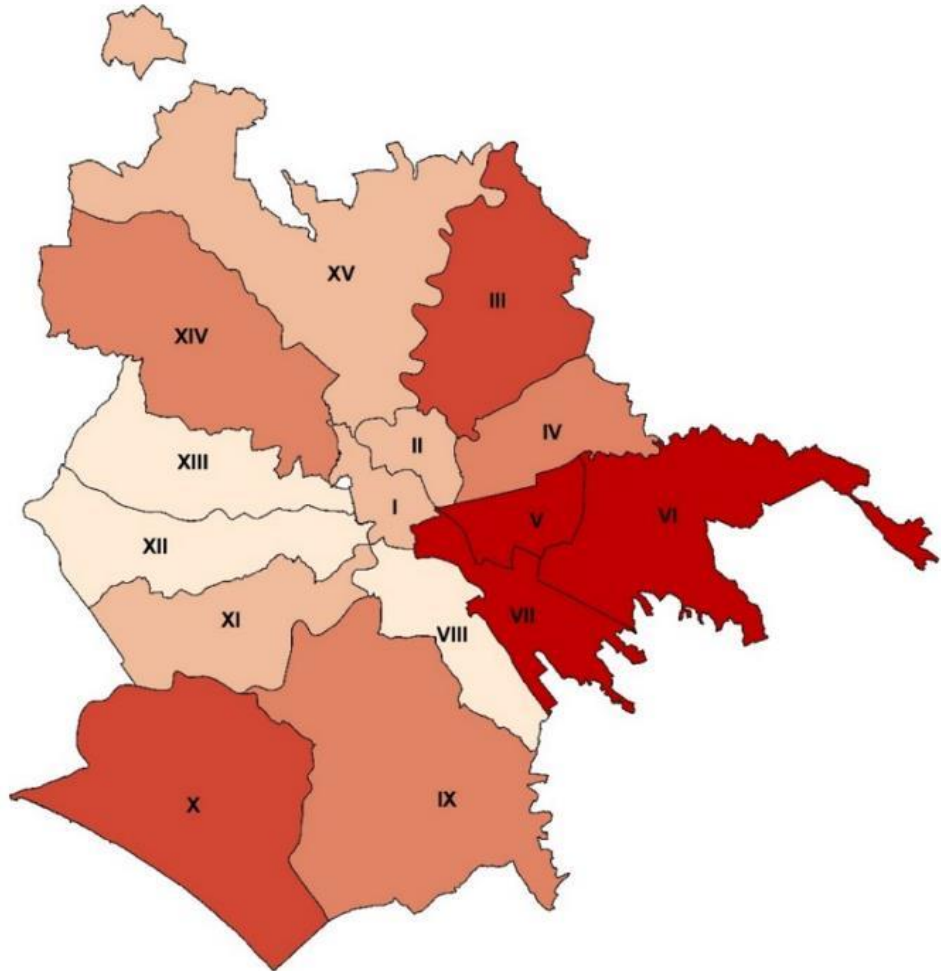
importante, de hecho podemos ver que de un total de 2.890.151 millones, 472.511 se distribuyen entre 0-14 años, 1.943.569 entre 15-64, y 474.071 son mayores de 65.



Roma

En la ciudad de Roma, tenemos una población de 2.749.031 (2022) habitantes y una densidad de

población de 2133,34 habitantes/km². Roma está dividida en 15 municipios, que a su vez se subdividen en 155 zonas urbanas que corresponden a los distritos.



Fonte: Elaborazioni Ufficio di Statistica di Roma Capitale su dati Anagrafe

La distribución de la población por edades es la siguiente:

Tavola 1. Popolazione di Roma al censimento 2011 per cittadinanza, sesso e classe d'età decennale

Classe d'età	Italiano-a			Straniero-a/apolide			Totale		
	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale
0-9 anni	109.658	103.677	213.335	12.701	12.027	24.728	122.359	115.704	238.063
10-19 anni	107.761	101.563	209.324	10.345	9.075	19.420	118.106	110.638	228.744
20-29 anni	108.426	105.454	213.880	20.152	17.584	37.736	128.578	123.038	251.616
30-39 anni	148.287	158.070	306.357	28.559	31.009	59.568	176.846	189.079	365.925
40-49 anni	193.412	206.693	400.105	18.799	27.545	46.344	212.211	234.238	446.449
50-59 anni	155.379	172.099	327.478	8.510	16.956	25.466	163.889	189.055	352.944
60-69 anni	135.291	162.791	298.082	2.516	5.395	7.911	137.807	168.186	305.993
70-79 anni	112.570	150.660	263.230	795	1.650	2.445	113.365	152.310	265.675
80-89 anni	49.813	88.130	137.943	262	488	750	50.075	88.618	138.693
90-99 anni	5.950	16.322	22.272	47	73	120	5.997	16.395	22.392
100 anni e più	110	566	676	2	3	5	112	569	681
Totale	1.126.657	1.266.025	2.392.682	102.688	121.805	224.493	1.229.345	1.387.830	2.617.175

Fonte: Elaborazioni Ufficio di Statistica di Roma Capitale su dati ISTAT

Tenemos diferentes subdivisiones entre las dos realidades, pero si agrupamos los datos sobre Roma podemos ver que el grupo de edad de 65-100 años está formado por unas 580.437 personas, mientras que Buenos Aires tiene 474.071 personas en el mismo grupo de edad. Lo mismo ocurre con el grupo de menor edad, de hecho si nos referimos

a la población de 0 a 14 años Roma tiene una población de 352.435 mientras que Buenos Aires tiene 472.511, por lo tanto podemos ver que Roma está formada por personas mayores y como consecuencia directa tiene menos jóvenes que Buenos Aires.

Comparación medioambiental: **(calidad del aire)**

En cuanto al medio ambiente más concretamente, empezaremos por el análisis de la calidad del aire. Se decidió analizar un componente concreto muy tóxico, el dióxido de nitrógeno NO₂: "El dióxido de nitrógeno (NO₂) es un gas de color marrón rojizo, poco soluble en agua, tóxico, de olor

fuerte y penetrante y con un fuerte poder irritante. Es un contaminante con un componente predominantemente secundario, ya que es el producto de la oxidación del monóxido de nitrógeno (NO) en la atmósfera; sólo una proporción menor se emite directamente a la atmósfera. La principal fuente de emisiones de óxido de nitrógeno (NO_x=NO+NO₂) es el tráfico de vehículos; otras fuentes son las centrales de calefacción civiles e industriales, las








centrales eléctricas para la producción de energía y una amplia gama de procesos industriales. (Fuente web: <https://www.salute.gov.it>).

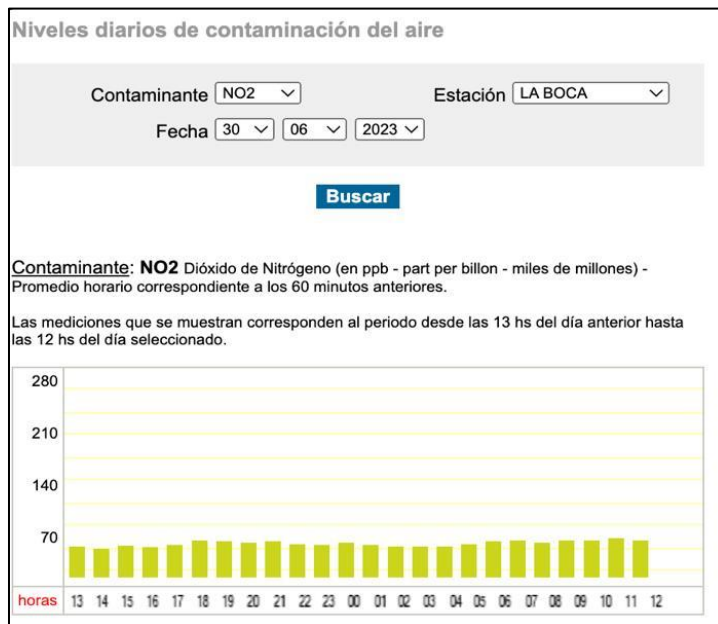
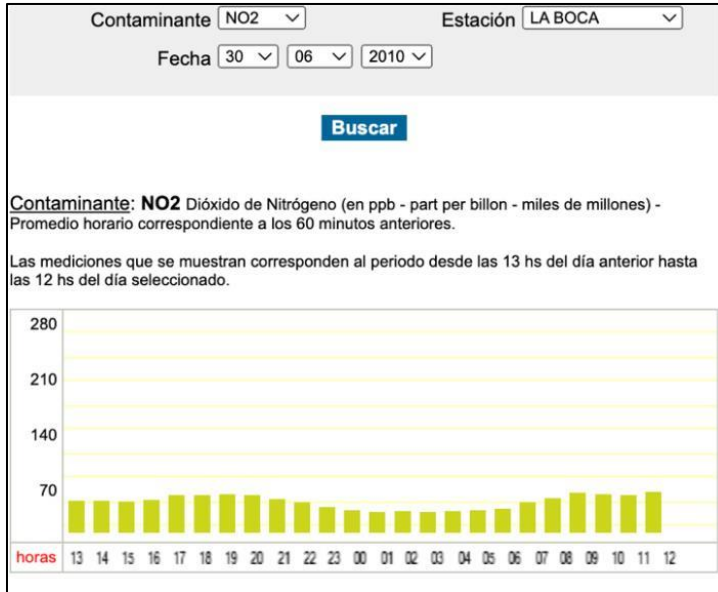
Gracias a las mediciones realizadas en zonas específicas podemos ver algunas diferencias temporales en las mismas zonas en dos intervalos

de tiempo uno el 30-06-2010 y el siguiente el 30-06-2023. En la ciudad de Buenos Aires, se tomo los datos específicamente en dos estaciones de medición: La Boca y Centenario.

La siguiente tabla explica los niveles con referencia a la presencia de NO2.

Referencia de contaminante

Referencia de NO2			
Rango	Color	Efecto	Recomendacion
hasta 100		Ninguno	Ninguna
entre 100 y 160		Ninguno	Ninguna
entre 160 y 200		Ninguno	Ninguna
entre 200 y 276		Se pueden observar síntomas de dificultad respiratoria en niños y en personas con asma	Ninguna
entre 276 y 650		Se pueden observar síntomas de dificultad respiratoria en niños y en personas con asma	Ninguna
mas de 1240		Alta probabilidad de agravamiento de los síntomas de dificultad respiratoria en niños y personas con enfermedades respiratorias como asma.	Los niños y las personas con enfermedades respiratorias, como asma, deben limitar los esfuerzos intensos y moderados al aire libre
entre 650 y 1240		Aumenta la probabilidad de síntomas de dificultad respiratoria en niños y personas con enfermedades respiratorias como asma.	Los niños y las personas con enfermedades respiratorias, como asma, deben limitar los esfuerzos intensos al aire libre

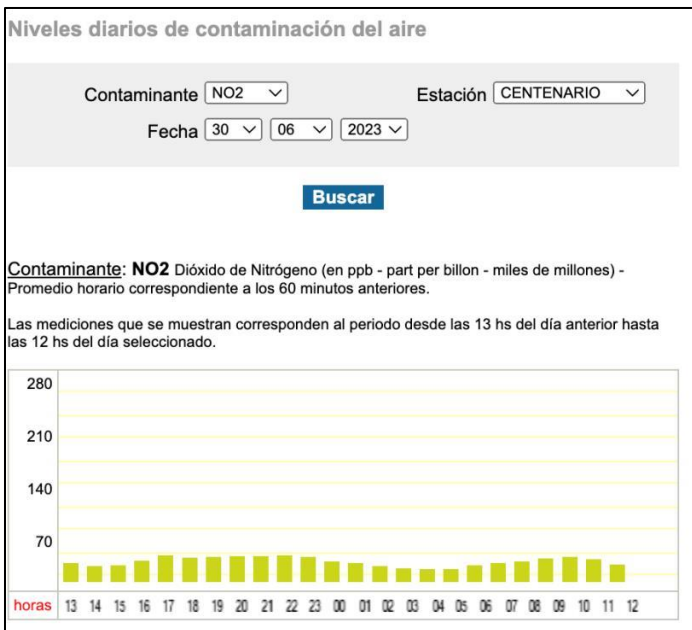
Estación La Boca:

Podemos ver inmediatamente que los niveles están todos por debajo de los umbrales de atención. En este caso todos están por debajo de los umbrales de alerta a pesar de que ha habido un aumento; de hecho, si nos referimos a los datos de

hoy podemos ver que los umbrales están todos mucho más cerca del nivel 70 de lo que estaban en 2010.

