

Posología del metabolismo urbano

¿Es una pandemia la cura para NYC?

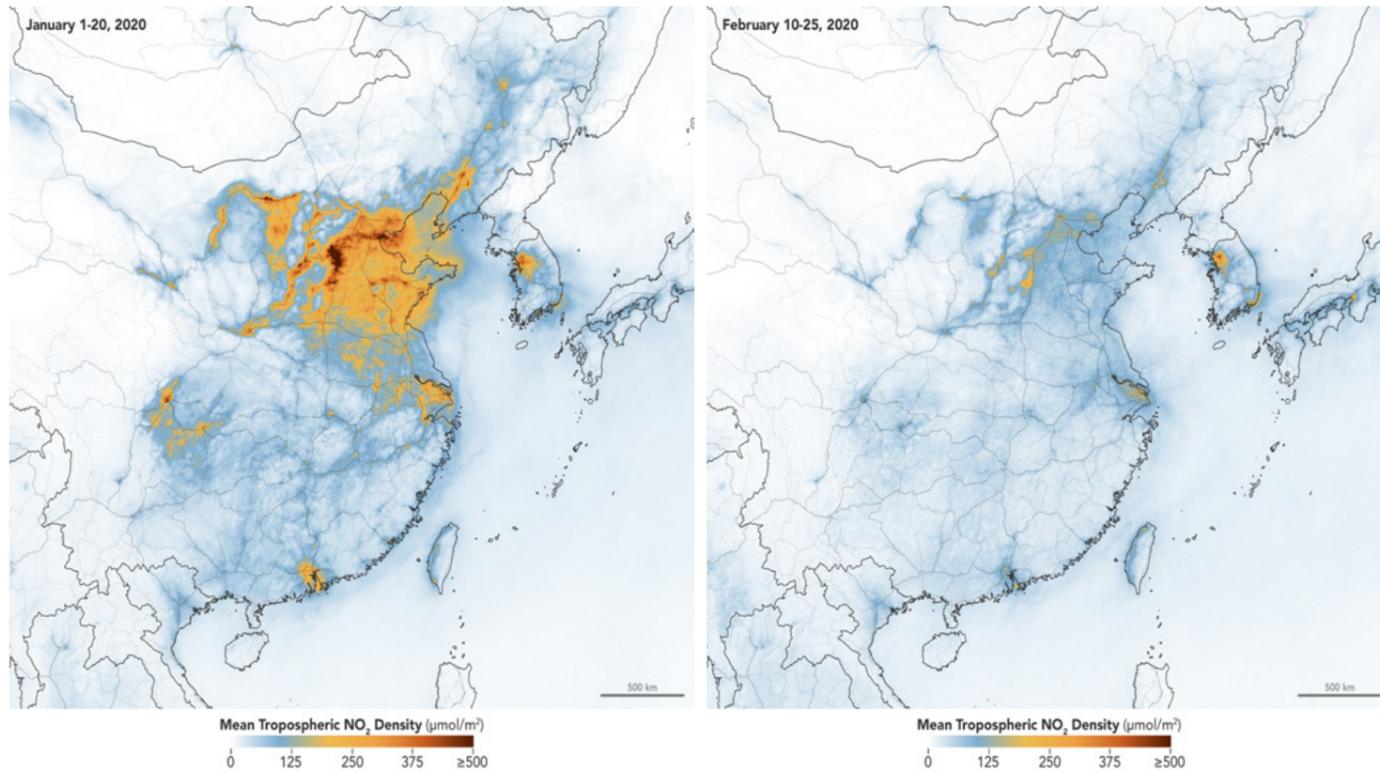


Figura 1. Reducción de las emisiones de NO₂ en China. NASA, 2020

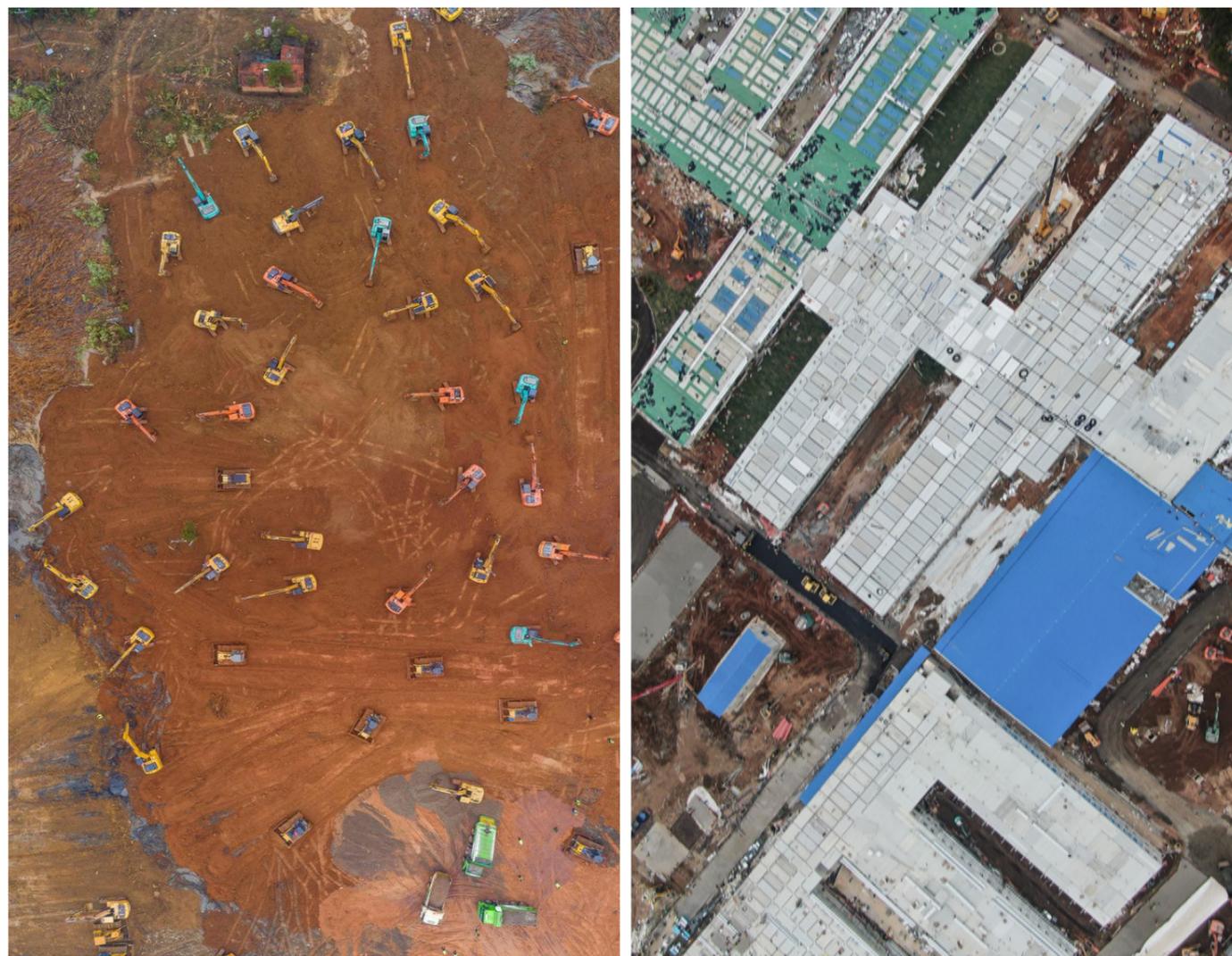


Figura 2. Hospital Huoshenshan construido en 10 días. Wuhan, 2020

I. Objeto y ámbito de estudio

2 de febrero de 2020, “China bate un récord construyendo los 25.000.m2 del Hospital Huoshenshan en 10 días.” (Marín, 2020) (FIG.2)

10 de febrero de 2020, “la reducción del consumo de carbón y petróleo disminuyen un 25% las emisiones en China, equivalente a una reducción del 6% de las emisiones mundiales¹.” (Levy, 2020) (FIG.1)

13 de marzo de 2020, “el 22% de la población en activo en España comienza a teletrabajar.” (Aguado, 2020)

24 de marzo de 2020, “un tercio de la población mundial está en confinamiento.” (AFP, 2020)

No estábamos preparados. El año 2020 irrumpió en nuestras vidas alterando desde nuestros hábitos domésticos hasta la escala urbana. La emergencia sanitaria ha dejado entrever la ineficacia del actual modelo de ciudad incapaz de solventar otra emergencia latente desde hace décadas: la sostenible.

