

IMPACTO ENERGETICO DE LA FORMA DE LA FORMA URBANA
Indicadores y patrones de ciudades sustentables

Pedro Pesci¹

Introducción

El presente documento describe las instancias o el estado de situación del proyecto de investigación que se está desarrollando para el CAEU / UAI y es a la vez espejo de los avances del proyecto de Tesis Doctoral como parte del Doctorado DAR - UAI/UFLO/UCU.

La investigación quiere obtener datos para verificar una hipótesis que plantea que, para construir la ciudad sustentable, debemos partir de trabajar con patrones que desde su ADN contengan raíces de sustentabilidad y de bajo consumo energético para el contexto (social, ambiental, económico, etc.) en que se desarrollen. Se sostiene además que estos patrones se encuentran en la historia de las ciudades, especialmente en aquellas ciudades o sectores de ciudades desarrollados en momentos de baja disponibilidad de energía de la cultura o de la sociedad a la que pertenecen.

El tema por tanto de investigación es encontrar estos casos o sectores para descubrir cuáles son sus invariantes o patrones y así generar un conocimiento de los mismos que permita a proyectistas, desarrolladores, promotores y gestores urbanos orientar las nuevas ampliaciones o nuevos núcleos urbanos hacia la sustentabilidad, desde su propia matriz de conformación y no solo por la aplicación de tecnologías sustentables. También como pueden adaptarse, ajustarse o modificarse entornos ya consolidados o no de las ciudades existentes.

El tema es muy amplio ya que va desde temas como es la traza / trama de los conjuntos, la materialidad, el tejido, la adaptación a la topografía o al clima, etc.,

¹ Pedro Pesci es profesor de FA UAI e investigador de CAEAU, donde radica su proyecto de investigación doctoral en el DAR. El presente es un avance de su proyecto de investigación denominado *Patrones para ciudades de bajo consumo energético*.

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

etc.. Finalmente como meta se decidió centrar las búsquedas en la trama/ trazas y no tanto en el tejido u otros elementos. La razón para la selección fueron dos. Por un lado ya hay mucho avanzado y estudiado sobre el tejido o los elementos que lo conforman (las edificaciones). Por otro el mal diseño de los conjuntos urbanos, o el mal aprovechamiento de sus posibilidades –desde sus patrones– y la distribución de los usos en los mismos, hace que se aumenten los consumos energéticos por desplazamientos. Estos consumos, en los lugares donde impactan menos implican un consumo del 30% del total de la energía (Europa) y en los países o ciudades peor manejadas y/o diseñadas puede superar el 55%. La peor situación se da en toda América y el resto de los países en vías de desarrollo. Hay algunas excepciones pero que incluso están cambiando también hacia peor (en China e India por ejemplo). Si a esto le sumamos que son estos los países donde se va a dar el mayor crecimiento de las ciudades, el impacto sobre el consumo energético global será inmenso si se construyen y planifican mal. Es en estos territorios donde los resultados de la investigación podrán ser más aprovechados y donde se pone foco.

Obviamente esta investigación tiene un paralelo que es generar acciones que reduzcan la contaminación global y por tanto el calentamiento global, pero eso se tomó como un resultado paralelo.

Un punto inicial de la investigación fue definir a qué se denominaba energía, especialmente cuando para la búsqueda de los patrones se hace foco en los momentos de “baja disponibilidad energética”. Se mantiene la postura sobre este tema y que guía la investigación.

Un capítulo de investigación especial ha sido o es el tema el de relacionar los patrones de las tramas o tejidos con el consumo de energía. La identificación de los consumos de energía por la distribución de los usos y su consecuencia –movilidad / traslados– y su asociación con los patrones para ver cómo estos afecta la configuración de estos últimos también será un tema pero hasta ahora no se lo ha analizado pues se ha puesto el foco por ahora en los temas de trama/traza y estructura.

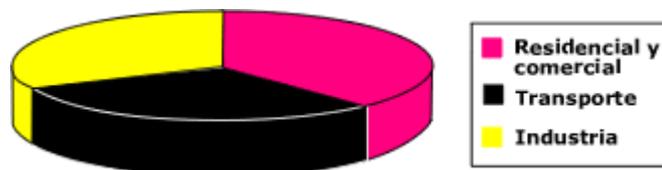
Por último se ratifica que se mantiene el objetivo no solo de conseguir desarrollar una forma de evaluación, un coeficiente, o un indicador de

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

sustentabilidad sino una salida a patrones básicos recomendados para que el proyectista se oriente, los ajustes, perfeccione y mejore según su caso.

En este informe se mostrarán los primeros resultados, los tropiezos, algunas derivaciones y el camino a seguir.

- 40,3% para usos residenciales
- y comerciales.
- 31,3% en el transporte.
- 28,4 % en la industria.



Matriz que muestra el porcentuak que corresponde a la movilidad en el gasto energético de la Unión Europea frete a la industria y los usos comerciales. Fuente: Libro Verde. Unión Europea.

Actividades realizadas

Ya en el 1º Informe de Avance de esta investigación se planteaba que el objetivo es “analizar la morfología y la fisiología de las ciudades en diferentes épocas –asociadas a diferentes momentos de disponibilidad de energía– para entender cómo se fue modificando su morfología, estructura y fisiología para obtener patrones representativos de cada momento”. Todo lo que se ha hecho durante este período ha apuntado en ese camino, trabajando por dos caminos, uno el de las lecturas teóricas y metodológicas especialmente de investigaciones o tesis a fin como de ejercicios de análisis de casos para ir construyendo información propia y tratando de conseguir los primeros resultados.

La orientación de las tareas. Hacia la confirmación de la hipótesis y la tesis

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

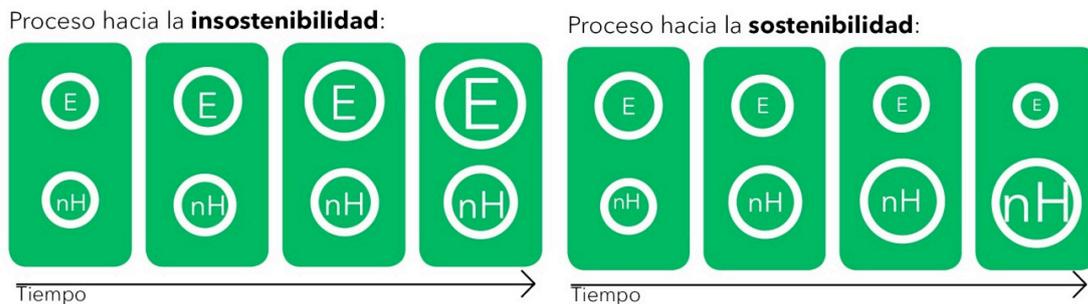
Las tareas han seguido la metodología adoptada desde el inicio, analizando casos, recopilando información de los mismos para obtener resultados comparables y reproducibles. Al mismo tiempo se expandió la búsqueda de otras líneas de investigación que se pudieran desconocer y fueran convergentes o incluso sobre algunas ya definidas dentro del estado del arte del tema, profundizar más, para ver que se podía aprovechar.

Importante es que se mantiene el centro de la hipótesis, donde se apoya la premisa central de esta investigación que es que se debe (y se puede) aprender de la historia de las ciudades sobre cómo hacer hoy sectores o conjuntos urbanos de bajo consumo energético para el futuro. Se plantea la importancia que se debe dar a las experiencias previas exitosas de construcción y funcionamiento de ciudades en el territorio (cada una para su contexto ambiental territorial específico así como cultural) asociadas a estos períodos de baja disponibilidad de energía.

En este período se verificó la relación profunda entre la morfología (como materialización) y la fisiología (como propiedades, funciones y usos) en los conjuntos urbanos, especialmente en relación con la disponibilidad de energía o al uso de la energía que los patrones que los configura conllevan.

El tema de la definición de energía y su relación con lo urbano también fue objeto de revisión. Aquí aparece la idea de eficiencia del sistema urbano. Rueda explica: *“En la naturaleza, la permanencia en el tiempo de los sistemas complejos: organismos y ecosistemas, está ligada a un principio de eficiencia donde la organización del sistema se mantiene y, a veces, se hace más compleja con un consumo de recursos que podría llegar a reducirse”...* y agrega... *“Maximizar la entropía en términos de información” es la expresión desde la ecología académica del principio de eficiencia antes expuesto*” (ver Certificación de Urbanismo Ecológico). Esto se resume en la función guía de la sustentabilidad (sostenibilidad) desarrollada por el mismo Rueda que es la siguiente.

