



EWT/ Eco Web Town

Magazine of Sustainable Design

Edizione SCUT, Università Chieti-Pescara

Registrazione al tribunale di Pescara n° 9/2011 del 07/04/2011

ISSN: 2039-2656

Politiche e progetti della sostenibilità in Catalunya
a cura di Francesc Muñoz con Massimo Angrilli

LA HUELLA DE CARBONO DE VACARISSES

D Calatayud, A Cuesta, A Marce

El trabajo presentado tiene su origen en un convenio academico entre el Ayuntamiento de Vacarisses y la UPC, en el marco de la futura revision del Plan General de Ordenacion Urbana del termino Municipal del municipio (POUM de Vacarisses)..

A OBJETIVO

Las zonas urbanas, son el hogar de más del 50% de la población mundial y tienen claramente un rol importante para facilitar la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). La asignación de la responsabilidad de emisiones GEI es una prioridad política global, como reconoce explícitamente la Convencion Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático CMNUCC (1). Para ello es necesario articular una estrategia sobre cuatro objetivos. El primer objetivo, es medir las emisiones urbanas, mediante inventarios de emisiones. El segundo objetivo es identificar las fuentes, esto es la cadena de actividades economicas que emiten GEI. El tercer objetivo, es que las ciudades acepten su responsabilidad y el cuarto objetivo, es integrar nuevos puntos de vista.

Medir las emisiones de las areas urbanas

La CMNUCC es la institucion global responsable de asegurar que los países miden las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero y establecer objetivos para su reducción. Son un metodo top-down, y se preparan de acuerdo con criterios elaborados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

Inventarios GEI nacionales

Los inventarios incluyen metodologías a escala pais para estimar las emisiones de los 6 gases GEI. Estos inventarios tiene cutro sectores clave: energía (emision estacionaria y transporte), procesos industriales, agricultura-silvicultura-otros usos de la tierra, y residuos.

Inventarios GEI de empresas

Las industrias y las empresas se han involucrado en la lucha contra el cambio climatico. realizando inventarios GEI de su actividad economica. El Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD), han creado un protocolo que aborda la cuestion de integrar la contabilidad de las emisiones directas e indirectas de toda la su cadena de servicios. Para esto la cadena se articula en « scopes ». El scope 1 contabiliza las emisiones directas, el scope 2, contabiliza las emisiones indirectas de la electricidad, y el scope 3 agrega las emisiones indirectas consecuencia del ciclo de vida de componentes o servicios.

Inventarios GEI de las areas urbanas

Las autoridades urbanas funcionan en dos niveles distintos. Las areas urbanas estan compuestas de un gobierno municipal, y de la actividad urbana de la comunidad que esta bajo su tutela. Ambas emiten GEI. En el primer nivel, el gobierno municipal, funciona como una empresa comercial, evalua sus propias emisiones como una entidad corporativa (son el 10% de las emisiones GEI urbanas). En un segundo nivel, las autoridades urbanas funcionan como un gobierno, pueden supervisar y regular las actividades que la comunidad desarrolla dentro de su jurisdicción, (son el 90% de las emisiones urbanas). El ICLEI es una red de Gobiernos Locales para la Sostenibilidad (ICLEI), con más de 1.000 autoridades locales afiliadas cuyo

objetivo es ayudar a las ciudades a adoptar un programa para reducir las emisiones de GEI locales. El protocolo desarrollado por el ICLEI, utiliza las principales categorías derivadas de las directrices del IPCC sobre inventarios nacionales, descompone los "macro-sectores", en sub-sectores de comunidad y gobierno local, e incorpora los scopes 1,2,3 (emisiones directas e indirectas). Es por lo tanto un buen marco de trabajo.