Son las crisis las que diseñan las ciudades. Desde la peste de Atenas en 430 a. C., que provocó profundos cambios en las leyes y la identidad de la ciudad, hasta la Peste negra en la Edad Media, que transformó el equilibrio del poder de clase en las sociedades europeas, hasta la reciente ola de epidemias de ébola en África subsahariana que iluminó la creciente interconexión de las ciudades hiperglobalizadas de hoy. Ahora la metrópolis se enfrenta a una crisis existencial provocada por la covid-19, pues la mejor manera de frenar la propagación del virus: el distanciamiento social, va en contra de las leyes de la ciudad. Este escenario, está proliferando arquitecturas de emergencia y alterando significativamente la gestión del agua, los residuos, el consumo de energía y las emisiones; y por lo tanto el metabolismo urbano de la ciudad. ¿Positiva o negativamente? La verdadera pregunta no es si el virus es "bueno" o "malo" para el metabolismo, sino si podemos crear una economía funcional que apoye a las personas sin amenazar la vida en la Tierra.

El metabolismo urbano cuantifica los “intercambios de materia, energía e información establecidos entre los seres vivos y el entorno donde habitan²”. Se usa como indicador de sostenibilidad pues refleja el impacto ambiental que genera una actividad.

La presente investigación tiene como objeto analizar la reacción del metabolismo urbano en Nueva York ante las diferentes medidas que se están instaurando en la ciudad para responder a la pandemia COVID-19 (confinamiento, suspensión de la actividad, restricción de viajes...) y frente a la arquitectura emergente que está surgiendo colateralmente.

Se pretende detectar las relaciones entre la variación del metabolismo urbano derivada de estos escenarios de emergencia para avanzar hacia un modelo urbano que alivie la tensión entre la densificación, el impulso hacia ciudades más concentradas, lo que se considera esencial para mejorar la sostenibilidad ambiental; y la desagregación, la separación de las poblaciones, que es una de las herramientas clave que se utilizan actualmente para detener la transmisión de infecciones. De igual manera se pretende manifestar la utilidad del indicador del metabolismo urbano como herramienta para generar un modelo urbano más autosuficiente que tenga la capacidad anticipatoria de dar respuesta a crisis que pongan al límite sus recursos como lo ha hecho la de la COVID-19.

Para desarrollar esta investigación se tomará como punto de partida una realizada anteriormente por mí en la Universidad Politécnica de Madrid que tiene como título “Metabolismo NY, brechas y conexiones entre ciencia ambiental y utopía urbana en los años 60-70” (Sanz, 2018). Dos cuestiones que a priori pueden parecer divergentes. Sin embargo, estas antagónicas disciplinas procuraron dar respuesta a los mismos problemas ambientales, desde el diseño ecológico. La investigación tuvo como objetivo analizar las variaciones del metabolismo urbano de Nueva York al introducir los proyectos utópicos de los años 60-70.

II. Metodología

La **metodología** de la presente investigación pretende exportar parte de las herramientas que se utilizaron en “Metabolismo NY, brechas y conexiones entre ciencia ambiental y utopía urbana en los años 60-70” (Sanz, 2018):

-La **cuantificación del metabolismo urbano actual en condiciones normales³ de Nueva York** a partir de los estudios (FIG.3) anuales de benchmarking⁴ que miden la electricidad total, el gas natural, el vapor y el combustible de calefacción que se consume en un edificio; y se ajusta a otros factores para que la ciudad pueda comprender qué instalaciones funcionan de manera ineficiente. Esta información le permite a la ciudad priorizar edificios para inversiones de eficiencia energética y monitorear el desempeño de las construcciones a lo largo del tiempo.

¹Los datos fueron recolectados por el Instrumento de Monitoreo Troposférico (TROPOMI) en el satélite Sentinel-5 de la ESA.

²Definición del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. (1990).

³Sin estar sometida a una pandemia.

⁴El Departamento de Servicios Administrativos Municipales de Nueva York (DCAS) y el Center for Sustainable Development (Columbia University) somete anualmente los resultados de evaluación comparativa en los edificios de la ciudad para su publicación. Véase NYC, G. (s.f.). *Green buildings and energy efficiency*.

