

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

DIAGNOSE ENERXÉTICA

CAMPUS ELVIÑA E A ZAPATEIRA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

VICERREITORÍA DE INFRAESTRUTURAS E XESTIÓN AMBIENTAL

B
ECOLOGIA

Agència
d'Ecologia Urbana
de Barcelona

Setembro 2010



Documento elaborado por:
Agencia de Ecología Urbana de Barcelona

Por encargo de:
Universidade da Coruña

Dirección:
Salvador Rueda
Director da Agencia de Ecología Urbana de Barcelona

Agencia de Ecología Urbana de Barcelona:

Coordinación:
Francisco Cárdenas

Técnicos:
Jordi Abadal
Marta Pascual

Participan:
David Andrés
Julien Bigorne
Edaimon DeJuan
Manuel Garcia
Moises Morató
Alba Rey
Elisabet Badia

Universidade da Coruña

Xosé Louis Martínez Suárez
Vicerreitor de Infraestruturas e Xestión Ambiental da UDC

Manuel Soto
Director da Oficina de Medio Ambiente da UDC

Jesús Giz
Técnico superior de mantementos. Servizo de Arquitectura, Urbanismo e Equipamentos da UDC

ÍNDICE

0.- INTRODUCCIÓN	7	2.3. Aparcadoiros	58
1.- LOCALIZACIÓN E DESCRICIÓN DOS CAMPUS	8	2.4.- Síntese da iluminación pública	59
1.1.- Analises de consumos	13	3.- MOBILIDADE	60
1.1.1.- Consideracións previas	13	4. SÍNTESE DE CONSUMOS E BALANCE DE EMISIÓN S	63
1.1.2.- Consumos totais	14	5.- PROPOSTAS	65
1.1.3.- Consumo de gasóleo	20	5.1.- Edificios	65
1.1.4.- Consumo de electricidade	24	5.1.1.- Xestión	65
1.2.- Ratios específicas	28	5.1.2.- Técnicas	67
1.2.1.- Iluminación interior	28	5.2.- Iluminación pública	69
1.2.2.- Ordenadores	30	5.3.- Mobilidade	71
1.2.3.- Consumo de auga	31	6.- POTENCIAL EN RENOVABLES	72
1.3.- Consumos por uso para cada centro	36	6.1.- Solar fotovoltaica	72
1.3.1.- Consideracións previas	36	6.2.- Solar térmica	73
2.- ILUMINACIÓN PÚBLICA	54	6.3.- Eólica	74
2.1.- Caracterización dos puntos de luz	54	6.4.- Biomasa	76
2.2.- Consumo da iluminación pública	57	6.5.- Proxectos recentes	77



0. INTRODUCCIÓN E OBXECTIVOS

O cambio climático é un dos maiores desafíos que a humanidade afronta no século XXI. O quecemento da Terra non é unha ameaza virtual, senón unha realidade. O cuarto informe do grupo intergubernamental de expertos sobre o cambio climático (IPCC, *Intergovernmental Panel on Climate Change*), si define o fenómeno cambio climático como un feito inequívoco e atribuíble, con máis dun 90% de certeza, á actividade humana.

O fenómeno da influencia da actividade humana sobre o cambio climático ponse de manifesto no ano 1972 en Estocolmo, na 1.^a Conferencia Mundial do Medio Ambiente Humano. Neste punto a comunidade internacional, con Nacións Unidas e a Organización Meteorolóxica Mundial á fronte, comezan un proceso de análise e investigación. Posteriormente, ten lugar en Río de Janeiro a Conferencia das Nacións Unidas sobre o Medio e o Desenvolvemento onde definitivamente se comeza a abordar o problema global que representa o cambio climático. Defínese e ábrese á sinatura do Convenio Marco das Nacións Unidas sobre o Cambio Climático, que se concreta co Protocolo de Kioto (1997) como instrumento para reducir as emisións nos países industrializados.

Malia estes antecedentes, as emisións de gases efecto invernadoiro (GEI), aumentaron. No último informe do IPCC prevese para as vindeiras dúas décadas un aumento da temperatura de 0,2°C por década nunha serie de escenarios hipotéticos de emisión. Tamén estima que ao final do século XXI, de non se rexistrar cambio ningún na tendencia, se producirá un quecemento superficial medio da Terra de entre 1,8 e 4,0°C, e un incremento do nivel do mar de entre 18 e 59 cm.