Identificar las fuentes de emisión

Las principales fuentes de emisión de GEI definidas por los inventarios son; la generación de electricidad, el transporte, edificios comerciales y residenciales, industria, residuos, y agriculturasilvicultura. Según los inventarios nacionales de GEI de España (2). En 2011 se emitieron 351MTCO₂e, esto son 7,77 TCO₂e per capita x año. Estas emisiones se distribuyen en 77% en energía (Cap 1), 7,4% en procesos industriales (Cap 2/3), 10,5% en agricultura (Cap 4/5), 4% en tratamiento de residuos (Cap 6). A efectos de la huella de carbono del modelo urbano los subcapítulos 1A1 generación electricidad, 1A2 industria energía, 1A3 transporte, 2A productos minerales, 2B siderurgia permiten reasignar estas emisiones a componentes urbanos. La residencia emite en energía util HC_{enu} un 30% del 1A1, la generación eléctrica, unos 1,75 TCO₂e per capita x año, y el 80% del 1A2 industrias de la energía, unos 1,5 TCO₂e per capita x año. En total unas 3,7 TCO₂e per capita x año. La residencia emite en energía gris HC_{cons} el 90% del 2A, los productos minerales, unos 0,26 TCO₂e per capita x año, y el 50% del 2B la siderurgia, unos 0,04 TCO₂e per capita x año. En total unas 0,3 TCO₂e per capita x año. El transporte emite en todas sus formas de movilidad HC_{movtot} el 75% del 1A3 los productos minerales, unos 0,26 TCO₂e per capita x año, y el 50% del 2B siderurgia. Unas 1,4 TCO₂e per capita x año.

$H_{cmu} = H_{Ccons} + H_{Cenu} + H_{Cmovtot}$

Si definimos la Huella de Carbono del modelo urbano (H_{cmu}) el polinomio anterior, obtenemos a partir de los inventarios Nacionales de España una emisión de 5,0 TCO₂e per capita x año.

La escala de las emisiones urbanas

Las emisiones per cápita promedio para las grandes ciudades recogidas por UN-Habitat (3) son sustancialmente más bajas que las de los países en que se encuentran. Las emisiones per cápita de Nueva York son 7,1TCO₂pcxa, Washington 19,7TCO₂pcxa, en comparación con los 23,9 TCO₂pcxa de los EE.UU.; En la UE Londres esta en 6,2 TCO₂pcxa, Glasgow 8,4 TCO₂pcxa comparados con los 11.2 TCO₂pcxa del Reino Unido. Barcelona esta en 9 TCO₂pcxa comparados con los 9,67 TCO₂pcxa de España. Sao Paulo esta en 1,5 TCO₂pcxa frente a 8,2 por TCO₂pcxa de Brasil y Mexico City 3,6 TCO₂pcxa, menos que los 4,6 TCO₂pcxa de Mexico.

Nuevos puntos de vista

Factores que influyen en las emisiones

Una variedad de factores explican la variabilidad de los resultados expuestos. Los principales factores que afectan a los sectores generadores de GEI, son los factores geográficos (clima, existencia de fuentes de energía primaria, potencial de uso de fuentes de energía renovable), los factores sociales (envejecimiento de la población, tamaño de los hogares, renta de los hogares), factores técnicos (tamaño de las viviendas, eficiencia energética de las viviendas, edad del stock) y la planificación urbana.

Dispersión urbana o ciudad compacta

El término sprawl, describe la extensión de las áreas urbanas mediante suburbios de baja densidad. Un fenómeno estudiado en el entorno UE por la AEMA (4) y España (5). Las ciudades asiáticas multiplican 4 veces la densidad de las ciudades europeas, y 8 veces la densidad de las ciudades de EEUU. Pero como consecuencia del sprawl UN-Habitat estima que la población total de las ciudades entre 2000 y 2030, aumentara en los países desarrollados un factor 1,2, y sus zonas edificadas se extenderan un factor 2, hasta 500.000 km². En los países en desarrollo la población aumentara un factor 2, y sus áreas urbanizadas se extenderan un factor 3, hasta 600.000 km². El problema, es que, las bajas densidades del sprawl están asociadas a; edificios más grandes, uso más intensivo del coche y mayores consumos de energía de los hogares. Bajo la idea de modelo de ciudad compacta y de usos mixtos, se defiende un modelo urbano de barrios densos interconectados con redes de transporte público, casas más pequeñas, formas de distribución de calor en district heating y usos mixtos. El modelo teóricamente reduce los costos de climatización, crea eficiencias en la distribución de redes urbanas de calor y frío, reduce la media de kilómetros de movilidad obligada y permite cambiar a formas de transporte más eficientes reduciéndolas emisiones de GEI.