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020



La evolución hacia la ineficiencia o eficiencia de un sistema urbano. "E" es el consumo de energía (como síntesis del consumo de recursos), "n" es el número de personas jurídicas urbanas (actividades económicas, instituciones, equipamientos y asociaciones) y H es el valor de la diversidad de personas jurídicas, también llamada complejidad urbana (información organizada). Fuente: Rueda / Certificación de Urbanismo Ecológico)

Como se ve, en análisis de la energía es fundamental, y es central sobre todo que los sistemas puedan evolucionar sin aumentar su gasto energético. Esto es objeto de la investigación y de la Tesis doctoral.

Las búsquedas de información. La investigación.

Una de las condiciones de cualquier investigación es que esta tenga como objetivo conseguir un avance sustantivo sobre ideas pre-existentes o el desarrollo de nuevos conocimientos en el campo sobre el cual se está haciendo foco. Es por eso que se emprendió la búsqueda de investigaciones, desarrollos teóricos o procesos proyectuales que apuntaran a resultados similares para saber si cumple con los aspectos de originalidad, innovación y mejorar de la disciplina en sus performances técnicas.

Las lecturas / bibliografía

La bibliografía consultada fue mucha. Alguna de la bibliografía fue tomada como lectura de base, apuntalando criterios técnicos o teóricos. Otras solo fueron lecturas complementarias, donde algunos capítulos o partes tenían correlación

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

directa o indirecta con la investigación, o temas asociados a la misma. Para esto se fue ordenando y clasificando la misma, tomando nota de párrafos o citas. En este sentido la construcción de una base de datos de biblioteca, donde el material estuviera ordenado, sistematizado y con indicaciones de porqué fue seleccionado fue muy importante porque entre los libros / artículos físicos y los libros / artículos digitales comenzó a haber un número tal que después de un tiempo se hacía imposible reconocer en cual estaba la información a la que se hacía referencia. Esto fue un importante avance y aprendizaje en este período.

Entre la nueva bibliografía específica estuvo el libro *Forma Urbana y Sostenibilidad, La experiencia de los ecobarrios europeos* (Oriana Codispoti / List Lab) que analiza en profundidad los eco barrios europeos desde su morfología, tejido y trama.

Un espacio especial de estudio bibliográfico fueron las lecturas de las diferentes certificaciones medioambientales como el BREEM, LEED, CASBEE, el ACM francés (HQM como sus siglas en francés), el Minergie (certificación Suiza) y otros. Un problema general de todos estos es que están enfocados centralmente a las edificaciones o a lo sumo al impacto de una edificación o de conjunto de edificaciones en el entorno. De todos estos, el único que tiene un sistema complejo de evaluación de los conjuntos a escala urbana es el CASBEE (Japón). Se lo está analizando pero no incluye temas directamente relacionables. Además de las lecturas específicas de material estas certificaciones, se estudiaron libros que evaluaban los resultados de las aplicaciones de estas, donde hay grandes críticas a la capacidad de las mismas en promover buenas prácticas hacia la sustentabilidad en la arquitectura y el urbanismo. Entre los libros está *Reinventing Green Building* de Jerru Yudelson que claramente demuestra su poca efectividad no solo en temas urbanos sino en temas arquitectónicos, especialmente en la transformación de los objetivos de los proyectistas.

De entre estos el que más amplia mirada al tema urbano es el documento de la *Certificación del Urbanismo Ecosistémico* elaborado por la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (BCN Ecología) que es liderada por el biólogo Salvador Rueda. Lo interesante de esta certificación es que realmente se enfoca directamente en

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

aspectos urbanos o urbanísticos, y en el marco de su desarrollo hicieron un amplio análisis de algunas de las certificaciones más ampliamente utilizadas, notando la falta de indicadores para medir los impactos urbanos. Haciendo un análisis detallado, se ve que está preparada para evaluar dos tipos de situaciones, una orientada para nuevos desarrollos (lo define como indicadores y criterios para el planeamiento del desarrollo) y otro para analizar tejidos existentes. De alguna manera, podría ser que las variables para analizar tejidos existentes ya evaluaran o permitieran reconocer los patrones que se están buscando en esta investigación y que en los para nuevos desarrollos se utilicen los resultados de ese reconocimiento. Es así que se hizo un análisis detallado de los parámetros. Llegan a 30 para los tejidos existentes y a 44 para nuevos desarrollos. Hay muchos indicadores de o criterios que se acercan o son complementarios a las búsquedas de esta investigación pero ninguno es lo que se está buscando. Es por ello que esta certificación nos parece incompleta. Probablemente porque al final se ve que hacen más hincapié en el tejido que en la trama/traza.

Un dato interesante también pensando en ciertas pórformances energéticas se pueden encontrar en la *Guía de Buenas Prácticas de Planeamiento Urbanístico Sostenible* (Castilla-La Mancha, 2004) que sugiere calles largas según orientaciones pero solo con el fin de mejorar el asoleamiento de las viviendas. Como se ve está orientado a la energía en las edificaciones y sigue la línea del Urbanismo Orientado de los arquitectos Los/Pulitzer que fue también objeto de estudio.

Además de estos y otros libros y otros se revisaron revistas especializadas en urbanismo. Centralmente se revisó la colección de la revista *Urban Design Journal* (Urban Design Group Publishing), desde el año 1993 hasta el presente (diciembre 2019), donde hay muchos estudios sobre propuestas de tejidos urbanos o descripción de propuestas urbanas.

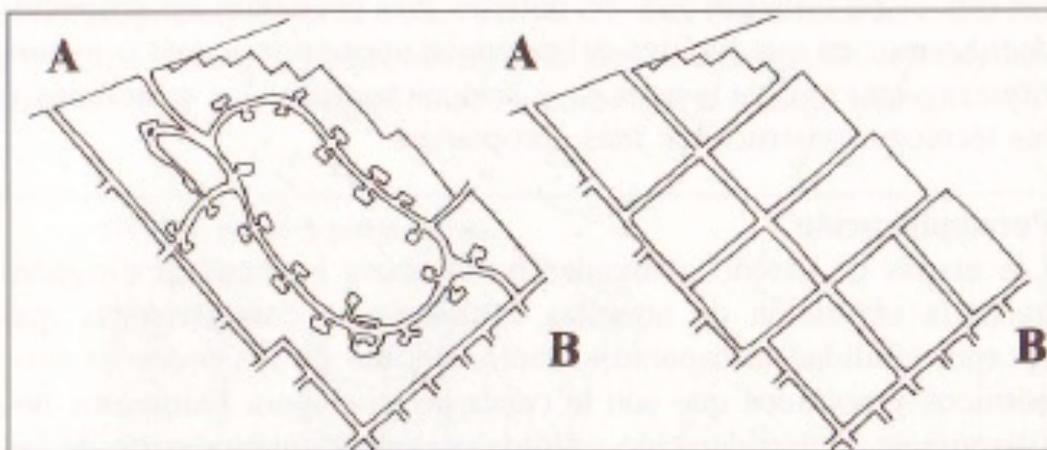
Solo con mucha búsqueda sistemática se confirmaron algunas líneas guía asociadas a la hipótesis. Entre ellas la idea que las manzanas pequeñas son las más óptimas para las áreas peatonales. Esta aseveración se encuentra ya desde los escritos de J.Jacobs (*Muerte y Vida de las grandes ciudades americanas*), los estudios de Baulch, J (*Urban Design Compendium*) y otros pero siempre

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

relacionándolos con temas de vitalidad urbana, el carácter peatonal de los sectores, etc. pero no haciendo análisis de energías.

Es cierto que indirectamente, valorar las tramas o los tejidos como los mejores para la vida peatonal implica indirectamente ahorrar energía ya que se favorecería el no uso de transporte motorizado pero específicamente estos estudios no hablan ni evalúan energía.

Una texto muy valioso encontrado es *Responsive Environments, a manual for designers* (Bentley / Alcock, Murrain / Mc Glynn / Smith). Aquí ya se transforman en propuestas de patrones, con una primera intención de indicadores o criterios de evaluación en relación lo "directo" del sistema de conexiones o a la cantidad de "vínculos", como valor para garantizar un entorno peatonal o incluso un sistema que restrinja el uso en las calles el tráfico automotor.



Un emplazamiento con trama de manzanas pequeñas ofrece más alternativas de recorrido que otro con manzanas de gran tamaño. En el trazado de grandes manzanas ofrece solo 3 alternativas, en el de manzanas pequeñas nueve alternativas. Fuente: *Entornos Vitales*. Bentley / Alcock, Murrain / Mc Glynn / Smith. Editorial GG. 1999.