Con máis dun 66% de probabilidade, os cambios producidos en moitos sistemas físicos e biolóxicos están vinculados ao quecemento provocado pola emisión antropoxénica de GEI. As emisións de GEI aumentaron un 70% entre os anos 1970 e 2004. De feito, malia a política actual de mitigación do cambio climático e das prácticas asociadas ao desenvolvemento sustentable, as emisións mundiais de gases de efecto invernadoiro continuaran a medrar durante as próximas décadas, polo que cómpre esforzarse para estabilizar a concentración destes gases na atmosfera.

Outro feito que foi decisivo para centrar a atención pública cara ao fenómeno do cambio climático noutros ámbitos non estritamente científicos ou ambientais, foi a publicación do Informe Stern (2007). Nel valórase a incidencia do cambio climático sobre a economía mundial e advírtese das graves consecuencias que se puideren acentuar de non se actuar xa e cuxos custos poden oscilar entre un 5% e un 20% do PIB mundial.

Non é de estrañar que a preocupación polo cambio climático pasase a ser o tema central da meirande parte das axendas ambientais e isto xerese diferentes niveis competenciais, estratexias, plans, accións e políticas que pretenden inverter a tendencia actual.

En Europa asináronse diferentes declaracións das cidades pola sustentabilidade so o nome de *cartas*, caso da Carta de Aalborg. Tamén no ano 2008 tivo lugar a Comunicación da Comisión ao Parlamento europeo ao Comité Económico e Social Europeo e mais ao Comité das Rexións: COM (2008) 30 final: *Dúas veces 20 para o 2020. O cambio climático, unha oportunidade para Europa*, sobre medidas para acadar os compromisos acordados en materia de seguranza e competitividade enerxética e loita contra o cambio climático, coñecido como Paquete Enerxía-Clima. Neste comunicado propóñense os mecanismos para que a Unión Europea consiga os seus obxectivos contra o cambio climático para os anos 2013-2020.

Este comunicado coñécese como *Dúas veces 20 para o 2020*, porque o Consello Europeo fixa dous obxectivos chave: o 20% da enerxía consumida ten que ser subministrada a partir de fontes renovables e cómpre reducir o 20% das emisións de GEI.

Nos últimos anos en España elaboráronse estratexias e plans de acción no principal sector xerador de GEI, o enerxético. Este sector é a orixe do 80% das emisións dos GEI. As estratexias e accións desenvolvidas recaen sobre: o aforro, a eficiencia e a captación de enerxías renovables.

O obxectivo do presente proxecto é conseguir a eficiencia enerxética nos campus de Elviña e A Zapateira da Universidade da Coruña. Para iso, pátrese dunha diagnose enerxética de todos os edificios, o espazo público e a mobilidade dos usuarios do campus co fin de detectar os principais puntos de actuación. Posteriormente, deséñanse unha serie de propostas para reducir o consumo enerxético e, por tanto, aumentar a eficiencia enerxética. Finalmente, calcúlanse os potenciais de produción con enerxías renovables.

1. LOCALIZACIÓN E DESCRICIÓN DOS CAMPUS

Os campus de Elviña e A Zapateira da Universidade da Coruña están situados na zona sur do municipio, ás aforas da cidade.

O campus Elviña é o máis próximo ao municipio, pois só 5 km o separan da praza de María Pita, situada en medio do centro urbano. O campus da Zapateira está un pouco máis afastado, xa que hai a distancia respecto da dita praza é duns 6,5 Km e está unido co campus de Elviña por unha estrada local.