Carbon leakage

El menor coste de la mano de obra de otras regiones económicas (Mexico, China India), y su menor regulación ambiental ha animado a la industria más intensiva en energía a reubicarse. El resultado es la transición a una economía urbana basada en servicios que reduce las emisiones de GEI de scope 1, aumentando los scopes 2 y 3. Por ejemplo Londres, redujo sus emisiones industriales a la mitad entre 1990 y 2006, mientras que las emisiones chinas de bienes exportados han subido del 12 % de 1987 al 33 % en 2005. El uso de un enfoque basado en la producción está provocando efectos perversos y negativos. Las

zonas urbanas de los países desarrollados reducen sus emisiones deslocalizando actividades económicas intensas en GEI, e incentivan actividades económicas más limpias (financieras). Dado que los países en desarrollo no están obligados a reducir las emisiones bajo la CMNUCC, las emisiones se desplazan en lugar de reducirse. El principio de "responsabilidades comunes pero diferenciadas" del Protocolo de Kyoto o el futuro tratado que le suceda en 2015, no puede crear este tipo de incentivos.

Huellas ecológicas frente a las emisiones de carbono

Puesto que las emisiones de CO₂ tienen el mismo efecto en el clima global donde quiera que se liberen. Un enfoque útil para el cálculo de las emisiones de GEI de las zonas urbanas es considerar las huellas ecológicas (86). La huella ecológica mide el área de la superficie terrestre necesaria para proporcionar los bienes de consumo de una zona urbana individuo o país, *independientemente de donde hayan sido producidos*. La huella ecológica reconoce que las ciudades dependen de los recursos y servicios ecológicos, que entran - desde fuera de sus fronteras, y que dependen de los servicios globales de los ecosistemas. La metodología de la huella ecológica incorpora desarrollar el concepto de huella de carbono. Esta cuenta todas las emisiones incluidas de los Scope 1, Scope 2, y pone énfasis en las emisiones indirectas de los productos y servicios, Scope 3, que consumen los habitantes urbanos. Los análisis de insumo-producto permiten medir huellas de carbono promedio per cápita de países pero tienen limitaciones al ser una metodología top-down .

B CALCULO DE LA HUELLA URBANA

La asignatura optativa metabolismo urbano, tiene como objetivo realizar entrevistas a hogares para determinar, la huella de carbono de los hogares, scopes 1, 2, 3 con un método bottom-up. Se basa en protocolos de encuestas de la EU-SILC (7) de la UE y el English Housing Condition Survey (EHCS) del Reino Unido (8), el proyecto SECH de Eurostat (Detailed Statistics on Energy Consumption in Households.) y el proyecto SECH/ SPAHOUSEC del IDAE(9).

Metodología

La metodología de este estudio, está descrita en varios trabajos académicos publicados por el autor, en colaboración con I Muñiz (10), (11), (12), (13).

La entrevista

Se seleccionaron 13 barrios representativos de los tejidos del municipio, realizando entre 5 y 40 encuestas en cada sector urbano, que para ser más efectivas las encuestas realizan los sábados. Los estudiantes están acreditados, informan al sujeto que el estudio es académico, y que los datos son confidenciales. El cuestionario está calibrado para ser respondido en la calle en 20 minutos. En el caso de que el entrevistado acepte se consigna un número de teléfono. La encuesta se centra en 4 aspectos;

Condiciones socioeconómicas de hogar

El entrevistador pregunta el número de miembros del hogar, sus edades, formación, estado laboral i renta per cápita, y agregada. Se pregunta por la renta bruta de cada miembro activo del hogar (renta de los trabajadores asalariados, rentas por cuenta propia renta de la propiedad, transferencias corrientes percibidas. Se pregunta el pago de un alquiler o hipoteca.