Ideas sobre la valoración de la integración y la direccionalidad de las calles en relación con la calidad de la vivacidad del espacio público aparecen en el trabajo *Defining Street Boundaries* de Alice Vialard. Es un estudio que analiza la mayor relación de área urbana - área privada y vida de las ciudades (o interacciones).

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

Otro texto *Chronocity*, un libro de Dimitra Barbalis donde la autora propone como el “entender el ambiente construido y su evolución a través del tiempo nos puede dar o nos permitirá una respuesta de lo que es necesario para diseñar ambientes sustentables”.

De la investigación bibliográfica se llegó a dos investigaciones que, desde otras miradas apoyan parcialmente la hipótesis de esta investigación. Uno es *Towards a social-ecological urban morphology. Integrating urban form an landscape ecology* (ver *City as Organism*, ISUF Rome 2015 | Volumen 1_part 1) donde su autor Lars Marcus propone usar las herramientas de análisis de la biología o de la ecología en los sistemas urbanos a partir de comprender al hombre como especie animal. Pensar en los “biotopos humanos, construidos como una estructura similar a los biotopos de otras especies, donde hay distancias “cognitivas” que como especie reconocemos o adoptamos naturalmente.

Esas distancias estarían representadas en asentamientos autoconstruidos, o de generación espontánea como algunas ciudades antiguas o hasta los asentamientos precarios de ciertas villas miseria. Compara la necesidad de todas las especies de construir sus “tramas”. El otro es *Ecological pattern mode of landcape city on the basis of habitat networks* (Ying Tan / Qingshan Yao), que, aunque centrado en la conformación de redes de hábitats para las especies en las áreas urbanas o territorios, hace algunas similitudes para las áreas urbanizadas, con los sistemas jerarquizados de corredores, centralidades, etc.

En el camino se descartaron otras muchas líneas de investigación o propuestas ya que están orientadas a perfeccionamientos del construido edilicio y no del construido urbanístico. En realidad estas dominan el panorama de la investigación, de las discusiones y de las publicaciones. Es por esto también que creo más pertinente la búsqueda emprendida.

Un conjunto especial de lecturas fueron las asociadas a la búsqueda de parámetros de consumos energéticos, equivalencias energéticas, estudios de movilidad urbana y otros que permitieran encontrar estándares de consumo de energía por tiempo, unidad de distancia, cantidad de pasajeros u otros que pudieran ser vinculantes con los indicadores que se desarrollan.

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

Esta parte de la investigación fue de las más difíciles ya que se debió adentrar en un campo fuera de lo disciplinar propio. Otro problema fue encontrar información confiable. Aquí el Libro Verde (Unión Europea) fue una de las bases mayores de información como también datos o informes el Instituto Catalán de Energía o el Ministerio de Transporte de España.

De todas las lecturas analizadas, hay pocas que tiene indicaciones proyectuales. Rara vez hay recomendaciones de patrones de tramas / trazas o de estructuras, de tipos de tejidos, formas, etc. que permitan orientar actuaciones proyectuales. La mayoría lo que hacen es evaluar y a partir de la revisión, re-evaluar hasta ver el más óptimo y construir o desarrollar esa versión.

Eso conlleva tiempo porque es un sistema de prueba-error. No hay un catálogo de soluciones “aproximadas” para ciertos contextos como para empezar de manera más orientada. Solo hay indicaciones sobre los resultados de ciertos casos que permiten inferir que ciertas soluciones proyectuales se comportan mejor o peor.

La elección de los casos o de sectores.

La otra gran parte de los avances se hizo a través de los análisis de casos.

La elección de los casos tuvo dos etapas. La primera fueron ejemplos conocidos con anterioridad a la investigación y que de alguna manera llevaron a reflexionar temas cercanos o parecidos. A este primer grupo, una vez consolidada la idea, se decidió sumar casos para dar mayor diversidad o heterogeneidad.

Estos nuevos casos fueron apareciendo algunos con la idea de tener variedad geográfica – ciudades de clima mediterráneo, de latitudes bajas, de climas cálidos, etc. –o de culturas– esencialmente pensando entre lo europeo, lo latinoamericano, lo norteamericano, lo oriental, etc.. Hay algunos casos fueron apareciendo a medida que se ajustaban las ideas. Mientras se hacía la selección, se definían si se tomaban sectores o todo el conjunto urbano.

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

La lista de casos incluye 50 ciudades y si los contamos por sectores analizados superan las 70 áreas. Esto es porque hay ciudades donde se puede ver situaciones en diferentes épocas.

La selección va de oriente a occidente, de norte a sur, de casos paradigmáticos para la cultura urbanística occidental a ejemplos de medio oriente, oriente o a nuevos desarrollos basados en la mirada a la sustentabilidad.

Sobre los casos se trabajó buscando información centralmente urbanística pero también histórica. El mayor problema, dada la diversidad de casos, fue la obtención de soportes cartográficos de similares características como para operar sistemáticamente en los mismos, de idéntica manera.

Es por ello que se decidió trabajar con los datos de *OpenStreetMap*, un sitio colaborativo de información geográfica abierto que contiene datos de ciudades y regiones de todo el mundo y de otros sitios asociados.

A partir de la obtención de la información, se debió procesarla para poder ser manipulada por sistemas SIG y por otros como los CAD para por un lado procesar datos y por otro poder desarrollar la comunicación y análisis en paralelo.

Los avances

Al mismo tiempo que se elegían los ejemplos y se avanzaba con las lecturas se empezaron a analizar algunos casos para ir verificando la hipótesis. Estos avances fueron evolucionando durante el tiempo de la investigación llegando en este momento.

La mirada histórica. Relación energía / trama-traza. Primeros resultados del uso de los indicadores

Desde la hipótesis se planteó una lectura histórica de patrones es por eso que se hizo primero un análisis tratando de identificar patrones recurrentes por

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

época o por situación de disponibilidad energética. Estos patrones tiene además, indicaciones de particularidades que pueden agregar valor o especificidad que son las pautas socio-culturales o temas de soporte geográfico y/o geo-morfológico, dimensiones y otras.

En esta búsqueda el primer indicio, primero fue el más obvio. El primer patrón es el de la superficie de la manzana. Esta mirada está asociada a muchos estudios previos sobre el tamaño de la manzana, algunos ya nombrados, donde queda en claro que era un patrón en las sociedades antiguas la manzana pequeña y en la cultura del automóvil hoy es necesario una manzana mayor.

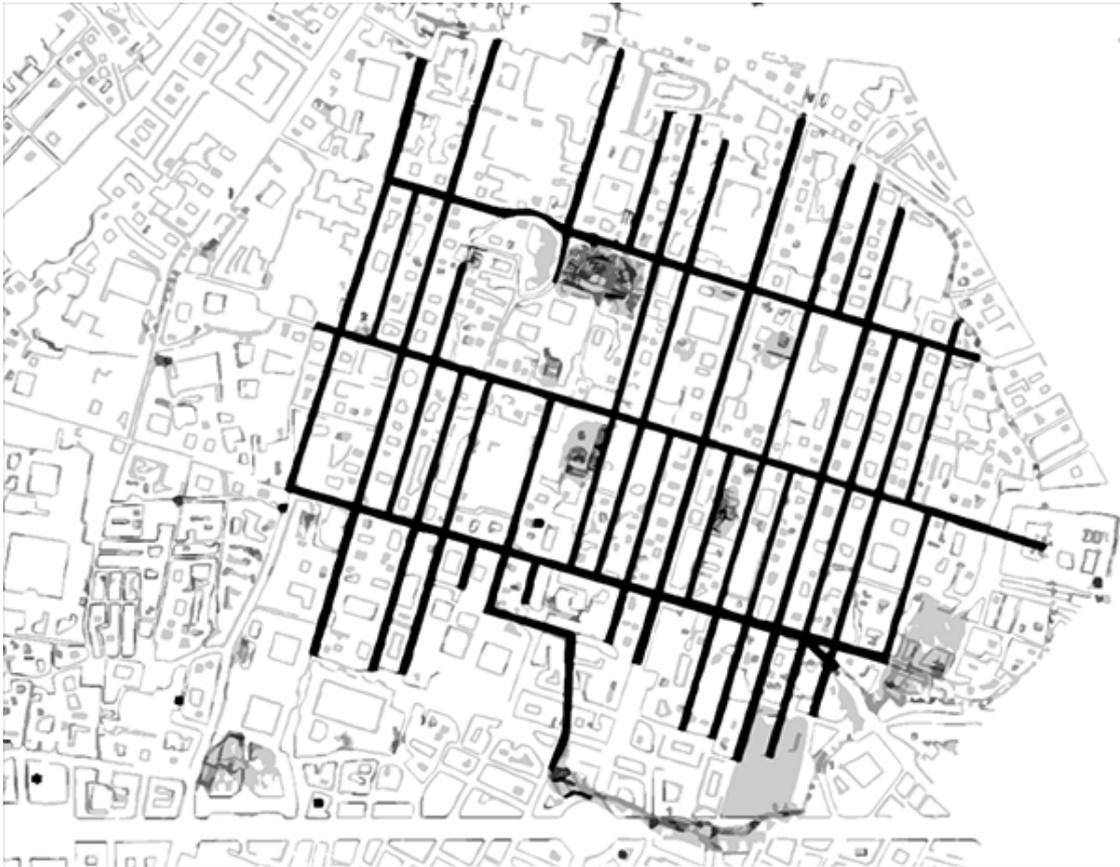
En algunos casos estos patrones son fácilmente identificables, en otros hay que hacer un análisis más complejo para reconocerlos porque han sido parte de transformaciones a lo largo de la historia y en algunos es necesario recurrir a fuentes documentales históricas y/o arqueológicas ya que no son más que ruinas. Como sistema se bajaron imágenes, bases del Openstreetmap o del CACMAPPER, se analizaron y, los resultados sistematizados en una tabla que luego se ordenó por época de disponibilidad de energía, no por cronología.