De nuevo, los niveles están muy por debajo del umbral mínimo, lo que sigue mostrando una baja presencia de dióxido de nitrógeno NO2 en el aire.

Ahora vemos la comparación en la zona de CENTENARIO. Aquí también los niveles están todos bajo control, de hecho en esta situación concreta se ha producido un descenso de los niveles.



Veamos más concretamente la situación en Roma. Aquí también podemos comparar los datos durante el mismo periodo de tiempo que en Buenos Aires, lo que para nosotros es perfecto para una comparación precisa.

De nuevo, empezamos desde el 30-06-2023. A diferencia de Buenos Aires, donde podíamos subdividir los componentes a analizar, en este caso tenemos un informe completo, pero sólo nos ocuparemos del componente NO₂, de nuevo como está escrito en el informe, la tolerancia es de 200, y a-

proximadamente coincide con el mismo nivel indicado en las imágenes anteriores.

Como podemos observar en los números, los niveles en este caso también están por debajo de los límites de tolerancia, pero hay grandes diferencias entre una parte de la ciudad y otra; de hecho, podemos ver que en la zona de Francia el nivel está 171 mucho más cerca del límite que en Guido por ejemplo, lo que muestra como incluso dentro de la misma ciudad puede haber grandes diferencias.

ARPA LAZIO – ROMA		Dati di QUALITA'ARIA 30/06/10					
Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Lazio		Dalle ore 01 Alle ore 24					
	CO mg/m ³ 293K Media M. 8 h Max	O3 ug/m ³ 293K Cmax Oraria	NO2 ug/m ³ 293K Cmax Oraria	NO2 ug/m ³ 293K Num ore sup anno	PM10 ug/m ³ Cmed 24 h	PM10 ug/m ³ Num giorni sup anno	BENZENE ug/m ³ 293K Media M. Annuale §
D.Lgs183/04 (soglia d'informaz.)		180					
D.Lgs183/04 (soglia d'allarme)		240					
D.M. 2/4/2002 n.60 Limite + Tolleranza n. max sup. Consentiti	10		200	200	50	50	5
DGR Lazio n. 1316/03 e n.128/04	10			18	50	35	5
002 Preneste		163 ore: 14	75 ore: 02	0	32	22	
003 Francia	1.4 ore: 23		171 ore: 20	1	44	23	3.2
005 Magna Grecia	0.7 ore: 12		109 ore: 07	1	34	12	2.6
008 Cinecitta	0.3 ore: 13	160 ore: 14	79 ore: 08	1	30	25	1.7
039 Villa Ada	0.4 ore: 08	170 ore: 14	67 ore: 08	0	24	4	1.5
040 Guido		96 ore: 19	35 ore: 06	0			
041 Cavaliere		160 ore: 15	78 ore: 23	0	28	0	
047 Fermi	1.0 ore: 01		143 ore: 10	13	41	20	3.4
048 Bufalotta		143 ore: 14	76 ore: 01	0	28	3	2.1
049 Cipro	0.6 ore: 24	127 ore: 14	87 ore: 23	0	27	14	
055 Tiburtina	0.6 ore: 22		101 ore: 19	6	37	22	2.8
056 Arenula		152 ore: 14	84 ore: 10	1	42	9	
057 Malagrotta		N.D.	N.D.	0	N.D.	0	N.V.

Legenda:
 * = Superamento limite Nazionale # = Superamento soglia delibera Regionale N.V. = non valido N.D. = non disponibile
 § = media mobile annua come indicatore di tendenza rispetto al valore limite della media annua

Veamos ahora las cifras correspondientes al periodo 30-06-2023:

ARPA LAZIO-ROMA		Dati di QUALITA' ARIA 30/06/2023					
Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Lazio		Dalle ore 01 Alle ore 24					
	BENZENE	O3	NO2	NO2	PM10	PM10	PM2.5
	ug/m3 293K	ug/m3 293K	ug/m3 293K	ug/m3 293K	ug/m3	ug/m3	ug/m3
	Media M. Annuale §	Cmax Oraria	Cmax Oraria	Num ore sup anno	Cmed 24 h	Num giorni sup anno	Media M. Annuale §
D.Lgs 13/08/10 n.155 (Soglia Informazione)		180					
D.Lgs 13/08/10 n.155 Soglia Allarme		240					
Limite + Tolleranza	5		200	200	50	50	25
D.Lgs 13/08/10 n.155 n. max sup. Consentiti				18		35	
002 Preneste		110 ore: 12	32 ore: 07	0	N.V.	7	
003 Francia	1,3		53 ore: 08	0	17	2	13
005 Magna Grecia			48 ore: 06	0	N.V.	2	
008 Cinecitta		119 ore: 13	24 ore: 07	0	23	8	15
039 Villa Ada	0,6	111 ore: 13	25 ore: 08	0	20	1	11
040 Guido		102 ore: 13	14 ore: 08	0	23	1	10
041 Cavaliere		118 ore: 13	27 ore: 09	0	21	2	13
047 Fermi	1,5		61 ore: 08	0	25	5	
048 Bufalotta		111 ore: 13	N.D.	0	25	5	
049 Cipro		99 ore: 13	35 ore: 08	0	23	5	12
055 Tiburtina			43 ore: 07	0	29	23	
056 Arenula		70 ore: 13	45 ore: 07	0	21	2	12
057 Malagrotta	1,1	103 ore: 13	28 ore: 06	0	21	6	13

Empezando específicamente por Buenos Aires, los datos recogidos muestran ciertamente una política extremadamente decisiva desde este punto de vista; de hecho, la ciudad verde urbana y las obras relacionadas con ella son de diferentes tipos:

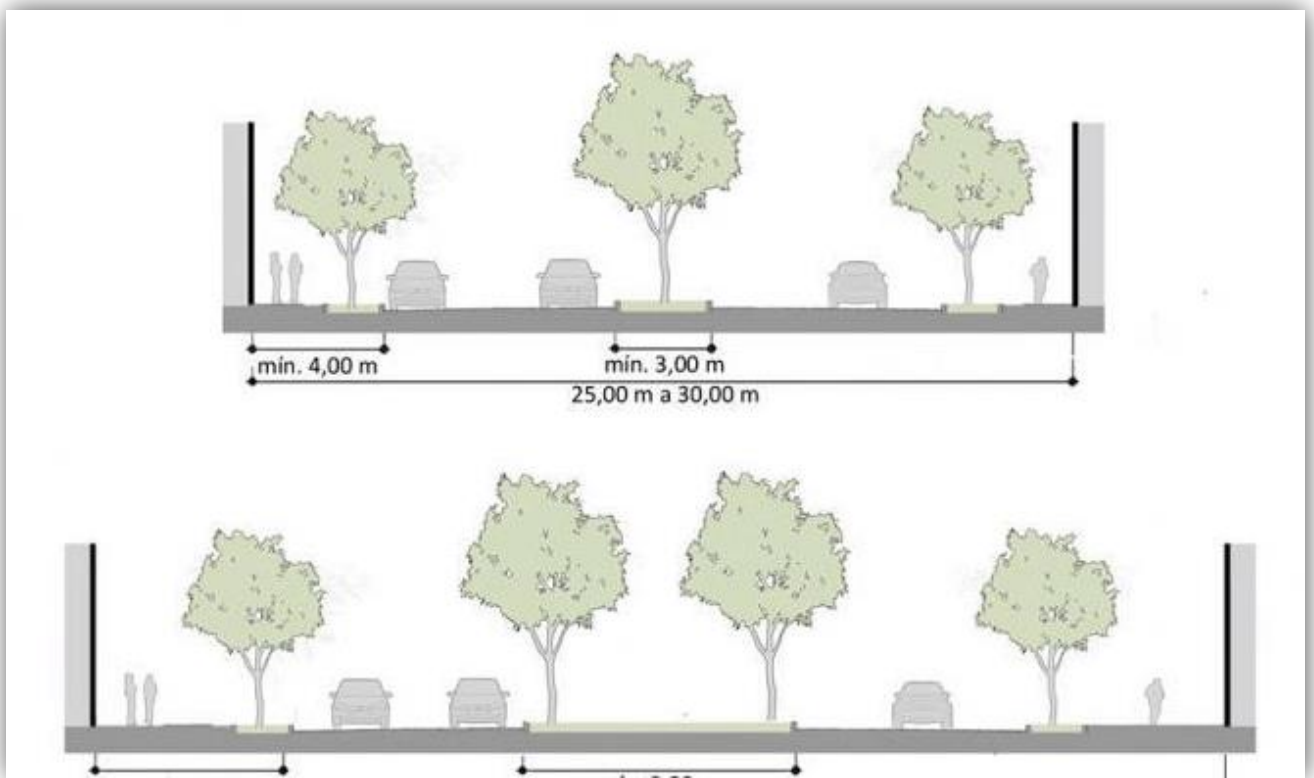
Conectores medioambientales

Los llamados conectores ecosistémicos son aquellos espacios verdes que facilitan el tránsito de fauna y el flujo de los procesos naturales que sostienen la vida en el planeta, además, sirven para mejorar la calidad ambiental y enriquecer la biodi-

versidad de diferentes zonas de la ciudad. En la figura se puede ver de qué trata la política al respecto.

Los beneficios de esta política específica son ciertamente una mejora de la biodiversidad de la ciudad, una mitigación del calor percibido en las calles, promueve la movilidad peatonal y ciclista, y

en las zonas donde falta vegetación tiene una función paliativa. En cuanto a la construcción, ciertamente la incorporación de materiales drenantes, como adoquines y/o pavimentos porosos, debería considerarse en zonas donde la resistencia de los materiales lo permita.



Otro tipo de conectores medioambientales son los bordes de las carreteras el paisaje se presenta como una necesidad para mitigar el impacto negativo de la contaminación acústica, la contaminación visual y las emisiones de gases de efecto invernadero.