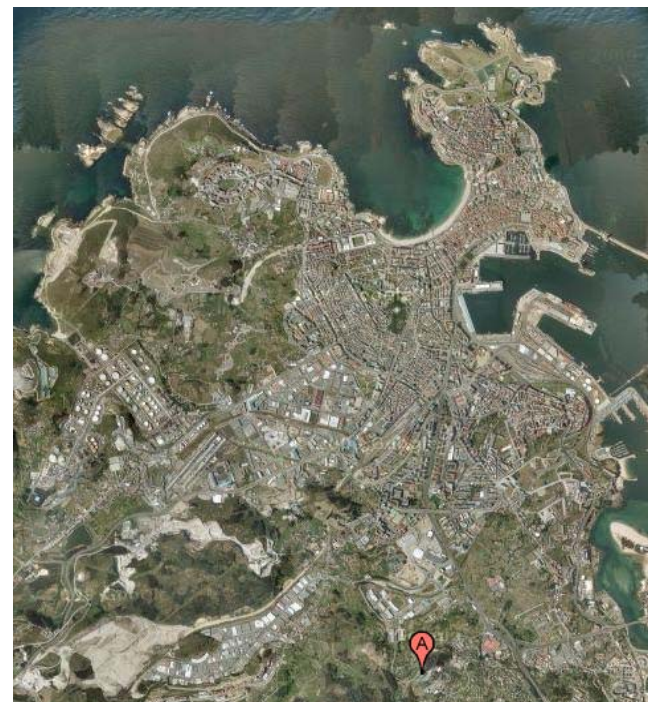


Ilustración 1: Situación dos campus da Zapateira e de Elviña
Fonte: Google maps

Os dous campus ocupan unha superficie total de 58,5 ha e acollen o núcleo rural do Castro no seu interior. O campus de Elviña é o máis grande cunha superficie total de 50 ha, 20 das cales están construídas. Dispón dun total de 15 edificios, 7 deles de uso para a docencia e 8 destinados a equipamentos de tipo deportivo, investigación e usos administrativos.

O campus da Zapateira está situado a unha cota 40 m superior ao de Elviña e ten unha superficie total de 13 ha (7,3 ha construídas). Este campus consta de 6 edificios, dos cales 5 son para a docencia e o último é un equipamento de tipo administrativo.

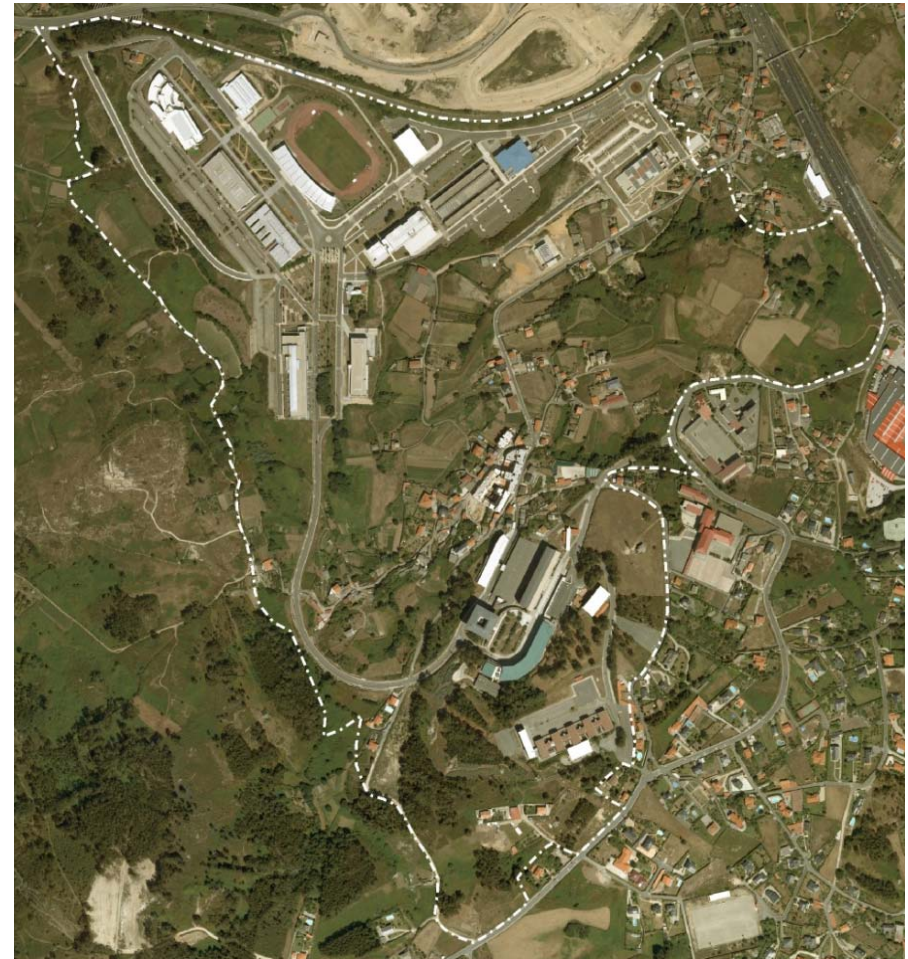


Ilustración 2: Situación dos campus da Zapateira e Elviña
Fonte: Google maps



Campus de Elviña

1. F. Ciencias da Educación
2. F. Dereito
3. F. Socioloxía y F. Ciencias da Comunicación
4. F. C. Económicas e Empresariais y Estudos Empresariais
5. Servizos Centrais de Investigación
6. Casa do Lagar
7. F. Informática
8. ETS Enxeñeiros de Camiños, Canais e Portos
9. CITEEC
10. Edificio Xoana Capdeville
11. Pavillón de Estudantes
12. Pistas Polideportivas
13. Pavillón de Deportes
14. Escola Infantil
15. CITIC

