



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

OFICINA DE MEDIO AMBIENTE (OMA-UDC)
VICERREITORÍA DE ECONOMÍA, INFRAESTRUTURAS E SUSTENTABILIDADE

A Pegada Ecolóxica da Universidade da Coruña (2016)

A Pegada Ecolóxica da Universidade da Coruña

Coordinación: Domingo Calvo, Manuel Soto
Redacción: Manuel Soto, Verónica Torrijos
Oficina de Medio Ambiente (OMA-UDC)
Vicerreitoría de Economía, Infraestruturas e Sustentabilidade
Universidade da Coruña
A Coruña, maio de 2018

Agradecemento

Os datos de mobilidade obtivéronse da enquisa de mobilidade, cuxa análise estatística foi realizada por **Alfonso Orro e Benito Pérez**, do Grupo de Ferrocarrís e Transportes. E.T.S. de Enxeñeiros de Camiños, Canais e Portos, Universidade da Coruña.

O Servizo de Arquitectura Urbanismo da UDC forneceu os restantes datos básicos de consumos (auga e enerxía) e aqueles relativos a edificación e territorio para o cálculo da pegada.

Agradecemos a **Federico Martín Palmero**, profesor de Fundamentos da Análise Económica da Facultade de Socioloxía (UDC), a elaboración da metodoloxía para a determinación da pegada ecolóxica na UDC no curso 2008-2009, que foi seguida tamén no presente traballo.

RESUMO

Neste estudo preséntanse os resultados do cálculo da pegada ecolóxica da UDC, que resultou de 3.312 ha de bosque galego no ano 2016. A pegada ecolóxica avalíouse como a suma de oito compoñentes, por orde de magnitude: mobilidade (49,1% da pegada total), electricidade (24,1%), edificación (14,8%), combustíbeis fósiles (gasóleo e gas natural) (9,0%), territorio (2,1%), consumo de papel (0,5%), xeración de residuos (0,2%) e consumo de auga (0,2%). Cunha pegada *per cápita* media de 0,16 ha/persoa, o valor global equivale a 58 veces o territorio ocupado polos campus da UDC. O uso da enerxía e a mobilidade achegan máis do 80% da pegada total. Nos últimos 8 anos, a PE da UDC viuse lixeiramente reducida, pasando de 3.475 ha de 2008 a 3.312 ha de 2016.

1. O DESENVOLVEMENTO SUSTENTÁBEL E PEGADA ECOLÓXICA

O concepto oficial de desenvolvemento sustentábel foi introducido en 1987 no informe *O noso futuro común* (coñecido como Informe Brundtland) que o definiu como:

Está nas nosas mans facer que o desenvolvemento sexa sustentábel, é dicir, asegurar que satisfaga as necesidades do presente sen comprometer a capacidade das futuras xeracións para satisfacer as propias.

Este concepto inicial foi ampliado e completado ate á actualidade ao se lle engadiren novas consideracións co fin de dotar a sustentabilidade dun carácter multidimensional, entendido nas facetas ambiental, económica, institucional e social.

Ao ser o desenvolvemento sustentábel un concepto distinto ao de crecemento económico cuantitativo, xa no Cumio de Río (1992) se sentaron as bases para a creación de novos sistemas de indicadores de sustentabilidade. Entre eles, a pegada ecolóxica (PE) é posiblemente o indicador máis coñecido e estendido hoxe en día.

Coas limitacións propias dos diversos sistemas de cálculo, fontes estatísticas e das distintas variacións metodolóxicas, a PE está considerada como un indicador do desenvolvemento sustentábel forte, entendido este como aquel que permite manter un *stock* de capital natural ao longo do tempo (coñecida tamén como Regra do capital natural constante). Para calculala, hai que determinar a cantidade de terreo produtivo necesario para obter os bens consumidos e para absorber os residuos xerados por unha determinada poboación. A pegada ecolóxica individual (que normalmente se expresa en hectáreas *per cápita*), obtense a partir da dita superficie total, dividíndoa polo número de habitantes do espazo ou comunidade considerados.

Os tipos de terreo produtivo de referencia que se teñen en conta para calcular a pegada ecolóxica son os seguintes:

- Cultivos: Superficie máis produtiva con actividade agrícola que concentra a produción utilizable polo home.
- Pastos: Área de pastoreo de gando. Menos produtiva que a anterior.
- Bosques: Superficie forestal (área de bosques en explotación), sexa natural ou obxecto de repoboación.
- Mar: Área mariña bioloxicamente produtiva aproveitada polo home.
- Área de absorción de CO₂: Superficie forestal que resulta necesaria para a absorción das emisións de CO₂ liberadas á atmosfera pola queima de combustibles fósiles.

A apropiación do terreo derívase do consumo que facemos e, polo tanto, a pegada ecolóxica ten un carácter individual cuxo cálculo soamente pode ser traspasado ao ámbito colectivo ou espacial, logo de realizar diversas modificacións metodolóxicas para que os resultados resulten significativos e coherentes. Trátase de seleccionar axeitadamente as compoñentes da pegada individual que cómpre termos en conta:

vivenda, alimentación, profesional ou de estudos, lecer e outros servizos (sanidade, etc).

Cando falamos da pegada ecolóxica das universidades, estamos a falar, primeiramente, da compoñente “profesional” da comunidade universitaria. En segundo lugar, cómpre decidirmos que factores de impacto incluiremos no cálculo, que deberán ser aqueles que resultaren cuantitativamente máis significativos.

2. METODOLOXÍA PARA DETERMINAR A PEGADA ECOLÓXICA DA ACTIVIDADE UNIVERSITARIA

2.1. Compoñentes consideradas

O cálculo da pegada ecolóxica da UDC fíxose sobre as compoñentes enerxéticas, ou cálculo da área de absorción de CO₂, provocadas polas diferentes actividades dos centros e, como compoñente individual, provocadas polos desprazamentos obrigatorios do persoal até os centros de estudo e traballo. Desta forma, o valor obtido do indicador desvincúlase dos comportamentos das persoas que sexan alleos á súa actividade académica. Exclúese, tamén, a alimentación, mesmo cando esta teña lugar nos centros universitarios (cafetarías, comedores e residencias universitarias), mais non os residuos dos servizos que a satisfán.

Os indicadores utilizados distribúense en catro categorías:

a) Edificación:

- Emisións derivadas da construción (e reforma, de ser o caso) dos edificios e da instalacións.
- Espazo ocupado directamente pola universidade (área dos campus).

b) Consumo de enerxía no uso dos edificios:

- Enerxía eléctrica
- Gas natural, gasóleos e derivados

c) Mobilidade:

- Emisións asociadas ao emprego de medios motorizados para os desprazamentos das persoas desde o seu fogar ás actividades universitarias, incluíndo os desprazamentos entre o domicilio familiar e o domicilio durante o curso, de ser o caso, e tamén as emisións correspondentes ás viaxes extraordinarias tais como congresos ou estadias fora da UDC.

d) Consumo de materiais e xeración de residuos: cálculo das emisións producidas polos consumos de:

- Auga
- Papel
- Xeración de residuos sólidos perigosos e non perigosos

Non se incluíron as emisións asociadas ao transporte de mercadorías e outros materiais usadas na actividade universitaria, pola inexistencia de información básica dispoñíbel. Tampouco se estimaron as compoñentes correspondentes ao consumo doutros materiais e produtos distintos de auga e papel, tales como reactivos químicos, aparellos eléctricos e electrónicos etc. Porén, pode afirmarse que estas compoñentes serán cuantitativamente pouco significativas fronte ás compoñentes principais que achegan pegada ecolóxica, polo que isto non desvirtúa os resultados do cálculo da pegada e a súa utilidade práctica. Non se contabiliza a enerxía procedente de fontes renovables que se xera na propia UDC, xa que se lle asigna unha taxa nula de emisión de CO₂.

A comunidade universitaria atinxiu a cifra de 21.414 persoas en 2016, de acordo coa distribución que se dá na Táboa 1.

Táboa 1. A comunidade universitaria en 2016

	Estudantes	PDI	PAS	TOTAL
Curso 2016-2017	19227	1.422	765	21414
%	89,8	6,6	3,6	100,0

2.2. Factores de conversión

Cómpre especificar os factores de conversión empregados, xa que estes non son únicos nin universais. De feito, os valores de emisión por kWh de enerxía eléctrica consumida poden variar moito, en función das fontes de xeración de que fai uso a empresa subministradora. Igualmente, a compoñentes como os residuos ou a auga poden asignárselle factores de conversión locais ou globais e variar calquera deles dunha a outra fonte.

- **Enerxía eléctrica.**
Aplicouse a media de emisións de CO₂ publicada pola empresa subministradora (Unión Fenosa) para o ano 2016, que foi de 0,36 kilogramos de CO₂ por cada kWh consumido.
- **Gas natural, gasóleos e derivados.**
Aplicouse unha emisión estimada de 2,23 kg de CO₂ por m³ de gas natural, e de 2,67 kg de CO₂ por litro de gasóleo consumido (López et al, 2008).
- **Auga.**
Empregouse un factor de emisión medio de 0,50 kg de CO₂ por metro cúbico consumido (López e Blanco, 2009). Neste caso, considerouse unha emisión “potencial” ou de “referencia” próxima á doutros casos en que as augas residuais son tratadas nunha estación depuradora convencional.
- **Consumo de papel.**
Os factores de emisión empregados foron de 0,61 kgCO₂/kg papel reciclado e 1,84 kgCO₂/kg papel de fibra virxe non reciclado (López et al., 2008)

▪ Xeración de residuos.