De nuevo, los beneficios son muchos, entre ellos, una clara mejora visual, una retención del carbono atmosférico, una mayor oxigenación, menos contaminación acústica

Autopista Dellepiane

Plantación de arbolado nativo en áreas de borde



Jacarandá



Tipa



Ceibo



Aliso de río



Sauce criollo



Aguaribay

Desarrollo de la vegetación urbana:

Otra política implementada para la ciudad de Buenos Aires es el desarrollo de la vegetación urbana extensiva, esto está regulado por la Ley nro 3263 que explica exactamente cómo:

“La presente Ley tiene por objeto proteger e incrementar el Arbolado Público Urbano, implementando los requisitos técnicos y administrativos a los que se ajustarán las tareas de intervención sobre los mismos”.

Empezando por la definición de lo que es arbolado público urbano: “Se entiende por arbolado público urbano a las especies arbóreas, las palmeras y las arbustivas manejadas como árboles, que conforman el arbolado de alineación y de los espacios verdes así como los implantados en bienes del dominio público del Gobierno de la Ciudad

Autónoma de Buenos Aires”. En los otros artículos de la ley se van a explicar cuáles son las obligaciones, como por ejemplo controlar y supervisar el cumplimiento del plan, o intervenir en el cultivo y llevar el Registro de árboles históricos y notables. También están algunas reglas para la plantación de árboles como:

- En iguales o menores que 1,80 m no se planta arbolado.
- Entre 1,80 y 2,40 m: lado mínimo plantera 0,80 m.
- Entre 2,40 y 3,40 m: lado mínimo plantera 1,20 m.
- Entre 3,40 y 7 m: plantera corrida.
- Mayor que 7 m: microparquización

Estas son las reglas generales para los árboles.

URBANISMO SOSTENIBLE

Además de los espacios verdes de la ciudad, el gobierno de la Ciudad ha intentado a lo largo de los años encontrar cada vez más soluciones para hacer de la urbanización sostenible una piedra angular y un rasgo distintivo de la ciudad, siendo una de las más interesantes la propuesta de techos y terrazas verdes, (propuesto en 2013, al decir): “Implementese en el ámbito de la Ciudad de Buenos Aires los sistemas de mitigación de evacuación de aguas de lluvia a la red de desagües pluviales en todas las construcciones públicas y privadas, nuevas o preexistentes al momento de reglamentarse esta Ley. Las áreas de aplicación serán las zonas de densidad edilicia alta y media y las zonas de vulnerabilidad hídrica alta y media. La presente Ley tiene como objetivos:

- a) Regular técnica, ambiental y jurídicamente las condiciones de las terrazas verdes como estrategia de mitigación y adaptación a los problemas ambientales.
- b) Promover la incorporación de las terrazas verdes, incremento de superficies permeables y dispositivos de retención, a fin de mitigar las situaciones de vulnerabilidad hídrica.
- c) Mejorar la resiliencia hídrica en áreas con alta densidad edilicia y bajo porcentaje de suelo permeable moderando los efectos de microclima urbano.
- d) Incrementar la permeabilidad del suelo en un 60% del total de la superficie de la Ciudad.

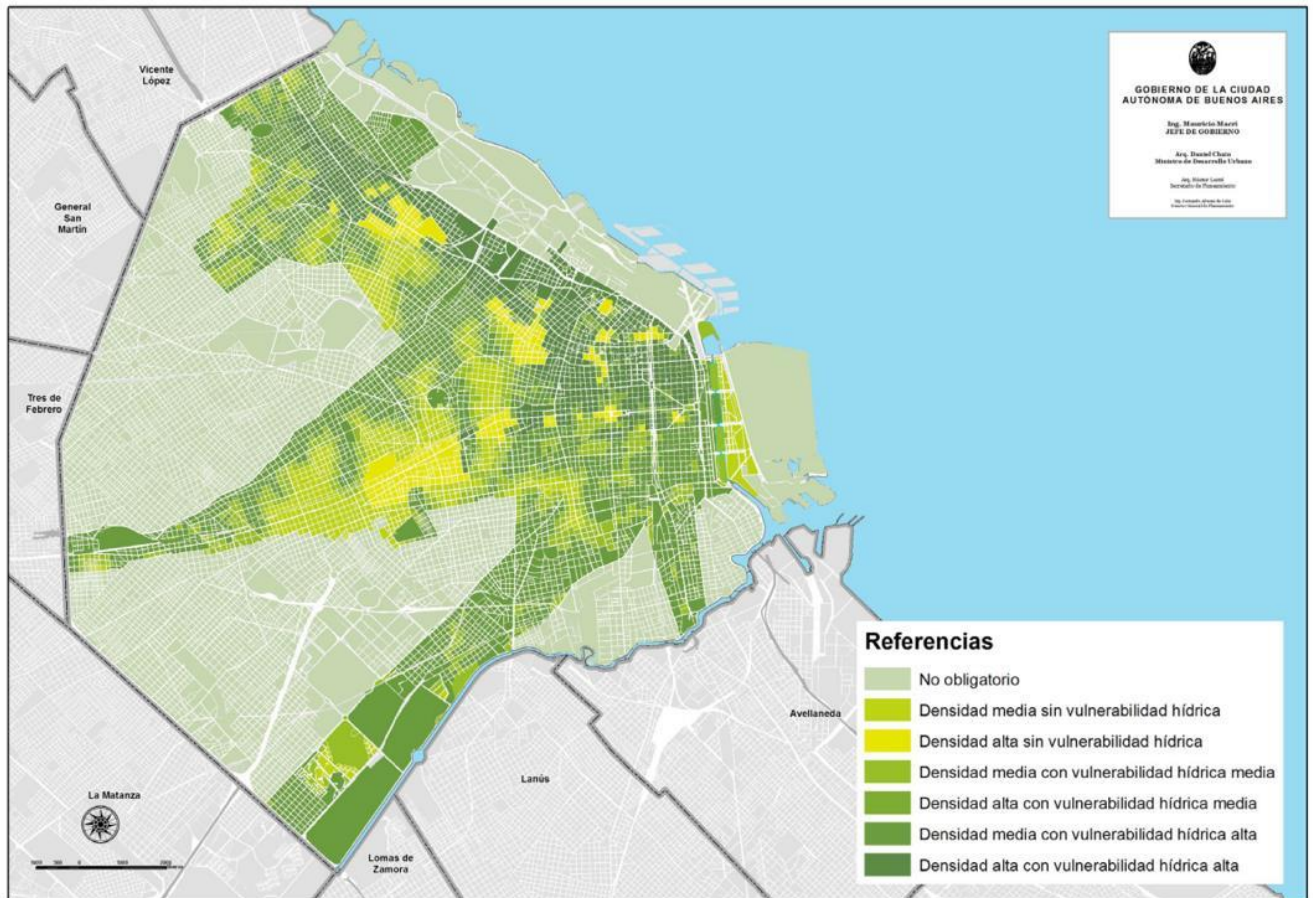
- e) Contribuir a la disminución de la temperatura superficial urbana.
- f) Aumentar el sistema verde urbano a fin de recuperar y regenerar sus funciones biológicas y ambientales.
- g) Ralentizar los caudales pico en momentos de precipitaciones copiosas, reduciendo el riesgo de inundación y reproduciendo un drenaje natural”.

Con este proyecto de ley se pretendía revolucionar el urbanismo y, en consecuencia, crear una nueva realidad de Ciudad en la que pudieran coexistir urbanismo y naturaleza, cuyas ventajas son muchas:

- 1. Fomento de la biodiversidad,**
- 2. Medio ambiente,**
- 3. Ornamental,**
- 4. Menor consumo de energía.**

En el siguiente gráfico se puede ver qué zonas de la ciudad necesitan más la aplicación de esta política.

Sin embargo, al tratarse de un proyecto muy complejo, sin duda se necesita tiempo para aplicar estas políticas, pero tras diversos estudios podemos ver que la necesidad es elevada en muchas zonas de la ciudad.



Fuente: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/55089/Documento_completo.pdf?sequence=

Políticas ecológicas de Roma

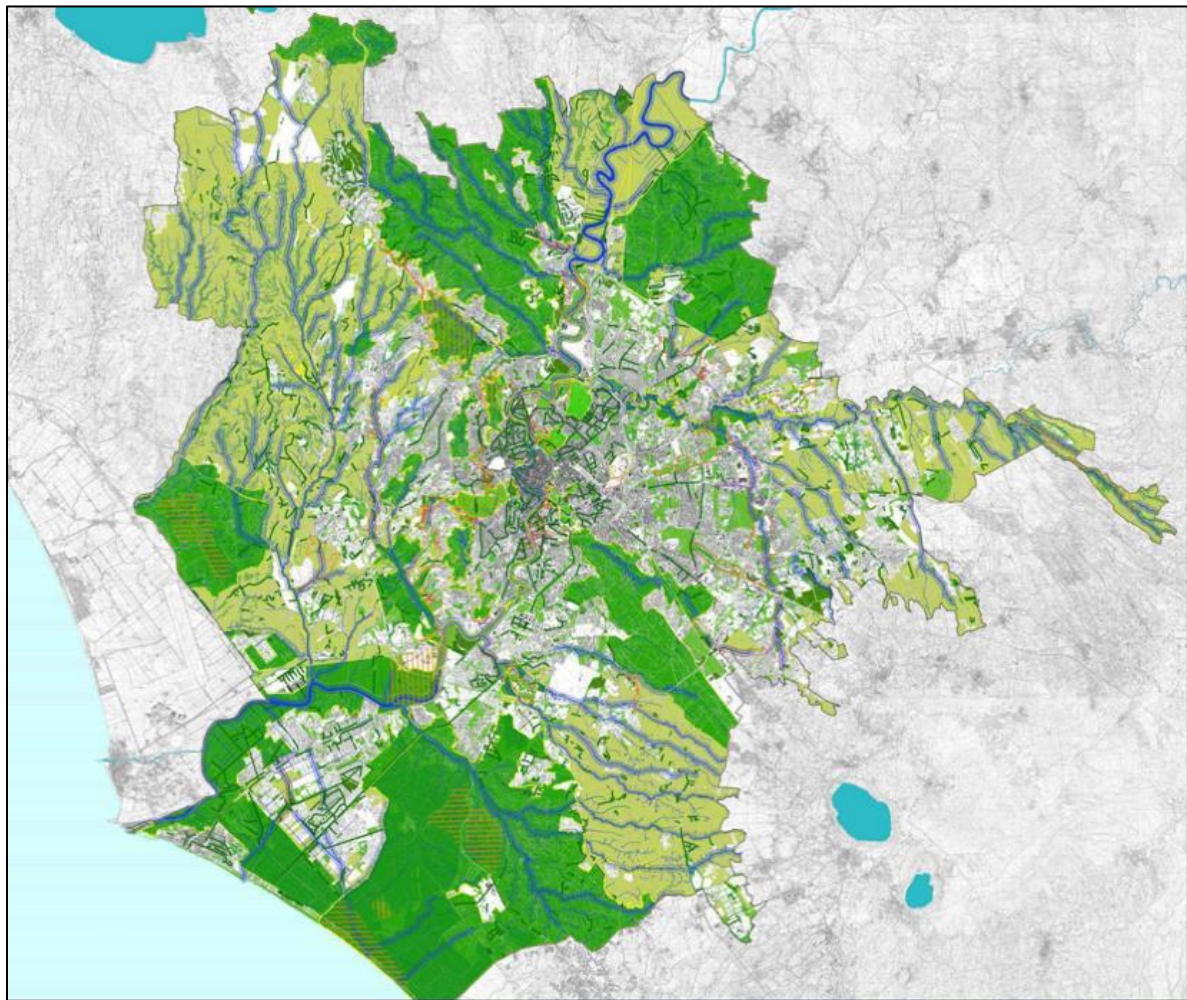
Las áreas protegidas gestionadas por la Ciudad Metropolitana de Roma Capital son un patrimonio de biodiversidad que se extiende como una corona de verde alrededor de Roma: la Reserva Natural del Monte Soratte, las Reservas Naturales de Macchia di Gattaceca y Macchia del Barco, la Reserva Natural del Nomentum, la Reserva Natural del Monte Catillo, la Reserva Natural de

Villa Borghese en Nettuno y el Monumento Natural del Palude di Torre Flavia. Bosques, claros, fuentes, masas de agua, arroyos, laderas que se encuentran con los cultivos tradicionales, tierras de labor, hortalizas y frutales que componen la preciosa y apreciada campiña romana.