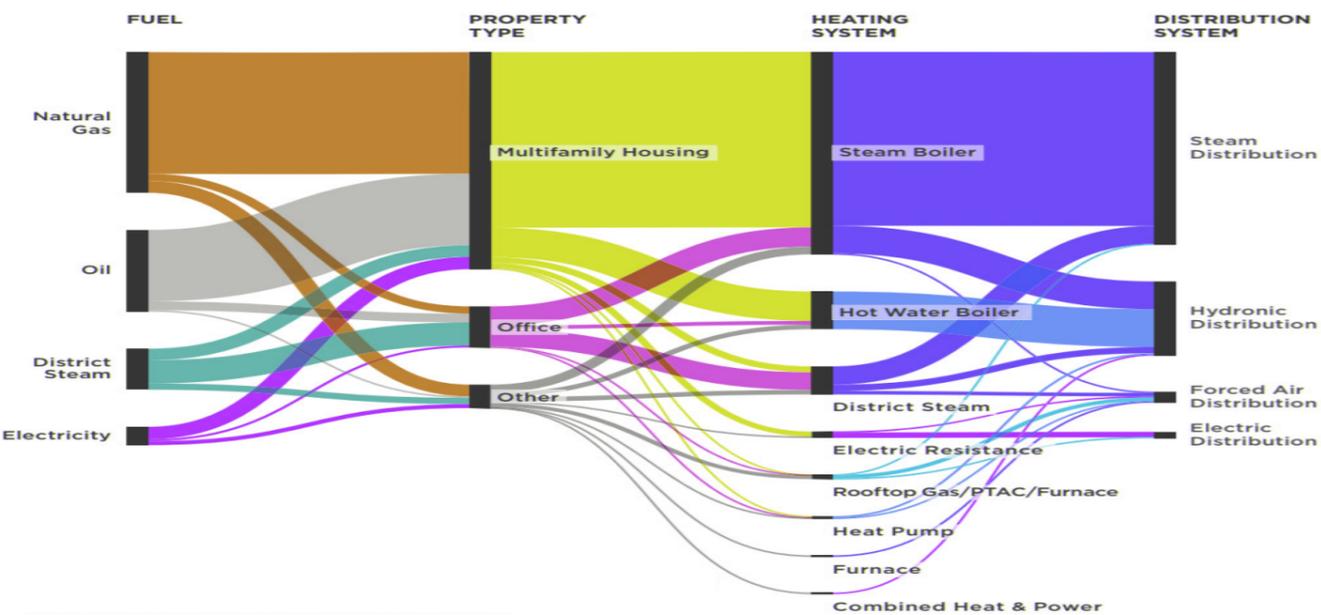


Figura 3. Ejemplo de estudio de benchmarking de www.nyc.gov

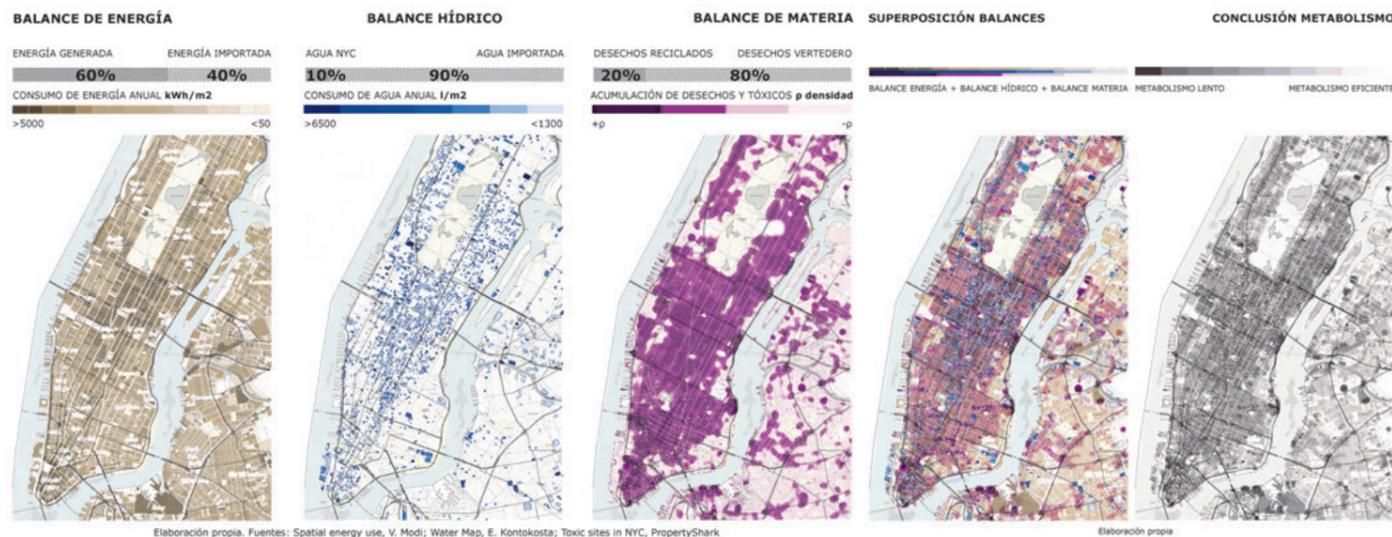


Figura 4. Ejemplo de Balances y metabolismo urbano de Nueva York de la investigación “Metabolismo NY, brechas y conexiones entre ciencia ambiental y utopía urbana en los años 60-70”. Elaboración propia, 2018



Figura 5. Ejemplo de comparación de la variación del metabolismo de Nueva York al introducir los proyectos en “Metabolismo NY, brechas y conexiones entre ciencia ambiental y utopía urbana en los años 60-70”. Elaboración propia, 2018

-La **calificación de la variación del metabolismo urbano de la ciudad al introducir las medidas adoptadas por la emergencia sanitaria** (FIG.4), concretamente las medidas que se están aplicando para responder a la pandemia del coronavirus: movimientos no esenciales prohibidos (confinamiento), cierre de fronteras, cierre de producción no esencial (cese de actividades no esenciales y teletrabajo), refuerzo del sistema sanitario, escuelas cerradas, eventos suspendidos⁵, etc.

-La **comprobación de la eficiencia metabólica de las arquitecturas emergentes** (FIG.5) surgidas ante estos escenarios: las microciudades aparecidas cuando el teletrabajo modifica la escala vivienda para aunar vida-trabajo-descanso, los refuerzos sanitarios (hospitales de campaña, barcos sanitarios⁶..., la reconversión de espacios para albergar nuevas funciones (coches de aislamiento para sin techo⁷, morgues en palacios de hielo⁸, hoteles hospitales...), retail a domicilio. La comprobación se llevará a cabo mediante la aplicación de los estándares numéricos demostrados por la ecología⁹.

El **plan de trabajo** consiste en elaborar documentos lo más gráficamente posible para amplificar su difusión:

- (1) Se *representará* el análisis metabólico de Nueva York actual.
- (2) Se *comparará* con sus variaciones bajo los diferentes escenarios que se cartografiarán junto a las arquitecturas emergentes.
- (3) Y se *cuantificarán* numéricamente las variaciones de los balances metabólicos¹⁰ (energético, hídrico y de materia) y se superpondrán para concluir la eficiencia o lentitud del metabolismo de la ciudad tras la intervención de los escenarios.

Se escoge Nueva York, ciudad de la costa noreste de los Estados Unidos, pues aun siendo la metrópoli por excelencia se encuentra en crisis ambiental desde el boom de la construcción de 1924¹¹. Nueva York está sometida a altas temperaturas y humedades con baja oscilación térmica nocturna. Por otro lado, esta ciudad se desarrolló con altos niveles de densidad antes de que emergieran sistemas de climatización a escala de edificios. Como resultado, Nueva York se ha visto atrapada en sistemas de acondicionamiento de baja eficiencia energética y, por lo tanto, de negativo impacto ecológico. Además, su alto porcentaje de residentes extranjeros, la gran presencia de cadenas de suministro mundiales y su alta densidad han resultado las condiciones ideales para que en abril del 2020 sufra el mayor brote de infección de COVID-19, representando el mayor número de casos y muertes fuera de China y la mitad de los Estados Unidos.

III. Objetivo

El principal **objetivo** del trabajo es analizar el metabolismo urbano de Nueva York y su variación ante la crisis sanitaria actual para medir su impacto ecológico en la ciudad, para verificar la efectividad de sus medidas desde el punto de vista del diseño ambiental y evidenciar la utilidad de esta herramienta como indicador de sostenibilidad.

La lectura simple de los datos nos presenta evidencias contradictorias. Las medidas de aislamiento han frenado el proceso metabólico de los sistemas socioeconómicos, pues se experimenta una reducción de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) como el NO₂ en las partes del mundo en las que las fábricas permanecen cerradas y disminuye el consumo de combustibles fósiles. En Nueva York el CO₂ se redujo un 10% y el CO 50% cuando el tráfico se redujo un 35% con el inicio del brote¹². En contraposición aumenta el consumo de agua de hasta un 22%¹³ y de desechos alimentarios. Además, una vez superada esta etapa muchos países buscarán aumentar su producción para compensar las pérdidas obtenidas en el periodo de confinamiento, lo que producirá un mayor consumo de materia y energía, y por consiguiente aumentará la cantidad de desechos sólidos, aguas residuales, y gases de efecto invernadero que se arrojen a la naturaleza.

Por ello, es necesario realizar los balances metabólicos para leer los resultados. El registro de los datos del indicador y su evolución nos ayuda a saber dónde estamos. Si no medimos *¿cómo sabemos si nuestra ciudad es sostenible?*

Por último, será necesario la valoración de las virtudes y deficiencias de las diferentes arquitecturas emergentes para concluir en si es posible rescatar algo de ellas para las ciudades sostenibles del mañana. Y, complementariamente, evidenciar la utilidad del metabolismo urbano como indicador de sostenibilidad en los análisis de ecología urbana.

⁵Más adelante se desarrollarán las medidas concretas para Nueva York.

⁶El barco hospital USNS Comfort de Nueva York.

⁷En San Francisco han instalado vehículos de aislamiento para sin techo.

⁸Debido a la saturación de las funerarias en España por la letalidad del COVID-19 se han adaptado los palacios de hielo de Madrid como morgue.

⁹Durante los años 60-70 se desarrollaron las ciencias ambientales destacando los sistemas de flujos de los hermanos Odum y los estudios sobre el metabolismo urbano de Paul Duvigneaud. Más adelante explicados.

¹⁰Balance energético, hídrico y de materia. Véase DENAYEYER-DE SMET, S., & DUVIGNEAUD, P. (1977). L'Ecosystème Urbain Bruxellois.

¹¹En la década de 1920 EE. UU. asciende como primera potencia mundial, lo cual produce una época de prosperidad en la que se demandan más espacios para oficinas resultando un boom en la construcción de rascacielos.

¹²Datos investigados por la Universidad de Columbia y publicados por la BBC en marzo del 2020.

¹³Guido Andrade de *Epmaps* indicó que desde que inició la emergencia sanitaria, el consumo promedio de agua se incrementó en un 22%.