Empregouse un factor de emisión medio de 0,208 kgCO₂/kg RP obtido a partir de factores para diferentes tipos de residuos perigosos (RP) (Marañón *et al*, 2008). Para residuos urbanos mesturados, empregouse o factor global de 0,61 kgCO₂/kg RU (López e Blanco, 2009). Mentres, para aquelas fraccións recollidas selectivamente e destinadas á reciclaxe, ou a compostaxe no campus, consideráronse emisións nulas.

▪ Edificación

Partiuse dun coeficiente de emisións de 520 kg./m². Considerando unha vida media dos edificios e das construcións nun período de 50 anos, antes de que requiran rehabilitacións ou reconstrucións en profundidade, o coeficiente de emisión unitaria anual resultou de 10,4 kgCO₂/m² (MIES, 1999).

▪ Ocupación do espazo:

Nesta epígrafe contabilízase a superficie total de cada un dos campus, non só edificada senón tamén vías, zonas verdes etc. Non se descontaron aquelas zonas verdes naturalizadas, como é o caso do Monte da Fraga (A Zapateira), aínda que algunhas metodoloxías propoñen descontalas, así como asignarlle unha contrapegada ás zonas verdes en xeral. No caso de Elviña, si se descontou a superficie prevista para o campus na planificación, mais non utilizada pola UDC.

▪ Mobilidade das persoas:

As emisións asociadas á mobilidade das persoas desde os seus domicilios até os centros de traballo ou estudo determináronse a partir da información obtida dunha enquisa de mobilidade e da asignación de factores de emisión medios a cada tipo de vehículo empregado. Os factores de emisión empregados foron os indicados na Táboa 2.

Táboa 2. Factor de emisión de CO₂ (kg CO₂/km·persoa) segundo o medio de transporte

Medio de transporte	Coche (n.º de ocupantes)				Moto	Bus	Tren	Bicicleta	A pé
	1-2	3	4	5+					
kgCO ₂ /km·persoa	0,2	0,1	0,07	0,05	0,06	0,03	0,03	0	0

De momento, as emisións asociadas ao transporte de materiais non foron determinadas. Tampouco o foron as emisións debidas a determinados servizos contratados, como os de xardinería, restauración, etc.

Finalmente, para a conversión das emisións de CO₂ en hectáreas de superficie produtiva, emprégase o factor de 6,27 t CO₂/ha.ano correspondente á capacidade de fixación de dióxido de carbono do bosque galego (López *et al.*, 2008).

3. RESULTADOS

3.1. O consumo de enerxía no uso dos edificios

Son dúas categorías ou compoñentes da pegada, relativas ao consumo de electricidade e combustibles fósiles (gasóleo e gas natural). Os resultados acadados para o total da UDC e por áreas dos campus móstranse na Táboa 3. A pegada total derivada do consumo de enerxía nos edificios da UDC foi de 1098 ha en 2016, un 16,6% inferior á de 2008.

Táboa 3. Edificación e consumo de enerxía nos edificios e pegada ecolóxica asociada

	Electricidade (kWh)	Gasóleo (L)	Gas natural (m3)	Emisións de CO2 (kg)	Pegada (Ha)*	(%)
MAESTRANZA	474.716	0	0	170.898	27,3	2,5
RIAZOR	405.768	18.499	22.713	246.119	39,3	3,6
ELVIÑA	8.319.052	212.967	19.782	3.607.594	575,4	52,4
A ZAPATEIRA	2.304.178	58.501	170.352	1.365.587	217,8	19,8
OZA	636.302	21.206	0	285.689	45,6	4,1
BASTIAGUEIRO	467.948	74.506	0	367.392	58,6	5,3
ESTEIRO	1.051.829	91.123	27.235	682.691	108,9	9,9
SERANTES	254.908	25.403	0	159.593	25,5	2,3
TOTAL 2016	13.914.701	502.205	240.082	6.885.563	1.098	100,0
TOTAL 2008	14.158.469	1.025.300	0	8.259.354	1317	-
Variación 2016/2008 (%)	98,3	49,0	-	83,4	83,4	-

*Pegada das tres compoñentes de enerxía indicadas

Os valores relativos para cada área son explicables, en parte, en función das características construtivas, o tipo de fonte enerxética, a eficiencia dos equipamentos, e as actividades que se realizan nelas. Segundo xa se indicou, a pegada ecolóxica garda unha relación directa coas emisións de CO₂. As emisións totais por estes tres conceptos atinxen os 6 885 563 kg CO₂ anuais, dos cales un 73% se debe ao consumo de electricidade e o restante 27% ao consumo de gasóleo e gas natural para a calefacción.

A redución da pegada ecolóxica neste período débese a varias razóns. Como podemos ver, o consumo de electricidade apenas se reduciu nun 1,7% no período de 2008 a 2016, máis a pegada ecolóxica asociada caeu nun 9,3% debido á variación do factor de conversión (pasou de de 0,39 a 0,36 kgCO₂/kWh subministrado). A compoñente que máis caeu foi á relativa aos combustíbeis para calefacción, xa que a pegada en 2016 foi do 68,5% da de 2008. Esta caída explícase tanto pola redución dos kWh consumidos (de 10247499 en 2008 a 7547075 en 2016) como polas menores emisións do gas natural en relación ao gasóleo. En 2008 todo o combustíbel era gasóleo, e en 2016 acadou o 33% da enerxía calorífica consumida.

A evolución interanual do consumo de enerxía móstrase na Figura 1. No decenio que vai de 2007 a 2016, o consumo de electricidade variou notablemente sen unha

tendencia clara. Con todo, a tendencia é máis positiva que a rexistrada no quinquenio anterior, o que foi de 2004 a 2008, no que o consumo de electricidade aumentara nun total do 9,8%, a razón dunha media do 2,0% anual. Ademais, nos últimos catro anos mostrou unha clara redución en relación cos catro anteriores. A evolución decrecente é máis clara no caso do consumo de enerxía para calefacción (gasóleo e gas natural), que mostrou unha caída do 2,1% anual no período, resultando estatisticamente significativa. No conxunto, a caída no consumo de enerxía foi do 1,7% anual.

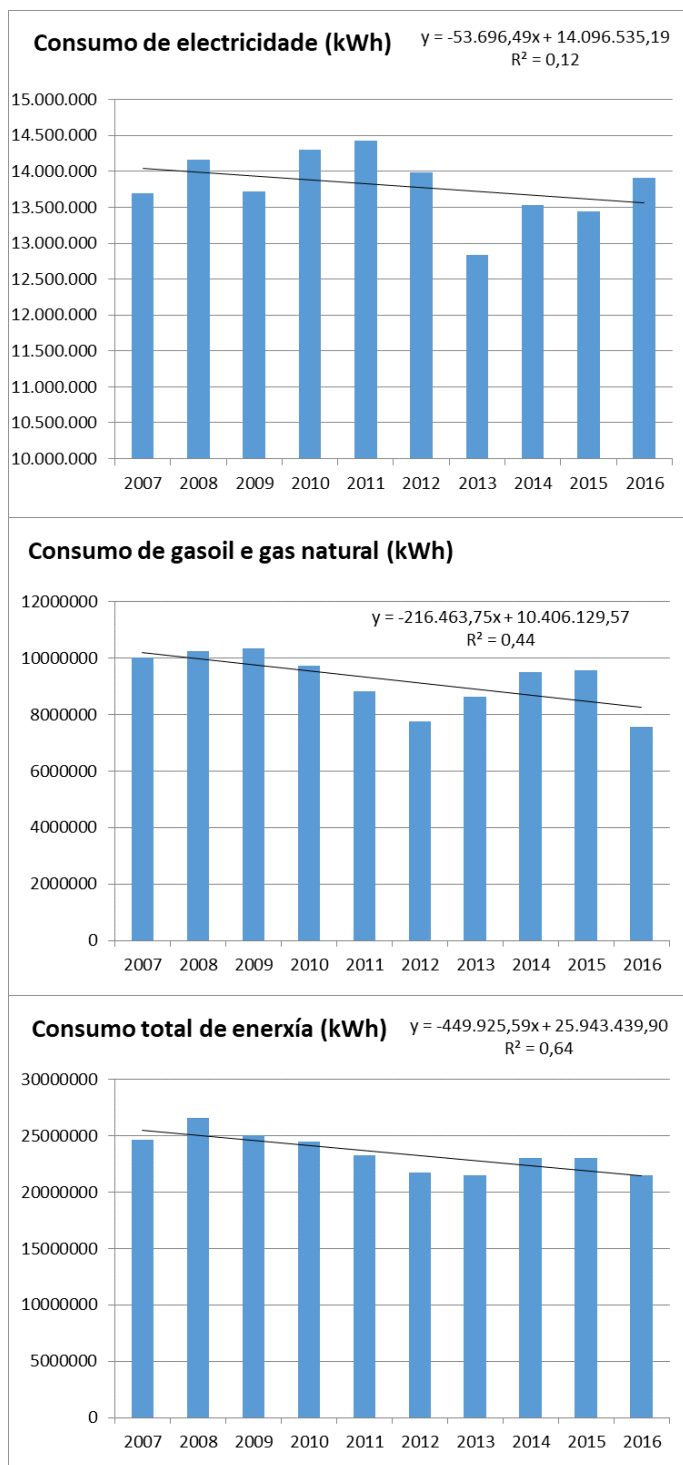


Figura 1. A evolución interanual do consumo de electricidade, gasóleo e gas natural na UDC

3.2. A pegada da edificación

A superficie construída variou pouco neste período, pero si se viu lixeiramente incrementada pola entrada en servizo de novos edificios, en particular os da área científica. A superficie construída total pasou de 295.129 m² en 2008 a 306.684 m² en 2016. Así, a pegada ecolóxica derivada, aplicando a mesma metodoloxía de 2008, pasou das 490 ha en 2008 a 509 ha en 2016.