IX Jornadas de Investigación CAEAU Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

Ciudad	Variante	Lado A	Lado B	Superficie	Perimetro	relación de lados	Relación Sup/ Perím.	Periodo Histórico	Epoca en años	Periodo Energético	Observaciones
Aigues Mortes		41	108	4 428	298	3	14.86	EM	1000	B	
Avola	A	38	38	1 444	152	1	9.50	Bo	1600	M	
Avola	B	82	82	6 724	328	1	20.50	Bo	1600	M	
Back Bay		45	180	8 100	450	4	18.00	Mo	1900	A	Boston
Barcelona	A	50	78	3 900	256	2	15.23	EM	1000	B	
Barcelona	B	113	113	12 769	452	1	28.25	Mo	1800	A	Situación actual manzana compacta
Barcelona	C	57	57	3 221	227	1	14.19	Mo	1800	A	Versión Plan Cerdá original
BedZED	A			1 300	145	#DIV/0!	8.97	US	2000	A	Micro Manzana
BedZED	B			5 300	295	#DIV/0!	17.97	US	2000	A	Macro Manzana
Brasília		240	240	57 600	960	1	60.00	Mo	1900	A	
Casanova				5 100	285	#DIV/0!	17.89	US	2000	A	
Cerreto Sanitta		40	130	5 200	340	3	15.29	Bo	1600	M	Con submanzanas menores
De Bonne				5 300	295	#DIV/0!	17.97	US	2000	A	
Ferrara	A	60	60	3 600	240	1	15.00	EM	1400	B	
Ferrara	B	60	130	7 800	380	2	20.53	R	1400	M	Adizione Erculea
Ferrara	C	100	130	13 000	460	1	28.26	R	1400	M	Adizione Erculea
Fez		32	94	3 000	250	3	12.00	EM	1000	B	
Florenca	A	35	35	1 225	140	1	8.75	A	0	B	
Florenca	B	65	65	4 225	260	1	16.25	A	1000	M	
Florenca	C	60	170	10 200	460	3	22.17	R	1400	MA	Orientado hacia el centro
Florenca	D	100	100	10 000	400	1	25.00	Mo	1800	A	
Greenwich		60	60	3 600	240	1	15.00	US	2000	A	
Gubbio		70	80	5 900	310	1	19.03	EM	1000	B	
Hammarby Sjostad		60	90	5 400	300	2	18.00	US	2000	A	
Krinsberg - Hannover		90	90	8 100	360	1	22.50	Mo	2000	A	
La couberturede		36	55	1 707	176	2	9.70	EM	1000	B	
La Laguna, Tenerife		74	74	5 513	297	1	18.56	LI	1500	M	
La Plata	A	120	120	14 400	480	1	30.00	Mo	1800	A	
La Plata	B	110	120	13 200	460	1	28.70	Mo	1800	A	
La Plata	C	100	120	12 000	440	1	27.27	Mo	1800	A	
La Plata	D	90	120	10 800	420	1	25.71	Mo	1800	A	
La Plata	E	80	120	9 600	400	1	24.00	Mo	1800	A	
La Plata	F	70	120	8 400	380	1	22.11	Mo	1800	A	
La Plata	G	60	120	7 200	360	1	20.00	Mo	1800	A	
Le Albere	A			2 400	200	#DIV/0!	12.00	US	2000	A	Micro Manzana
Le Albere	B			4 400	268	#DIV/0!	16.42	US	2000	A	Macro Manzana
Leyes de indias	A	66	99	6 534	330	2	19.80	LI	1500	M	Pequeña
Leyes de indias	B	132	198	26 136	660	2	39.60	LI	1500	M	Media
Leyes de indias	C	176	244	42 837	839	1	51.05	LI	1500	M	Grande
Lima		125	125	15 625	500	1	31.25	LI	1500	M	
Londres		55	110	6 050	330	2	18.33				
Machu Pichu		20	40	800	120	2	6.67				
Machu Pichu		27	35	945	124	1	7.62				
Malmö Bo0	A			3 400	235	#DIV/0!	14.47	US	2000	A	Micro Manzana
Malmö Bo0	B			10 000	424	#DIV/0!	23.58	US	2000	A	Macro Manzana - No tan común
Mirande		56	56	3 136	224	1	14.00	EM	1000	B	
Montevideo		95	95	9 025	380	1	23.75	LI	1500	M	Ciudad Vieja
New York		60	250	15 000	620	4	24.19	Mo	1900	A	
Nueva Deli	A	25	80	2 000	210	3	9.52	EM	1000	B	
Nueva Deli	B	90	120	10 800	420	1	25.71	Bo	1800	A	
Palermo		30	90	2 700	240	3	11.25	A	-200.00	B	
Palmanova		50	112	5 600	324	2	17.28	R	1400	M	Medidas promedio
Palmanova		55	72	3 960	254	1	15.59	R	1400	M	Medidas promedio
Palmanova		60	80	4 800	280	1	17.14	R	1400	M	Medidas promedio
Palmanova		65	114	8 000	390	2	20.51	R	1400	M	Medidas promedio
Pompeya		38	89	3 382	254	2	13.31	A	0	M	
Ragusa	A	80	80	6 400	320	1	20.00	Bo	1600	B	Centro. Zona Monumental
Ragusa	B	30	120	3 600	300	4	12.00	Bo	1600	M	Resto de la ciudad
Rieselfeld		61	112	6 832	346	2	19.75	US	2000	A	Urbanismo Sustentable Moderno
Roma		64	77	4 928	282	1	17.48	R	1400	M	
Salta		130	130	16 900	520	1	32.50	LI	1500	M	
San Luis		120	120	14 400	480	1	30.00	LI	1500	M	
Selinunte		30	250	7 500	560	8	13.39	A	-200.00	B	
Sienna		30	113	3 400	275	4	12.36	EM	1000	B	
Solarcity				8 000	390	#DIV/0!	20.51	US	2000	A	
Timgdad		35	35	1 225	140	1	8.75	A	0	M	
Treviso											
Turin		90	90	8 100	360	1	22.50	Bo	1600	M	
Ville Radieuse		250	250	62 500	1 000	1	62.50	Mo	1900	A	Medidas aproximadas
Whashington		100	160	16 000	520	2	30.77	Bo	1800	M	

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

La sistematización se hizo por orden alfabético. Luego, la tabla permitió revisar re-ordenando de diversa forma como por capacidad de energía, por tamaño de la manzana o por época cronológica. Fuente: Elaboración propia.



Nápoles greco – romana. Una traza que marca del destino del área central de Nápoles, entre estas su vivacidad y su peatonalidad. Casos como estos necesitaron localizar estos sectores en las bases digitales procesadas.

Fuente: Franco La Cecla, Contro l'urbanistica, Einaudi, Torino 2015

Como se ve, desde la historia parecería haber datos para comprobar la tesis.

Los indicadores de energía. Búsqueda de parámetros

Del análisis, aparecen algunas invariantes o patrones. De la teoría se vieron posibles indicadores que daban parámetros cercanos. Se hace especial foco

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

en la posibilidad de optimizar los movimientos peatonales (por ser de nula o bajísimo consumo energético) y luego el análisis pasa a la movilidad motorizada - autobús y automóvil - buscando como optimizar el primero y desestimular el segundo. Algunos desarrollados se detallan a continuación.

