



EFFECTOS DE LA ENTROPIA URBANA EN EL COSTE ENERGETICO DEL TRASPORTE.

EFFECTS OF URBAN ENTROPY IN THE ENERGY COST OF TRANSPORT.

Francisco Bascuñán Walker¹, Diana Bordonos Gana², Jeniffer Reyes Fernández³

RESUMEN

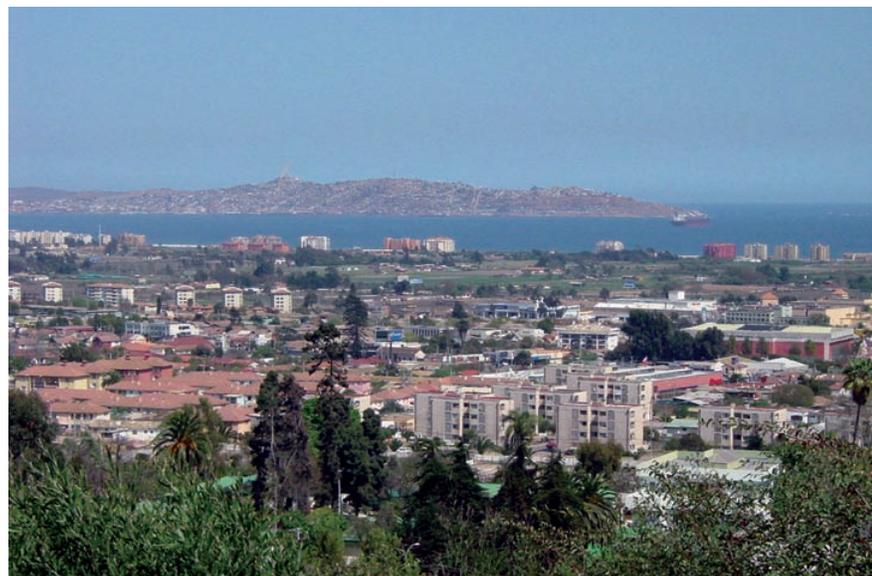
El objetivo del trabajo presentado fue descubrir los efectos de la diversidad de uso de suelo o entropía urbana sobre el gasto energético del transporte. Se eligió como zona de estudio la ciudad de La Serena y se encuestó a un grupo representativo de familias con gastos energéticos y de estratos sociales diversos y se comparó con las zonas urbanas de diferentes grados de entropía. El estudio mostró que, indistintamente del nivel social, los habitantes de las zonas que mostraban niveles mayores de entropía gastaban menos energía en traslados a destinos urbanos que aquellos que vivían en zonas de menores entropías. Basados en los resultados del estudio se concluyó que para disminuir el gasto energético en transporte de los habitantes de la ciudad se requería incrementar el nivel de entropía. La alternativa más eficiente estudiada fue contemplar en la planificación urbana, pequeños policentros de multiservicios (más de tres servicios diferentes) que cubran una superficie de población urbana de 78 has aproximadamente.

PALABRAS CLAVE: entropía urbana, coste energético, complejidad urbana

ABSTRACT

The objective of this work was to discover the effects of diversity in land use or urban entropy on the energy cost of transport. Was chosen as the study area the city of La Serena and surveyed a representative group of families of energy expenditure and various social strata and compared with urban areas of different degrees of entropy. The study showed that, regardless of social status, the inhabitants of the areas showing higher levels of entropy less energy spent in transportation to urban destinations than those living in poorer areas entropies. Based on the results of the study concluded that to reduce energy consumption in transport of the inhabitants of the city was required to increase the level of entropy, the most efficient study was contemplating in urban planning, small multi polycentrism of covering a surface urban population of approximately 78 ha.

KEYWORDS: urban entropy, energy cost, urban complexity.



Panorámica de la conurbación La Serena-Coquimbo en la que se gesta una alta intensidad comercial, transporte e intercambio entrópico.

¹ Docente del Departamento de Arquitectura, Universidad de La Serena; Correo electrónico: fjbasuncan@gmail.com

² Docente del Departamento de Arquitectura, Universidad de La Serena, Correo electrónico: dbgana@gmail.com

³ Docente del Departamento de Arquitectura, Universidad de La Serena, Correo electrónico: tintarq@gmail.com

1. Introducción

La problemática del ahorro energético se ha ido incrementando con el crecimiento de los asentamientos y los desafíos de la sustentabilidad del desarrollo territorial. La eficiencia energética es hoy un tema fundamental a nivel mundial, ya que representa un costo muy elevado en relación a los ingresos económicos que perciben los núcleos familiares por hogar.

El tiempo que toma trasladarse entre el lugar de residencia y el lugar de trabajo implica un costo económico y social cada vez mayor, ya que las zonas de crecimiento urbano poseen escasa cohesión funcional y los núcleos de servicios no alcanzan a cubrir el radio de expansión de la población y de sus necesidades.