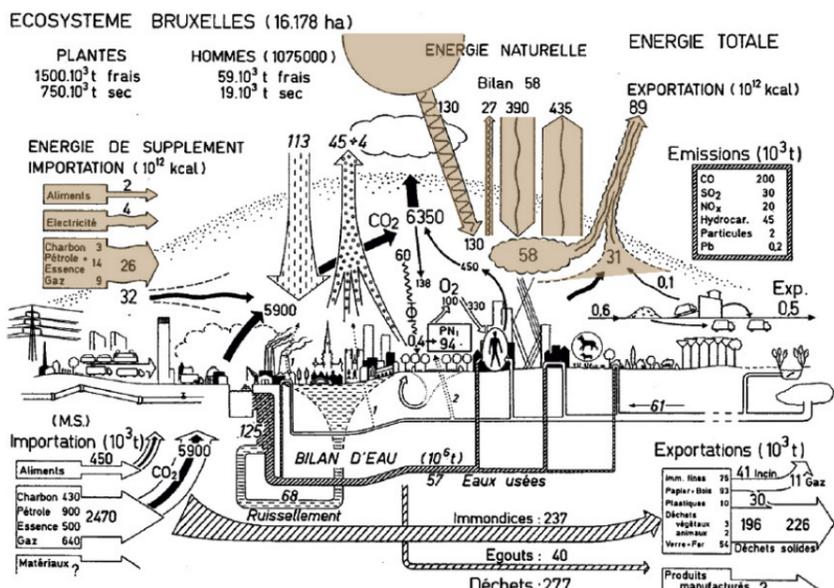


Figura 6. Balance energético y contaminantes del ecosistema urbano de Bruselas de Duvigneaud y Denayeyer, 1970

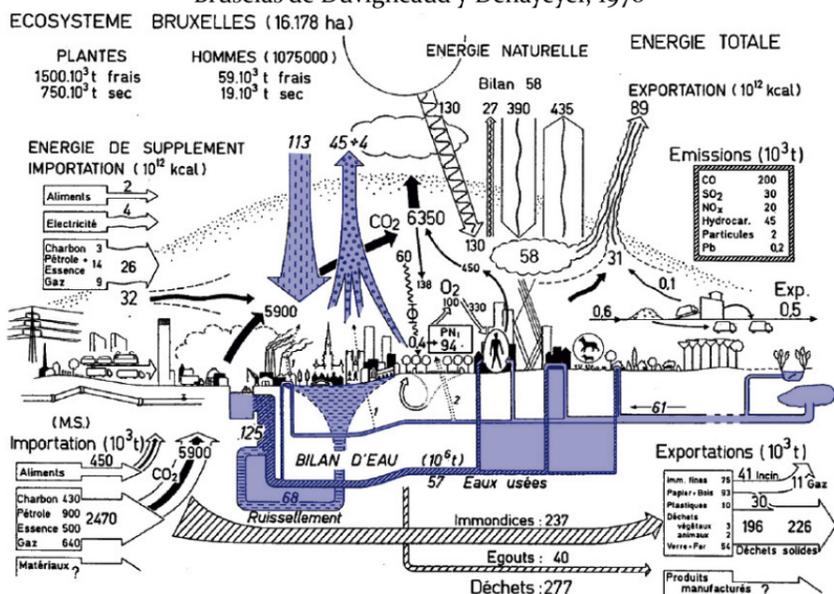


Figura 7. Balance hídrico del ecosistema de Bruselas de Duvigneaud y Denayeyer, 1970

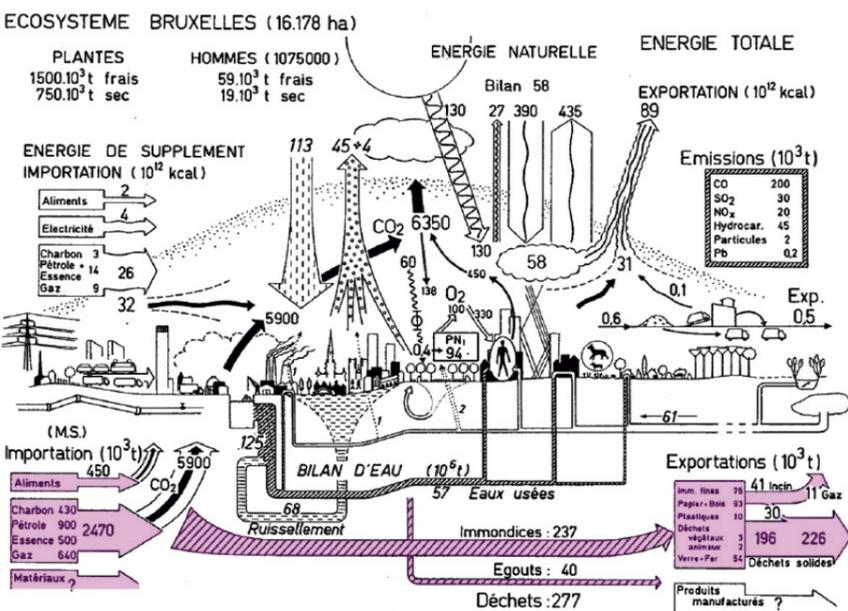


Figura 8. Balance flujos de materia del ecosistema de Bruselas de Duvigneaud y Denayeyer, 1970

IV. Marco teórico y cuantitativo

4.1. Concepto metabolismo urbano:

Écosystème Bruxelles (Duvigneaud y Denayeyer-De Smet, 1970)

El término *metabolismo urbano* señala que los sistemas socioeconómicos urbanos al igual que los organismos vivos consumen materia y energía de la naturaleza, y una vez que han metabolizado esos recursos, restituyen sobre el medio natural excrementos, en forma de gases de efecto invernadero (GEI), aguas residuales y/o desechos sólidos. A media que los sistemas socioeconómicos aumentan su metabolismo tiene mayor impacto sobre el medioambiente, pues demanda de él recursos naturales como combustibles fósiles, y dispone sobre el medio natural residuos, por encima de la tasa de regeneración de la naturaleza, produciendo de esta manera problemas ecológicos como el cambio climático, la disminución de la biosfera, etc.

A la hora de utilizar el metabolismo urbano como indicador para saber si una ciudad es sostenible se hace el balance de los tres parámetros¹⁴ que consiste en la diferencia entre recursos y consumos.

$$RECURSOS = + RECURSOS AUTÓCTONOS - RECURSOS IMPORTADOS + PRODUCCIÓN$$

$$CONSUMOS = - DESECHOS - COMBUSTIONES CONTAMINANTES + RECICLAJE$$

Por lo tanto, si los consumos son superiores a los recursos del lugar el balance será negativo, la ciudad insostenible y su metabolismo lento. Mientras que si los consumos son inferiores o iguales a los recursos el balance será positivo y neutro respectivamente, y el metabolismo será eficiente.

$$BALANCE POSITIVO: RECURSOS - CONSUMOS > 0$$

$$BALANCE NEUTRO: RECURSOS - CONSUMOS = 0$$

$$BALANCE NEGATIVO: RECURSOS - CONSUMOS < 0$$

Por lo tanto, si los consumos son superiores a los recursos del lugar el balance será negativo, la ciudad insostenible y su metabolismo lento. Mientras que si los consumos son inferiores o iguales a los recursos el balance será positivo y neutro respectivamente, y el metabolismo será eficiente.

A partir del estudio de la ciudad de Bruselas de P. Duvigneaud y S. Dena-yeyer De-Smet se expondrá el funcionamiento de los balances metabóli-cos a analizar en la investigación. En este se utiliza el metabolismo urbano como un indicador de sostenibilidad disgregado en varios subsiste-mas del ecosistema urbano.

Balance energético y contaminantes

El primer elemento presentado en este estudio es el balance energético natural de Bruselas. Representa la energía natural recibida en todo el territorio de Bruselas (130 · 10¹² kcal), la exportación de energía reflejada por la

superficie de Bruselas (27 · 10¹² kcal), la importación de energía debida a la radiación atmosférica (390 · 10¹² kcal) y la exportación de energía térmica debido a la radiación del suelo (435 · 10¹² kcal). El balance global de energía natural es, por lo tanto, igual a 58 · 10¹² kcal

El segundo elemento mencionado en este estudio es la energía subsidiaria o la energía importada que proviene directamente del sol. Como no se disponía de datos precisos, las importaciones de energía de Bruselas se estiman en un 13% del consumo de Bélgica. Esto representa 26 · 10¹² kcal de carbón, combustible, gasolina y gas natural, 4 · 10¹² kcal de electricidad y 2 · 10¹² kcal de energía en forma de alimentos.

El balance energético total (FIG.6) es, por lo tanto, la suma del balance de energía natural (58 · 10¹² kcal) y de la energía subsidiaria importada (32 · 10¹² kcal) que resulta en una exportación de 89 · 10¹² kcal de energía¹⁵.

Contaminantes

Para estimar la contaminación atmosférica de Bruselas, se supuso una combustión completa de la energía subsidiaria importada. Esto condujo a 5,931 · 10³ toneladas de CO₂, 200 · 10³ t de CO, 30 · 10³ t de SO₂, 20 · 10³ t de SO₂, 45 · 10³ t de hidrocarburos, 2 · 10³ de partículas y 200 toneladas de plomo. Se añaden 450 · 10³ toneladas adicionales de CO₂ a la atmósfera a través de la respiración humana y casi una cuarta parte de este valor (138 · 10³ toneladas de CO₂) es absorbido por la fotosíntesis.