La vivienda

El entrevistador pregunta sobre la tipología de la vivienda, sus metros cuadrados construidos, la época de construcción y sistema constructivo. Se pregunta sobre el régimen de tenencia, coste de acceso, (hipoteca o alquiler mensual), época de firma del contrato. El entrevistador intenta determinar las variables de demanda térmica; metros cuadrados calefactados, temperatura de confort, ventilación, sistemas de climatización instalados. Se pregunta sobre la demanda de agua caliente sanitaria (frecuencia, temperatura, y sistema). El entrevistador intenta determinar las variables de demanda eléctrica; (clase de cada electrodoméstico, luminarias y régimen de utilización. Finalmente se pide una estimación de consumos, en €, por peso o por volumen de todos los vectores energéticos utilizados en la vivienda.

La movilidad

El entrevistador pregunta sobre la movilidad obligada; distancia, frecuencia y modo de transporte al lugar de trabajo de cada uno de los miembros ocupados. Se pregunta sobre los movimientos semanales de movilidad cuasi obligada; colegios, compras, gestiones. Se pregunta sobre los movimientos no obligados: ocio, práctica de deportes, escapadas de fin de semana a una segunda residencia. Finalmente se aborda la movilidad no obligada de grandes vacaciones; destino, duración y medio de transporte en vacaciones de agosto de cada miembro en los últimos tres años.

Las condiciones de vida

El entrevistador pregunta sobre la capacidad de inversión en eficiencia en la vivienda, y en eficiencia en transporte. Si se han realizado mejoras, su coste, y si desearían realizar mejoras pero no tiene capacidad de financiación. Se pregunta sobre la proporción de renta neta disponible destinada al acceso a la vivienda y sobre la proporción de renta neta disponible destinada a la energía.

Calculo de la huella de carbono

Perfil social

La encuesta identifica, numeros de miembros del hogar, edades, sexo: y tipifica el perfil social, del "hogar", asignando un coeficiente de equivalencia. (EU-SILC eurostat)

Perfil economico

Para deducir la renta disponible total del hogar despues de los costes de acceso a la vivienda RNDdcv se resta el alquiler imputado, que se equivalisa.

Huella de carbono de la ocupación (HCoc), Huella de carbono de la energia gris (HCcons).

La encuesta y la foto si es posible permiten identificar el sistema constructivo y calcular la energia gris HC cons. de la vivienda . *Huella de carbono* de la energia util residencial (HCeu). A partir de la zona climatica, la edad, sistema constructivo, ocupación, temperatura de confort, mejoras, se estima la demanda de la vivienda. Mediante las facturación mensual o anual (litros de gasoil, kg de leña, factura electrica..), se estima el consumo. El tanteo acaba deduciendo la eficiencia real de la vivienda deduciendo las perdidas por; gestion puentes termicos e infiltraciones, posibles ahorros por cambios de ventanas o aislamiento deduciendo la huella de carbono. La demanda en ACS se calcula en funcion de la declaracion, que se compara con las estadísticas de uso (IDAE), conociendo el sistema de produccion y el vector energetico se deduce la huella de carbono.). La demanda en energia electrica en electrodomesticos se calcula en funcion de la declaracion, que se compara con las estadísticas de uso (IDAE). Conocida la emisividad de la electricidad, se calcula la huella de carbono. La demanda en iluminacion se calcula en funcion de la declaracion, que se compara con las estadísticas de uso (IDAE). deduciendo la huella de carbono. Finalmente todos los datos se agregan para determinar la huella de carbono de la energia util.