3.3. A pegada da mobilidade

Presentamos aquí un resumo do impacto ambiental da mobilidade da comunidade da UDC durante o ano 2016. O estudo completo está dispoñible no informe *“Huella Ecológica por Transporte de UDC en 2016. Cálculo y análisis del impacto ambiental de la movilidad de las personas de UDC durante 2016.”*, elaborado polo grupo de investigación FerroTrans da UDC en colaboración coa OMA (Pérez, 2017). Este estudo actualiza os resultados obtidos previamente para o curso 2008-2009, tamén dispoñíbel na web (http://www.udc.es/sociedade/medio_ambiente/pegada_ecologica/).

A pegada ecolóxica da mobilidade (PEM) da UDC exprésase como a superficie de bosque local necesario para absorber as emisións de Gases de Efecto Invernadoiro (GEIs) que se producen pola mobilidade de persoas integrantes da UDC: estudantes (89% da comunidade universitaria), PDI (7%) e PAS (4%), quedando excluídas do estudo outros colectivos e servizos como as concesións de cafeterías, xardinería, etc., e outras emisións como as debidas ao transporte de mercancías para a UDC. As emisións de GEIs estimáronse como kg CO₂, e aplicouse o factor de conversión de 6,25 t/Ha, correspondente á capacidade de absorción do bosque galego.

3.3.1 Distribución dos modos de desprazamento segundo a tipoloxía de viaxe

Entre as variábeis que se estudan no cálculo, inclúese o número e tipoloxía de viaxes que realiza cada individuo, a distancia percorrida en cada viaxe e o modo de transporte empregado.

O cálculo da PEM considerou 3 tipos de desprazamentos:

- **VOC:** Viaxes ordinarias semanais desde a residencia ao centro de referencia na UDC. Estas viaxes son a maior porcentaxe de motivo de mobilidade (85%) relacionadas coa UDC.
- **VOD:** Viaxes ordinarias semanais de persoas desprazadas desde a súa residencia durante o curso ao seu fogar familiar. Son o 7% do total dos desprazamentos.

- **VE:** Viaxes extraordinarias (8%) por motivos relacionados coa actividade na UDC.

Á súa vez, os modos de transporte empregados clasifícanse en:

- a) Emisores particulares (coche e moto)
- b) Emisores colectivos (bus, tren e avión)
- c) Non emisores (bicicleta e camiñando)

As tipoloxías de viaxes VOC, VOD e VE mostran diferentes perfís (nº viaxes, lonxitude, duración e custo), tal como se recolle na seguinte Táboa 4. Por outra banda, pode estimarse que cada persoa da UDC percorre de media unha distancia de 2893, 1620 e 318 km en cada tipoloxía de viaxe ao cabo do ano.

Táboa 4. Perfís das tipoloxías de viaxes (VOC,VOD e VE) estudados na comunidade da UDC.

Tipo de viaxe	Nº medio anual	Lonxitude* (km)	Duración* (min)	Velocidade* (Km/h)	Custe* (€)
VOC	198	6	17,5	25,7	0,9
VOD	24	100	75	78,8	9,9
VE	4	65	-	-	-
Total	220	12	22	33,5	1,5

* datos referidos á mediana dos traxectos (por iso, debe terse en conta que a distancia media percorrida non se pode obter do produto do número medio de viaxes pola mediana da lonxitude dos traxectos).

Un dos resultados do estudo mostra que as persoas desprazadas escollen residencias durante a semana máis próximas ao centro UDC (5,6 Km de media) que as non desprazadas (17,7 Km de media). Estimouse que ao cabo do ano cada persoa fai unha media de 128 viaxes en relación á UDC, principalmente VOC.

3.3.2. As principais características de cada tipoloxía de viaxe resúmese do seguinte modo:

- As **VOC** principalmente fanse en coche particular (Figura 2), modo que chega o 58% de todas as viaxes. Estímase que o 72% dos coches que chegan aos campus da UDC fan cun só ocupante, e só o 5% leva máis de 2 ocupantes. O uso de compartido obsérvase, aínda que en baixa porcentaxe, no sector de estudantes, porén é nulo e case inexistente en PAS e PDI, respectivamente. A continuación as VOC fanse en bus urbano ou interurbano (25% e 4%, respectivamente) e en terceiro lugar a pé (11%), mentres o resto de modos de mobilidade son residuais, incluíndo na actualidade o modo bicicleta.

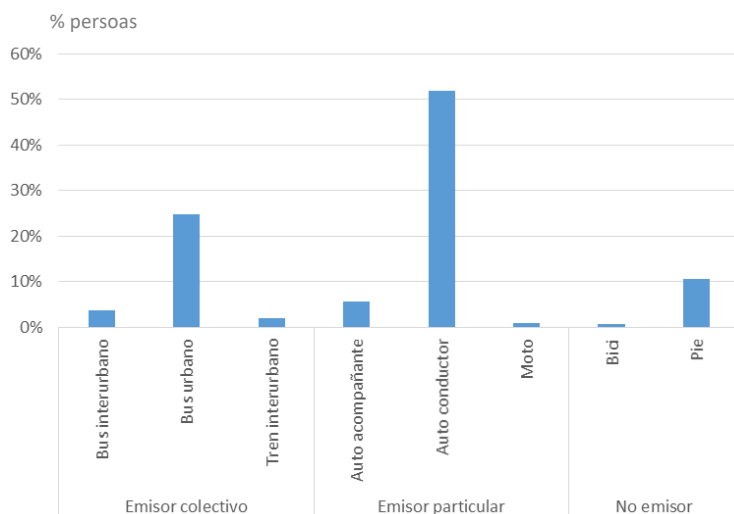


Figura 2. Distribución dos VOC por modo de transporte

- As **VOD** fanse maioritariamente por estudantes (88% do número de viaxes deste tipo), e o modo de transporte escollido neste tipo de desprazamentos (Figura 3) ten un patrón diferente ás VOC. Aínda que o coche segue a ser de forma homoxénea o transporte maioritario en todo tipo de viaxes, neste caso o 44% de persoas que responderon a enquisa declararon viaxar como acompañantes. Ademais, nas VOD o tren ascende até o 30% das viaxes, como se observa no seguinte diagrama de frecuencias relativas.

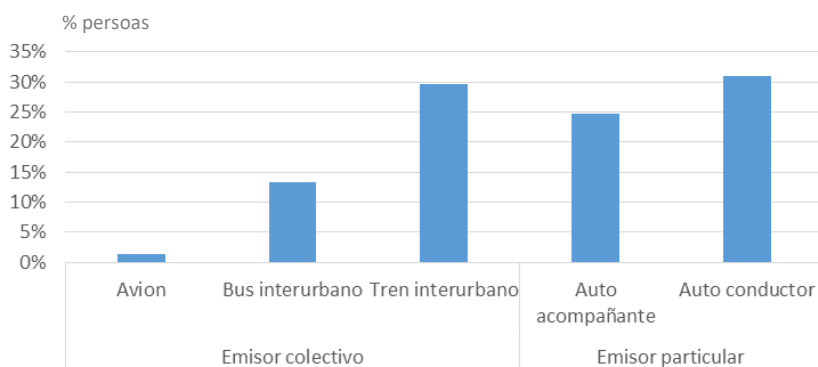


Figura 3. Distribución dos VOD por modo de transporte

- As **VE** no ano 2016 foron feitas por un 33% de persoas que responderon a enquisa, declarando como motivo principal a asistencia a congresos (55% das respostas), seguido de estadias docentes ou de investigación. Segundo estes perfís, móstranse no diagrama da Figura 4 as frecuencias relativas dos diferentes medios de transporte escollido para as VE.

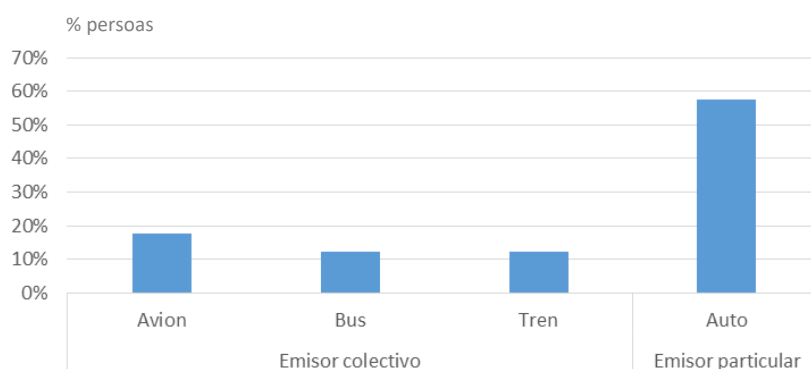


Figura 4. Distribución das VE por modo de transporte.

3.3.3. A PEM da UDC en 2016

A PEM foi de 1.625 hectáreas de bosque galego, que é 28 veces a superficie ocupada polos campus da UDC. Esta superficie corresponderíase coas hectáreas terrestres do Parque Nacional das Illas Atlánticas (1200 ha: Cortegada, Sálvora, Ons e Cíes) e sumándolle boa parte da Illa de Arousa (700 ha).