La gestión de estos espacios, encomendada a la Ciudad Metropolitana por disposiciones autonó-

micas, se lleva a cabo mediante una programación, planificación y regulación responsable con el objetivo de proteger y poner en valor este patrimonio natural. En esta perspectiva de gestión adecuada,

es fundamental el papel de la comunidad local en el conocimiento y divulgación de su espacio protegido y en la lucha contra las amenazas y factores de degradación.



AREE VERDI

- Ville storiche
- Verde pubblico
- Verde privato
- Aree agricole

Fuente: http://www.urbanistica.comune.roma.it/images/uo_urban/prg_adottato/g10.pdf

Por este motivo, el Servicio de Protección de Áreas Protegidas, Flora y Biodiversidad siempre ha iniciado un proceso de puesta en común de sus objetivos con el mundo asociativo y, sobre todo, con el mundo escolar, en el convencimiento de que el conocimiento es el primer paso para cualquier forma de protección. Las relaciones con otros organismos e instituciones públicas se regulan mediante estipulación de Convenios o Memorandos de Entendimiento.

En el mapa de las zonas verdes de la ciudad metropolitana de Roma, los colores representan las diferentes zonas verdes de la ciudad, el verde claro representa todas las zonas agrícolas (agroromano), y las zonas verdes más oscuras divididas a su vez en villas históricas, verde público y verde privado.

Sin duda, una gran diferencia radica en que la mayoría de las zonas verdes de la ciudad están situadas fuera del área central, son grandes espacios verdes pero poco integrados en el centro de la ciudad,

Conclusiones

Para concluir este artículo, veamos las principales razones por las que hemos llamado la atención sobre estas cuestiones: El concepto de metabolismo urbano consiste en considerar la ciudad como un organismo vivo, que necesita recursos para mantener sus actividades al tiempo que produce residuos y emisiones contaminantes. Para reducir la cantidad de emisiones y materias primas, hay que pasar de un metabolismo lineal a uno circular. Esta visión sistémica permite comprender todas las actividades de una ciudad en un único modelo, con el objetivo de mejorar su calidad de vida, ¿para ampliar y reforzar la relación entre la

ciudad y los ecosistemas que la rodean?, por lo que, en mi opinión, es esencial analizar las principales deficiencias que muestran nuestras ciudades en la actualidad. ¿Es posible reducir el impacto de nuestras ciudades al medio ambiente aplicando políticas específicas? ¿Qué importancia tiene la contribución individual y comunitaria? ¿Tenemos aún el poder de invertir la tendencia? estas preguntas se derivan de uno de los conceptos fundamentales de la sostenibilidad *“Soddisfare i bisogni della generazione presente senza compromettere quelli della generazione futura” (Satisfacer las necesidades de la generación actual sin comprometer las de la futura)*. Hemos seleccionado para este artículo las que nos parecen más significativas, ya que todas ellas son realidades con las que el ciudadano tiene que lidiar a diario. Un buen ejemplo de ello es la cuestión de las zonas verdes urbanas. Es fácil comprobar cuánto mejora la vida del individuo con más zonas verdes dentro de la ciudad, menos calor, más espacio para socializar, mayor seguridad en caso de fuertes lluvias e inundaciones. En conclusión, el análisis del metabolismo urbano de Roma y Buenos Aires nos ofrece una perspectiva fascinante de las complejidades y retos que caracterizan a las grandes ciudades del mundo. Ambas metrópolis se enfrentan a cuestiones cruciales relacionadas con la gestión de los recursos, la eficiencia energética y la sostenibilidad medioambiental. Sin embargo, es evidente que Roma y Buenos Aires también presentan diferencias significativas en su metabolismo urbano. Esto se refleja directamente en los servicios ecosistémicos que se satisfacen en ambas realidades. Roma, gracias a su historia milenaria y su objetivo de preservar cuidadosamente su patrimonio, tiene más recursos culturales en comparación con Buenos Aires, ya que es una de las principales fuerzas impulsoras de la ciudad. Mientras tanto, la capital argentina está prestando cada vez más atención a los espacios verdes públicos y a la creación de espacios interiores dentro de la ciudad. Buenos Aires es una ciudad en continuo

crecimiento y desarrollo, con una dinámica económica que cambia rápidamente. Estas diferencias se reflejan en sus pautas de consumo de recursos y gestión de residuos: Roma se enfrenta a retos de conservación y Buenos Aires intenta equilibrar el

crecimiento económico con la sostenibilidad. Sin embargo, tanto Roma como Buenos Aires se enfrentan a una serie de problemas comunes para lograr un metabolismo urbano más equilibrado.

BIBLIOGRAFÍA

- Dipartimento Trasformazione Digitale U.O. Statistica - Open Dat: “ LA POPOLAZIONE DI ROMA” anno 2021.
- Ragioneria Generale Direzione Sistemi informativi di pianificazione e controllo finanziario U.O. Statistica :” LE AREE PROTETTE E IL VERDE URBANO DI ROMA CAPITALE” anno 2015
- United nations: “THE 2030 AGENDA FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT” sustainable devolpment goals report 2022.
- Gob. Ciudad Buenos Aires: ARBOLADO PÚBLICO URBANO: LEY L - N° 3.263.
- Subsecretaría de Proyectos de Urbanismo, Arquitectura e Infraestructura. Ministerio de Desarrollo Urbano, 2014 “BUENOS AIRES CIUDAD VERDE:UNA MIRADA PROSPECTIVA AL PAISAJE URBANO”.
- <https://www.salute.gov.it>. : *NO2 componente potenzialmente tossico*
- Calidad del aire en CABA: <https://www.nist.gov/system/files/documents/iaao/MariaLauraMayol.pdf>
- Monitoreo calidad aire:
https://buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/apra/calidad_amb/red_monitoreo/index.php?estacion=1&menu_id=34234.
- Urbanistica comune di Roma. http://www.urbanistica.comune.roma.it/images/uo_urban/prg_adottato/g10.pdf
- Terrazas verde: <https://buenosaires.gob.ar/desarrollourbano/manualdedisenourbano/paisaje-urbano-verde/terrazas-y-muros-verdes/terrazas-verdes>.



COMUNICACIONES

LA RESERVA ECOLÓGICA CIUDAD UNIVERSITARIA COSTANERA NORTE Y SUS DINÁMICAS SEDIMENTARIAS

Juan Emmanuel Nehuen Pengue
emmanuel.pengue@gmail.com

La Argentina cuenta con un litoral marítimo de 4725 km. de longitud, de los cuales la costa oceánica de la provincia de Buenos Aires (sin considerar CABA y la porción rioplatense bonaerense) presenta una gran diversidad de playas a lo largo de sus 600 km, con diferentes regímenes de oleaje, mareas, y con composiciones granulométricas y morfológicas variables (Re y otros, 2020).

Existe una profusión de términos referidos a la interfase costera, sin un consenso generalizado sobre la definición adecuada para cada uno de ellos. Esta disparidad no sólo es resultado de las diferencias conceptuales, enfoques e intereses de las distintas disciplinas implicadas, sino también por la concurrencia de elementos y procesos que interactúan entre sí de manera compleja (Dadón, 2011).

La ciudad de Buenos Aires vive de frente al Río de la Plata, siendo sus límites naturales justamente el mencionado río (al este y al norte) y el Río Matanza-Riachuelo (al sur). Su línea de costa llega a los 16 km, ocupada prácticamente por espacios urbanizados, actividades portuarias y hacia el norte y hacia el sur, reservas ecológicas que permiten sostener y recuperar servicios ecosistémicos imprescindibles de alto valor natural y social.

Las reservas de biosfera deben contribuir a preservar y mantener valores naturales y culturales, merced a una gestión sostenible, apoyada en

bases científicas correctas y en la creatividad cultural (Kalesnik y Kandel, 2004).

El asiento natural de la ciudad es la ecorregión Pampa (Morello y otros, 2012), identificada geológicamente como pampeana y es tan sólo en sus espacios orientales como la Reserva Ecológica, la Ciudad Deportiva, el propio Aeroparque entre otros, que han resultado en parte de la acción antrópica, especialmente de relleno.

Sobre sedimentos continentales y marinos de edad plio-pleistocena, se originó el antiguo valle del Río de la Plata, que se extendía desde el río Paraná medio hasta la plataforma continental (Kokot y Codignotto, 2014).

Un proceso de miles de años de variaciones entre el nivel del mar y el estuario del Río de la Plata dio origen a una serie de barrancas. Hoy en día, merced a los procesos antrópicos tales límites quedaron desdibujados a través de la ocupación urbana, quedando tan sólo relictos de selva marginal en algunos representantes biológicos, sobrevivientes en la reserva. Un conjunto de arroyos (hoy en día entubados) marcaban la prevalencia de espacios más deprimidos que otros, conocidos como valles de inundación, que eran conocidas históricamente como los Bañados de Pereyra.

Existe por tanto un proceso natural y antrópico en el espacio que nos ocupa que amerita analizar y aportar a la sedimentología, geomorfología y

la evolución histórica del paisaje de la reserva como así también caracterizar la dinámica sedimentaria de la laguna costera y de las playas artificiales presentes en ese frente del Río de La Plata.

Las lagunas costeras y las lagunas urbanas, comienzan a tener relevancia e interés en virtud de sus aportes y vinculaciones con la valoración general que se está haciendo de los humedales. Estos espacios cumplen un rol fundamental para la regulación y purificación del agua, reducen el riesgo de inundaciones, contribuyen a mitigar el cambio climático, proveen alimentos y son sitios para la recreación y el turismo. También resguardan fauna y flora silvestres e importantes muestras de nuestro patrimonio cultural, arqueológico e histórico (Benzaquén y otros, 2017).

En el marco del trabajo que me ocupa en este año, considero poder contribuir a una caracterización geológica y geomorfológica de la Reserva y analizar bajo la guía de mis tutoras, la evolución geomorfológica histórica, revisando además los cambios concomitantes en el medio físico natural y aquellos directamente relacionados con la intervención humana. El funcionamiento dinámico de la laguna costera, los nuevos sistemas costeros y playas antrópicas, plantean un panorama interesante de revisar junto con los efectos de los cambios en el drenaje superficial y su relación con la dinámica fluvial de los arroyos Vega y White.