Para entender las claves de la sustentabilidad en el diseño de las ciudades, es preciso hacer referencia a dos conceptos. Por un lado diversidad de uso de suelo en el modelo urbano y por otro la eficiencia energética empleada en el traslado interno. ¿Cuál es la inversión en energía por familia hacia los equipamientos?, ¿qué distancias suponen un razonable traslado a pie en términos de tiempo, ahorro y seguridad?, ¿qué rol podría cumplir potencialmente el sector periférico dentro de la ciudad, potenciado por un sistema de ahorro energético?; son preguntas que enfocan la presente investigación.

La conformación de grandes núcleos urbanos ha creado enormes presiones sobre el ambiente, tanto por la transformación y desorden del suelo, como por la demanda de servicios en el sistema ciudad, por lo tanto el aumento en la entropía de un sistema aumenta automáticamente el desorden de dicho sistema.

La demanda creciente de energía para desarrollar las actividades humanas conforma un factor de presión sobre la naturaleza. Se actúa como si los recursos no tuviesen límite, ni tampoco lo tuviesen los contenedores donde van a parar los residuos y la disipación energética. Es como una máquina en movimiento continuo y, además, acelerando (Margalef 1995).

La urbanización es hoy una tendencia en alza visto en todo el mundo, especialmente en los países en desarrollo. Esto hace que las ciudades crezcan tanto en número como en tamaño físico. En casi todos los países en desarrollo se registra un rápido crecimiento de las ciudades. En 1960, menos del 22% de la población del mundo en desarrollo vivía en las ciudades, pero en 1990 este porcentaje había aumentado al 34%, y en el año 2015 se prevé que será superior al 48%.

Según la tasa de crecimiento de la población (TCP); La población del mundo crece a razón de 200.000 personas por día. Entre 1980 y el año 2030 se duplicará con creces la población de los países de ingresos bajo y mediano --a 7.000 millones--, y la población de los países de ingresos

altos será de 1.000 millones. En los próximos 35 años, se agregarán 2.500 millones de personas a la población actual de 6.000 millones.

Por el principio de Margalef, los sistemas más complejos extraen información de los más simples, de esta misma manera las ciudades mantienen su estructura basándose en la explotación de otros ecosistemas. Es de ésta manera que las ciudades se relacionan con el medio ambiente, pero el flujo no es solo desde los centros de explotación medioambientales hacia la ciudad sino también desde ésta hacia el medio ambiente, devolviendo el excedente del uso de la energía y la materia como desechos o residuos contaminantes que impactan sobre los sistemas que nos soportan, principalmente gases contaminantes tanto a escala global (CO₂, CO, por ejemplo) como a escala local y regional (COV's, NO_x, SO₂).

Según Margalef, “los seres vivos son sistemas físicos complejos, integrados por un sistema disipativo y uno auto organizativo acoplados entre sí”, desde esta premisa se puede observar un círculo continuo, en primer lugar, como se comentó en el párrafo anterior, la extracción de recursos medioambientales, es decir, la transformación de materia y energía externa (sistema disipativo) y por otro, la producción de mas crecimiento estructural o aumento de la información (sistema auto organizativo). La que a su vez necesitará más energía y materia para mantenerse y producirá como excedente mas contaminación hacia el medio natural.

Este círculo de presión sobre los sistemas de soporte marcan un camino creciente hacia la insostenibilidad y ha sido motivo de diversos estudios y políticas más publicitarias que efectivas, pues el sistema económico imperante no solo no se plantea una solución, sino que además, empuja en el mismo sentido al evaluar los indicadores de desarrollo y crecimiento solo desde el punto de vista del consumo de estos recursos. Los indicadores macroeconómicos como el PIB y su crecimiento continuo así lo atestiguan. El PIB, como es sabido, asienta parte de su crecimiento en el consumo de recursos y es un indicador que señala el camino del crecimiento económico que actualmente se confunde con el de desarrollo.

Aparece entonces la evidencia de que el camino a la sustentabilidad pasa por disminuir la presión sobre los sistemas de soporte. De hecho, según Rueda, la insostenibilidad se asienta en dos aspectos claves: uno hace referencia a la presión sobre los sistemas de soporte y otro a la organización urbana.

La intensidad de la presión sobre los sistemas de soporte está determinada principalmente por el modelo urbano, un modelo puede aumentar o disminuir la carga de esta presión hacia el medioambiente, favoreciendo o conteniendo el uso de energía. La eficiencia del modelo urbano en el uso de la energía para producir y mantener su estructura será clave.