Balance hídrico

De forma similar al equilibrio energético, el equilibrio hídrico (FIG.7) del ecosistema de Bruselas consiste también en una serie de elementos divididos en naturales y artificiales.

La precipitación anual representó 113 · 10⁶ toneladas (o 113 · 10⁹ litros) para una altura de precipitación promedio de 700 700mm El otro flujo de entrada de agua fue el agua importada capturada fuera del ecosistema de Bruselas. Este flujo representó 61 · 10⁶ toneladas¹⁶.

Se estimó que alrededor del 60% de las precipitaciones se evacuaron por escorrentía (60 · 10⁶ toneladas) y drenaje (8 · 10⁶ toneladas). Además, el 40% de las precipitaciones se devolvieron a la atmósfera a través de la evapotranspiración (45 · 10⁶ toneladas). Finalmente, además de las 68 · 10⁶ toneladas de precipitaciones de agua evacuadas se añaden otras 57 · 10⁶ toneladas procedentes del agua potable importada al río Bruselas, el Sena. De hecho, el 5% del agua importada (4 · 10⁶ toneladas) se utiliza para regar las plantas y, por lo tanto, regresa a la atmósfera a través de la evapotranspiración.

¹⁴ Los mencionados anteriormente: energía, agua y materia.

¹⁵ Los investigadores destacan que la energía secundaria importada representa aproximadamente la mitad de la energía natural. Véase *The urban ecosystem of Brussels - Explained*. (2013).

¹⁶ Esta es una cifra exacta que proviene de CIBE.



Figura 9. Ciudad del globo cautivo, Rem Koolhaas, 1972

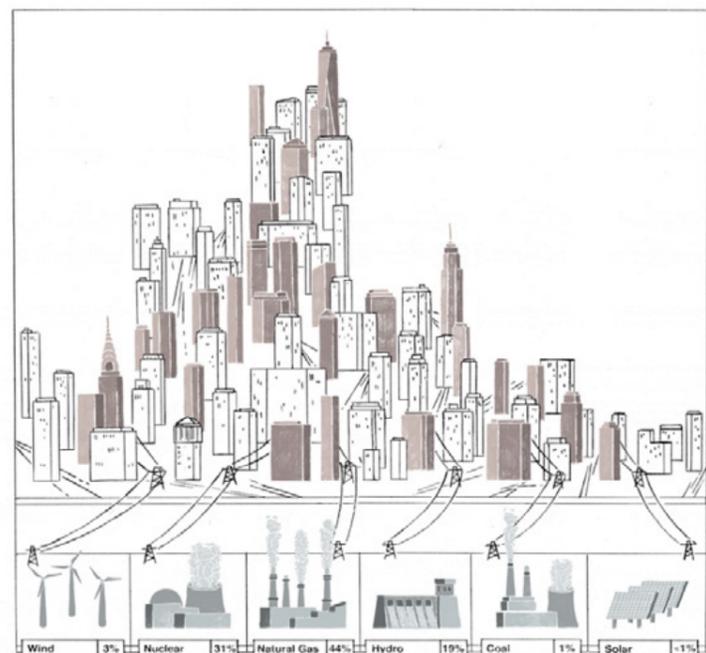


Figura 10. Cómo NYC obtiene su electricidad. New York Times, 2016

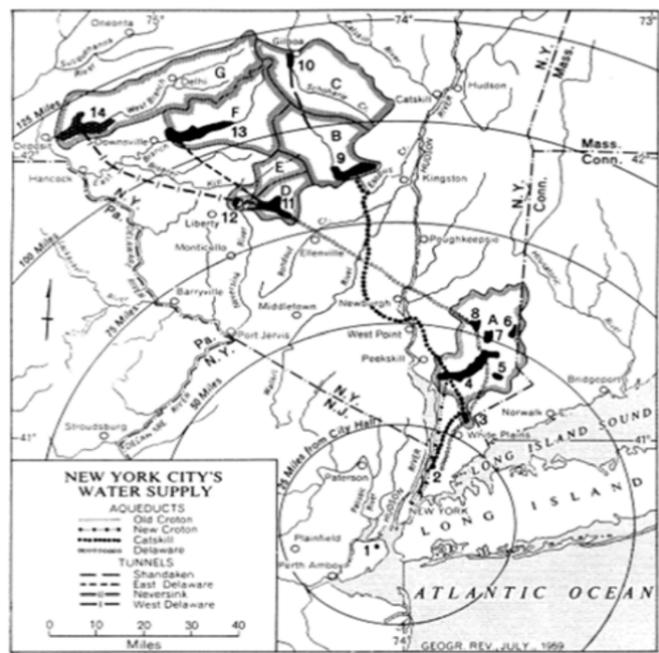


Figura 11. Cómo NYC obtiene su agua. New York Times, 2016

Balance de flujos de materia y desechos

El último subsistema lo constituyen los flujos de materia (FIG.8). En este estudio, los flujos de materia no se estudiaron. Los flujos de materia presentados aquí son una traducción directa de la estimación de los flujos de energía a la materia. El resto de la materia que entra y sale del ecosistema de Bruselas no fue contabilizado.

De forma similar a algunos valores de agua, las cifras de residuos (384.000 t en 1974 y 380.000 t en 1975) son datos precisos procedentes del *Consejo de Administración*.

En definitiva, el análisis ecológico de Duvigneaud y Denayer-De Smet de Bruselas ha sido adoptado como uno de los estudios aplicados más completos en este campo. Creó una conciencia sobre la obsolescencia del modelo energético actual¹⁷, y sobre la necesidad de construir una nueva red de energía basada en la producción distribuida y la transferencia bidireccional.

4.2. Cuantificación metabólica de Manhattan: Delirious New York

El grosor de la investigación consistirá en cuantificar la variación del metabolismo urbano de Nueva York al introducir los escenarios derivados de la crisis del coronavirus, para medir su impacto desde el punto de vista ambiental y detectar estrategias positivas que puedan exportarse ante futuras situaciones de emergencia.

Estos escenarios serán superpuestos al ya existente. La naturaleza de Manhattan lleva intrínseca ser un laboratorio de pruebas (FIG.9). Como dice Rem Koolhaas en *Delirious New York*, Manhattan es el resultado de la congestión de múltiples utopías superpuestas a lo largo de la historia.

Metabolismo urbano: Manhattan en calma

Se estudiará el metabolismo actual de Nueva York en condiciones normales según los parámetros que usaba Duvigneaud en Bruselas¹⁸, para observar su variación al introducir las medidas de emergencia.

Balance de energía

Actualmente en Nueva York cientos de plantas (FIG.10) privadas bombean energía. El carbón, el combustible original, está a punto de desaparecer. El estado anunció planes para cerrar las plantas de producción de carbón o convertirlas para producción de gas natural, que actualmente es barato y abundante. En 2015, las 64 plantas que usan gas natural produjeron casi la mitad de la electricidad en el estado, según el Operador del Sistema Independiente de Nueva York¹⁹. Sus cuatro plantas nucleares representaron alrededor de un tercio del total de la electricidad del estado.

En Nueva York hay 180 instalaciones hidroeléctricas, que

producen el 19 por ciento de la electricidad del estado, y que siguen siendo cruciales para la producción de energía limpia. Según las últimas cifras, menos de una cuarta parte de la energía eléctrica producida en Nueva York proviene de fuentes renovables. Si bien hay decenas de miles de sistemas de energía solar residencial y comercial, solo se incluye una planta de energía solar fotovoltaica a escala de utilidad en las estimaciones de producción solar de Nyiso. El viento a gran escala ha tenido más éxito, y el estado está planificando; cerca de 30 parques eólicos en el norte del estado.

Una parte estándar del arsenal eléctrico son los generadores llamados *peakers*, que son necesarios para mantener una red de confianza. La ciudad de Nueva York tiene alrededor de 16 de estas plantas, la mayoría en las inmediaciones de la costa, que entran en acción en los días más calurosos del año o si las líneas de transmisión o las plantas eléctricas funcionan mal en el norte del estado. Todo el sistema fue diseñado para cumplir con los extremos de la demanda y manejar la peor situación posible. En definitiva, su balance de energía es negativo. En la ciudad tan solo se genera el 60% de la energía que se consume y de este 60% tan solo el 20% son energías renovables. El consumo es tan elevado que el 40% restante de energía es importado.