Es un momento de particular interés para revisar, al menos una parte, del funcionamiento de una reserva urbana de alto valor paisajístico, ecológico y de servicios ecosistémicos y culturales en un momento de tensiones y posibles conflictos ecológico distributivos dirimidos entre los distintos actores sociales involucrados.

En contextos de creciente incertidumbre sobre los efectos costeros del cambio climático y las presiones antrópicas emergentes en el marco del cambio ambiental global incrementan los riesgos y ameritan también, bajo un proceso integral de análisis un abordaje completo de tal problemática (Bertuzzi, ML, 2010) particularmente en una ciudad donde en lugar de promover los ciclos naturales y geológicos se verifica, al menos a priori, un proceso de cementación y cancelación de prestaciones naturales, que tienen un valor importante, más allá del lucro.

Esta comunicación de investigación se relaciona con mi actual Tesis en curso titulada Geomorfología ambiental y dinámica sedimentaria de la Reserva Ecológica Ciudad Universitaria Costanera Norte, ciudad de Buenos Aires, Argentina, dirigida por las Dras. Silvia C. Marcomini Silvia Cristina y María P. Bunicontro, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA.

BIBLIOGRAFÍA

- Benzaquén, L. y otros. 2017. Regiones de humedales de la Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/regioneshumedbaja2.pdf>
- Bertuzzi, M.L. Vivir en el paisaje. Reflexiones sobre la problemática urbana de la costa. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe.
- Dadón, J.R. (ed) (2011). Frentes Urbanos Costeros. Ciudad, paisaje, turismo. Editorial Nobuko. FADU. GEC. Buenos Aires.
- Kalesnik, F. y Kandel, C. 2004. Reserva de Biosfera Delta del Paraná. Municipalidad de San Fernando. Impresora del Plata. Buenos Aires.
- Kokot, R. y J. Codignotto. 2014. Geología y geomorfología del Delta del Paraná en Athor, J. (edit.). El Delta Bonaerense – Naturaleza, conservación y patrimonio cultural. Fundación de Historia Natural Félix de Azara. Buenos Aires. Disponible en: <https://www.fundacionazara.org.ar/img/libros/el-delta-bonaerense-naturaleza-conservacion-y-patrimonio-cultural.pdf>
- Morello, J.H. y otros. 2012. Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires.
- Re, M. y otros. 2020. Atlas de riesgo e impacto del cambio climático sobre la costa marítima de la provincia de Buenos Aires. Disponible en: https://www.ina.gov.ar/lha/pdf/INA-IMFIA_Informe_D5.1_abr2020.pdf

PASANTÍA DE INVESTIGACIÓN EN BUENOS AIRES, ARGENTINA

Olmo Rosadoni

olm.rosadoni@stud.uniroma3.it

Soy Olmo Rosadoni y me gustaría compartir con ustedes algunos de mis antecedentes personales y mis pasiones.

Nací y crecí en un pequeño pueblo italiano de la Toscana, en una familia que siempre ha fomentado la curiosidad y la exploración. Desde niño, he mostrado un gran interés por el conocimiento y el descubrimiento, tratando siempre de aprender algo nuevo en cada oportunidad.

Tras completar mis estudios de bachillerato (superiori) en el Liceo Classico de Grosseto, continué mi trayectoria académica matriculándome en la Universidad de Florencia, donde obtuve la licenciatura en Desarrollo Económico y Cooperación Internacional. Durante mis años de estudio, tuve la oportunidad de profundizar mis conocimientos en diversas materias, con especial interés por la sostenibilidad y el medio ambiente. Concluí mis estudios con una tesis sobre la sostenibilidad de las ciudades, centrada en el urbanismo verde.

Posteriormente, me matriculé en un máster en Roma en Economía Medioambiental y del Desarrollo. Durante mis dos años de asistencia, pude comprender mejor mis verdaderos intereses y mejorar mis competencias en el campo de la sostenibilidad. Me di cuenta de lo crucial que es este tema para mejorar el futuro de nuestro planeta y nues-

tra sociedad. Durante mi último año de estudios en Roma, sentí la necesidad de probar una experiencia diferente que pudiera dar un giro práctico a todo lo que había estudiado durante estos años. Tuve la oportunidad de viajar a Buenos Aires donde estoy participando de un proyecto de investigación en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Buenos Aires, trabajando dentro del grupo de investigación Gepama.

Mi objetivo final es mi tesis de maestría, que comenzará con un análisis teórico de conceptos fundamentales de Economía Ecológica como el metabolismo urbano, concepto utilizado, que asimila una ciudad o entidad urbana con un organismo, estudiando el intercambio de sus flujos de entrada y salida, diseñando y planificando como mejorar la sostenibilidad del territorio. Compararé para mi análisis Roma y Buenos Aires, analizando variables de sostenibilidad ecológica: en base Social, Ambiental (Ecológica) y Urbanística para comprender las diferencias y similitudes entre ambas.

Alguna de las variables que se usarán para el análisis social serán tomadas de los censos; como nivel de empleo, situación habitacional, distribución espacial de la población, situación educacional y parámetros económicos.

Para el análisis de las variables ecológicas utilizaré datos sobre diversos indicadores como calidad del aire, utilización de los flujos de energía (electricidad, agua y gas), índice de verde. Compararé la reglamentación urbanística de sostenibilidad de ambas ciudades.

Y otra parte que me gustaría analizar sería la política de estos dos países, para comprender cómo el estado ayuda la transición ecológica. Mi objetivo es tener una visión completa de ambas realidades, con la esperanza de encontrar perspectivas e ideas interesantes para el futuro de una ciudad como Roma, que actualmente necesita una gran renovación.

Con las materias que estoy estudiando y que me han sido propuestas por el grupo de investiga-

ción, he podido profundizar en temas fundamentales como la economía ecológica, para comprender mejor toda la teoría gracias a la cual es posible realizar proyectos eficaces; he asistido a conferencias y he podido trabajar estrechamente con profesores e investigadores.

Esta experiencia me ha ayudado a crecer tanto profesional como personalmente. Para mí es una inmensa suerte poder vivir en Buenos Aires y estudiarla de cerca. Es una ciudad que me ha sorprendido en muchos aspectos y que, a pesar de una situación económica difícil, no ha renunciado a la sostenibilidad, al verde urbano y a la aplicación de políticas que favorezcan una transición ecológica sostenible y vanguardista.

EL ESTADO DE LOS SUELOS SEGÚN SU MANEJO PRODUCTIVO (INDUSTRIAL, EN TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA, Y BIODINÁMICA /AGROECOLÓGICO)

Álvarez Talía Soledad

alvareztaliasoledad@gmail.com

Tesina de Grado de la Licenciatura en Ecología

A lo largo de la evolución de la humanidad se han desarrollado diversas formas de producción de alimento para su abastecimiento. Hoy el sistema más difundido y adoptado en el mundo es el sistema intensivo o industrial. Los otros sistemas menos difundidos en todo el mundo pero que cada vez ganan más adeptos son, la agroecología, la producción biodinámica, orgánica, agricultura natural y la permacultura, entre otros. Todos los agroecosistemas, diferentes entre sí, tienen un impacto en mayor o menor medida en los factores que lo componen. De por sí, cada una es una modificación selectiva del lugar. Las decisiones y la gestión general, desde lo social, económico, técnico y ecológico repercuten directa o indirectamente en los otros factores que hacen parte del sistema, el cultivo, la biodiversidad, la humedad del suelo, la capacidad de retención, materia orgánica y nutrientes, entre otros. Teniendo en cuenta que los diferentes manejos inciden negativa o positivamente en el impacto ambiental global y que los cambios de uso del suelo juegan un papel importante en ello, es de profundo interés conocer el estado al que es some-

tido este recurso en cada modelo de producción y cuál es el más recomendable por su menor impacto. El suelo es un sistema vivo donde tienen lugar millones de relaciones y modos de vida. Es imprescindible su preservación y uso sostenible para la reproducción de las sociedades.

Dada esta problemática, proponemos como objetivo determinar la salud del suelo según su manejo productivo para luego poder verificar que prácticas favorecen el sostenimiento del recurso y de la actividad para quien produce. Esto, en el marco de la tesina de grado de la Licenciatura en Ecología. Para ello, planeamos el análisis y posible comparación entre establecimientos de producción industrial, biodinámica/agroecológica, y en transición agroecológica. Dicho análisis se basará en 25 submuestras cilíndricas, aleatorias, de 15 cm de profundidad por hectárea de cada campo para los estudios cuantitativos y cualitativos, En primer lugar, los que determinan respiración del suelo, % de humedad, retención de agua, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica y 2 muestras de referencia en suelos no perturbados para comparación; para el caso de densidad aparente serán 5 muestras cilíndricas de 8 cm de circunferencia y 5 cm de profundidad, elegidas al azar; se suman 2 muestras más en suelos no perturbados para com-

paración. En segundo lugar, la cromatografía de suelos para cotejar los resultados con los cuantitativos y poner a prueba la metodología innovadora. Cabe destacar que para una determinación estadística se consideran objeto de estudios al menos dos campos con el mismo manejo. Es decir, se contará con 2 campos de producción industrial, 2 de pro-

ducción en transición agroecológica y 2 agroecológicos / biodinámicos. Por otro lado, los resultados que pueda arrojar este trabajo, incorporará datos que puedan servir de apoyo en la toma de decisiones, como por ejemplo, políticas de estímulo a una forma de producción en específica, leyes o nuevas regulaciones sobre el recurso en cuestión, etc.

HUERTAS AGROECOLÓGICAS URBANAS "SOLUCIÓN A UNA CRISIS QUE SE VIENE"

Lucio Landoni

luciolandoni@gmail.com

Mi nombre es Lucio Landoni, estoy cursando mí ante último año de la Licenciatura en Ecología en la Universidad Nacional General Sarmiento y siempre quise aplicar lo que tanto vengo estudiando que es la agroecología.

Hace 5 años que me encuentro en la Dirección General de Reciclado y Economía Circular (DGREC), y me puse a pensar de que forma puedo llegar a aplicar mis conocimientos dentro de mi espacio de trabajo, que involucra el reciclaje, elaboré un proyecto, para que los adultos mayores de la tercera edad ,tengan dentro de sus múltiples actividades un lugar donde puedan trabajar con la tierra y cultivar sus propios alimentos y que también los chicos puedan participar con ellos ya que les puede dar energía y un lindo momento de intercambio de dos generaciones totalmente diferentes.

Esta planificación aún se encuentra en desarrollo, pero principalmente es para que todos los adultos mayores que se encuentran en centros de jubilados tengan su propia huerta aproximadamente a metro y medio en altura, esto mismo dependiendo de su movilidad y capacidad propiamente de la edad. Esto es fundamental ya que vivimos en ciudades que nos alejan día a día de la naturaleza y esto ayuda para que se vuelvan a co-

nectar con la naturaleza, la tierra y fundamentalmente en tiempos de crisis económica donde escaseen los alimentos y otros actores de la sociedad, como escuelas, jardines de infantes u otros grupos de jóvenes que les aportan energía, alegría y fuerza al intercambio durante el trabajo en la huerta y la producción de alimentos sanos.