Esta PEM débese a 10.188 toneladas de CO₂ emitido á atmosfera durante os desprazamentos das 20.742 persoas que forman a comunidade universitaria da UDC. Nestes desprazamentos percorréronse 100,1 millóns de quilómetros durante polo menos 2,8 millóns de horas e nos que se investiron máis de 157 millóns de euros. Estes datos recóllese de forma desagregada na Táboa 5, onde se pon de manifesto que o principal causante da PEM son as viaxes ordinarias ao centro de referencia da UDC (VOC), cun 85% total das viaxes, achega 1.376 ha de PEM e 8,6 t de CO₂ á atmosfera (84% do total).

A pegada total achegada pola mobilidade é de 1.625 ha., que son 67 ha. mais que no ano 2009. Porén, en 2009 non se contabilizaron as emisións debidas VE. Considerado isto, a PEM resultaría só 63 ha inferior en 2016 en relación a 2009, é dicir, teríase reducido nun 4% neste período.

Táboa 5. PEM, emisións e outras características das viaxes segundo a tipoloxía de desprazamento.

Tipo viaxe	PEM (ha)	Emisións (Millóns de Kg)	Distancia (M Km)	Duración (M h)	Custo (M €)
VOC	1376	8,60	60,0	2,3	124,8
VOD	119	0,74	33,6	0,5	32,6
VE	130	0,81	6,6	-	-
Total	1625	10,20	100,1	2,8	157,4

3.3.4. A PEM segundo o colectivo universitario

A distribución de cada tipo de viaxe cambia en función do colectivo da UDC (estudiante, PDI ou PAS), cambiando polo tanto tamén o seu impacto ambiental. No seguinte diagrama de rectángulos (Figura 5) resáltase a importancia da achega de VOD por parte do estudantado, e de VE por parte do PDI. Por outra banda, a Figura 5 mostra como a PEM por persoa é case 5 veces superior no caso de PDI e PAS con respecto ao estudantado, a pesar de estes xeraren o 79% da PEM total. A PEM característica do estudantado (mediana) é de 0,017 ha por persoa, e do persoal traballador de 0,064 ha/per., e as súas medias de 0,066 ha/per (estudantes) e de 0,136 ha/per (persoal). A PEM media en relación á UDC foi de 0,094 ha/persoa no ano 2016.

Respecto ao ano 2008, a PEM *per cápita* nos estudantes incrementouse no 6%, mentres que no persoal o aumento foi do 11%. Parte deste incremento débese á inclusión en 2016 das viaxes extraordinarias, mais incluso descontando esta compoñente, rexistramos un incremento do 5% da PEM *per cápita* global en 2016 fronte a 2008.

A principal fonte da PEM provén dos desprazamentos en coche particular, que supón o 95% do impacto ambiental por emisións de CO₂ á atmosfera. Se se comparan os desprazamentos VOC das persoas que non cambian de residencia pola súa actividade na UDC (residentes), coa suma de VOC+VOD das persoas que si o fan (desprazadas), as persoas residentes teñen unha PEM mediana 3,6 veces superior á das desprazadas. A diferenza nas medias, tamén superior para as persoas residentes, é estatisticamente significativa.

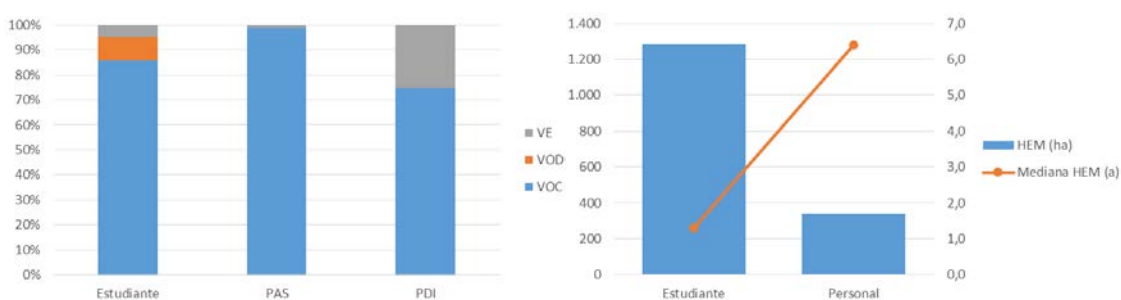


Figura 5. Distribución da PEM por colectivo da UDC. PEM total por colectivo (ha, esquerda) e PEM *per cápita* (10⁻² ha, dereita, emprégase a mediana debido á alta dispersión da PEM entre as persoas da UDC).

3.3.5. O perfil dos desprazamentos ordinarios (VOCs)

Analízanse neste apartado as viaxes semanais ordinarias até o centro de referencia da UDC, debido a que estes desprazamentos supoñen o 95% da PEM dos desprazamentos en coche (84% como condutor e 11% como acompañante). Os modos colectivos de transporte atópanse a ben distancia, achegando só o 4,6% (bus) e 0,75% (tren) da PEM por VOCs.

Os detalles das VOCs segundo o modo de transporte móstranse na Figura 6. Na gráfica obsérvase claramente como os emisores particulares son os maiormente escollidos (47%) e teñen un perfil emisor moi superior aos demais (95% da PEM). No lado oposto, os medios non emisores (bicicleta, a pé), escóllense só o 15% das veces e non contribúen á PEM. No termo intermedio atópanse os medios de transporte colectivos.

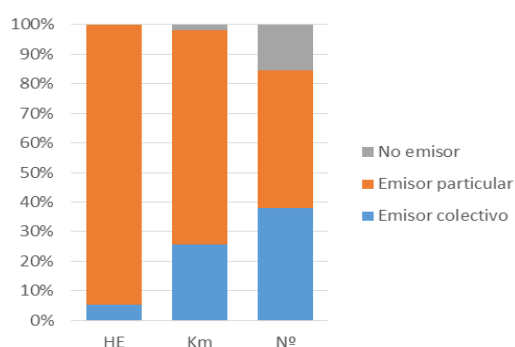


Figura 6. VOCs ata o centro de referencia da UDC segundo modo de transporte.

3.3.6. Algunhas consideracións e propostas para reducir a PEM na UDC

Estímase que na Unión Europea o 12% das emisións totais de CO₂ á atmosfera proceden dos desprazamentos en automóbil, e en España esta porcentaxe ascende até o 28%. No caso da UDC, a mobilidade é o principal compoñente da pegada ecolóxica global, contribuíndo nun 49,1% á mesma.

Así é que o fomento da mobilidade sustentábel é prioritario. A partir da análise e coñecemento do impacto actual, é imprescindible dotar de alternativas máis sustentábeis e planificar actuacións de mellora.

A PEM da UDC no 2016 estimouse en 1.625 hectáreas de bosque autóctono, coa procedencia repartida como segue: un 85% correspóndese aos desprazamentos que se fan de forma ordinaria entre a UDC e as vivendas da comunidade universitaria (estudantes, PDI e PAS), un 7% provén das viaxes en fin de semana a vivenda familiar, e o restante 8% correspóndese a viaxes extraordinarias, principalmente congresos e estancias en outras universidades.

A principal fonte de impacto provén dos desprazamentos en coche particular. Escollido o 47% das veces, o coche particular percorre o 64% dos km asociados á mobilidade da UDC e achega o 92% da PEM total.

A análise da PEM por sectores da comunidade universitaria mostra que os estudantes teñen un menor impacto ambiental respecto ao persoal empregado da UDC, sendo a PEM de PDI e PAS 3,76 veces superior á dos estudantes: A PEM característica do estudantado (mediana) é de 0,017 ha por persoa, e do persoal traballador de 0,064 ha/persoa. A PEM mediana en relación á UDC foi de 0,021 ha/persoa no ano 2016. Respecto ao ano 2008, a PEM *per cápita* nos estudantes incrementouse no 6%, mentres que no persoal o aumento foi do 11%.

As persoas residentes (que non cambian a súa residencia durante a semana por motivo da súa actividade na UDC) teñen unha PEM mediana 3,6 veces superior á das persoas desprazadas (que durante a semana viven na área próxima á UDC). A PEM móstrase maior nos campus periféricos respecto aos urbanos, sendo 2,7 veces superior para Elviña, Zapateira e Bastiagueiro con respecto a Riazor, Oza e Maestranza.

Do presente estudo tamén se poden extraer conclusións comparativas respecto ao estudo realizado no 2008. A diferenza de 8 anos recolle momentos diferentes no proceso de crise económica: A poboación da UDC descendeu un 15% neste período, mentres que a pegada ecolóxica asociada á mobilidade só descendeu un 14%, o que indica un incremento do perfil emisor *per cápita* da poboación da UDC. Algunhas das medidas de planificación directa da mobilidade poden ser:

- Concienciación individual para o uso do transporte público ou de medios non emisores (bici, a pé)
- Facilitar accesos e coidado para os medios non emisores (p.ex. aparcamentos e carril bicis, unión peonil agradábel entre campus)
- Elaborar modelos matemáticos de simulación para predicir a mobilidade da poboación da UDC e optimizar as medidas a tomar.
- Priorizar o espazo humano sobre o dedicado aos vehículos particulares, ampliando zonas verdes e reducindo áreas de aparcamento.
- Afastar as zonas de aparcamento dos centros, situándoas nunha media non menor que a das paradas de autobús urbano.
- Mellorar as unións entre campus urbanos-periféricos: conexións de bus urbano, tempos de espera.
- Mellorar as vías peonís entre Elviña e Zapateira (estas áreas xuntas achegan o 70% da poboación UDC).