Ejemplo de lo anterior es un modelo que de ofrecer, por ejemplo, coberturas caminables de servicios diversos,

podría reducir el porcentaje de vehículos circulando, con la consiguiente disminución de presión sobre el sistema de soporte, en este caso, la disminución de la huella de carbono o CO₂ sobre su entorno natural.

El uso moderado y eficiente de la energía dentro de la ciudad (sistema auto organizativo) provoca una disminución del flujo energético desde el medio de soporte a la ciudad (sistema disipativo). En otras palabras, privilegiar modelos urbanos de mayor diversidad (aumento de la información) que sustituya al actual modelo mono funcional y disperso (fundamentado en el consumo de recursos). “Reducir la presión sobre los sistemas de soporte y el aumento de la complejidad urbana son partes de la misma ecuación si se quiere andar hacia la sostenibilidad” (Rueda, 2002).

La presente investigación tiene como propósito fundamental explorar ciertos procedimientos de gastos energéticos de traslado en la ciudad de La Serena, para tener un modelo de reducción de energías. En este sentido se comparará la diversidad de uso de suelo en la ciudad con parámetros de consumo energético de la misma. De este modo se investigará el efecto del promedio de energías consumidas por los habitantes, mediados por factores económicos y sociales de la población bajo estudio.

Lo que se busca es un modelo urbano de mayor diversidad, con coberturas caminables de diversidad de servicios en ritmos de la estructura urbana, reduciendo el porcentaje de traslados en transporte urbano, lo que implica un ahorro energético y una eficiencia en el modelo de la ciudad que aporta a la posibilidad de desarrollo autónomo de sectores con gastos excesivos, escasez de servicios y trabajo para la población. En tanto, el ahorro energético y la sustentabilidad de desarrollo autónomo poblacional de un modelo de crecimiento cerrado de forma horizontal, se logra a partir de la diversidad de suelo, la que sostiene

la autonomía económica de los sectores periféricos, disminuyendo los traslados y mitigando la segregación urbana e integrando los sectores residenciales.

Según Rueda las principales estrategias para lograr este modelo son la mixtura de usos compatibles con la vivienda (disminución de movilidad horizontal generando mejor calidad ambiental y animación del espacio público), principio de equidad (acceso de servicios básicos y telemáticos como derecho de todos los ciudadanos), aumento de información (osmosis desde sistemas de menor complejidad a mayor complejidad) y la generación de espacios públicos de calidad (aumento de participación social). Este modelo permite una ciudad multifuncional, heterogénea, diversa y continúa en toda su extensión.

La diversidad y por consecuencia la complejidad de un ecosistema urbano son las claves para acercarse a la sustentabilidad en las ciudades. Se debe maximizar los intercambios, fomentar el surgimiento de redes de relación entre hombres, sociedades, organizaciones y organismos vivos, intercambiando bienes e informaciones, para aumentar la diversidad potencial de sus comportamientos. “Si este aumento de complejidad se hace intentando maximizar la recuperación de la entropía en términos de información, el modelo de crecimiento se acerca a la idea de sostenibilidad, mientras que el modelo que se sustenta maximizando la entropía que se proyecta en el entorno, se aproxima a la idea de crecimiento sostenido.” (Rueda, modelos de Ciudad 1997)

2. Método

El área de estudio determinada para la investigación comprendió la ciudad de La Serena (Región de Coquimbo, Chile), emplazada en la costa de la cuarta región (figura 1). La ciudad de La Serena tenía al momento del estudio 153.000 habitantes (INE 2002), es de clima costero húmedo y semi desértico.

Para poder determinar la incidencia de la entropía en el gasto energético de transporte, se definieron 4 etapas progresivas en las que se propuso mapear las zonas de cobertura y cruzar esta información con las zonas de estrato socioeconómicos

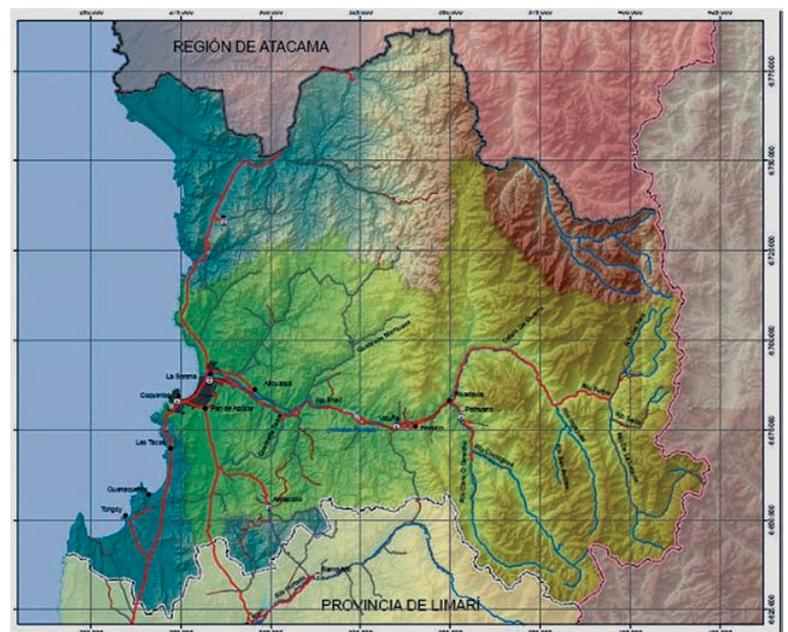


Figura 1. Imagen satelital de la conurbación La Serena – Coquimbo, Chile.