Balance hídrico

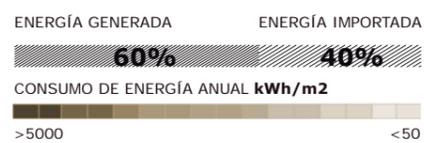
La cuenca hidrográfica Catskill/Delaware (FIG.11), que se extiende 200 kilómetros al noroeste de la ciudad, proporciona más del 90 por ciento del suministro de la ciudad. El resto proviene de la cuenca del Croton. La cuenca hidrográfica Catskill/Delaware abarca más de 5000 km². La ciudad, el estado, los gobiernos locales y las organizaciones de conservación de tierras sin fin de lucro poseen el 40% de la tierra. El resto es de propiedad privada, pero el desarrollo está regulado para evitar que los contaminantes ingresen al suministro de agua.

Puede tardar más de 12 semanas en llegar el agua a la ciudad desde los arroyos, túneles, presas y embalses de Catskills. El sistema de suministro a la ciudad funciona solo por gravedad. Los acueductos de Catskill y Delaware se almacenan en el embalse Kensico. Posteriormente más de tres mil millones de litros de agua al día pasan a través de una instalación de desinfección ultravioleta en el condado de Westchester. El embalse de Hillview²⁰ es la última parada antes de las tuberías de agua de la ciudad.

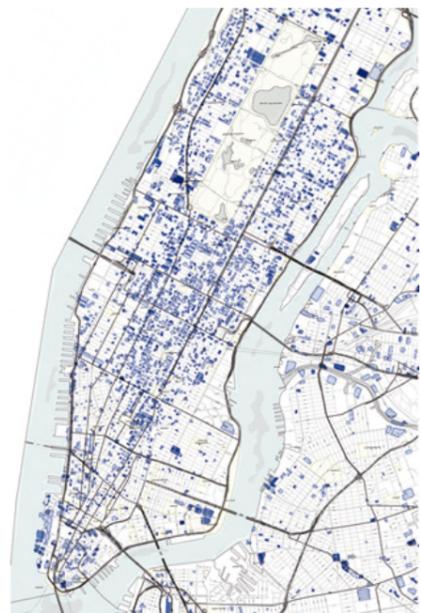
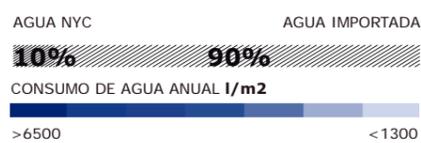
Tres túneles de agua principales actúan como desagües y lanzan agua cuesta abajo. La fuerza del agua que entra por los túneles crea suficiente presión para enviarla al sexto piso de la mayoría de los edificios.

¹⁷Basado en grandes plantas productoras de energía y una red de distribución unidireccional.
¹⁸Balance de energía, hídrico, y de materia y desechos.
¹⁹Una organización sin fines de lucro que maneja los mercados eléctricos y de redes del estado.
²⁰Consta de un volumen de 3500 millones de litros, con agua suficiente para abastecer a la ciudad por un día.

BALANCE DE ENERGÍA



BALANCE HÍDRICO



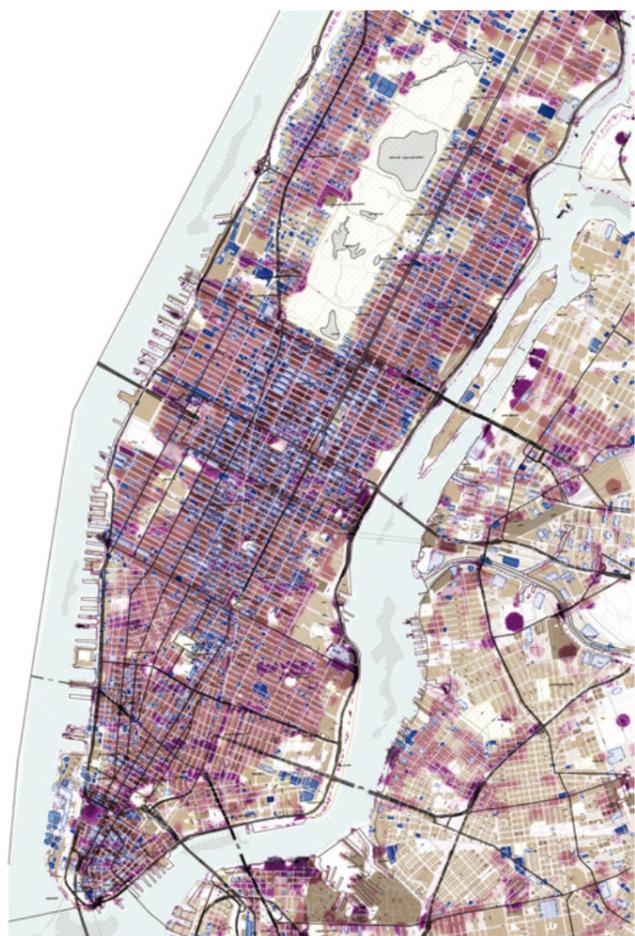
BALANCE DE MATERIA



RECURSOS
CONSUMO

Elaboración propia. Fuentes: Spatial energy use, V. Modi; Water Map, E. Kontokosta; Toxic sites in NYC, PropertyShark

SUPERPOSICIÓN BALANCES



CONCLUSIÓN METABOLISMO



Figura 12. Metabolismo urbano de Manhattan en condiciones normales. Elaboración propia.

Prácticamente todos los edificios de la ciudad se conectan al sistema municipal a través de tuberías más pequeñas llamadas líneas de servicio.

Por todo esto podemos decir que el balance hídrico también es negativo pues solo un 10% del agua que se consume pertenece a una reserva del distrito, la cuenca del Croton; y el 90% restante es importada de la cuenca del Catskill/Delaware, externa y alejada de la ciudad.

Balanza de flujos de materia y desechos

La Gran Manzana genera más de 14 millones de toneladas de basura al año, y gasta alrededor de \$ 2.3 mil millones en su eliminación, a veces a 7.000 millas de distancia en China.

Para enfrentar estos desafíos, la ciudad cuenta con un complejo ecosistema de manejo de desechos que abarca dos agencias municipales, tres modos de transporte (camiones, trenes y barcas), 1.668 camiones de recolección de la ciudad, 248 compañías privadas de transporte de residuos y una red diversa de instalaciones temporales y permanentes que se extienden por la mitad del mundo.

El sistema público maneja los residuos de residencias y edificios gubernamentales, así como algunas organizaciones sin fines de lucro. Este "desperdicio público" representa aproximadamente una cuarta parte del total de la ciudad. Las otras tres cuartas partes de la basura de Nueva York son generadas por negocios comerciales, en su mayoría escombros de proyectos de construcción.

Todos los días, los camiones de basura públicos de Nueva York recolectan casi 7.000 toneladas de residuos sólidos derivados de actividades residenciales. Después de terminar sus rutas, la mayoría de estos camiones depositan la basura en una de las estaciones de transferencia de desechos de Nueva York ubicadas por toda la ciudad. A partir de ahí, la basura eventualmente es cargada en una barcaza o tren, y llevada a 1000 km hasta su parada final. Para la mayoría de los residuos sólidos de Nueva York (alrededor del 80% de ellos), esta última parada es un vertedero. El 20% restante termina en una planta de conversión de residuos en energía, donde se incinera y se convierte en energía.

El balance de materia también es negativo pues se producen más de 14 millones de toneladas al año de las cuales solo el 20% es reciclado y el 80% es acumulado en vertederos externos a la ciudad.

En los posteriores planos (FIG.12) se representan los consumos de Manhattan. Los colores oscuros corresponden a los mayores consumos y los claros a consumos mínimos.