A través del análisis de la manzana

Hay un grupo de indicadores que están en relación al tamaño de la manzana (superficie). En las ciudades o conjuntos urbanos de momentos históricos o sociedades de baja capacidad de energía, hay una dominancia de una manzana pequeña. También se pensó en una relación Superficie / Perímetro, algo así como un índice de compacidad de la trama. Por ejemplo este índice es diferente del índice de compacidad absoluta o relativa del Urbanismo Ecosistémico.

Otra variante que se analizó si además de la superficie y la relación del perímetro superficie existe un índice de forma, donde se según la relación de lados (1-1, 1-2, 1-3, etc.) y según como sea esto da distintas "facilidades" para cada tipo de movilidad. Es ver si por ejemplo es lo mismo la relación 1-3 ó 3-1, donde el primer número indica la longitud del frente en relación a la dirección de flujos dominantes. Este camino parecía prometedor pero no se encontró aun un claro índice o diferencia de performance en cuanto a energía para un caso u otro.

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

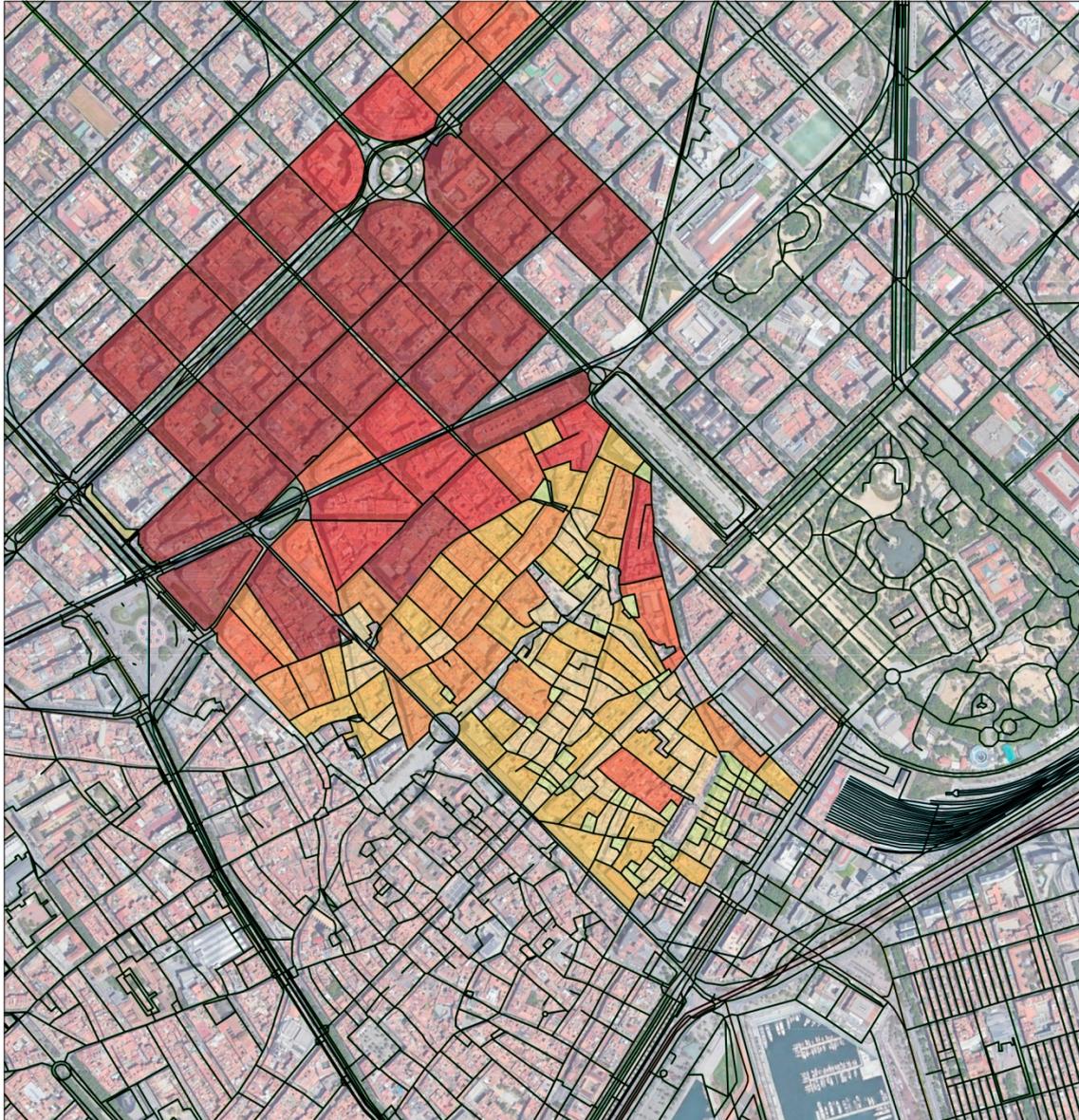
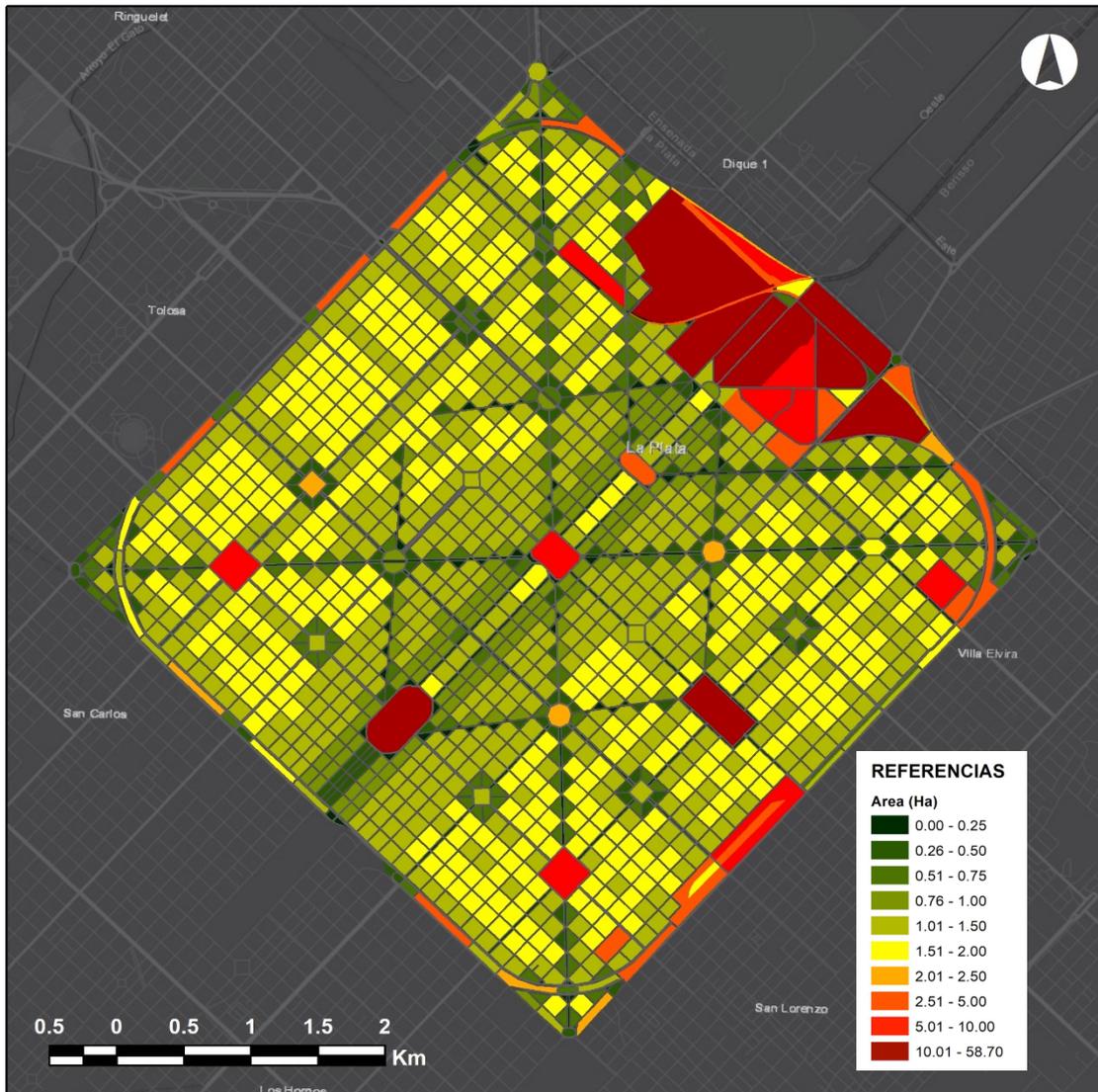


Gráfico de prueba análisis de gradientes por tamaño de manzana del área central de Barcelona donde se ve que en el sector histórico dominan las superficies por debajo de los 5000m² y en el Ensanche, por encima de los 15000m². Fuente: elaboración propia

En síntesis, aparece un posible indicador donde se puede identificar que hay una manzana para para optimizar cada sistema de movilidad y por tanto las tramas que generan optimizadas para cada sistema: (1) Una trama de manzanas más pequeñas, mejor para los peatones; (2) Una trama de manzanas más grandes, es

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

mejor para los autos. Existiría una *manzana del auto o para el auto* y (3) La manzana para el transporte público. Esta podría ser muy parecida a la del auto.