y obtener de éste cruce la cantidad de habitantes por estratos y zonas. Una vez definidas las zonas se realizó una encuesta de gasto energético a los habitantes, ordenando los resultados por estratos.

De ésta manera se pudo establecer el gasto energético total y el nivel de entropía existente.

a) Índice de entropía (H) de la zona urbana en estudio. (Dato 1)

Para determinar el índice de diversidad de usos de suelos presentes en una determinada área urbana, también entendido en este estudio como Entropía urbana, se procedió a mapear sobre un plano de la ciudad de La Serena, todos los equipamientos urbanos que representen destinos primordiales de traslado. Estos destinos fueron definidos como:

- Educación, incluye jardines infantiles, liceos, colegios, escuelas, institutos, universidades.
- Comercio, multitiendas y moles.
- Supermercado, minimarkets.
- Servicios, centros de pago de cuentas, bancos, servipag.
- Servicios públicos, registro civil, juzgados.
- Equipamiento deportivo, plazas, canchas y clubes.
- Centros de salud, policlínicos, consultorios, hospitales y clínicas.

En torno a cada equipamiento de los señalados fue constituida una superficie circular de 500 m de diámetro, la cual representaba la distancia máxima real de desplazamiento a pie desde el perímetro hasta el equipamiento. El área fue definida también como el ámbito de pertenencia del individuo, en él se puede sentir parte de un colectivo social (Hernández, A. 1996).

Cada equipamiento específico construyó una nube sobre la ciudad que graficó la cobertura de poder acceder a él a pie o sin necesidad de usar vehículo o transporte colectivo. La superposición de las nubes de todos los diferentes equipamientos estableció zonas urbanas

con diferentes cantidades de coberturas, desde 1 (solo viviendas) a 8 (con acceso caminable a los 7 tipos diferentes de equipamientos definidos.)

Las láminas 3 y 4 muestran la cobertura de educación y la superposición de todas las coberturas.

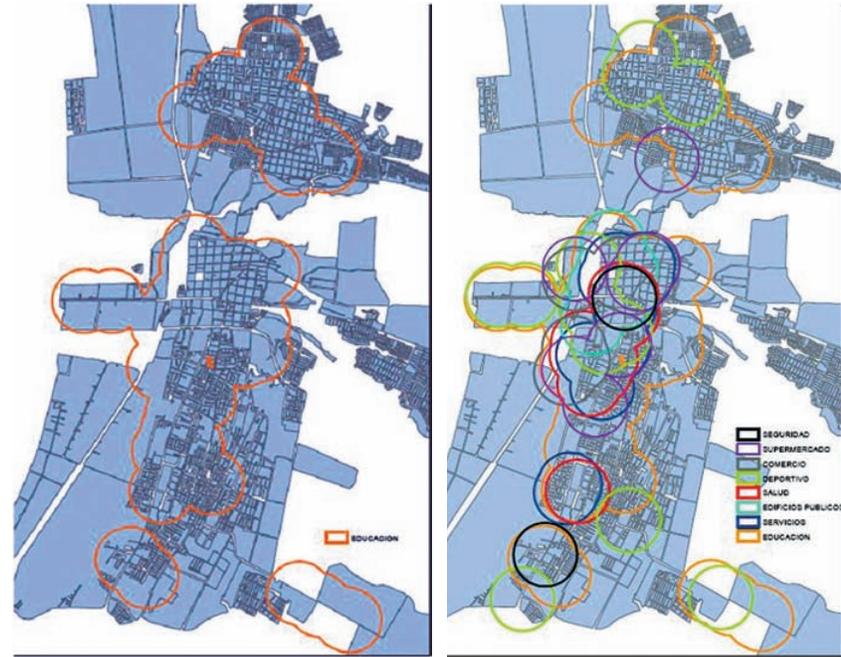


Figura 3 y 4. Mapas de coberturas de servicios en la Serena.