3.4. Papel, auga e residuos

3.4.1. Papel

O papel segue a ser un dos materiais de uso máis xeral e diario na actividade universitaria, se ben nos últimos anos experimentou unha caída significativa. No

presente estudo, as cantidades de papel de escritura consumido estimáronse a partir dunhas preguntas na enquisa sobre a mobilidade e impacto ambiental na UDC.

En concreto, a parte II.C desta enquisa referiuse ao uso do papel mediante dúas preguntas: a primeira referíase ao consumo de papel reciclado e non reciclado, diferenciando ambos, por tramos de n.º de folios ao ano. Unha segunda pregunta indagou os motivos polos que non se usaba papel reciclado, de ser o caso. O formato das preguntas foi o mostrado na Táboa 6.

Solicitouse en todos os casos a información relativa ás cantidades de papel, desagregadas por papel reciclado e non reciclado. O formulario permitía elixir os seguintes rangos de consumo: menos de 300, 300-500, 500-700, máis de 700. Aos efectos de cuantificación, asinamos a cantidade de 150 folios a aquelas respostas que dixeron consumir menos de 300, e a cantidade de 800 a aqueles que consomen máis de 700, mentres que para o resto de rangos empregamos os valores medios. Os resultados da mostra da enquisa para cada un dos colectivos universitarios extrapoláronse ao conxunto da comunidade universitaria do respectivo colectivo. Os resultados obtidos móstranse na Táboa 7.

Táboa 6. Contido da enquisa relativa ao consumo de papel

Uso do papel

Consumo de papel non reciclado e reciclado na actividade universitaria (aulas, despachos e oficinas)

Cantas follas de papel usas para
apuntamentos, traballos, fotocopias
aproximadamente durante o curso?

Non reciclado

Reciclado

De ser o caso, cal é o motivo de que
non uses papel reciclado?

☐ Porque é máis caro
 ☐ Porque non hai
 ☐ Porque non o considero necesario
 ☐ Porque non me gusta
 ☐ Porque creo que non serve para impresoras, fotocopadoras
 ☐ Outros

Táboa 7. Consumo de papel na actividade universitaria

Consumo de papel declarado	Est	PDI	PAS	Est+PDI+PAS	Paquetes 500 folios
Reciclado (Nº Folios)	3003765	295658	136607	3436030	6872
Non reciclado (Nº Folios)	6424039	391050	183828	6998918	13998
Total UDC(Nº Folios)	9427804	686708	320436	10434947	20870
Papel reciclado (%)	31,9	43,1	42,6	32,9	-
Total papel UDC (kg)	47.139	3.434	1.602	52.175	-

O consumo total de papel estímase en 52175 kg anuais (487 folios/persoa e ano, polo xeral, de 80 g). Do total, un 33% sería papel reciclado. As emisións totais, de acordo cos factores de emisión indicados máis arriba, resultaron de 94911 kgCO₂/ano.

Segundo estes resultados, o uso de papel reciclado estaría máis estendido entre o persoal (43%) que entre o estudiantado (32%), unha situación inversa á de 2008, mais na que en ambos casos teríase incrementado de 2008 a 2016 a proporción de papel reciclado utilizado. Por outra banda, o consumo total de papel por parte do estudiantado caería de 697 a 490 folios *per cápita* anuais, é dicir, en 2016 sería do 82% do rexistrado en 2008.

Por outra banda, contamos cos datos do servizo de reprografía (Táboa 8), que arrojan un consumo de 81011 kg en 2008 e 43121 kg en 2016, o que significa unha redución até case o 50% neste período. Podemos observar que a cantidade de papel (folios e fotocopias) subministrada polo servizo de reprografía á UDC foi equivalente en 2017 ao 81% do resultado estimado pola vía da enquisa. Para o servizo de reprografía, a porcentaxe de papel reciclado en relación ao papel de escritura vendido foi dun 15% a departamentos e centros é dun 5% a estudantes, mentres que no capítulo de fotocopias foi do 1 e 0,6%, respectivamente. As fotocopias suman o 77% do papel total consumido no servizo de reprografía, e globalmente só o 1,7% do papel consumido foi papel reciclado. Así, malia que segundo os resultados da enquisa o 43% do persoal e o 32% do estudiantado afirman facer uso de papel reciclado, as cifras netas de cantidades de papel reciclado en relación ao total son moi inferiores, algo que xa acontecía no estudo de 2008. Un maior uso do papel reciclado en substitución do papel de fibra virxe, tería reducido substancialmente as emisións de CO₂ por este concepto.

Táboa 8. Venda de papel de escritura e fotocopias nos servizos de Reprografía da UDC.

	Non reciclado	Reciclado	Total	% P.r.	Folios <i>per cápita</i>
Venda papel a estudantes					
Curso 2007-2008 (Paq. 500 folios)	6074	1072	7146	15,0	169
Curso 2016-2017(Paq. 500 folios)	1487	82	1569	5,2	41
Variación 2017/2008 (%)	24,5	7,6	22,0		
Venda papel a Departamentos/Centros					
Curso 2007-2008(Paq. 500 folios)	1896	332	2228	14,9	492
Curso 2016-2017(Paq. 500 folios)	632	110	742	14,8	170
Variación 2017/2008 (%)	33,3	33,1	33,3		
Venda Fotocopias totais (Estudantes e Persoal)					
Curso 2007-2008 (nº fotocopias)	9795635	1719808	11515443	14,9	492
Curso 2016-2017 (nº fotocopias)*	7418096	50545	7468641	0,7	349
Variación 2017/2008 (%)	75,7	2,9	64,9		
*Fotocopias Curso 2016-2017					
Estudantes	6559144	42117	6601261	0,64	343
Departamentos/Centros	858952	8428	867380	0,97	397

Unha parte importante do persoal da UDC afirma que non teñen acceso a papel reciclado, unha percepción que tamén é común entre o estudiantado (Figura 7). No conxunto da comunidade universitaria, o 34% di non utilizar papel reciclado por non estar dispoñíbel, e un 11% que é máis caro, cando a realidade é que o servizo de Reprografía ten o papel reciclado dispoñíbel para calquera aplicación e ao mesmo prezo que o papel de fibra virxe.

Toda esta información indica que o avance no uso do papel reciclado en substitución do papel de fibra virxe require outro tipo de medidas, como pode ser o uso por defecto de papel reciclado no servizo de reprografía para todo tipo de aplicación ordinaria.

Razóns polas que non emprega papel reciclado (%)

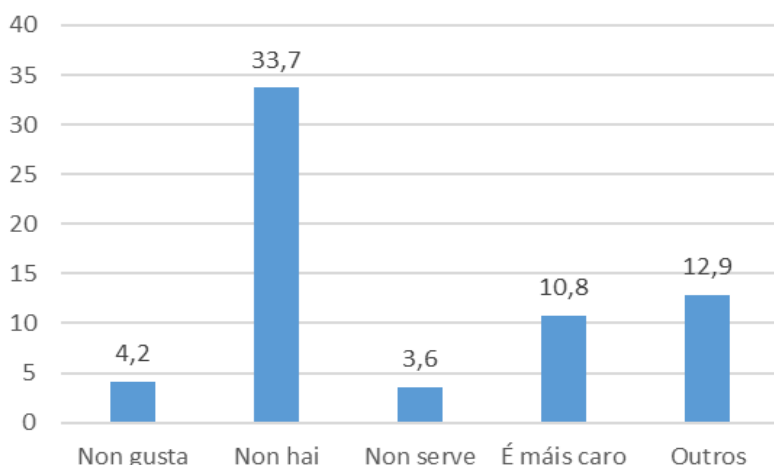


Figura 7. Razóns declaradas polas que non se fai uso de papel reciclado na UDC (n=528).

En 2014, a OMA publicou unha guía sobre a compra pública verde de papel, dirixida aos órganos de contratación e @s usuari@s da UDC, que se entregou nos diferentes departamentos xunto a unha enquisa sobre o uso do papel polos diferentes servizos e departamentos. O seu obxectivo era promocionar o uso do papel reciclado e a campaña repetiuse en 2015. Ademais da guía, incluíase información sobre as vantaxes ambientais do uso de papel reciclado (Figura 8). Así mesmo, neses anos e no seguinte (2016) realizáronse campañas adicionais dirixidas ás persoas usuarias do servizo de reprografía.

Entres as conclusións destas campañas e estudos, atopouse que non se constataba mellora entre 2014 e 2015, e que o uso do papel reciclado era minoritario nos diferentes departamentos e servizos da UDC. O resultados da enquisa de impacto ambiental (anónima) de 2016 mostran que todas as persoas afirman facer un maior uso do papel reciclado fronte ao papel de fibra virxe, mais os datos de facturación ofrecidos polo servizo de reprografía non o confirman, xerando unha distancia entre o comportamento declarado e o real.