Prueba análisis de gradientes por tamaño de manzana para el caso de La Plata. Se ve claramente la disminución del tamaño de las manzanas hacia el sector central, para facilitar la movilidad. Fuente: elaboración propia

A través del análisis de las longitudes de los tramos de vías.

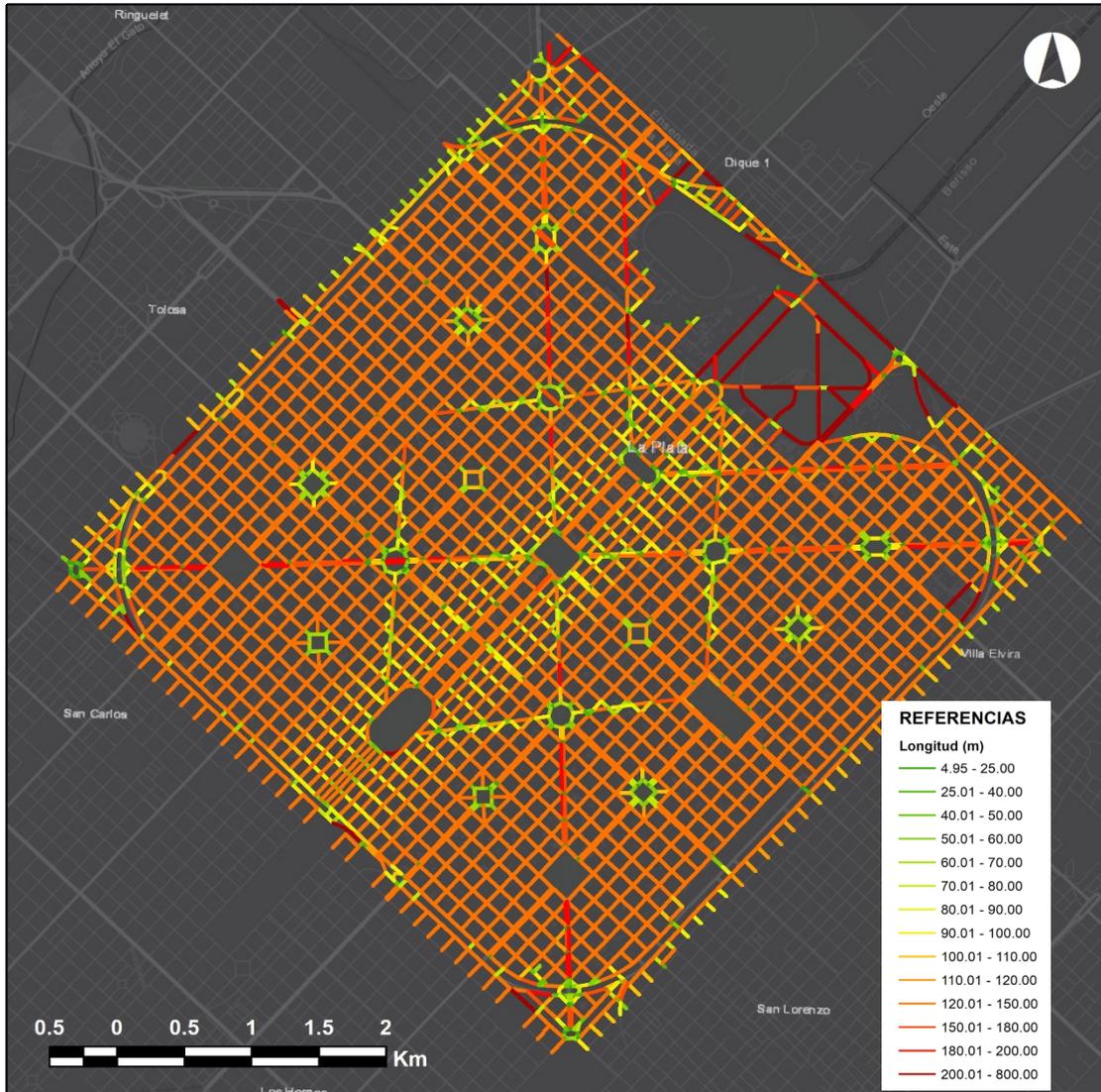
Asociado al tamaño de la manzana está el de la longitud de las calles que la rodean, entre cruces-intersecciones. Si tienen una longitud o tramo corto (de poca

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

dimensión) son potencialmente más peatonales y si son tramos largos no favorecen la peatonalidad. Esta idea se relaciona con el estudio de la necesidad de interacciones para que una calle sea usada peatonalmente de manera natural ya mencionado en párrafos anteriores. Para facilitar el movimiento de vehículos automotores (autos o buses) deben tener longitudes mayores entre cruces.

La síntesis de esto sería (1) Vías más cortas, mayor adaptación a la peatonalidad, (2) Vías más largas entre cruces, mejor para el transporte automotor y (3) s aún más largas, con cruces aún más distanciados, mejor para los transportes de masas de alto rendimiento. Este análisis permite, calculando para cada sistema de movilidad la longitud de los tramos de via, tener una estimación del consumo energético.

IX Jornadas de Investigación CAEAU Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020



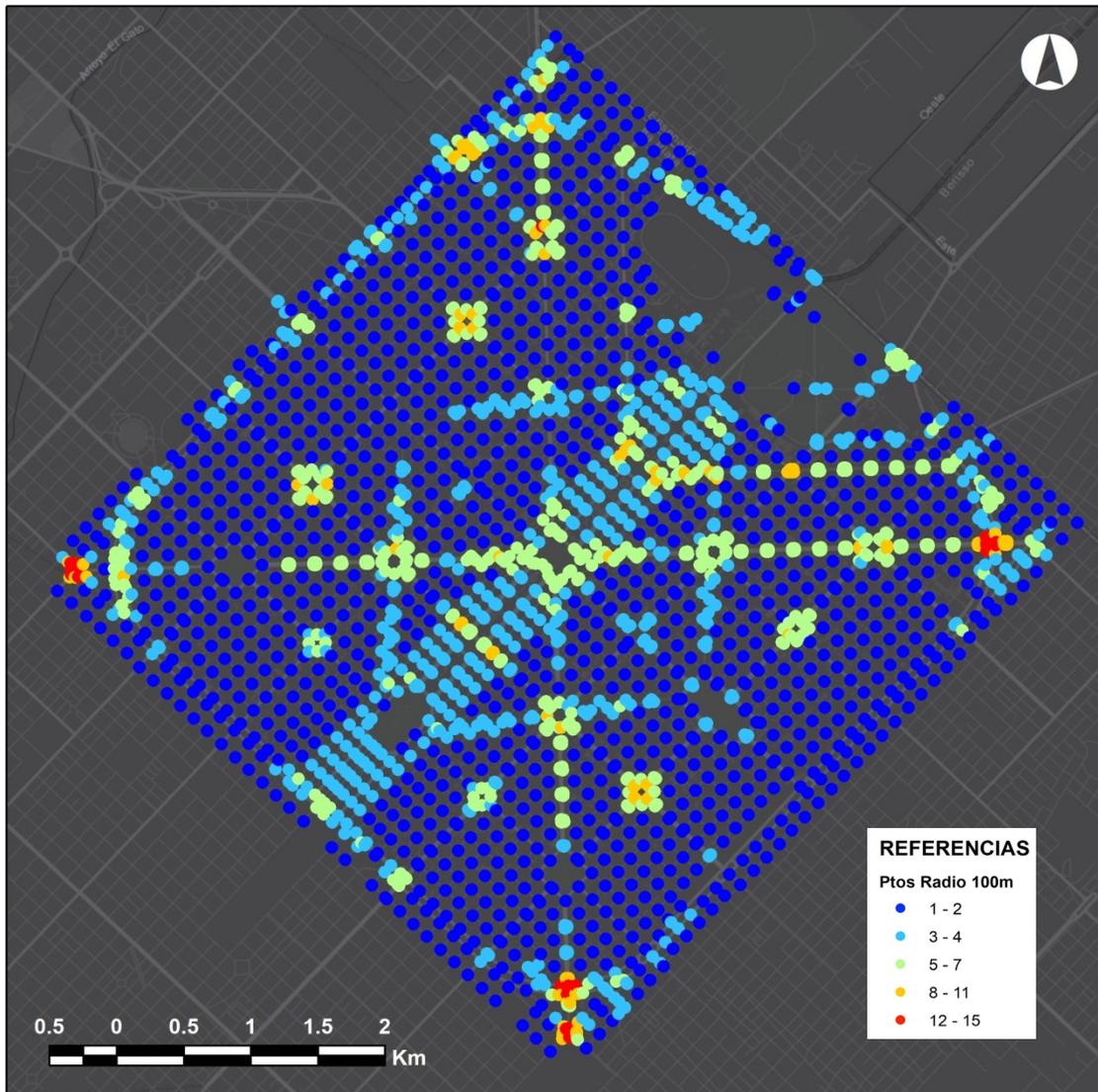
Prueba análisis de longitudes de tramos de calle entre interacciones de La Plata. Fuente: elaboración propia.