Campus de Zapateira

1. Departamento ETS Arquitectura
2. ETS de Arquitectura
3. F.Ciencias
4. F.Filoloxía
5. Casa do Francés
6. Escola Universitaria Arquitectura Técnica

Ilustración 3: Situación dos centros dos campus de Elviña e A Zapateira
Fonte: elaboración propia

É importante diferenciar os centros segundo a súa tipoloxía, pois o seu consumo vai estar moi condicionado a este aspecto. En termos xerais os diferentes centros pódense clasificar en:

- A) **Tipoloxía xeral:** corresponden a centros docentes ou centros de investigación non experimental. Neles a calefacción obtense con caldeira de gasóleo, con rendementos aproximados do 88% e con radiadores de fundición de chapa. Polo xeral, non hai sectorización nin regulación, agás nalgúns espazos en que hai regulación manual mediante válvulas. No entanto, en salas independentes, caso do salón de actos, adoitan dispor de máquinas de climatización independentes. Os centros dispoñen de centros de transformación de electricidade individuais. Hai refrixeración nas aulas de informática mediante sistema *multisplit*. O seu horario é de 8:00 a 22:00 de luns a venres.
- B) **Edificios dedicados á investigación biolóxica/química:** normalmente dispoñen de equipamentos electrónicos de media potencia que adoitan estar en funcionamento continuado, o que xera un elevado consumo eléctrico. Para alén diso, estes laboratorios xeran a necesidade de refrixeración por mor da disipación dos equipos e tal refrixeración se fai con sistemas de arrefriamento por compresión. Pola mesma razón o consumo de gasóleo debería de ser pequeno. Tamén hai un elevado consumo de auga debido á necesidade de lavar materiais de laboratorio.
- C) **Edificios dedicados á investigación en enxeñaría:** dispoñen de equipamento pesado de media potencia, onde o funcionamento non é continuado, o que supón un elevado consumo eléctrico (aínda que menor que na tipoloxía B).
- D) **Edificios dedicados á investigación en novas tecnoloxías:** adoitan dispor de moito equipamento informático con acceso 24 h/día e 365 días/ano. Isto reflíctese nun elevado consumo eléctrico e na necesidade de refrixeración destas estancias. O

sistema de refrixeración acostuma ser por compresión. O consumo de gasóleo debería ser menor por mor da disipación dos equipos.

- E) **Edificios de Servizos Administrativos Centrais:** dispón de sistemas de climatización mediante bombas de calor, polo que o consumo eléctrico aumenta e o de gasóleo diminúe ou é nulo. O horario de apertura é de 7-8 horas ao día.
- F) **Edificios de aulas de apoio ao estudo:** a calefacción é mediante caldeiras de gasóleo e, polo xeral, radiadores como elementos emisores. O consumo eléctrico é debido á iluminación e á electrificación de mesas para ordenadores portátiles e aulas de informática. Abren 18 h/día, 7 días/semana e 4,5 meses/ano. O seu uso nocturno incrementa o gasto eléctrico.
- G) **Instalacións deportivas:** aparece o consumo de auga quente sanitaria (AQS) para as duchas, que xera, xunto coa calefacción, mediante caldeiras de gasóleo. O gasto eléctrico máis importante débese á iluminación dos estadios e pavillóns. O consumo global de auga é importante por mor dos vestiarios e da rega dos estadios.

A seguinte táboa mostra as características básicas de cada centro, como o seu uso, o número de usuarios, a superficie etc. Estes datos son de vital importancia á hora de determinar problemas nos consumos de enerxía.