Manhattan en crisis: Emergencia COVID-19

Los escenarios seleccionados para analizar su impacto metabólico sobre la ciudad serán las medidas²¹ instauradas por el gobierno para frenar la expansión del COVID-19. Se cartografiarán los balances metabólicos que desencadenan de manera aislada y sus combinaciones al superponerse. Estos escenarios son:

-Cierre de minoristas y servicios no esenciales. Esta medida implica el cese de su actividad o la posibilidad de teletrabajar. Se califica como un negocio esencial: centros de atención médica, supermercados, farmacias, parte del transporte público, lavanderías, talleres de reparación de automóviles, veterinarios y licorerías. Lo que no incluye: centros comerciales, gimnasios, cines, salones de uñas, barberías, auditorios y salas de tatuajes. La industria del turismo se ha pausado y la construcción no esencial ha sido suspendida.

El cese de estas actividades supone una reducción del consumo energético y emisiones ligadas a sus emplazamientos, además de una menor generación de residuos. Esto significa una mejora del metabolismo.

-Reducción del transporte. Los trenes están suspendidos en las líneas B, C, W y Z, el servicio de alta velocidad se ha paralizado y el metro se ha reducido. El estacionamiento lateral alternativo está suspendido. Los horarios de los ferris han sido interrumpidos. La empresa de bicicletas Citi Bike ofrece membresías gratuitas para trabajadores esenciales.

-Restricción de los movimientos no esenciales. Los aeropuertos siguen abiertos, pero los vuelos procedentes de Europa se prohíben, y el tráfico con Canadá y México. Gran parte de la población se encuentra confinada.

A pesar de que las emisiones derivadas de las infraestructuras de transporte se reducen, resulta negativo la limitación del transporte pues imposibilita una adecuada gestión de los recursos, lo cual empeora el metabolismo.

-Limitación de la actividad social. Muchos eventos, espacios públicos y museos han cerrado. Los eventos deportivos están paralizados. Los parques de la ciudad de Nueva York permanecen abiertos pero las instalaciones de su interior están cerradas.

La reducción del contacto social fuera del domicilio ha dejado paso a la colonización natural de vegetación espontánea antes mermada por los desechos que generamos. Aunque representa una escala menor, esto supone una mejora del metabolismo.

²¹Estas son las medidas más representativas, impuestas a principios de abril del 2020 por el gobierno de NYC.

Además de estas medidas, el efecto de incorporar a la ciudad las arquitecturas surgidas ante esta crisis (viviendas-oficina, hospitales de campaña, barcos sanitarios, morgues en palacios de hielo, hoteles hospitales...) variará significativamente el metabolismo de la ciudad. Descubrir que situaciones son más efectivas nos ayuda a establecer unos patrones que faciliten una gestión del agua, energía y residuos más eficiente.

Este impacto puede compararse con el que tuvieron algunos de los proyectos utópicos de los años 60-70 en NYC desarrollados para dar respuesta a otra crisis, la crisis del petróleo de los años 70. A continuación se mostrarán algunos de ellos para reflejar la cuantificación de su alcance y la importancia de usar el indicador para saber qué es efectivo para la sostenibilidad.

Además, estos documentos se presentan como referencia para una aproximación a los posibles resultantes tras la aplicación de la metodología expuesta anteriormente, los proyectos seleccionados en la investigación previa de la que esta parte “Metabolismo NY, brechas y conexiones entre ciencia ambiental y utopía urbana en los años 60-70” (Sanz, 2018).

En esta se escogieron para analizar, debido a su diversa tipología y a sus soluciones tecnológicamente avanzadas para la época: *Cúpula sobre Manhattan* (Fuller, 1962); *Ciudad Espacial sobre Nueva York* (Friedman, 1964) y *New-New York* (Superstudio, 1969). Todos constituyen intervenciones a escala urbana que generarían considerables cambios metabólicos; y abordan el diseño ambiental de manera divergente a partir de: cálculos termodinámicos, políticas autárquicas y manifiestos teóricos; con el mismo propósito de mejorar la ciudad a pesar de que ninguna lo consigue (FIG. 13, FIG. 14, FIG. 15).

¿Es una pandemia la cura para nuestras ciudades?

A pesar de la mejora de las emisiones globales¹² derivada de las restricciones de movilidad por la COVID-19, aún no podemos enunciar que al metabolismo del planeta le haya beneficiado la pandemia pues esta aún no ha terminado. Pero si podemos afirmar que esta crisis ha puesto en jaque nuestro modelo urbano actual basado en la dependencia externa de recursos, y ha evidenciado la necesidad de instaurar y diseñar indicadores como el metabolismo urbano que ayuden a generar una economía más circular que nos acerque a una ciudad más autosuficiente, y por tanto, más sostenible.

²²Hasta un 6% durante febrero del 2020 (Levy, 2020)

V. Bibliografía

ALEXANDER, C. (1973). *Notes on the Synthesis of Form*.

BEHLING, S. (1996). *Sol Power. The evolution of solar architecture*.

CASTILLO, G., CHOI, E., CLARKE, A., & DUBBERLY, H. (2015). *Hippie Modernism: The struggle for utopia*. Walker Art Center.

CEDILLO, C. R. (2016). *Arqueología del futuro*.

DENAYEYER-DE SMET, S., & DUVIGNEAUD, P. (1977). *L'Ecosystème Urbain Bruxellois*. En *L'Ecosystème Urbs*.

DEYONG, S., & MICHELIS, M. (2002). *The Changing of the Avant-Garde : Visionary Architectural Drawings from the Howard Gilman Collection*.

DIAZ, C. J. (2014). *Metabolismo urbano-sustentabilidad de la ciudad*.

DONATO, M. D. (2016). *Organización urbana: la ciudad a través de su metabolismo*. Obtenido de <http://ctxt.es/es/20161019/Firmas/9100/acuerdo-alcaldes-alimentacion-2015-ecologia--Situacion-del-Mundo-2016-Food-for-the-cities-Milan-Urban-Food-Policy-Pact.htm>

DUVIGNEAUD, P. (1978). *La síntesis ecológica*.

DUVIGNEAUD, P., & DENAYEYER-DE SMET, S. (1970). *Écosystème Bruxelles*.

FRIEDMAN, Y. (2006). *American Projects*. En *Pro Domo*.

FULLER, R. B. (1962). *Dome over Manhattan*.

GARGIANI, R., & LAMPARIELLO, B. (2010). *Superstudio (Grandi opere. Gli architetti)*.

HELLBERG, C. F. (2007). *Manhattan Oneirocritica*. Architectural Association School of Architecture.

KALLIPOLITI, L. (2009). *Eco Redux. Design remedies for a dying planet*. Obtenido de *Dome over Manhattan*: http://www.ecoredux.com/archive_project03_01.html

KEPES, G. (1972). *The Artist Role in Environmental Self-Regulation*. En *Arts of the environment* (pág. 192).

KOOLHAAS, R. (1978). *Delirious New York. A Retroactive Manifesto for Manhattan*.

KOOLHAAS, R. (2006). *Bigness*. En *Junkspace*.

LANG, P., & MENKING, W. (2003). *Superstudio: Life without Objects*.

MARKS, R. W. (1960). *The Dymaxion World of Buckminster Fuller*.

MESTRE, N. (2016). *Metabolism*. En S. MARINI, & G. CORBELLINI, *Recycled Theory: Dizionario illustrato / Illustrated Dictionary*.

Metabolism of cities. (s.f.). Obtenido de www.metabolismofcities.org

MOSTAFAVI, M. (2010). *Ecological urbanism*. Lars Muller.

NEWMAN, O. (1961). *CIAM 1959 in Otterloo*. Stuttgart.

NIEUWENHUYNS, C. (2004). *Une autre ville pour une autre vie*. En D. ROUILLARD, *Superarchitecture. Le Futur de l'architecture 1950-1970* (pág. 129).

NYC, G. (s.f.). *Green buildings and energy efficiency*. Obtenido de http://www.nyc.gov/html/gbee/html/plan/ll84_scores.shtml

ODUM, E., & BARRETT, G. W. (1953). *Fundamentals of Ecology*.

ORLANDO, F. (2020). *El COVID 19 y el efecto sobre el metabolismo urbano*.

PIERPAOLI, B. (2017). *El Monumento Continuo. Una propuesta crítica en tiempos de cambio*.

PLITT, A. (2020). *How NYC is dealing with coronavirus: Closures, transit updates, and more*. Obtenido de <https://ny.curbed.com>

RITA EMILI, A. (2003). *Richard Buckminster Fuller e le neovanguardie*.