A través del análisis de los cruces o interacciones.

Tanto la longitud de los tramos de calles o el tema de las interacciones es un tema que como hemos visto ya está analizando desde hace tiempo. Incluso en las normas CASBEE y LEED para escalas de desarrollos urbanos están pero, con índices

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

muy generales. Por ejemplo no se diferencia por tipo de movilidad y maneja un solo indicador general y referenciado al km² como radio de análisis.



Prueba análisis de cantidad de interacciones de La Plata. Otra vez queda claro el sector central de la ciudad como una de las áreas más aptas para la peatonalidad. Fuente: elaboración propia.

Desde los avances de esta investigación, se ve que el indicador correcto de la cantidad de cruces-interacciones debe ser diferente para los distintos tipos de movilidad. Por ejemplo, en el caso de la peatonalidad, cuanto mayores cruces/interacciones por unidad de superficie mejor. En síntesis sería (1) Cuanto más

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

cruces e interacciones mejor para vías pedestres; (2) Cuanto menos cruces e interacciones mejor para vías de autos y (3) Cuanto aún menos cruces e interacciones mejor para vías de transporte público o de masa.

La definición de parámetros de energía y las variables de cálculo.

Todo el esfuerzo de definición de patrones, podría quedar ahí y ser apenas un reconocimiento intuitivo, algo que llega a “ser obvio”, pero ese no es ni puede ser el objetivo de una investigación. El objetivo es que lo “obvio” pase a tener un sustento a partir de una cuantificación / medición, centralmente relacionado a la performance energética entre un patrón u otro dependiendo de la trama/traza.

Para terminar de poder obtener datos certeros sobre el gasto de energía de los conjuntos urbanos en relación a los patrones que configuran su trama, su tejido y los usos (como elemento que influye dada su distribución en las necesidades de movilizarse de la población) fue necesario conseguir datos sobre el consumo de energía por unidad de distancia o tiempo según el tipo de sistema de movilidad. Es así que se investigó diversas fuentes para obtener datos más o menos fehacientes o confiables.

Como se trata sistemas de movilidad que se mueven por diferentes tipos de energía ocurre que los datos, según el caso están en diferentes unidades, especialmente entre los sistemas asociados a la energía de un individuo para moverse (a pie o en bicicleta) que está habitualmente definido por Kcal/h o Kcal/h/Km (más frecuentemente Kcal/min) y el resto están en Lts/h/km o Kw/h/Km.

Otro tema es definir en el caso de los vehículos, si tomamos los datos de vehículos que se mueven a partir de combustión interna, híbridos o solo eléctricos o el de la cantidad de viajeros según la ocupación media de los transportes o la capacidad de servicio de la vía o calle.

Todas estas variables se están trabajando para obtener un parámetro más o menos representativo y que pueda ser traspolable a la mayor cantidad de casos posibles. Para las pruebas preliminares se ha establecido lo siguiente:

IX Jornadas de Investigación CAEAU
 Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

Actividad	Unidad de calculo	Consumo de energía		Observaciones
		Kcal/ por km	Kw/h/km	
Caminar (velocidad 4.8-6.4 km/hora)	5-7 kcal/min	84	0.10	El que camina consume energía que ha metabolizado de alimentos, no de una fuente primaria ni final
Andar en bicicleta (velocidad 14-20 km/hora)	7-9 kcal/min	27	0.03	El que camina consume energía que ha metabolizado de alimentos, no de una fuente primaria ni final
Honda Civic 1.4 DSI Gasolina	76Kw/100km	0.76	0.76	
Honda Civic 1.3 Hybrido	52kw/100	0.52	0.52	
Honda EV Plus Eléctrico	22Kw/100	0.22	0.22	
Metro-Tranvía	1.7l c/100km		0.17	Con ocupación media del 21%
Autobus	2.7l c/100km		0.27	Con ocupación media del 21%
Tren de cercanía	2.3l c/100km		0.23	Con ocupación media del 21%

Gráfico con los consumos de energía según movilidad. Incluye el gasto energético del esfuerzo físico de las personas al caminar o al andar en bicicleta. Fuente: elaboración propia como síntesis de varios documentos.

Desde los impactos directos en el consumo de energía, se decidió definir que tanto el ciclista como el peatón consumen cero (0,00 Kw/h/km). Las kcal de gasto energético que fueron necesarias “quemar” para moverse (o a pié o en bicicleta) no se incorporarían a la comparación para no complicar con la necesidad de evaluar cuanto es el camino completo de la energía. Esto también sucede con la energía consumida por los vehículos ya que la energía que consumen se denomina final y no es la energía primaria. En algunos combustibles la energía primaria consumida real es hasta 3x la energía final o sea que por cada litro de combustible consumido se gastaron tres litros para obtenerla, refinarla y transportarla a una estación de servicio para abastecer a los vehículos que la usan.

El otro tema –siempre dejando de lado a los ciclistas y peatones– es que los vehículos tiene consumos muy diferentes según el tipo de recorrido que deban hacer. Esto entra en las valoraciones y es aquí donde la longitud del “tramo” se relaciona mas directamente.

Resultados

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

La primera prueba que se están haciendo es a través del tamaño de la manzana, colocando un gradiente en base a la superficie. Esto da una primera aproximación pero no da el consumo/gasto necesariamente. Asociado, se está intentando conseguir algún indicador que combine el tamaño, forma y posición (por ejemplo la relación con el perímetro). Hasta ahora ha dado resultados satisfactorios o asociables claramente a consumos.

Se ha obtenido mejores resultados con los segmentos entre interacciones o cruces como medida. Como se puede medir el gasto de energía para cada tipo de transporte según el “segmento” entre interacciones, podemos según el tipo de interacciones que sufra el sistema y las longitudes entre estas, saber qué consumo por unidad (vehículo, personas, etc.). El trabajo es separar los segmentos y las interacciones según el tipo de medio de transporte y luego poner las unidades por hora que pasan.

El otro análisis porque permite observar la complejidad de una trama como soporte del sistema de movilidad para cada tipo de transporte es el de la cantidad de interacciones / cruces por unidades de superficie. Este cálculo de interacciones se deberá hacer para los distintos tipos de tramas (peatonal, automotor, bus, tranvía, etc). Se está pudiendo establecer que una unidad posible es contar la cantidad de cruces en un radio de 150m tomados con centro en un cruce para analizar la peatonalidad. Se estima que un buen indicador sería por encima de 4 interacciones. Otra sería usando el centro del “tramo” y por lo menos verificar en un radio de 100m dos interacciones. En cuanto a los medios automotores u otros transportes de masa, la cantidad e interacciones deben reducirse lo más posible. El radio de cálculo debe por tano se más grande. En este caso, cuantas menos interacciones mejor así que por ejemplo para los autos debe ser menor a 6 en un radio de 300m o para ómnibus menor a 6 en un radio de 600m considerando para el bus como interacciones no solo los cruces sino también las paradas. Con estos criterios se desarrollaron algunas pruebas.