Del mapa de coberturas totales se realizó un plano denominado de entropía (H) o de complejidad de uso (figura 5), es el plano donde se grafican las zonas que cuentan con similares cantidades de coberturas. Entonces se muestra con rojo las zonas de la ciudad que cuentan con 7 coberturas de servicios a una distancia menos de 500 mts, con color naranja aquellas áreas de la ciudad con 6 coberturas, con amarillo 5 coberturas, con verde claro 4 coberturas, con verde oscuro 3 coberturas, con azul dos coberturas y con morado 1 cobertura.

b) Plano de estratos socioeconómicos. (Dato 2 y Dato 3)

Con datos del Redatam y del Censo 2002 (INE 2002), se construyó un plano de la ciudad de estudio que vinculó el nivel de educación y la tenencia de bienes. El resultado fue un plano de estratificación socioeconómica por manzana (Figura 5).

c) Cantidad de habitantes por zona de coberturas y estratos socioeconómicos.

Con datos 1, 2 y 3 se construyó un cuadro que graficó la cantidad de habitantes y zonas de coberturas separados por estratos sociales (Cuadro 1).

Cuadro 1: cantidad de habitantes por estrato y cobertura						
zona	abc1	c2a	c2b	c3	d/E	hab x zona
rojo	510	60	140	1.092	-	1.803
naranja	367	227	529	1.142	-	2.264
amarillo	-	310	722	5.035	-	6.067
verde	-	417	974	7.125	15	8.531
verde obsc	-	395	921	8.955	495	10.765
azul	257	1.044	2.437	9.201	3.119	16.057
morado	12.506	6.651	15.364	5.457	67.787	107.764
total hab.	13.640	9.103	21.087	38.006	71.416	153.253



Figura 5. Zonas urbanas según cantidad de coberturas a distancias caminables menores de 10 minutos.

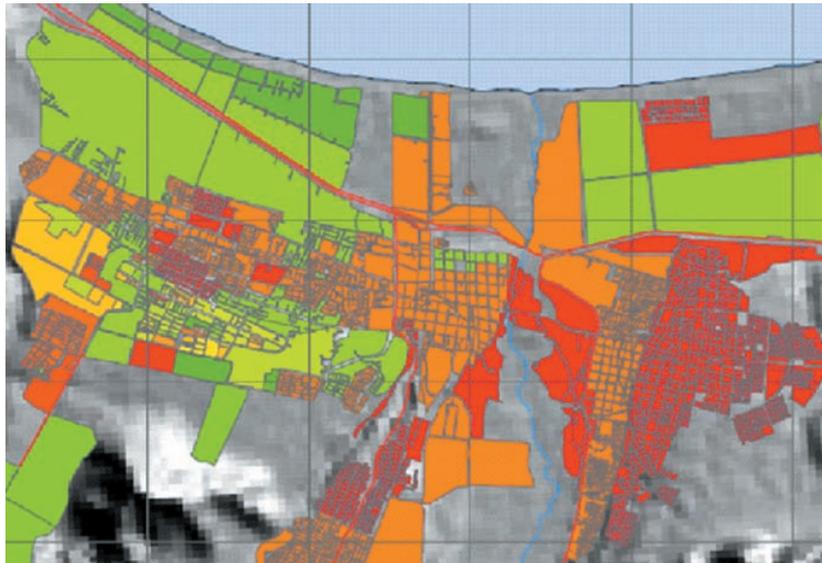


Figura 6. Mapa socioeconómico de la ciudad de La Serena. Color verde claro, abc1, verde oscuro c2a, amarillo c2b, naranja c3 y rojo d y e.

d) Determinar el gasto energético (E) en traslado urbano según zonas de coberturas y estratos socioeconómicos.

Una vez definidas las zonas de diferentes cantidades de coberturas caminables (plano 9), se realizaron 100 encuestas dirigidas a determinar el gasto energético en traslado con destino a los principales equipamientos urbanos. Esta encuesta buscó determinar la variación del gasto energético (E) descrito en función de la variación de coberturas.

La encuesta recogió información acerca de la cantidad de traslados por persona a los destinos principales, su medio de transporte y su gasto en combustible.

Para calcular la energía empleada en el caso de los desplazamientos en vehículos particulares se supuso un consumo promedio de 10km por litro y se dividió

la cantidad de dinero gastado mensualmente en esa cifra obteniendo el total de litros mensuales. Luego se multiplicó el total de litros por 9 kWh para obtener el total de energía empleada.

Para calcular la energía empleada en traslados en vehículos de transporte colectivo se supuso un viaje promedio de 3 km. y un total de 3 pasajeros por colectivo (información encuestada en terreno a choferes de transporte colectivo de líneas urbanas), arrojando un total de 1,35 kWh promedio por traslado.

e) Determinar el gasto energético total (E) en traslado urbano según zona de coberturas y estratos socioeconómicos.