RUANO, M. (1999). *Ecourbanism. Sustainable human settlements*.

RUEDA, J. M. (1995). *Metabolismo urbano a la luz de la ecología*.

SANZ, B. (2018). *Metabolismo NY, brechas y conexiones entre ciencia ambiental y utopía urbana en los años 60-70*.

SCOTT, F. D. (2010). *Architecture or Techno-Utopia: Politics After Modernism*.

SHENKER, J. (2020). *Cities after coronavirus: how Covid-19 could radically alter urban life*. Obtenido de <https://www.theguardian.com>

SOUTO, M. R. (2016). *La dualidad entre el descontexto y el contexto termodinámico*. 13.

SUPERSTUDIO. (1969). *New New York*.

The urban ecosystem of Brussels – Explained. (2013). Obtenido de Bethléem Ecosysteme: <https://bethleemecosysteme.wordpress.com/2015/10/25/the-urban-ecosystem-of-brussels-explained/>

TONKINWISE, C. (2012). *Weeding the City of Unsustainable Cooling, or, Many Designs than rather Massive Designs*. En L. TILDER, & L. BLOTSTEIN, *Design Ecologies: Essays on the Nature of Design*.

TONKINWISE, C. (2015). *Design for Transitions - From and To What? Digital Commons*.

VILLA, M. A. (2003). *Arquitectura e historia: curso de historia de la arquitectura, Volumen II*.

¿Pueden las utopías ayudarnos a re-pensar las nuevas ciudades? (2010). Obtenido de <http://www.laciudadviva.org/blogs/?p=3858>



CÚPULA SOBRE MANHATTAN

BALANCE DE ENERGÍA

ENERGÍA GENERADA ENERGÍA IMPORTADA



CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL kWh/m2



BALANCE HÍDRICO

AGUA NYC AGUA IMPORTADA



CONSUMO DE AGUA ANUAL l/m2

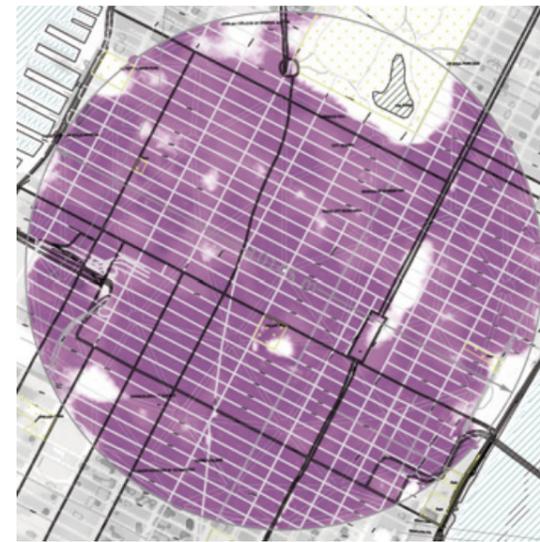


BALANCE DE MATERIA

RECICLADOS VERTEDERO



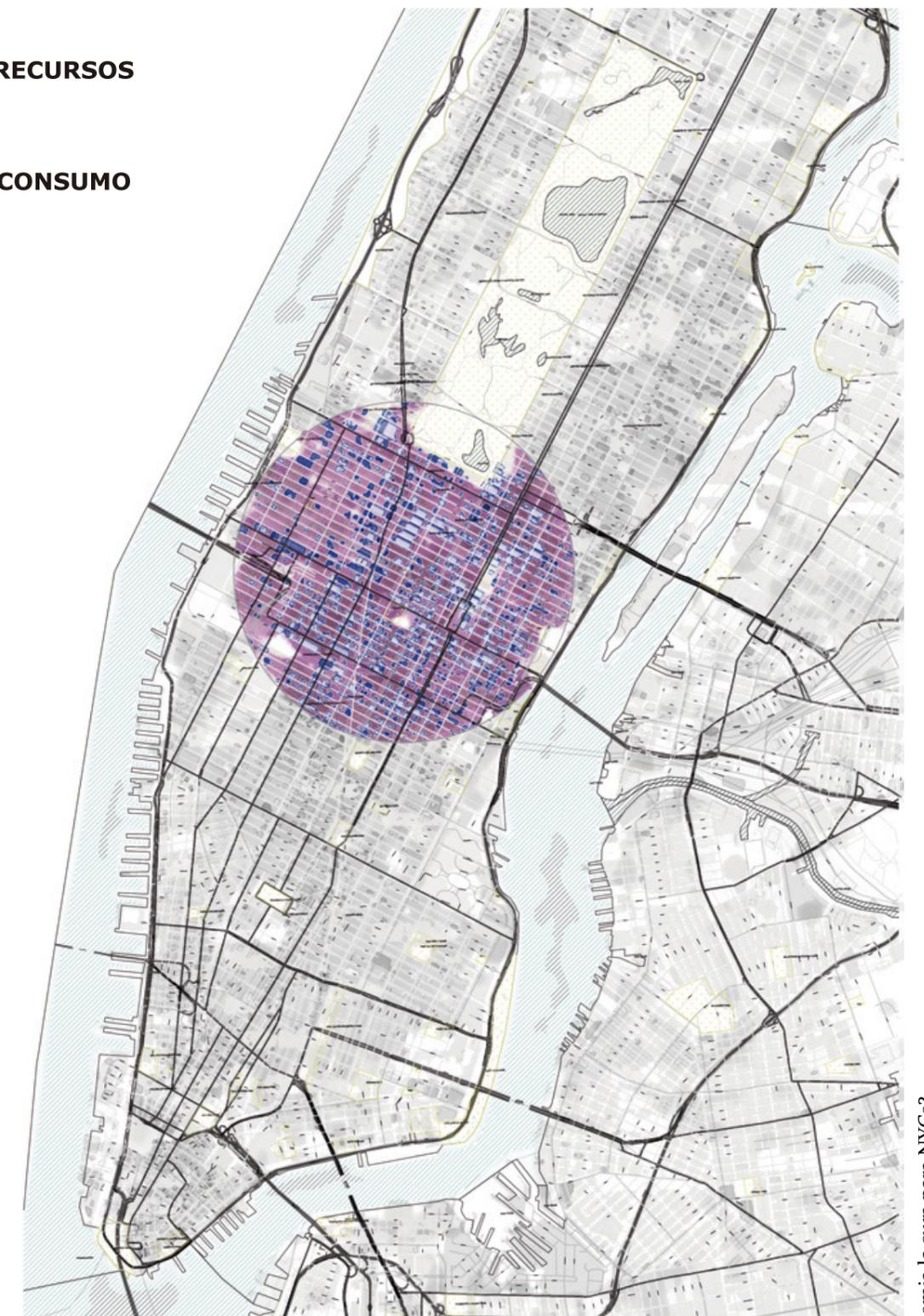
ACUMULACIÓN DE DESECHOS Y TÓXICOS ρ



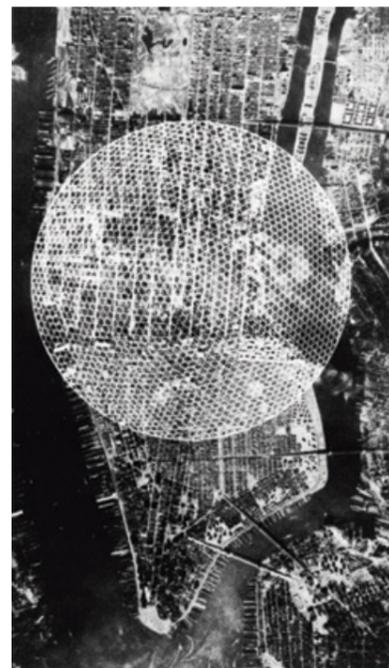
BALANCE ENERGÍA + BALANCE HÍDRICO + BALANCE MATERIA

RECURSOS

CONSUMO



Elaboración propia



Cúpula sobre Manhattan, Buckminster Fuller, 1962

Figura 13. Ejemplo de análisis de la variación del metabolismo urbano de NYC frente a arquitecturas emergentes de la investigación "Metabolismo NY, brechas y conexiones entre ciencia ambiental y utopía urbana en los años 60-70". Elaboración propia, 2018

Posología del metabolismo urbano



¿Es una
pandemia la
cura para NYC?