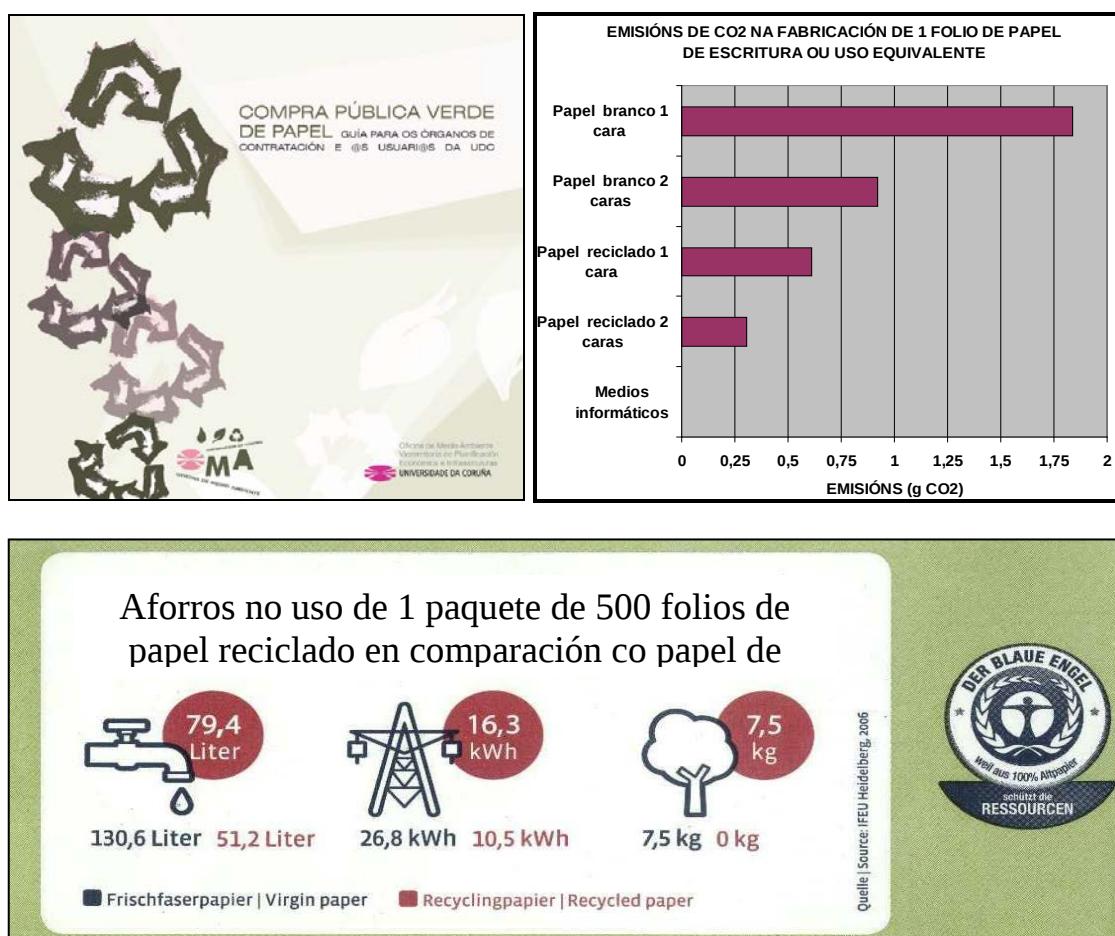


Figura 8. Vantaxes ambientais do uso de papel reciclado e dos sistemas de reutilización e aforro de papel.

3.4.2. Auga

O consumo de auga obtívose a partir da facturación e da lectura de cada un dos contadores asociados á subministración. Dispónse, deste xeito, do consumo desagregado por centros (agás algunha excepción), o que permite asignar un valor específico e real a cada área da UDC.

O consumo global en 20016 foi de 66602 m³, lixeiramente inferior ao de anos anteriores, segundo se mostra na Figura 9. A caída media anual no período 2007-2016 foi do 1,7%. De acordo co factor de emisión de 0,5 kgCO₂/m³ resultan unhas emisións globais de 33301 kg CO₂ anuais.

En 2014 iniciouse o programa Green Campus en varios centros da UDC, que se foi estendendo nos anos seguintes. Un dos obxectivos deste programa é a realización de auditorías de consumo da auga nos centros acollidos, e a adopción de practicas aforradoras. Os seus resultados deben comezar a notarse en particular a partir de 2015. Xa en 2017 elaborouse unha proposta xeral de adopción de medidas de aforro

para todos os centros, cuxo contido temos dispoñíbel na web da OMA (<https://www.udc.es/sociedade/medio ambiente/auga e rios/>).

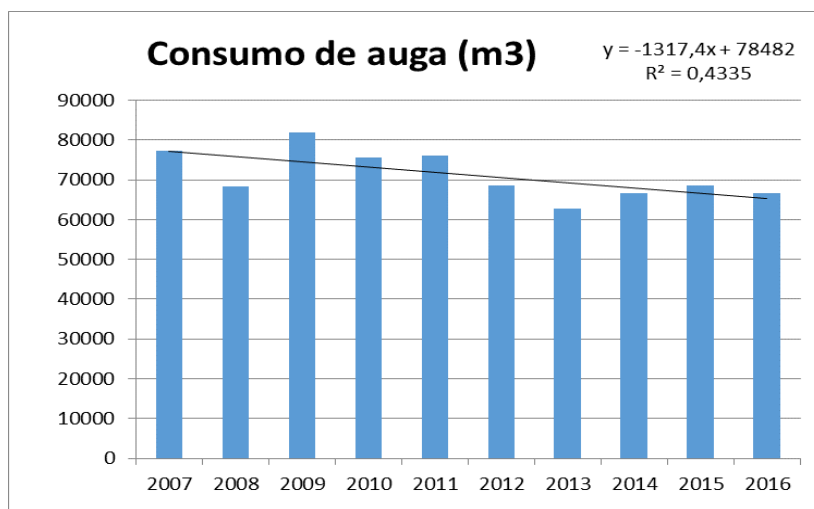


Figura 9. Evolución do consumo de auga facturado na UDC

3.4.3. Residuos

A xeración de residuos compoñe de residuos perigosos (RP) e residuos asimilables a urbanos (RU). Dispónse dos datos de xeración e tipoloxía de residuos perigosos dos últimos anos, subministrado pola empresa xestora, mentres que se estimou a xeración de residuos asimilables a urbanos a partir de medicións parciais realizadas ao longo do últimos anos, incluíndo enquisas aos comedores universitarios e inspeccións dos servizos de recollida. Deste xeito, estimouse tamén a porcentaxe de recollida selectiva destes residuos.

A xeración de RP resultou de 12 070 kg en 2016, que foron obxecto de recollida selectiva na súa práctica totalidade. A distribución dos RP xerados por centro da UDC móstrase na Táboa 9. Empregáronse os mesmos factores de emisión xa utilizados no estudo da UDC de 2008 para calcular as emisións de CO₂ asociadas.

Pola súa banda, a xeración de residuos urbanos estimouse en 243952 kg en 2015 (Táboa 10), cunha recollida selectiva do 68%. Os datos indican unha clara redución da xeración de residuos desde 2008 e un forte incremento da recollida separada. O factor de emisión empregado foi de 0,61 kgCO₂/kg para os RU mesturados e de 0 para os residuos obxecto de recollida selectiva neta, segundo o indicado na epígrafe 2.3.

As emisións asociadas resultaron de 2779 kgCO₂ (RP) e 47580 kgCO₂ (RU).

As emisións globais asociadas ao consumo de auga e de papel, e a xeración de residuos resultou de 178 560 kgCO₂/ano. As emisións de CO₂ relacionadas directamente con estes tres factores son moi reducidas en comparación coas restantes compoñentes da pegada ecolóxica vistas anteriormente, sempre dentro das cifras que se derivan da

metodoloxía aplicada. De feito, o conxunto destas tres compoñentes achegarían só o 0,9% das emisións de CO₂ totais e, por tanto, da pegada total. Isto non significa que o impacto ambiental asociado a estes factores sexa desprezábel, senón que a metodoloxía da pegada non valora todos os factores de impacto. Entre estes factores temos a contaminación causada polos residuos ou pola fabricación de papel (ou celulosa) e o impacto dos encoros, captacións de auga e plantacións forestais (eucaliptos) nos ecosistemas naturais.

Táboa 9. Xeración de residuos perigosos nos laboratorios da UDC (2016).

Centro	RP (kg)
Elviña - ETSE Camiños	184,03
Elviña - CICA	858,17
Elviña - CITEEC	591,43
Elviña - ESCI	5282,08
IUMA	182,99
Zapateira - Ciencias	3202,94
Total A Coruña	10301,65
Esteiro CIT	1369,8
Esteiro Politécnica	115,1
Esteiro Talleres	15,3
Fac. Enfermería	63,8
Hospital Naval	92,0
Serantes	112,5
Total Ferrol	1768,5
Total UDC	12.070,15

Táboa 10. Residuos non perigosos xerados na UDC en 2015

Tipo de residuo	Kg
Residuos de vidro (incluíndo envases)	9600
Residuos de papel y cartón (inclúe envases)	86000
Residuos orgánicos de comedor	65000
Residuos domésticos e similares	78000
Residuos de pilas e acumuladores	300
Residuos de preparados químicos (excluído código LER 02.3)	972
Equipos eléctricos e electrónicos desbotados	4080
Total	243952

3.5. A pegada ecolóxica da UDC

A Táboa 11 recolle as emisións de CO₂ contabilizadas en cada un dos factores tomados en consideración. A emisión total de gases con efecto invernadoiro derivada da actividade da UDC atinxe a cantidade anual de 20 442 t (2016). O desprazamento ou a

mobilidade dos membros da comunidade universitaria desde os seus fogares aos centros de traballo ou de estudo aparece como o principal factor causante de emisións, cun 50% do total, seguido do consumo de enerxía no uso dos edificios, mentres que o consumo de auga e de papel, e mais a xeración de residuos son compoñentes minoritarias, como xa se indicou.