Huella de carbono de movilidad obligada (HCmob)+ Huella de carbono de movilidad de compras (HCmno).

A partir de los trayectos de movilidad obligada por trabajo y estudio; origen-destino, kilometraje, tipo de vehiculo (automovil, autobus, tren, coche compartido..), numero de pasajeros, tarifas y costes directos permiten deducir los costes economicos, los costes ambientales y la huella de la movilidad obligada (HCmovob). La movilidad casi-obligada agrega trayectos por compras y gestiones (HCmovco). La movilidad obligada y cuasi-obligada se agregan.

Huella de carbono de la movilidad de fin de semana (HCmfs) + Huella de carbono de la movilidad para las vacaciones (HCmvac).

A partir de los trayectos de movilidad no obligada en fin de semana; origen-destino, kilometraje, tipo de vehiculo(automovil, autobus, tren, coche, avion..), se deducen los costes economicos, ambientales y la huella HCmfs. A partir de los trayectos de movilidad no obligada de vacaciones; origen-destino, kilometraje, tipo de vehiculo (automovil, autobus, tren, coche, avion, barco..), se estiman los costes y la huella HCmvac de la movilidad no obligada de vacaciones. Movilidad de fin de semana y de vacaciones se agregan.

De las huellas de carbono a las huellas ecologicas

Se agregan las 6 huellas de carbono para obtener la huella del modelo urbano.

$Hc\ MU\ (HEener) = (HCeu) + (HCoc) + (HCcons) + (HCmovob) + (HCmovcom) + (HCfs) + (HCvac)$.

Determinacion del energy land del modelo urbano del hogar

Finalmente mediante factores de equivalencia de los National Footprint and Biocapacity Accounts (9) transformamos la huella de carbomo en gha. Para esto se utiliza la sustitución por biomasa, que calcula el área necesaria para sustituir los combustibles fósiles por su equivalente energético en leña.. La sustitución por biocombustibles alternativos con menor requerimiento de espacio (como el etanol) desplaza hectáreas alimentarias y esta en revision. Conocida la huella de carbono, se completan los datos con la huella de cataluña o de España.

Outputs

Los excels de las entrevistas de los 184 hogares se convierten en fichas familiares. Las familias entrevistadas, se ubican en su barrio, con su numero de encuesta, creando un fichero excel del barrio. Los excel del barrio, se integran en un archivo excell resumen con todos los datos de los hogares de la ciudad.

Estudios y resultados de referencia

Se han consultado los estudios de huella ecologica del Reino unido (17), Londres (18) y el ecobarrio de BedZED(19), (20). En EEUU la referencia es el estudio comparado de la Huella de carbono de 100 metropolis (21). En España las referencias consultadas han sido el análisis preliminar de la huella ecológica en España (22), y el estudio de huella ecologica de Barcelona (23). La huella ecologica (HE) del Reino Unido es de 5,45 gha/pcxa, de esta la huella del modelo urbano (HEmu) es de 0,98 gha/pc, la huella de carbono (HC) es de 11,87TCO2e pcxa- y la huella de carbono del modelo urbano (HCmu) es de 2,59TCO2e pcxa. La HE de Londres es de 6,63 gha/pcxa, de esta la HEmu es de 3,32 gha/pc y la HC es de 6,7TCO2e pcxa y la HCmu es de 3,89TCO2e pcxa. La HE de un habitante medio de Sutton la referencia para BEDZed, es de 5,2gha/pcxa, de esta la HEmu es de 2,76gha/pc, la HC es de 10,37TCO2e pcxa y la HCmu es de 4,93TCO2e pcxa. La HE de un habitante medio de BEDZed (33), (34) , es de 4,78 gha/pcxa, de esta la HEmu es de 1,53gha/pc, la HC es de 9,4TCO2e pcxa y la HCmu es de 3,98TCO2e pcxa. La HE de el