Esta producción de alimentos sanos y de re-verdecer sirve bastante para los servicios ecosistémicos y de control ambiental para recuperar y absorber gases de efecto invernadero, siendo visto por las Naciones Unidas (Resource Panel 2022, IPCC 2022, IPBES 2021). La Ciudad de Buenos Aires, tiene una gran oportunidad de tomar esos espacios verdes que no están muy en uso, como son los parques, patios y hasta los mismos balcones y promover desde ellos, varias instancias de recuperación ambiental y mejorar la calidad de vida del ser humano y de la producción de alimentos.

Teniéndose en cuenta, que hoy en día las ciudades están creciendo enormemente, afectando a las personas y aún más para los adultos mayores.

Esta planificación que aún está en desarrollo ayudaría a organizar espacios verdes y de esparcimiento en las ciudades, desde los niños hasta los más grandes, y promoviendo actividades físicas

ajustadas a las necesidades de los adultos que les permitan desplazarse y hacer libremente trabajos con la tierra y propiamente con los alimentos.

Todo esto, puede ser brindado por folletos donde se explique paso a paso como cultivar cier-

tos alimentos, promoción de Uso de recursos locales, semillas, Herramientas de menor cuantía y la formación puede ser dada por los mismos adultos, juntos con técnicos agroecológicos y promotores de los mismos.



NOTICIAS

1923 - 2023 | 100 años del Natalicio

Dr. Jorge H. Morello

Ecólogo Argentino
Profesor Emérito UBA
 Premio Houssay
 Trayectoria 2011

GEPAMA
 Grupo de Ecología del Paisaje
 y Medio Ambiente
 Dr. Jorge Morello

Secretaría de
 Investigación

.UBAfadu
 FACULTAD DE ARQUITECTURA
 DISEÑO Y URBANISMO



Este año 2023 conmemoramos el Natalicio del Dr. Jorge H. Morello y también los 10 años de su fallecimiento, por lo que decidimos dedicarle además esta revista FRONTERAS 21, de la que él fuera su creador.

El incansable caminador del Gran Chaco Guayana nació a mediados de Octubre de 1923 y murió el 27 de agosto de 2013.

Por ese motivo, el 18 de octubre del corriente año realizaremos una charla en el Laboratorio de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UBA, donde se presentará la Biblioteca del GEPAMA basada inicialmente en los documentos, libros y papers donados por el Dr. Morello. Además varias de sus publicaciones y libros (incunables) que fueron también digitalizados. La Biblio-

teca resguardará también, el acervo vinculado a los libros de viajes, trabajos de campo y de gabinete del gran ecólogo argentino.

Varios de nosotros, integrantes de su último equipo, formado en el Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente de la UBA –de tantos que formó a lo largo de su dilatada historia académica y de vida– hemos querido plasmar en las siguientes

páginas, nuestros pareceres y recuerdos en el compartir cotidiano con el maestro.



Así se lo veía diariamente por los pasillos de la facultad (foto del Abril 2013)

APERTURA COMO ACTITUD ACADÉMICA

Gustavo D. Buzai

*Universidad Nacional de Luján
Instituto de Investigaciones Geográficas, INIGEO*

Conocí al Dr. Jorge Morello hace casi 40 años siendo estudiante de la carrera de Geografía en la UBA y trabajé en sus proyectos durante un período de dos décadas en momentos de la conformación del GEPAMA en el Centro de Estudios Avanzados de la UBA. Al recordarlo en su función de dirección surgen muchos aspectos a ser destacados, aunque en este texto solo mostraré aspectos en una única línea seleccionada, su apertura, principalmente porque esta fue demostrada con claridad desde que ingresé hasta que cambié de lugar de trabajo.

APERTURA A LA INCORPORACIÓN: desde el año 1988 era miembro de la carrera del técnico en CONICET y una charla personal casual en 1994 lo llevó inmediatamente a ofrecerme lugar de trabajo en su grupo de investigación en formación en el Centro de Estudios Avanzados de la UBA. Me mostró gran interés por la temática de los Sistemas de Información Geográfica que estaba desarrollando y una importante apertura para incorporarla en su equipo. Fue así como me resultó muy interesante su propuesta e hicimos los papeles para pedir el pase. Mi salida del grupo anterior no estuvo exento de fricciones y el nuevo espacio comenzó a brindarme mayores posibilidades de desarrollo académico.

APERTURA A LA TAREA CIENTÍFICA: como técnico del CONICET no me manifestó exigencias especiales, reconoció que podía tener mi propia línea de investigación y colaborar en apoyo a los diferentes proyectos existentes. Esta fue una actitud muy valorable porque esta apertura me permitió un importante desarrollo y posibilidades en condiciones de creatividad como nunca lo había logrado como beneficio directo para todos.

APERTURA A LA CAPACITACIÓN: los Sistemas de Información Geográfica eran una tecnología nueva que avanzaba muy aceleradamente. Le presenté la necesidad de realizar capacitaciones específicas en un centro de importancia a nivel latinoamericano, el *Centro de Recursos Idrisi* de la UFRGS (Brasil). Las posibilidades surgieron para que en 1997 visitara este centro por primera vez y trabajos técnicos del GEPAMA regresaran insertos en el contexto del nuevo *software*. Pero más allá de todo, esto era una apertura que apuntaba al crecimiento personal de los integrantes, algo que nunca antes me había sucedido.

APERTURA A LAS RELACIONES MULTIDISCIPLINARIAS: en el año 1997 le propuse hacer un libro de equipo. Había evaluado que en GEPAMA se habían desarrollado varias líneas de trabajo con muy buenos resultados que se vinculaban dentro de dos campos: la Ecología del Paisaje y la Geografía Cuantitativa. La idea fue apoyada y todos los caminos fueron abiertos para llegar a la Colección CEA EUDEBA con el número 21. Una compilación de Silvia D. Matteucci y Gustavo D. Buzai que se publicó en 1998 con el título *Sistemas Ambientales*

Complejos: herramientas de análisis espacial. Un libro que tuvo una excelente recepción y que contó con la participación de los integrantes del GEPAMA, colegas nacionales y extranjeros.

APERTURA A LA DIVULGACIÓN: a finales del 2001 le propuse realizar un boletín del GEPAMA con la finalidad de mostrar las actividades académicas que se realizaban anualmente. Hacia fin de año, el Dr. propone su nombre: Fronteras. Un concepto geográfico que nos habla de una zona de vinculación, aquí era entre los avances en los proyectos existentes y también en la búsqueda de nexos en todo tipo de posibilidades. En enero de 2002 salía el primer número de Fronteras con pertenencia institucional en el Centro de Estudios Avanzados de la UBA con Gustavo D. Buzai y Walter Pengue como editores responsables.

APERTURA A LA PROMOCIÓN: desde siempre el Dr. Morello solicitó mis promociones dentro de la carrera del técnico en el CONICET y desde siempre instó en mi presentación para pasar a la carrera del Investigador Científico. No era intención imperiosa este cambio, pero un día se precipitó ante su jubilación, y presenté los papeles de ingreso. En 2010 ingreso como Investigador Independiente del CONICET con lugar de trabajo en el Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Luján.

APERTURA HACIA NUEVOS RUMBOS: el ingreso a la carrera de Investigador Científico me llevó por nuevos rumbos, sin desvincularme de GEPAMA. Con lugar de trabajo en Luján, una vez por semana, durante un año, seguí yendo a la oficina en instancias de colaboración. Mi salida del grupo se había dado sin conflictos y quedé vinculado para siempre.

Hoy, como director del Programa de Docencia e Investigación en Sistemas de Información Geográfica (PRODISIG) en la Universidad Nacional de Luján aplico muchas de estas enseñanzas con mis dirigidos y todo se desarrolla muy bien. Agradezco al Dr. Morello haber sido un excelente ejemplo en muchos aspectos.

DR. MORELLO: UNA MENTE AMPLIA E INTEGRADA

Baxendale, Claudia A.

Al recordar al Dr. Morello a 100 años de su natalicio, viene a la memoria una persona bien predisuelta, disciplinada, optimista. Recuerdo sólo una vez notarlo con mal humor en una reunión que tuviéramos el grupo de investigación, dos días antes que nos informaran sobre su fallecimiento; algo estaría rondando en su cuerpo, su mente y su espíritu.

Al haberme formado como Geógrafa en la Universidad del Salvador (Usal), no lo he tenido al Dr. Morello como profesor de grado. Mi primer contacto con él, como suele suceder en los ámbitos académicos, fue leer bibliografía de su autoría que me dieron durante el cursado de la Licenciatura, tal el caso de la asignatura Biogeografía, -a cargo de la Profesora Lic. Alicia Terradas-, si no mal recuerdo fue sobre el pulso estacional de los incendios, causados por causas naturales, en la región Chaqueña. Más tarde, siendo aún alumna de dicha licenciatura, llegué a él a través de su capítulo **“Manejo Integrado de recursos naturales”**, en el Manual “Introducción al estudio de los recursos naturales”, compilado por Antonio Elio Brailovsky, de la Editorial EUDEBA, año 1987, -donde quien fuera profesor de Metodología de la Investigación en dicha licenciatura, profesor Lic. Carlos A. Vigil, publicaba en dicho Manual un capítulo titulado “La conservación del suelo, un re-curso vital”- uno miraba el libro entero, y, si se podía, uno terminaba comprándolo y así se conocían más y más autores.

Ya en quinto año de dicha licenciatura, hacia el año 1990, mi encuentro con el Dr. Morello tampoco fue presencial. La realización del tema elegido para el trabajo final del Seminario sobre Recursos Naturales, -cuya profesora en la licenciatura de Geografía de la Usal era la Dra. María Buchinger-, me llevó a tener que ir asiduamente a la Administración de Parques Nacionales. Allí, dedicada a la lectura de material interno sobre la gestión de las comunidades Mapuches dentro de las áreas naturales protegidas de jurisdicción nacional, -material facilitado en la APN por Raúl Romero y Nadine Osidale-, escuché hablar con tanto cariño sobre el Dr. Morello en conversaciones informales en la Biblioteca y en las oficinas, que es muy difícil no formarse una imagen y tener en la memoria esa percepción.

Años después hacia 1995 ya trabajando con Gustavo Buzai en libros de textos para el nivel medio, me invitan a colaborar en el Centro de Estudios Avanzados, para realizar análisis geográficos espaciales, al interior del Grupo de Investigación del Dr. Morello, y allí lo conocí personalmente, y lo que uno fue leyendo y escuchando sobre él quedó manifestado en la presencialidad del intercambio compartido que uno tuvo como miembro de su Grupo de Investigación: una persona con ansias de saber, de entender, con una visión amplia, “integrada”, y elevada de los temas, problemáticas y preguntas planteadas; buscando la interdisciplina que siempre la entendió como la **“demanda muy ajustada de un saber al otro”**.

CÓMO CONOCÍ A UN MAESTRO

Walter Alberto Pengue

"Hay dos maneras de difundir la luz... ser la lámpara que la emite, o el espejo que la refleja."

Lin Yutang (1895-1976) Escritor y filólogo chino

Corría el año 1995 y había empezado -luego de un tiempo de recibido de agrónomo- mis cursos en una Maestría de la UBA sobre Políticas Ambientales. En particular, iniciaba con un curso con más de 35 inscriptos, titulado *Dimensión Histórica del Territorio y el Ambiente en América Latina. Una visión ecológica evolutiva*. Lo dictaría un profesor de renombre, según nos anunciaba el coordinador de esa carrera.