Táboa 11. Emisións de CO₂ (t/ano) por factores de xeración e total para a Universidade da Coruña

Factor	Edifi- cación	Electri- cidade	Gasóleo +GN	Mobili- dade	Auga	Papel	Resi- duos	Total
2016 (kg CO ₂ /ano)	3.189,5	5009,3	1876,3	10.188,0*	33,3	94,9	50,4	20441,6
2016 (%)	15,6	24,5	9,2	49,8	0,2	0,5	0,2	100,0
2008 (kg CO ₂ /ano)	3069,3	5521,8	2737,6	9484,4	34,2	286,9	213,8	21348,0
2008 (%)	14,4	25,9	12,8	44,4	0,2	1,3	1,0	100,0
Variación 2016/2008 (%)	103,9	90,7	68,5	107,4	97,4	33,1	23,6	95,8

*Sen contarmos VE, que non se tiveron en conta en 2008, a PE da mobilidade en 2016 sería de 9089,4 kg CO₂/ano, o que resulta un 4,2% inferior á de 2008.

As emisións medias anuais *per cápita* situáronse en 955 kg CO₂ no ano 2016. As compoñentes da pegada ecolóxica, expresada en ha de bosque necesario para absorber estas emisións de CO₂, xunto coas hectáreas de territorio directamente ocupado polas diversas zonas dos campus da UDC, indícanse na táboa 12. A PE *per cápita* total foi 0.155 ha, moi similar á de 2008. Comparando os datos de emisións totais (Táboa 11) e PE *per cápita* (Táboa 12), podemos observar que as emisións totais reducíronse lixeiramente, mentres a PE aumentou lixeiramente. Isto débese a unha redución do número de persoas que conforman a comunidade universitaria entre os dous anos considerados. O territorio directamente ocupado, en total 57,3 ha de terreo, resulta tamén unha compoñente relativamente reducida (2% do total). A pegada ecolóxica total equivale a 58 veces o territorio ocupado polos campus da UDC.

Táboa 12. Compoñentes da pegada ecolóxica da Universidade da Coruña (ha)

Factor	Edifi- cación	Electri- cidade	Gasóleo +GN	Mobili- dade	Auga	Papel	Resi- duos	Terri- torio	Total	<i>Per cápita</i>
PE 2016 (Ha)	508,7	798,9	299,2	1624,9*	5,3	15,1	8,0	57,3	3318	0,155*
PE 2008 (Ha)	489,5	880,7	436,6	1512,7	5,45	45,8	34,1	70,7	3475,5	0,147

*Descontando a PE da mobilidade debida a VE, a PE total foi de 0.152 ha *per cápita*.

En consecuencia, podemos concluír que son catro as compoñentes realmente determinantes da pegada ecolóxica da UDC, por orde de magnitude: *a)* a mobilidade, *b)* o consumo de electricidade, *c)* a edificación, e *d)* o gasóleo e gas natural (ou combustible para a calefacción). Así, en 2016, a mobilidade achegou o 49% do pegada total, o consumo de electricidade o 24%, a edificación o 15% e o consumo de gasóleo o 9% (Figura 10). O maior peso da mobilidade en 2016 débese a dous factores como son a redución dalgunhas das outras compoñentes, particularmente o consumo de enerxía en calefacción e tamén as compoñentes minoritarias, e a consideración das chamadas viaxes extraordinarias (congresos e estadias fora da UDC, que non foran tidas en conta no estudo de 2008).

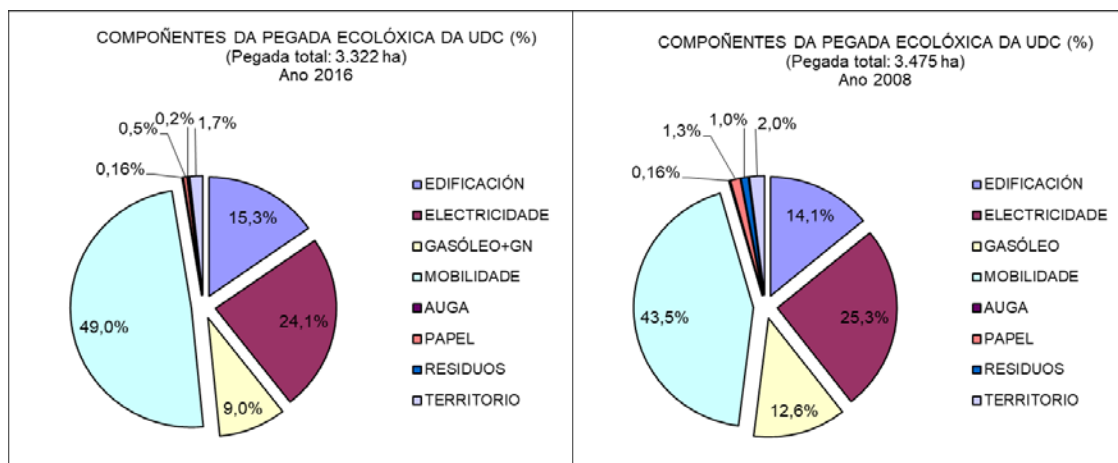


Figura 10. Distribución porcentual da pegada ecolóxica da UDC entre os diversos factores de impacto. Comparación entre os anos 2016 e 2008.

4. COMPARACIÓN DA PEGADA ECOLÓXICA NAS UNIVERSIDADES

4.1. Pegada ecolóxica global en diferentes universidades españolas

A Táboa 13 mostra as emisións totais e a pegada ecolóxica de diferentes universidades. A PE global da UDC equivale a 58 veces o territorio ocupado polos campus da UDC. O uso da enerxía e a mobilidade achegan máis do 80% da pegada total. Nos últimos 8 anos, a PE da UDC viuse lixeiramente reducida, pasando de 3475 ha de 2008 a 3312 ha de 2016.

Táboa 13. Emisións totais e pegada ecolóxica de diferentes universidades.

Universidade	Ano	Emisións totais (t CO ₂ /ano)	PE (t CO ₂ /persoa e ano)	PE (ha/ano)	PE (ha/persoa e ano)	Referencia
Coruña	2016	20.442	0,95	3.312	0,15	Este estudo
Santiago de Compostela	2007	32408	1,01	3.318	0,16	López et al., 2008
Vigo	2013	21.886	0,99	4.200	0,19	Ferreiro et al., 2013
Granada	2010	20.971				
Córdoba	2013	14.551	0,82			Toro et al., 2014
Madrid (Autónoma)	2003	30.732	0,94	14.239	0,44	Olalla e Benayas, 2003
Málaga	2014	24.608	0,54	3.925	0,09	UMA, 2014
León	2006	7.413	0,53	6.300	0,45	Arroyo et al., 2009
Valladolid	2014	22.081	1,00	5.466	0,25	Hernández et al., 2015

A maioría das universidades sitúanse nun nivel de emisións globais moi próximo, entre 0,8 e 1,0 t CO₂/persoa e ano, se ben algunhas mostran valores inferiores. Por outra

banda, a pegada ecolóxica expresada en ha *per cápita* resulta máis variable, debido a que non se emprega un factor de conversión universal. Este factor variou de 1,2 t CO₂/ha para León a 6,3 t CO₂/ha para a USC. A UDC fixo uso deste último factor. Por este motivo, a comparación entre universidades debe facerse sobre os valores de emisión de CO₂ e non sobre os de superficie produtiva (ha).

A achega de diversas compoñentes á pegada ecolóxica dalgunhas universidades españolas móstrase na Táboa 14. Os datos mostran un claro consenso sobre as compoñentes a incluír, sendo as principais o consumo de enerxía, a mobilidade e a edificación. Estas tres compoñentes achegan máis do 96% da pegada total. Consumo de papel e auga, e xeración de residuos son compoñentes cuantitativamente minoritarias pero frecuentemente incluídas.

Táboa 14. Compoñentes da pegada ecolóxica nalgúnhas universidades (% da pegada total medida)

Zona	Edifi- cación	Electri- cidade	Gasóleo e GN	Mobili- dade	Total compoñentes principais	Outras compoñentes medidas	Ano de referencia
UDC	14,1	25,4	12,6	43,5	95,6	Papel, auga, residuos	2008
UDC	14,8	24,1	9,0	49,1	97,0	Papel, auga, residuos	2016
USC	16	30	33	18	97	Papel, auga, residuos	2007
U LEÓN	16	38	24	19	97	Papel, auga	2006
UAM	-	25	10	65	100	-	2006-2007
EUPM	9,8	6,8	14,2	67,8	98,5	Papel	2000
EAV	12,2	17,5	12,3	58	100	-	1997-1998
U Vigo	17	11	13	56	97	Papel, auga, residuos	2013
U Málaga	24,0	57,9	<4	14,2	96	Papel, auga, residuos	2014
U Córdoba	29,2	45,6	9,4	15,0	99,1	Papel, auga, residuos	2013

UDC: Universidade da Coruña, USC: Universidade de Santiago de Compostela, UNILEON: Universidade de León, UAM: Universidade Autónoma de Madrid, EUPM: Escola Universitaria Politécnica de Manresa (UPC), EAV: Escola de Arquitectura del Vallès (UPC).

O efecto do factor climatolóxico sobre a PEM da mobilidade non semellar determinante. Dáse unha mobilidade con maior porcentaxe de traslados a pé e en bicicleta en campus urbanos de universidades do sur de España, como Córdoba e Granada. No caso de Córdoba, a mobilidade contribúe nun 15% á PE global, ascendendo até o 49,1% no caso da UDC e incluso máis da metade (56%) na Universidade de Vigo (Táboa 14). Pola contra, climatoloxías igual ou mais desfavorables que as da área de A Coruña e Ferrol, como poden ser as de Santiago de Compostela e León, permiten unha PEM moi inferior.