Para determinar el gasto energético total del área de estudio se vinculó la cantidad de habitantes (por zona y estrato, cuadro 1) con su respectivo gasto energético (Cuadro 2) y se obtuvo un cuadro resumen (Cuadro 3) en el que se concluyó con el gasto total en kWh mes.

f) Cálculo de entropía y simulación del gasto energético total (E) en traslado urbano según diferentes escenarios de modelos urbanos.

Para calcular el índice de entropía (H) de cada zona de coberturas se utilizó la ecuación de Shannon y Weaver, donde Pi fue la probabilidad de encontrar una determinada cobertura en una determinada comunidad coberturas.

El cálculo de la H según la fórmula de Shannon y Weaver:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i \quad [1]$$

En el cuadro 4, se mostró el proceso para calcular el índice de entropía promedio (H) por habitantes. Esta se obtuvo dividiendo la cantidad de coberturas en los habitantes totales de la zona de estudio. Se realizó un cuadro como el siguiente para cada situación urbana simulada.

Cuadro 2: promedio de gasto mensual de traslado (kWh) por estrato y cobertura

zona	abc1	c2a	c2b	c3	d/e	
rojo	259,59	115,26	4,80	2,50		
naranja	434,96	122,58	6,87	4,80	2,50	
amarillo	456,75	241,64	35,15	6,87	4,80	
verde	530,00	311,17	101,11	10,10	6,87	
verde obsc	600,00	400,00	162,35	32,15	20,00	
azul	700,00	450,00	145,85	81,29	40,00	
morado	971,70	550,00	170,04	82,39	40,00	90,65 kWh por persona

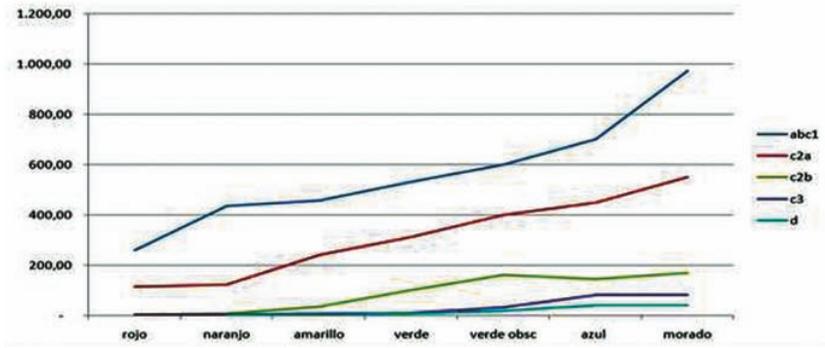


Gráfico 1: Curvas de gasto mensual de energía (kWh) de transporte según estrato y zonas de cobertura

Cuadro 3: Gasto total directo (kWh) por estrato y cobertura

zona	abc1	c2a	c2b	c3	d/e	total (kWh mes)
rojo	132.470,96	6.927,16	673,14	2.731,05	-	142.802,31
naranja	159.481,52	27.801,90	3.637,05	5.479,49	-	196.399,95
amarillo	-	74.806,53	25.390,88	34.590,18	-	134.787,59
verde	-	129.854,98	98.451,73	71.965,53	103,87	300.376,11
verde obsc	-	157.852,80	149.493,53	287.938,17	9.903,60	605.188,10
azul	179.928,00	469.986,30	355.429,05	747.901,91	124.740,00	1.877.985,26
morado	12.152.080,20	3.657.809,10	2.612.496,96	449.594,45	2.711.469,60	21.583.450,32
total	12.623.960,68	4.525.038,76	3.245.572,35	1.600.200,77	2.846.217,07	24.840.989,64

Cuadro 4: Calculo del indicador de entropía según coberturas existentes.

zona	probabilidad		Índice de entropía H según Shannon y Weaver		habitantes	H x hab.	
	unidad	comunidad	probabilidad (Pi)	Pi log2 Pi			
rojo	1	8	0,125000	0,375000	8	3,000	
naranja	1	8	0,125000	0,375000	7	2,264	
amarillo	1	8	0,125000	0,375000	6	6,067	
verde	1	8	0,125000	0,375000	5	8,531	
verde obsc	1	8	0,125000	0,375000	4	10,765	
azul	1	8	0,125000	0,375000	3	16,057	
morado	1	8	0,125000	0,375000	2	107,764	
Entropía Promedio					1,018	153,253	156,036

Cuadro 5: Relación entre los indicadores de entropía H y el gasto energético según diferentes modelos urbanos.