CAMPUS	CENTRO	TIPOLOXÍA	SUPERFICIE (construída) [m2]	ANO CONSTRUCCIÓN	N.º PDI	N.º PAS	ALUMNOS	TOTAL USUARIOS	HORAS UTILIZACIÓN
Elviña	Casa da Galería (O Lagar)	E	721	1945	0	12	0	12	13
Elviña	Edif. de Serv. Centrais Investigación (SAI)	B	10.624	2003	95	35	0	130	14
Elviña	CITEEC	C	6.090	1999	21	16	0	37	14
Elviña	CITIC	D	1.555	2006	25	8	0	33	14
Elviña	Xoana Capdevielle	E/F	5.323	2005	0	46	0	46	14
Elviña	Pavillón de Estudantes	E	3.022	1995	0	15	0	15	13
Elviña	Pistas polideportivas	G	4.751 (20.000m ² pistas)	1997	0	3	0	3	13
Elviña	Pavillón polideportivo	G	2.528	1995	0	14	0	14	13
Elviña	Fac. de CC. Educación	A/B	14.490	1995	141	20	1.951	2.112	13
Elviña	Fac. de Dereito	A	11.565	1996	75	19	1.674	1.768	13
Elviña	Fac. de Socioloxía e CC. da Comunicación	A	9.973	1998	38	14	416	468	13
Elviña	Fac. de Informática	D	15.600	1995	196	27	1.989	2.212	13
Elviña	ETS Enx. de Camiños, Canais e Portos	C	12.500	1995	92	17	1.182	1.291	13
Elviña	Fac. Económicas e Empresariais	A	16.786	2002	133	23	2.034	2.190	13
A Zapateira	Fac. de Ciencias	B	17.458	1982	125	20	741	886	13
A Zapateira	EU de Arquitectura Técnica	A	10.866	1975	68	15	1.511	1.594	13
A Zapateira	ETS de Arquitectura	A	9.321	1981	120	26	1.912	2.058	13
A Zapateira	Dep. da ETS Arquitectura	A	4.916	1996	161	7	0	168	13
A Zapateira	Fac. de Filoloxía e Dep. de Filoloxía	A	14.476	1990	75	18	363	456	13
A Zapateira	Casa de Francés	E	632	1995	0	18	0	18	13

Táboa 1: Características básicas dos edificios.

Fonte: UDC

1.1. Análises de consumos

1.1.1. Consideracións previas

O consumo eléctrico dalgúns edificios está agrupado por causa de que reciben a electricidade dun centro de transformación común. Nestes casos estímase o consumo a partir das distintas potencias instaladas en cada edificio:

- o Iluminación
- o Equipos informáticos
- o Maquinaria
- o Cocinas

Amais da potencia, cómpre ter en conta as horas de funcionamento de cada elemento de potencia e mais o factor de simultaneidade.

Polo que atinxe ao consumo térmico, existe un *district heating* que dá servizo de gasóleo a distintos centros da Zapateira. Neste caso, estimouse que o consumo de cada centro é proporcional á superficie, polo cal as ratios de consumo por superficie son iguais e só varia o consumo por usuario.

A táboa seguinte reflicte os centros docentes e equipamentos de cada campus que comparten centro de distribución eléctrico ou *district heating*, e como fica a distribución eléctrica e térmica en cada un deles:

		DATOS XERAIS	ELECTRICIDADE		CALEFACCIÓN		AQS	AQ
Centros docentes	Elviña	Fac. de CC. da Educación	CT ¹ propio	100%	Gasóleo	100%	↯	↯
		Fac. de Dereito	CT propio	100%	Gasóleo	100%	↯	↯
		Fac. de Socioloxía e Comunicación	CT propio	100%	Gasóleo	100%	↯	Eléctrica
		Fac. de Informática	CT común Casa Galería	93%	Gasóleo	100%	↯	Eléctrica
		ETS da E. Camiños, Canais e Portos	CT propio	100%	Gasóleo	100%	↯	Eléctrica
		Fac. de CC. Econ. e Empresariais	CT propio	100%	Gasóleo	100%	↯	Eléctrica
	A Zapateira	Fac. de Ciencias	CT común iluminación e aparcadoiro	89%	District heating gasóleo	46%	↯	Eléctrica
		EU de Arquitectura Técnica	CT común con Casa do Francés e aparcad. ETS	32%		29%	↯	↯
		ETS de Arquitectura		65%		25%	↯	↯
		Dep. da ETS Arquitectura	CT propio	100%	Convectores eléctricos	100%	↯	↯
		Fac. de Filoloxía e. Dep. de Filoloxía	CT propio	100%	Gasóleo	100%	↯	↯
Equipamentos	Elviña	Casa da Galería (O Lagar)	CT común Informática	7%	Radiadores eléctricos	100%	↯	↯
		SAI	CT propio	100%	Gasóleo	100%	Termo elec	Eléctrica
		CITEEC	CT propio	100%	Gasóleo	100%	↯	↯
		CITIC	CT común	48%	Gasóleo	100%	↯	↯
		Xoana Capdevielle		52%	Piso radiante	100%	↯	Eléctrica
		Pavillón Estudiantes		22%	B. de calor	100%	↯	Eléctrica
		Pistas polideportivas	CT común con iluminación pública Elviña	12%	Radiadores eléctricos	100%	Gasóleo	↯
		Pavillón polideportivo		10%	Radiadores en oficinas	100%	Termos eléctricos	-
		Z Casa do Francés	CT común arquitectura	2%	Gasóleo	100%	↯	↯

¹ CT: centro de transformación

Táboa 2: Características dos consumos nos distintos centros.