Esto confirma que hay que desarrollar tramas diferenciadas con muchas interacciones para los peatones y otras con interacciones reguladas para los vehículos, un criterio ya muy usado.

IX Jornadas de Investigación CAEAU
 Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

Sobre esta base, entendiendo la importancia de la manzana pequeña, el tema de las interacciones o de las longitudes de tramos según tipo de movilidad es que se ha podido obtener el gasto posible de energía de una trama/traza (hasta ahora separadamente y por unidad de vehículo). Esto volcado en cálculos más complejos dará el consumo de sectores urbanos.

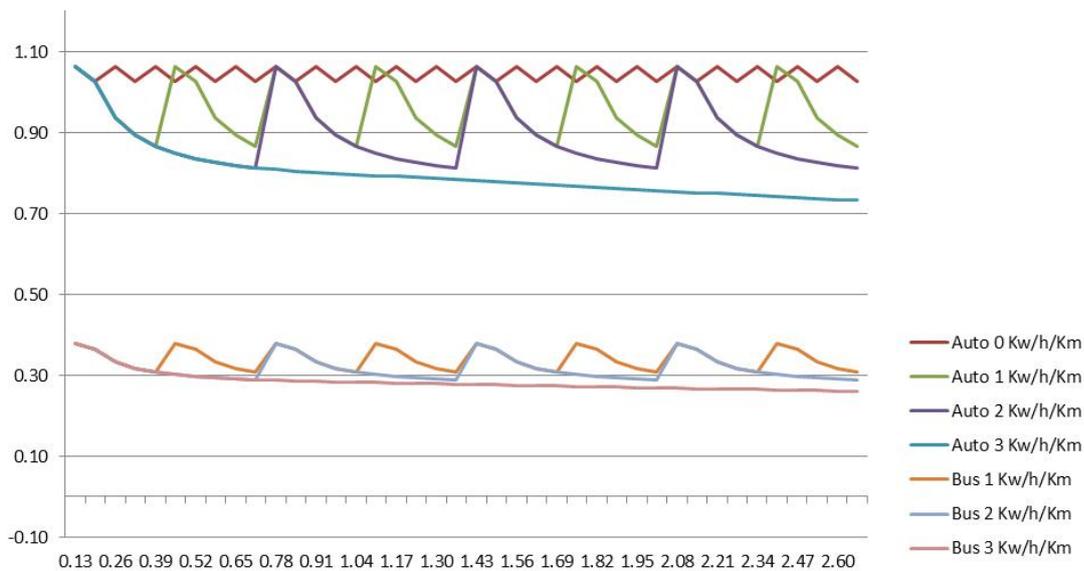


Gráfico que muestra cómo evoluciona el consumo de un auto o de un bus en diferentes situaciones de complejidad de interacciones o de longitud de tramos. Fuente: Elaboración propia.

El estado de situación y el camino: metas a seguir

La investigación está en pleno proceso. Se necesitan mejorar las variables y procesar más casos para verificar las posibilidades de los acercamientos al objetivo hasta ahora realizados.

El tema del tamaño de la manzana es uno de las revisiones que se quiere hacer ya que hay estudios y propuestas muy claras con parámetros diferentes. El Urbanismo Ecosistémico está enunciado un valor pero situado en 100mx100m para la movilidad peatonal y en 400mx400m para la vehicular. Lo que no se ha podido verificar claramente por qué de esta aseveración categórica que parece muy relativa

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

en las argumentaciones que usa (ver las relación de estos parámetros con el Plan Macia en *LA SUPERMANZANA, NUEVA CÉLULA URBANA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO MODELO FUNCIONAL Y URBANÍSTICO DE BARCELONA*, Salvador Rueda ,Barcelona, noviembre de 2016)

El otro tema es el de la longitud de tramos entre interacciones. Se necesita desarrollar unos varios casos completos para verificar si tiene validez.

A estos datos primarios, se le deben agregar otros elementos que pueden mejorar la performance de ser bien utilizados o emporarla pero que hay que ver cómo influyen. Algunos de las otras cuestiones a agregar o ver como interactúan serían (1) La dimensión de la calle, porque este afecta su nivel de servicio (según el tipo de movilidad); (2) Las alturas en relación al ancho como medida para regular el asoleamiento de la calle (permitiéndolo o restringiéndolo según corresponda) que cambia el consumo energético en las edificaciones; (3) La influencia de la vegetación u otras protecciones climáticas en la calle, que pueden favorecer el uso peatonal de la misma; (4) La pendiente de la calle, que de ser demasiada dificulta el caminar; (5) La adaptación de la trama a la topografía porque se relaciona con el costo energético de la transformación del soporte, al consumo de combustible en su uso, al gasto energético para el funcionamiento de muchos de los soportes asociados como cloacas o red de agua; (6) La relación el soporte geo-morfológico que se relaciona con la disponibilidad de materiales para su materialización o la disponibilidad de recursos energético (por ejemplo energía térmica); (7) La conservación del patrimonio natural y (8) La densidad / cantidad de habitantes a las que da servicio;

Hay otras variables que en parte han sido vistas desde otros estudios que también podrán ser sumadas a este análisis como estudiar el problema de la geometría de las calles y cuanto esto también puede afectar.

El planteo para los próximos meses es desarrollar el análisis completo de al menos 5 ejemplos donde revisar propuestas proyectuales realizadas sobre casos concretos (Franja Costera – Asunción y Via Cordillera – San Pedro Garza García), propuestas del Urbanismo Ecosistémico (Vitoria Gasteiz y Barcelona) o propuestas utópicas (Ideas para el Transporte para el micro y macro centro de La Plata). Se espera

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

que estos ejercicios den nueva información que permita ajustar ideas, descartar caminos y orientar mejor los resultados.

Bibliografía / Recursos / Fuentes consultadas

- Century of the City. No time to lose. Rockefeller Foundation. 2009
- Ciudades para un Pequeño Planeta. Richard Rogers. Edit. GG
- Spiro Kostof. The City Shaped. Urban Patterns and Meanings Through History. Bulfinch Press. 9^o Edition. 2014.
- Ciudades para un Pequeño Planeta. Richard Rogers. Edit. GG.
- Citta Solare. Autor: Sergio Los. Giornale IUAV n° 42.
- TECHNE. Journal of Technology for Architecture and Environment. SITda. Issue 01-2018
- Urban Design Compendium. English Partnership.
- Entornos Vitales, Hacia un diseño Urbano y Arquitectónico más humano. Bentley / Alcock, Murrain / Mc Glynn / Smith. Gustavo Gili. 1999
- Urbanismo Ecológico. Salvador Rueda. Editado por Agencia d-Ecología Urbana de Barcelona.
- Certificación del Urbanismo Ecológico. Salvador Rueda. Editado por Agencia d-Ecología Urbana de Barcelona.
- La Supermanzana, nueva célula urbana para la construcción de un nuevo modelo funcional y urbanístico de Barcelona. Salvador Rueda. 2019
- Towards an Urban Renaissance. The Urban Task Force. 1999.
- Forma Urbana y Sostenibilidad, La experiencia de los ecobarrios europeos.* Oriana Codispoti. Edit List Lab. 2015.
- CASBEE. Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency. www.ibec.or.jp.
- Reinventing Green Building. Jerru Yudelson
- Guía de Buenas Prácticas de Planeamiento Urbanístico Sostenible. Castilla – La Mancha. 2004.
- Muerte y Vida de las grandes ciudades americanas. Jane Jacobs

IX Jornadas de Investigación CAEAU
Buenos Aires – Rosario – septiembre 2020

Defining Street Boundaries. Alice Vialard. City as Organism. Volumen 2, part 1. ISUF / Rome 2015.

Towards a social-ecological urban morphology. Integrating urban form and landscape ecology. Lars Marcus. City as Organism. Volumen 1, part 1. ISUF / Rome 2015.

Ecological pattern mode of landscape city on the basis of habitat networks. Ying Tan / Qingshan Yao. City as Organism. Volumen 1, part 2. ISUF / Rome 2015 | Volumen 1_part 1

Urban Sustainability through Environmental Design. Sergio Porta, Ombretta Romice and Mark Greaves. Kevin Twaites, editor.

Openstreetmap. www.openstreetmap.org

CADMAPPER. www.cadmapper.com

Modelo SIG para evaluar el potencial de movilidad peatonal en zonas urbanas. M en C. Arq. Claudia Ortiz Chao, M.N.U. Arq. Mariana Esquivel Cuevas y M.N.U. Arq. Óscar Hernández Mercado. Cátedra de investigación nuevo urbanismo en México