habitante modelo de BEDZed y despues de implementar las mejoras pendientes (33), (34), es de 3,86gha/pcxa, de esta la HEmu es de 0,61gha/pc, la HC es de 6,9TCO2e pcxa y la HCmu es de 1,48TCO2e pcxa. La huella de carbono del modelo urbano HCmu en EEUU varia entre 4,95TCO2e pcxa de Honolulu, HI a los 12,75TCO2e pcxa de Lexington-Fayette. En españa la HE de España es de 6,39 gha/pcxa, de esta la HEmu es de 2,39gha/pc y la HC es de 9,67TCO2e pcxa, la HCmu es de 7,7TCO2e pcxa. La HE de Barcelona es de 3,40 gha/pcxa, de esta la HEmu es de 1,35gha/pc y la HC es de 9,01TCO2e pcxa y la HCmu es de 7,04TCO2e pcxa.

Resultados y comentarios

La huella ecologica HE de Vacarisses es de 5,09 gha/pcxa, de esta la HEmu es de 1,27gha/pc, la HC es de 8,21TCO2e pcxa y la HCmu es de 4,98TCO2e pcxa. El resultado bottom-up de scope 3 es perfectamente comparable con las referencias internacionales, y por lo tanto la metodologia es replicable.

Bibliografia

- (1) *Convencion Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático CMNUCC*
- (2) *Inventario Nacional de emisiones de España 2013*
- (3) *UN-HABITAT; Cities and climate change 2011*
- (4) *Towards an urban Atlas EEA 2002.*
- (5) *A Font Transformacions urbanitzadores, area metropolitana y regio metropolitana de barcelona 1977-2000*
- (6) *Rees, W., & Wackernagel, M. (Ed.). (1996). Our ecological footprint. The New Catalyst Bioregional Series, Canada.*
- (7) *EU-silc HOUSING condition Survey Eurostat.*
- (8) *Proyecto SECH- SPAHOUSEC IDAE 2011*
- (9) *EHCS 1996*
- (10) *Høyer, K., & Holden, E. (2003). Household consumption and ecological footprints in Norway: Does urban form matter? Journal of Consumer Policy, 26, 327–349.*
- (11) *I Muñiz, D Calatayud 2010 “Cap a un habitat(ge) sostenible” coordinat pel Consell Assesor del Desenvolupament Sostenible (CADs) http://www15.gencat.cat/cads/AppPHP/index.php?option=com_content&task=view&id=637&Itemid=156*
- (12) *I Muñiz, D Calatayud, R Bodaño 2013 The compensation hypothesis in Barcelona measured trough ecological footprints Landscape amd urban planning*
- (13) *RELS Proyecto de Cooperación Transfronteriza UE; RELS - Rénovation Energétique des Logements . Proyecto MED con fuentes europeos y con una duración de 40 meses, orientado a la mejora de la eficiencia térmica y energética de los edificios de uso residencial y social situados en el entorno del mar Mediterráneo.*
- (15) *Towards an urban Atlas EEA 2002.*
- (16) *A Font Transformacions urbanitzadores, area metropolitana y regio metropolitana de barcelona 1977-2000*
- (17) *SEI (2005). REAP Resources and Energy Analysis Programme*
- (18) *Best Foot Forward Ltd 2001 City Limits; A resource flow and ecological footprints analysis of Greater London*
- (19) *Bioregional 2002 BedZED, Toolkit part 3*
- (20) *Bioregional 2007 BedZED, seven years on*
- (21) *M.A. Brown, F Southworth, A Sarzynski 2008 shrinking the carbon footprint of metropolitan america*
- (22) *D Pon, MCalvo, O Carpintero 2007 Análisis preliminar de la huella ecológica en españa minuartía, Estudis Ambientals en colabración con Estudio MC e Instituto de Economía Pública. Universidad del País Vasco*
- (23) *F Relea, A Prat 1991; La petgada ecologica de Barcelona*