H	E	H/E	Situación urbana
Índice de entropía	Gasto energetico (Gwh mes)	Eficiencia urbana	
0,75	27,83	0,027	todo en morado
1,02	24,84	0,041	situacion actual
1,24	21,74	0,057	Si todo c2b sube a naranja
1,39	19,30	0,072	Si todos suben 1 cobertura
1,53	22,49	0,068	Si todo d sube a verde
1,70	16,84	0,101	5 policentros
3,00	4,79	0,627	todo a rojo

Las simulaciones hechas en los escenarios descritos mostraron que el aumento de habitantes en zonas de mayor indicador de entropía produjo una disminución del gasto energético total del sistema (cuadro 5)

3. Resultados

Encuestados 317 habitantes de zonas de diferentes índices de cobertura (cuadro 6), se observó que los destinos de mayor frecuencia fueron el trabajo (28%), los establecimientos educacionales (27%) y el supermercado (23%).

En términos de gastos de energía, los destinos que consumieron más energía en el transporte fueron: el trabajo (45%), el supermercado (19%) y los establecimientos educacionales (16%).

Cuadro 6: resultados de la encuesta de gasto energético en traslado realizada en zonas de diferentes índices de entropía.

destinos	total			
	% destinos	kwh	% kwh	kWh x destino
trabajo	1.864	28,25	25.538,25	45,76
educacion	1.796	27,22	8.988,61	16,11
comercio	542	8,21	3.584,70	6,42
super	1.563	23,69	10.715,15	19,20
servicios	171	2,59	2.097,18	3,76
edf publicos	11	0,17	119,41	0,21
deporte	543	8,23	3.822,05	6,85
salud	108	1,64	940,43	1,69
seguridad	-	-	-	-
total	6.598	100,00	55.805,77	100,00

Los resultados de la investigación mostraron como que cuando se incrementaba el índice de entropía urbana disminuía el gasto energético de transporte según el siguiente grafico (grafico 2), levantado a partir de los datos del cuadro 5.

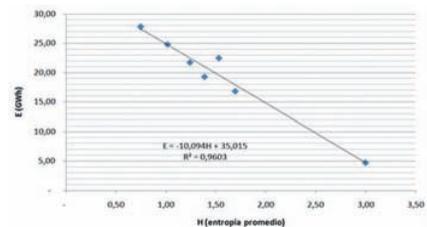


Gráfico 2: Relación entre gasto energético promedio por persona (E) y nivel de entropía promedio (H) según datos del cuadro 5

La ecuación resultante de la línea de tendencia entre la relación promedio de entropía y gasto energético fue:

$$E = -10,094H + 35,015 \quad [2]$$

Siendo “E” el gasto energético por persona medido en kWh mes y siendo “H” índice de entropía promedio.

4. Discusión

a) Cobertura.

Los resultados de la investigación muestran que la cobertura de equipamientos en una zona, determina el gasto energético por vivienda, que aumenta si el índice de cobertura es menor. El estrato social determina una curva de gasto más acentuada en los estratos de mayor riqueza, pero se mantiene invariable la relación directamente proporcional entre cobertura y gasto.

La tendencia actual de las políticas de cobertura en Chile apuntan a cubrir las necesidades de un determinado número de personas sin considerar accesibilidad y radio de ciudad caminable con el objeto que la inversión en equipamiento sea sustentable en un ahorro en tiempo y transporte.

Una planificación que destine pequeños policentros de equipamientos dentro de áreas de baja entropía, seguramente zonas residenciales monofuncionales con un índice de entropía medio de 1,04, y significaría un ahorro de energía que se traduce en una planificación sostenible (referencia a simulacro). Actualmente el negocio inmobiliario, particularmente el de creciente desarrollo hacia la periferia contempla por normativa, un máximo de 10% de áreas verdes, un máximo de 4% de equipamiento, destinado en la mayoría de los casos a juntas de vecinos y canchas deportivas. Esta escasa participación en la ciudad en crecimiento origina que luego el índice de cobertura en un sector ha dependido más de la especulación privada que del desarrollo conjunto de una ciudad integrada, y los servicios públicos aún no alcanzan ni la accesibilidad y calidad de los equipamientos de carácter comunal ubicados en el centro histórico, como es el caso de los hospitales. A pesar de esto, el aumento de la entropía en un sector es equivalente tanto como a ubicar nuevos equipamientos como el de mejorar la accesibilidad y calidad de los existentes y significaría, según los simulacros realizados una descarga en gasto equivalente a 8 Giga watts hora, lo que se traduce luego en una menor presión hacia el entorno natural. Esto es, aumento de información interna.

b) Modelos de ciudad

Si la ciudad crece horizontalmente, esta seguirá siendo energéticamente eficiente mientras el punto más crítico arrojado por los resultados se encuentre en una relación positiva entre ingreso y gasto. Si esta relación tiende a ser

negativa, podemos decir que la ciudad deja de ser sostenible económicamente y pasaría a encontrarse en endeudamiento territorial. Esta medida de ciudad estimada en 3 km más (referencia a este dato) que corresponde al recorrido tipo de locomoción colectiva, si la ciudad crece al doble el gasto energético en transporte por motivos de trabajo aumentaría al doble, lo que corresponde al 40% del gasto energético total de una vivienda.