Desde la finalización de mi carrera en la Agronomía, yo había tenido pocos nuevos contactos con ecólogos y aquí en este Posgrado, la mayoría se integraba de geógrafos y en menor cuantía con una diversidad de carreras que iban desde la sociología, la abogacía y como en mi caso la ingeniería agronómica. Ni bien inició su clase, el maestro me subyugó. Era Jorge Morello. Se paraba frente al aula, con sólo una tarjetita que agitaba con vehemencia y nos preanunciaba con entusiasmo el tema por venir. Y preparaba el terreno... Casi un misterio o el descubrimiento del dato o el tema. Pasión, conocimiento, sabiduría y "cancha" se daban por igual, para identificar a uno de los mejores docentes universitarios que pude tener.

Cuando comenzó a hablar sobre agricultura, erró un dato entre trigo y maíz y quizás mi desfachatez me hicieron marcarle con una observación tal diferencia. En lugar de enojarse o reaccionar como a veces sabemos puede suceder con un docente común, se allanó al comentario, desarrollo una idea vinculada y me señaló con el dedo: "¡vos son agrónomo!", con palabras alegres y una mirada cómplice. Conversamos un rato en el intervalo y uno ya olfateaba lo que serían esas presentaciones. Memorables. A la clase siguiente, yo ya buscaba interactuar con él. Le acerqué algunos materiales, que de seguro, ya conocía, pero tuvo el buen tino de agradecer y valorar, haciéndolo apreciar aún más a uno por una clase que no era común, era una clase de vida.

Cursé placentemente la materia. Siempre quedé con dudas si había sido él quien había corregido mi examen, pues no obtuve un sobresaliente, pero lo bueno, es que no dejé de seguirlo. Ese mismo año, gracias a mi empleo anterior (el Banco de Boston), se me daba la oportunidad de viajar al encuentro de Economía Ecológica en Boston. Me animé a llamarlo y pedirle consejo, frente a ese, mi primer viaje largo, el temor subya-

cente y la participación en un Congreso de renombre. Me recordaba y me dio recomendaciones e incluso me dijo que iría otro colega por allí y me reuniera con él.

Cuando volví, me acerqué nuevamente a Morello. Fui sumando temas y abordando cuestiones para empezar una Tesis y hacer el tiempo eficiente de las distintas materias y Seminarios, hurgando en temas relacionados con la agricultura y el ambiente. Trabajaba y estudiaba, y el tiempo no sobraba. Comprendió mi estrategia, le acerqué el tema inédito en esos tiempos de *“La soja transgénica”* y con la simpleza del sabio me dijo en ese año tan reciente (se liberaba lo que sería el cultivo de mayor impacto en la historia argentina y mundial): *“Mirá hijo, no sé nada de esto. Pero estoy seguro que voy a aprender mucho del asunto contigo, así que con gusto te voy a dirigir”*. Y así fue, preparé mi Tesis de Maestría, evaluando a la soja transgénica e hicimos tan eficiente el trabajo y el tiempo que la tesis estaba presentada desde principios de 1999. Es más, por motivos que desconozco, parecía dormir en un cajón a la espera de producirse el ansiado llamado. Fue él, quién llamando a rector, decano y responsable de la misma, quién en un mes destrabó el asunto, armaron el jurado y me constituí de esa forma en el primer egresado de esa Carrera.

Desde esos tiempos de cursada y Maestría, merced a Morello, Silvia Matteucci y mis compañeros del GEPAMA me acerqué al Grupo. Y su generosidad, me abrió la posibilidad de trabajar con ellos. Un cargo simplemente simbólico, testigo, sin remuneración, pero con el placer de integrarme a un científico de mirada amplia y comprometido con su tiempo. Un resultado inmediato, fue la publicación de la tesis, en un libro, que llamé *Cultivos Transgénicos ¿Hacia dónde vamos?* (2000), apoyado por recomendación de Jorge Morello por la mismísima UNESCO. El primero sobre el tema, de habla hispana y también global. Atesoro sus correcciones, observaciones y comentarios. Me decía: *“Escribís como un alemán...”*

Así fueron los primeros tiempos en que nos conocimos. Luego viajamos juntos, intercambiamos ideas todos los días, y después, cuando ya no se movía tanto, que era sus ojos y sus oídos en el Chaco. Cuando y llegaba de un viaje, interno o externo, y me decía: *“Vení, sentate, contame”*. En cada charla, yo aprendía, y sé que él, con su libretita, también aprendía y disfrutaba. Era severo y justo, escribimos bastante también juntos. Si hasta me dejó fuera de un libro escrito con Otto Solbrig sobre el Granero del Mundo por no alcanzar la fecha prefijada. Eso me hizo -con dolor- aprender a respetar los tiempos, sin pedir cuartel ni prórrogas. La única forma de trabajar, aprender y progresar. Sobre el Chaco, alguna vez le comenté sobre su conversión y así nació El Chaco sin Bosques. Y así seguimos. Morello era como alguna vez dije, una 4 x 4. Fue un todo terreno con el que se podía hablar de una cosa o de la otra. Pues todo le interesaba. Pero no perdía el tiempo, ni dejaba que se lo tomaras. Una vez, frente a un llamado que me hacían y viendo mi dedicación en la atención de un interlocutor al teléfono en su escritorio, supo decirme: *“Cuidado, el tiempo es muy valioso. Y es el otro, el que debe esforzarse por el trabajo y su investigación. No vos. Para estas cosas, no más de cinco minutos...”*. Atesoro su letra y sus palabras. En el primer ejemplar del libro sobre Ecorregiones que me regaló, escribió su dedicatoria: *“A Walter Pengue, antes mi discípulo, hoy mi maestro...”*. No era así por supuesto, pero su generosidad y a su vez capacidad de identificar pasiones, ayudaban a sacar lo mejor de cada uno, de los que estuvimos cerca de él. Y fue así, para mi mirada hasta el final. Pues terminó yéndose como lo merecía. Sin sufrimiento y prácticamente, trabajando hasta el último día y cerca, del escritorio, que hoy, con tanto cariño, cuido y ocupo. El escritorio del Maestro...



Jorge Morello, en su visita al Campus de la UNGs, para el Doctorado en Ecología Urbana, 2008.

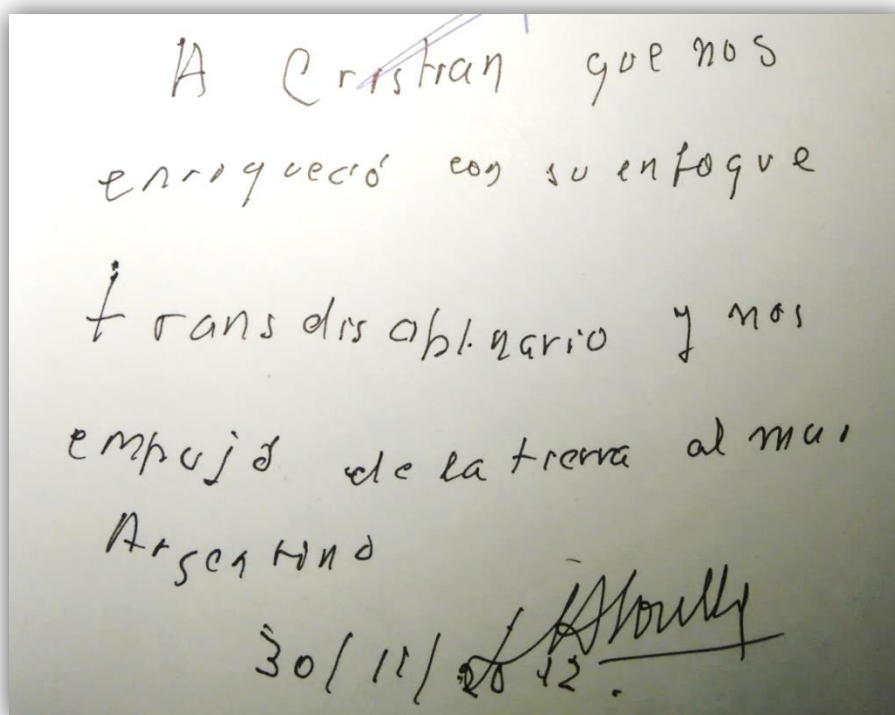
...“HIJO, TOMÁ ASIENTO Y CONTÁME TODO CON DETALLE”...

J. Cristián de Haro

Al Dr. Jorge Morello tuve el gusto de conocerlo personalmente, por intermedio del Dr. Walter Pengue, en el año 2004. Si bien tenía algún conocimiento de su extensa e importante trayectoria, desde el minuto uno me sorprendió su don de gente, su sabiduría, su humildad, su compromiso, y que no había perdido la capacidad de asombro.

Recuerdo con cariño las numerosas charlas que tuve con “El Doctor”, particularmente una que me había pedido para conocer más sobre mi trabajo. Al entrar a su oficina me recibió con una sonrisa, me saludó con un apretón de manos y me dijo: “Hijo, toma asiento y contame todo con detalle”. Lo que siguió fue una increíble conversación entusiasta, rigurosa, amable, y educativa, de más de dos horas. Siempre recibí de él buena predisposición, respeto, interés y consideración por mi trabajo, conocimientos, y buenos consejos. Tuve el honor de recibir del Dr. Morello (y equipo) la posibilidad de ser parte del GEPAMA, desarrollar mis líneas de trabajo, aportar a este gran grupo, y de empujar...

¡Fue y seguirá siendo un gran ejemplo a seguir!



HASTA EL LUNES...HASTA SIEMPRE

Mariana E. Silva

Podría escribir... “Eráse una vez hace mucho mucho tiempo una estudiante que conoció al Dr Morello...” pero no, no voy escribir sobre eso. Quiero referirme en estas líneas a los últimos tiempos que compartimos en el GEPAMA, quisiera intentar brevemente plasmar el espíritu curioso, inquieto, incansable trabajador y entusiasta de tamaño académico en el ocaso de su vida. Es inevitable sentir nostalgia al escribir, pero inmediatamente el recordarlo me saca una sonrisa.

El ruido de su bastón y el arrastrar de sus pies cansados anunciaban su llegada por el pasillo de la Facu. Siempre saludando de buen humor, era tiempo de esperar unos minutos y ofrecerle un café al que nunca se negaba, así inauguraba el día. Horas pasaba escribiendo, leyendo con una lupa enorme, estudiando para dar alguna clase... si dije bien estudiando... porque aun con su experiencia nunca daba nada por sabido. Ansioso nos esperaba a la vuelta de algún viaje para que le contemos con lujo de detalles lo que habíamos visto como quien escucha relatos de un lugar que nunca vio en su vida. Cada proyecto nuevo lo ilusionaba, cada salida aunque mas no fuera cerquita de la capital lo energizaba.

El último libro de Ecorregiones que publicamos le costaba mucho leer, ya no servían los impresos que le habíamos hecho tiempo atrás con letra en tamaño grande... así que venía a mi escritorio y le leíamos los manuscritos para que los aprobara o nos los iba modificando sobre la marcha agregando datos y anécdotas. Y ahí lo tenía sentado a mi lado, más de 10 años después a ese viejito al que creí que en el año 2000 le quedaba poco rato para retirarse a hacer vida de jubilado a la casa, que ilusa!