4.2. A pegada da mobilidade

Neste apartado estúdase como contribúe a mobilidade á pegada ecolóxica de diferentes universidades. Os datos de emisións asociadas á PEM de varias universidades móstranse na Táboa 15. Considéranse as emisións asignadas ao transporte das persoas que forman parte da comunidade universitaria (estudantes e traballadoras).

As variábeis comúns que se estudan en todas as universidades son as relacionadas co modo de transporte, o número de viaxes semanais e as distancias percorridas. Tamén se estudan outras variábeis que poden achegar información complementaria de cada universidade, como pode ser a localización dos campus (integrados nos núcleos urbanos ou non, climatoloxía, desprazamentos con día ou noite, e outras).

A PEM da UDC atópase nunha situación intermedia respecto ás 3 universidades galegas: a situación da Universidade de Vigo, onde o campus principal se atopa localizado a 15 Km da cidade, fai que a súa PEM se vexa incrementada en grande medida. No caso oposto, os campus de Santiago de Compostela e de Lugo (USC) que se atopan máis integrados nos núcleos urbanos, reflicten unha menor PEM. A situación da UDC móstrase intermedia pero elevada (0,49 t CO₂/persoa e ano), xa que os campus da periferia da Coruña (Elviña, Zapateira e Bastiagueiro, que supoñen o 85% da comunidade UDC e atinxen os 0,54 t CO₂/persoa e ano) achegan unha PEM 2,7 veces superior á dos campus urbanos (Maestranza, Riazor e Oza, con 0,20 t CO₂/persoa e ano).

Táboa 15. Comparativa da PEM en diferentes universidades, en t CO₂/persoa e ano.

Universi- dade	Ano	Emisións asociadas á mobilidade (tonCO ₂ /ano)	PEM (tonCO ₂ /persoa e ano)	PEM (ha/perso a e ano)	Referencia
Coruña	2008	9.769	0,41	0,066	Soto e Pérez, 2010
Coruña	2016	10.188	0,49	0,094	Este estudo
Santiago de Compostela	2007	5.749	0,18	0,028	López et al., 2008
Vigo	2013	12.129	0,55	0,107	Ferreiro et al., 2013
Granada	2010	5.017	0,09		
Córdoba	2013	2.182	0,12		Toro et al., 2014
León	2006	2.271	0,16	0,086	Arroyo et al., 2009
EUPM (UPC)	2001	915,5		0,14	Jorge e Busquets, 2001
Madrid (Autónoma)	2003	19.188	0,59	0,271	Olalla e Benayas, 2003
Málaga	2014	3.487	0,54	0,012	UMA, 2014
Valladolid	2014	4.199	0,19	0,047	Hernández et al., 2015

Rexístranse elevadas emisións asignadas ao transporte en Madrid (2003), coa maior pegada de mobilidade nas universidades do Estado español recollidas neste estudo (0,59 tonCO₂/persoa e ano). Séguenlle Vigo (2013) e Málaga (2014). Como xa se indicou, con 0.54 t CO₂/persoa e ano, a PEM dos campus periféricos da UDC achéganse claramente a estes máximos.

5. CONCLUSIÓNS

Neste estudo preséntanse os resultados do cálculo da pegada ecolóxica da UDC para o ano 2016. Avaliáronse oito compoñentes: mobilidade (49,0% da pegada total), electricidade (24,1%), edificación (15,3%), combustibles fósiles (gasóleo e gas natural) (9,0%), territorio (1,7%), consumo de papel (0,5%), xeración de residuos (0,2%) e consumo de auga (0,2%), por orde de magnitude. No conxunto da UDC, as catro primeiras compoñentes indicadas achegan o 97,4% da pegada total, polo que se consideran como as compoñentes obxecto de intervención dos programas de redución da pegada ecolóxica da UDC.

A pegada ecolóxica total da UDC estimouse en 3.312 ha de bosque galego, polo que equivale a 58 veces o territorio ocupado polos campus e edificios da UDC. A pegada *per cápita* media resultou de 0,16 ha/persoa. A pegada ecolóxica universitaria está dominada polas actividades que xeran emisións de CO₂ (98,3% da pegada total, o restante 1,7% débese á ocupación do territorio), de tal forma que as emisións globais estimadas para a UDC en 2016 foron de 20.442 t CO₂. Nos últimos 8 anos, a PE global da UDC viuse lixeiramente reducida, pasando de 3.475 ha de 2008 a 3.312 ha de 2016.

As actuacións encamiñadas a reducir a pegada ecolóxica da UDC deben centrarse no uso da enerxía nos centros e na mobilidade dos membros da comunidade universitaria desde os seus lugares de residencia ate os lugares de traballo ou estudo. Estas compoñentes achegan o 82,1% da pegada total. O uso da enerxía no mantemento e uso dos edificios achegou unhas emisións de 6.886 t CO₂ en 2016, xerando unhas emisións medias de 332 kg CO₂/persoa·ano. A eficiencia dos equipamentos que consume enerxía (particularmente na iluminación), a introdución de gas natural na calefacción, e a compra de electricidade cunha maior proporción de enerxía renovábel constitúen as liñas de actuación que permitirán reducir a pegada ecolóxica.

As emisións de CO₂ totais asociadas á mobilidade foron de 10.188 t en 2016. A principal fonte de impacto provén dos desprazamentos en coche particular. Escollido o 47% das veces (para os desprazamentos ao centro de traballo ou estudo), o coche particular percorre o 64% dos km asociados á mobilidade da UDC e achega o 92% da PEM total. O restante 53% das veces en que a comunidade universitaria elixe modos de desprazamento menos impactantes (son importantes o autobús e o acceso a pé), achega só o 11% das emisións totais. A taxa media de emisión foi de 491 kg CO₂/persoa·ano para o conxunto da UDC, mais variando de forma acusada dunhas a outras zonas da UDC. A incardinación dos centros na trama urbana é un factor que determina os modos de transporte maioritariamente usados e

inflúe de forma determinante na pegada ecolóxica global. A calidade do transporte público, as deficiencias na accesibilidade a pé ou en bicicleta, e a sensibilidade ambiental da comunidade universitaria xogan un papel determinante na elección dos modos de desprazamento. A mellora das vías e as infraestruturas para o acceso a pé ou en bici ao campus, particularmente a Elviña e A Zapateira, segue sendo un obxectivo ao que prestar atención.

6. REFERENCIAS

P. Arroyo, J.M. Álvarez, J. Falagán, C. Martínez, G. Ansola, E. de Luis. (2009). Huella ecológica del campus de Vegazana. Instituto de Medio Ambiente. Universidad de León.

L. Ferreiro, A. Garabatos, S. Ramos, J. Rúa, B. Soto (2013). A Pegada Ecolóxica da Universidade de Vigo. Oficina de Medio Ambiente (OMA). Vicerreitoría de Economía e Planificación, Universidade de Vigo.

E. Hernández, C. Cano, A. Correa (2015). La Huella Ecológica de la Universidad de Valladolid. Oficina de Calidad Ambiental y Sostenibilidad, Universidad de Valladolid.

J. Jorge, P. Busquets (2001). Aproximación a la huella ecológica de la Escuela Universitaria Politécnica de Manresa (Universitat Politècnica de Catalunya).

R. López, J.L. Taboada e N. López. (2008): *Impacto ambiental en centros da USC*. Vicerreitoría de Calidade e Planificación. Universidade de Santiago de Compostela

N. López e D. Blanco (2009): *Impacto Ambiental da Universidade de Santiago de Compostela*. Oficina de Desenvolvemento Sostible. Vicerreitoría de Calidade e Planificación. Universidade de Santiago de Compostela.

E. Marañón, G. Iregui, J.L. Doménech, Y. Fernández-Nava e M. González-Arenales (2008): “Propuesta de índices de conversión para la obtención de la huella de los residuos y los vertidos” en *Revista OIDLES*, Vol. 2, N.º 4 (xuíño 2008) (<http://www.eumed.net/rev/oidles/04/midng.htm>, vi: 01/03/2010)).

MIES (1999). Informe MIES. Una aproximación al impacto ambiental de la Escuela de Arquitectura del Vallés (1999). A. Cuchí, I. López. <http://www.upc.es/mediambient/>

M.A. Olalla, J. Benayas. (2003). Indicadores de sostenibilidad y huella ecológica. Aplicación a la Universidad Autónoma de Madrid.

J.B. Pérez (2017) “Huella Ecológica por Transporte de UDC en 2016. Cálculo y análisis del impacto ambiental de la movilidad de las personas de UDC durante 2016”. Grupo de investigación FerroTrans da UDC. A Coruña, outubro 2017.

M. Soto, M. Pérez (2010). A Pegada Ecolóxica da Universidade da Coruña. Oficina de Medio Ambiente (OMA-UDC).
https://www.udc.es/export/sites/udc/_galeria_down/sociedade/medio_ambiente/pegada_ecologica/pegada.pdf (última consulta: 10/05/2018)

A. de Toro, A. Gomera, J. E. Aguilar, C. Guijarro, M. Antúnez, M. Vaquero (2014). La huella de Carbono de la Universidad de Córdoba. Servicio de Protección Ambiental (SEPA) Vicerrectorado de Coordinación Institucional e Infraestructuras. Universidad de Córdoba.

UMA (2014). Vicerrectorado de Campus y Sostenibilidad. Huella ecológica de la Universidad de Málaga.