Destinos. Los destinos han presentado una importante variación respecto a las condicionantes de gasto, pues a diferencia de los otros tipos, el trabajo se encuentra ubicado potencialmente en todos los puntos de la ciudad y en el peor de los casos, en los extremos. Es en este caso, en que la forma y tamaño de la ciudad son determinantes. Un modelo de ciudad lineal si bien concentra su complejidad en un espesor de eje, significa un tiempo y distancia de traslado mayor de un extremo a otro. La ciudad de La Serena, dispersa hacia la periferia, duplica en muchos casos el gasto en transporte por trabajo, traducido en un traslado hacia una o dos ciudades compactas.

Cada tipo de equipamiento significa un gasto y una necesidad de cobertura diferente, sin olvidar la necesidad de movilidad interna, el complemento de los usos, para no convertir la gran ciudad en un conjunto de pequeñas ciudades compactas incomunicadas. Es en este punto, cuando la variable de diversidad adquiere peso y los espacios públicos protagonismo. La frecuencia de los destinos puede indicar un rango de tolerancia en cuanto a las distancias. Así, puede ser aceptable tener edificios públicos en el centro urbano hasta una unidad de transporte, no así supermercados y establecimientos educativos.

5. Conclusiones

La planificación urbana y la implementación de modelos más diversos tienen directa incidencia en el gasto energético de esa misma área. Al incrementar el índice de entropía, el gasto energético disminuye proporcionalmente.

Los habitantes de zonas urbanas compactas y diversas gastan menos energía en transporte que sus pares de zonas menos diversas, independiente de su estrato socioeconómico.

Los policentros de servicio, instalados en zonas de baja entropía, pueden economizar gastos masivos en energía de traslado y permitir disminuir la carga sobre el sistema de soporte de un área urbana. A esos respecto resulta interesante la reciente propuesta de un tren urbano intercomunal que cubriría la distancia desde el sector Las Compañías, las estaciones de La Serena, Cuatro Esquinas, Peñuelas y Coquimbo.



Un ejemplo de accesibilidad a policentros de multi servicios con niveles de mayor entropía y un uso de menor gasto energético, lo constituye la reciente propuesta del tren urbano entre La Serena y Coquimbo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banco Mundial. 2010. Tasa de crecimiento de la población. Consultado el 27 jun <http://www.worldbank.org/depweb/spanish/modules/social/pgr/print.html>
- Comisión Europea de Medio Ambiente. 2008. Acción de la UE contra el cambio climático. El régimen de comercio de derechos de emisión de la UE. Luxemburgo. Oficina de comunicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. 23 p.
- Dimuro G. 2010. Los ecosistemas como laboratorios. La búsqueda de modos de vivir para una operatividad de la sostenibilidad. Consultado 1 Jul. 2010. Disponible en <http://www.eumed.net/libros/2009b/542/el%20ecosistema%20abierto.html>
- Ehrlich P. 2007. El crecimiento de la población humana, la explosión demográfica: el principal problema ecológico. Consultado el 01 jul 2010. Disponible en http://www.sagan-gea.org/hojared_biodiversidad/paginas/hoja32.html
- Henríquez ML. 2004. Censo-análisis socioeconómico Adimark. Adimark GFK, Santiago, Chile. Consultado 10 mar. 2007. Disponible en <http://www.adimark.cl>
- Hernández A., Alguacil J. y otros, 1996. Parámetros dotacionales en suelo urbano,
- INE (Instituto Nacional de Estadística, CL). 2002. Censo 2002. Consultado 22 ago. 2005. Disponible en http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_poblacion_vivienda/censo_pobl_vivi.php
- Margalef R. 1995. La ecología: entre la vida real y la física teórica” s. Am.
- MINVU (Ministerio de Viviendas y Urbanismo, CL). 1992. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Consultado 19 nov. 2009. Disponible en http://www.minvu.cl/opensite_20070404173759.aspx
- Rueda S. 2007. La eficiencia energética en la planificación urbana. Consultado 1 jul 2010. Disponible en http://www.ciecas.ipn.mx/foroodm/f_opinion/investigaciones/archivos/eficiencia-energetica.pdf
- Rueda S. 2001. Los costes ambientales de los modelos urbanos dispersos. Agencia de ecología urbana de Barcelona. Consultado 2 dic. 2009. Disponible en <http://www.bcnecologia.net/documentos/Costes%20ambientales%20con%20mapas.pdf>
- Shannon C, W.Weaver. 1948 .Bell System Technical Journal de October 1948,
- Sokol N, R. Linares. 2006. Inserción de los métodos matemáticos en el estudio del concepto de información. Acimed 2006; 14(5). Consultado el 01 jul. 2010. Disponible en http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol14_5_06/aci08506.html.