Fui la responsable de armar el video homenaje que puede verse en las redes para cuando le dieron el premio de “Maestro de la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad” en 2012, vi cientos de fotos, comenzaban en blanco y negro y pasaban al color, cientos de paisajes, colegas, alumnos, años de dedicación, de compromisos con la naturaleza en todas sus formas. Fue ver una película, un viaje extraordinario y sorprendente. Me alegro haber sido parte responsable de que su vida quedara plasmada para siempre.

Fui una privilegiada, de eso estoy segura. Aún hoy no puedo no abrir la puerta de su oficina y ver su figura debajo de la luz potente de su escritorio, quisiera ofrecerle un café, contarle de algún viaje o una anécdota familiar. Aquel viernes estoy casi segura que yo me fui antes que él porque muchísimas veces se volvía a su casa más tarde que muchos de nosotros. Fue un hasta el "Lunes Doc" como todos los viernes durante tantos años, haber sabido que esa sería la última vez que nos veríamos me hubiera quedado un rato más charlando en la oficina, hubiera aprovechado para agradecerle, para darle un abrazo, hubiera aprovechado para decirle ¡Hasta siempre Doc!

OJALÁ...

Andrea F. Rodríguez

En 1989 conocí un docente en un aula de Geografía, en la Facultad de Filosofía y Letras que primero, me inspiró y me orientó para seguir una dirección hacia las ciencias Naturales en una carrera, en ese momento, puramente social.

Así, comenzó mi camino junto con el Dr. Morello, años después finales del 1993 entré como ayudante a trabajar con él. Compartí 20 años, fue mi mentor, mi padre académico, y parte de mi familia. Y obvio como en toda buena familia hubo momentos de todo tipo. Hoy, solo tengo agradecimiento por todas las enseñanzas recibidas. Guardo muchas anécdotas, historias y risas compartidas.

Muchas veces, en cada nuevo recorrido, me quedo pensando ¿cómo se pondría Morello si le contara la maravilla que estoy viendo?, ¿qué hubiera preguntado él?, ¿qué tengo que mirar?

A veces me río porque viene a mi memoria frases “Hija, esta no es una velocidad ecológica”; “Pará Pará, mirá esa maravilla”. Así, fue como una vez tardamos 8 horas para hacer 300 km. Compartir un trabajo de campo con él, era una mezcla entre estar en la mejor clase teórica que escuchaste en tu vida, y un parque temático donde todo se toca, se aprende y te divertís. Esa era la curiosidad que tenía y que le ponía a todo, esas ganas infinitas de saber y transmitir, un Maestro.

Gracias por todo lo enseñado, y ojalá todos encuentren alguna vez un Morello!!



ACTIVIDADES 2023

DIÁLOGO SOBRE EL NEXO CON PUEBLOS ORIGINARIOS

Entre el 17 y el 19 de enero de 2023, invitado por la UNESCO & IPBES, el Dr. Walter Pengue participó activamente tanto en la ciudad como en las actividades de campo, del **Taller de Diálogo sobre conocimientos indígenas y locales para la evaluación de IPBES sobre el nexo entre biodiversidad, alimentos, agua y salud.**

El encuentro, que convocó a algunos expertos del IPBES y representantes indígenas de México, Canadá, Rusia, Nepal, Uganda, Tanzania, Nueva

Zelanda y Tailandia con varias de sus principales etnias como los Karen, Lahu, Lua, Thin y otros, tanto mujeres como hombres líderes de sus comunidades, se desarrolló en la localidad de Chiang Mai y en las comunidades aledañas (Tailandia).

Durante tres días, los expertos de los distintos grupos interactuaron y plantearon sus perspectivas sobre las discusiones mundiales en el marco del Nexus y cómo estas discusiones benefician u afectan a sus comunidades.



El grupo de trabajo, en uno de los campos montañosos de los Karen, bajo la sombra de uno de los pocos ejemplares sobrevivientes de la brutal deforestación sufrida por Tailandia. La cultura Karen, convive con los ejemplares ahora por ellos protegidos y se nutre con los productos no maderables como la miel de abejas y otros productos alimenticios (arroz, pescado, leche de búfala).

WORKSHOP - LA EVALUACIÓN DEL NEXO

Evaluación temática de los vínculos entre la diversidad biológica, el agua, los alimentos y la salud - Parque Nacional Kruger - Encuentro para la EVALUACIÓN DEL NEXO



Walter Pengue disertando en la Primer Plenaria del Encuentro del IPBES NEXUS en Skukuza, Parque Nacional Kruger. Sudáfrica (Marzo 2023).

El Segundo Encuentro de autores de la EVALUACIÓN GLOBAL del NEXO se desarrolló entre el pasado 20 al 26 de Marzo de 2023 en Skukuza, en el "Parque Nacional Kruger" sito en Sudáfrica. (<https://www.sanparks.org/parks/kruger/>).

El Dr. Walter Pengue fue invitado a participar en su carácter de autor principal y uno de los tres Coordinadores de autores del Capítulo número 6 del Nexu (<https://www.ipbes.net/nexus>) y su programa gene-

ral junto al desarrollo del resumen para Decisores de Políticas.

Este nuevo programa de trabajo incluye una **evaluación temática de las interrelaciones entre la biodiversidad, el agua, los alimentos y la salud (evaluación del nexo)**, que **examinará las interrelaciones entre los objetivos de desarrollo sostenible relacionados con la seguridad alimentaria y del agua, la salud para todos, la protección de la biodiversidad en la tierra y en los océanos y la lucha contra el cambio climático.**

Los expertos de la evaluación mundial, vienen trabajando en el **segundo borrador de los capítulos** luego de la primera revisión externa (9 de enero - 19

de febrero de 2023) y se focalizan en la respuesta puntual a cada uno de los comentarios recibidos tanto de otros países como de todos los países interesados, como así también se orientan al desarrollo del Segundo Borrador.

Asimismo, trabajando en un recorte de la investigación global, Pengue dirige un proyecto interno UBACYT orientado a trabajar cuestiones que involucran a lo urbano y sus interfases vinculados con los elementos propios del Nexo en la UBA y otro proyecto complementario que suma aspectos de análisis relacionados con los suelos y su relación con el agua y los sistemas alimentarios, particularizando en algunos elementos propios de la región pampeana.

Esta revista se diagramo e imprimió digitalmente por orden de

ORIENTACION GRAFICA EDITORA

Gral. Rivas 2442 – C1417XD Buenos Aires – Argentina

Tel./Fax (11) 4501-5427 / Cel. (+54) 9 11 5645-7148

E-mail: info@orientacionlibros.com.ar

WWW.ORIENTACIONLIBROS.COM.AR



.UBAfadu

FACULTAD DE ARQUITECTURA
DISEÑO Y URBANISMO



GEPAMA

Grupo de Ecología del Paisaje
y Medio Ambiente -
"Doctor Jorge H. Morello"

FRONTERAS es la publicación anual del Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente "Dr. Jorge H. Morello" de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires que comprende artículos de divulgación científica, entrevistas, avances de investigación, proyectos, actividades, documentos y libros del GEPAMA
CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES

ÍNDICE FRONTERAS 21

EDITORIAL **Página 1**

ARTÍCULOS **Página 4**

- EL NEXO: RELACIONES ENTRE LOS RECURSOS NATURALES, EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS / **Walter Alberto Pengue** **Página 5**
- COMPACIDAD Y COMPLEJIDAD ESPACIAL COMPLEMENTANDO EL METABOLISMO URBANO. PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DE ÁREAS VERDES COMO USOS DEL SUELO / **Claudia Alicia Baxendale** **Página 13**
- METABOLISMO URBANO. PERSPECTIVAS DE UN CAMPO DE ESTUDIO MULTIDISCIPLINARIO PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANA / **Susana Eguia** **Página 30**
- LA ECOLOGÍA URBANA Y EL METABOLISMO SOCIAL / **Laura Ramos** **Página 51**
- CIUDADES Y SU RELACIÓN CON EL SECTOR TRANSPORTE, PORTUARIO, ENERGÉTICO, Y EL CONSUMO DE HIDROCARBUROS EN ARGENTINA / **J. Christian de Haro** **Página 65**
- EL FLUJO DE LOS MATERIALES EN LAS CIUDADES: LA ARENA / **Mariana E. Silva y Andrea F. Rodríguez** **Página 91**
- METABOLISMO URBANO: COMPARACION ENTRE ROMA (ITALIA) – BUENOS AIRES (ARGENTINA) / **Olmo Rosadoni** **Página 99**

COMUNICACIONES **Página 117**

- LA RESERVA ECOLÓGICA CIUDAD UNIVERSITARIA COSTANERA NORTE Y SUS DINÁMICAS SEDIMENTARIAS / **Juan Emmanuel Nehuen Pengue** **Página 118**
- PASANTIA DE INVESTIGACION EN BUENOS AIRES, ARGENTINA / **Olmo Rosadoni** **Página 121**
- EL ESTADO DE LOS SUELOS SEGÚN SU MANEJO PRODUCTIVO (INDUSTRIAL, EN TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA, Y BIODINÁMICA /AGROECOLÓGICO) / **Talia Soledad Álvarez** **Página 123**
- HUERTAS AGROECOLÓGICAS URBANAS “SOLUCIÓN A UNA CRISIS QUE SE VIENE” / **Lucio Landoni** **Página 125**

NOTICIAS **Página 127**

- CONMEMORAMOS EL NATALICIO DEL DR. JORGE H. MORELLO. NOTAS **Página 128**
- APERTURA COMO ACTITUD ACADÉMICA / **Gustavo D. Buzai** **Página 130**
- DR. MORELLO: UNA MENTE AMPLIA E INTEGRADA / **Claudia A. Baxendale** **Página 132**
- CÓMO CONOCÍ A UN MAESTRO / **Walter Alberto Pengue** **Página 133**
- “HIJO, TOMA ASIENTO Y CONTAME TODO CON DETALLE”... / **J. Cristián de Haro** **Página 136**
- HASTA EL LUNES...HASTA SIEMPRE / **Mariana E. Silva** **Página 137**
- OJALÁ... / **Andrea F. Rodríguez** **Página 138**

ACTIVIDADES **Página 139**

- DIÁLOGO SOBRE EL NEXO CON PUEBLOS ORIGINARIOS **Página 140**
- WORKSHOP - LA EVALUACIÓN DEL NEXO. EVALUACIÓN TEMÁTICA DE LOS VÍNCULOS ENTRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA, EL AGUA, LOS ALIMENTOS Y LA SALUD PARQUE NACIONAL KRUGER – ENCUENTRO PARA LA EVALUACIÓN DEL NEXO **Página 141**

FRONTERAS publicación anual del Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente “Dr. Jorge H. Morello” de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires

Año 21 N° 21, 2023

Editor: **Andrea F. Rodríguez** - E-mail: gepama@fadu.uba.ar
Ciudad Universitaria, Pabellón III, Piso 4º, (1428) Buenos Aires Argentina
Tel.: (54-11) 5285-9343 / 9344

Se permite su reproducción total o parcial, siempre que se cite la fuente y se comunique a los editores mediante el envío de un ejemplar donde se hubiera publicado.