Fonte: Elaboración propia

En todo o documento todos os edificios se clasifican segundo o campus a que pertence e a actividade que se realiza no seu interior a partir dun código de cores:

Campus de Elviña: Tonalidade azul

Equipamentos: investigación, administrativos ou deportivos.
Edificios docentes.

Campus da Zapateira: Tonalidade verde

Equipamentos: investigación, administrativos ou deportivos.
Edificios docentes.

1.1.2. Consumos totais

Primeiramente realízase unha análise do consumo total dos dous campus universitarios e mais dos centros que os constitúen.

O seguinte gráfico mostra a evolución do consumo de todos os centros desde o ano 2003 ao 2008, e na lenda pódese apreciar a media de consumo de cada centro nos últimos anos:

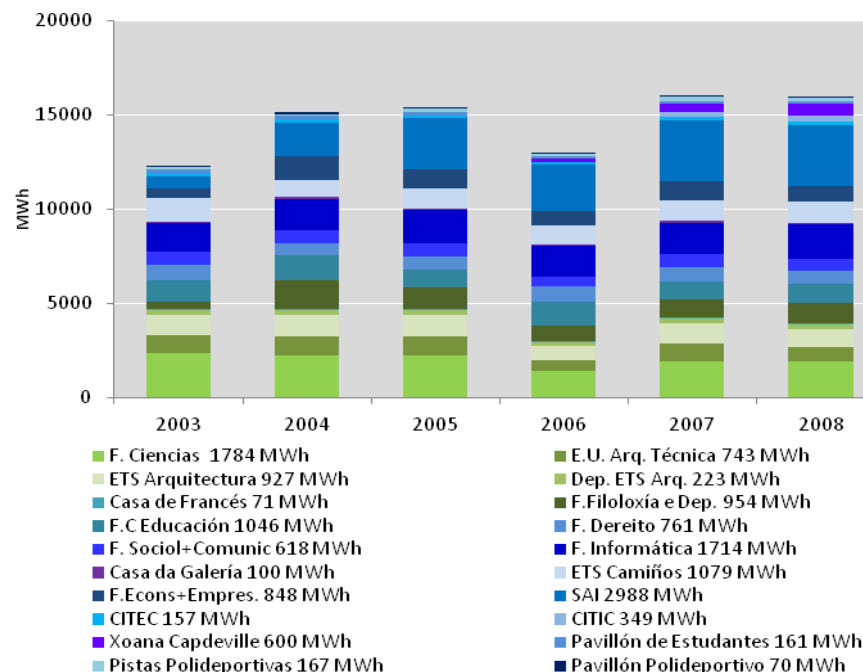


Figura 1: Histórico dos consumos totais dos edificios

Fonte: UDC

Como se pode apreciar o consumo do campus de Elviña (centros de gama azul) é moi superior ao do campus da Zapateira (gama verde). O principal motivo é que o 70% dos centros pertencen ao campus de Elviña e entre eles atópanse todos os centros de investigación que teñen un consumo moi elevado. A seguinte táboa reflicte o consumo total de cada campus no período 2003-2008.

MWh	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Elviña	7.195	8.900	9.505	9.163	10.825	10.925
A Zapateira	5.065	6.188	5.780	3.815	5.159	4.999
Total	12.259	15.088	15.284	12.978	15.984	15.924

Táboa 3: Consumos totais entre 2003 e 2008
Fonte: Elaboración propia

A seguir, represéntase o histórico entre 2003-2008 dos dous campus por separado:

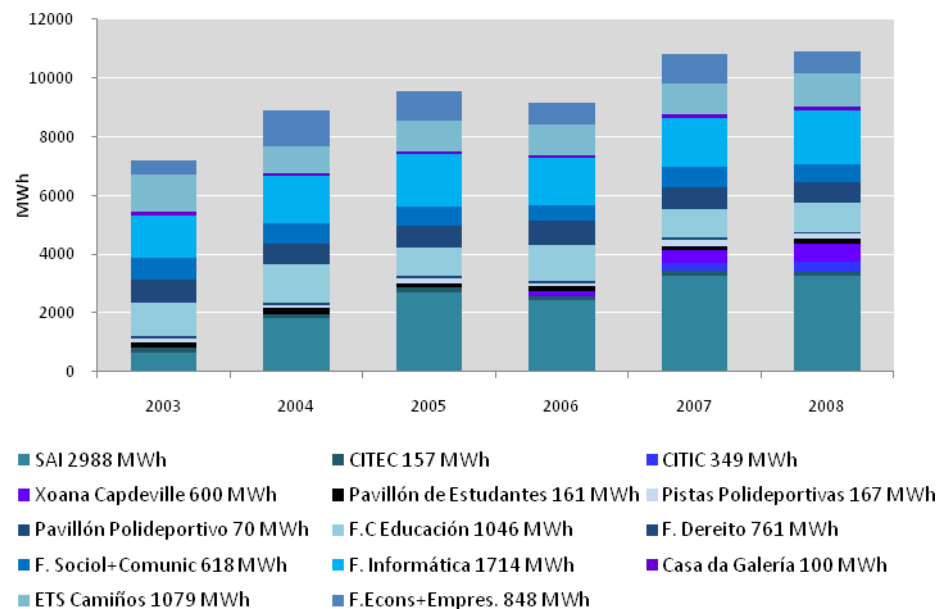


Figura 2: Histórico dos consumos totais dos edificios do campus da Zapateira
Fonte: UDC

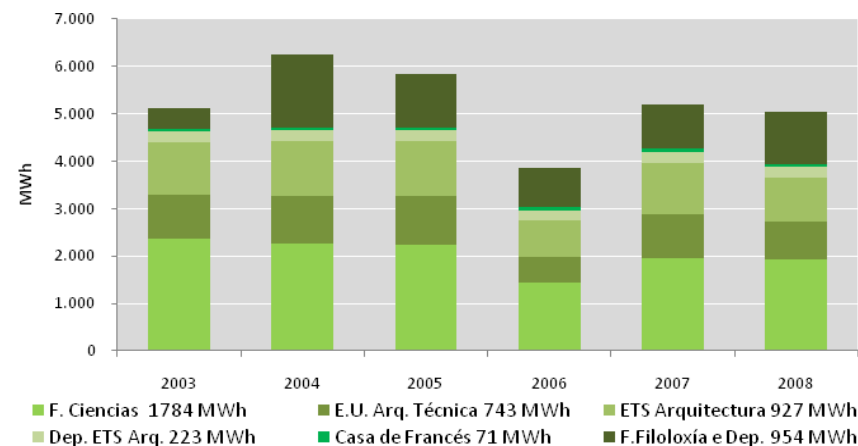


Figura 3: Histórico dos consumos totais dos edificios do campus de Elviña
Fonte: UDC

Pódese apreciar que mentres o consumo no campus da Zapateira se mantén practicamente constante, no campus de Elviña a tendencia é crecente. Isto é debido á aparición de novos centros como o CITIC ou o Edif. Xoana Capdevielle.

Tamén é importante salientar que en ambos os campus se produciu unha redución no ano 2006, aínda que fica mellor reflectida no campus da Zapateira (máis adiante verase que tal redución é principalmente causada polo consumo de gasóleo).

De resto, é importante identificar os edificios de maior consumo en valor absoluto, pois reducir unha parte do seu consumo terá unha achega moito maior ao cómputo total do consumo dos campus. A seguinte táboa mostra os consumos totais en MWh dos distintos centros e calculouse facendo unha media dos últimos tres anos.

CAMPUS	CENTRO	GASÓLEO [MWh/ano]	ELECTRICIDADE [MWh/ano]	TOTAL [MWh/ano]
Elviña	Casa da Galería (O Lagar)	0	63	63
Elviña	SAI	865	2.122	2.988
Elviña	CITEEC	40	118	157
Elviña	CITIC ²	88	261	349
Elviña	Edif. Xoana Capdevielle ¹	313	287	600
Elviña	Pavillón de Estudantes	0	161	161
Elviña	Pistas polideportivas	76	90	167
Elviña	Pavillón polideportivo	0	70	70
Elviña	Fac.de CC. da Educación	618	428	1.046
Elviña	Fac. de Dereito	259	502	761
Elviña	Fac. de Socioloxía e CC. da Comunicación	304	314	618
Elviña	Fac. de Informática	332	1.382	1.714
Elviña	ETS Camiños, Canais e Portos	466	613	1.079
Elviña	Fac. de CC. Económicas + CC. Empresariais	259	590	848
A Zapateira	Fac. de Ciencias	621	1.163	1.784
A Zapateira	EU de Arquitectura Técnica	387	356	743
A Zapateira	ETS de Arquitectura	332	595	927
A Zapateira	Dep. da ETS Arquitectura	0	223	223
A Zapateira	Fac. de Filoloxía e Dep. de Filoloxía	528	425	954
A Zapateira	Casa do Francés	53	18	71

Táboa 4: Consumos por fontes e total dos edificios.
Fonte: UDC

O seguinte gráfico representa os consumos totais de cada centro para poder apreciar facilmente que edificios teñen un consumo maior:

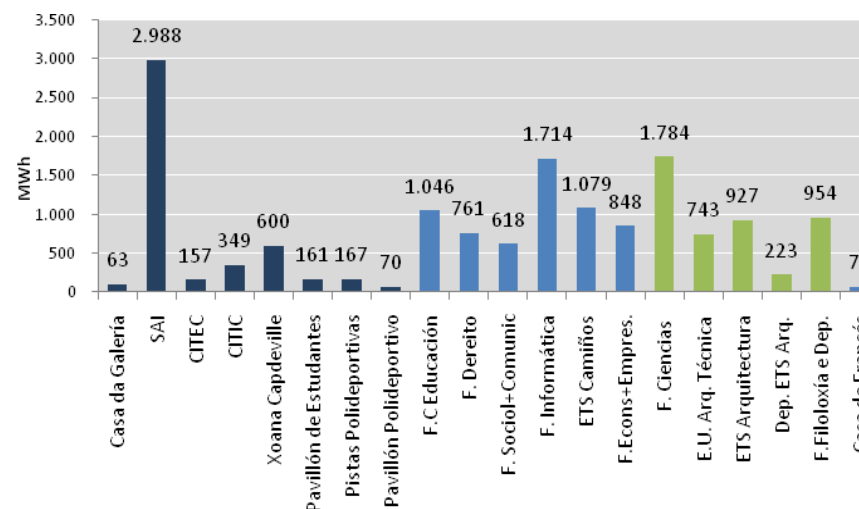


Figura 4: Consumos total en todos os centros diferenciados por cor segundo a súa actividade
Fonte: UDC

Os centros con maior consumo son a *Fac. de Ciencias*, o *Edif. de Serv. Centrais de Investigación (SAI)*, a *Fac. de Ciencias da Educación*, a *Fac. de Informática* e a *ETS de Enx. de Camiños, Canais e Portos*. O motivo do elevado consumo nos primeiros tres centros pode ser debido a que dispoñen de laboratorios químico-biolóxicos en funcionamento 24 h. ao día. A *Fac. de Informática* dispón dun gran número de ordenadores así como o centro computacional, con ordenadores de alta potencia a funcionaren de xeito continuado. Finalmente, a *ETS de Enx. de Camiños, Canais e Portos* dispón de maquinaria propia da enxeñaría que é de alta potencia.

² Consumo de 2008, xa que é o primeiro ano en que funcionan a pleno rendemento

Ratios de comparación entre edificios

Neste punto calcúlase o consumo por usuario e por superficie, e compárase cos demais centros da súa tipoloxía.

Os consumos son distintos segundo a actividade que se realiza no edificio, de aí que se analizaran as ratios segundo as tipoloxías de edificio e se compararan coas ratios que proporcionan distintos organismos:

	kWh/m ²	kWh/usuario	FONTE
Edificios docentes	43	406	MINECO
Centros administrativos	145	2.453	MINECO
Polideportivos (sen piscina)	113	-	PMEB
Aparcadoiros	150	-	BCNEcología
Obradoiros e asimilables	250	-	BCNEcología

Táboa 5: Valores de referencia de ratios de consumo por tipoloxía.
Fonte: MINECO, PMEB e elaboración propia

As ratios calcúlanse a partir da media de consumo de cada centro nos últimos tres anos, a superficie considerada é a total construída e o número de usuarios considera o PDI, o PAS e o estudantado.

Ratio consumo total por superficie

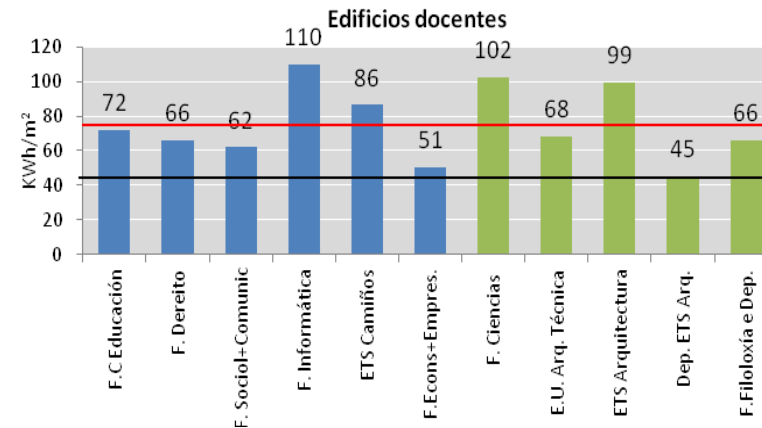


Figura 5: Ratio de consumo por superficie nos centros docentes e comparación co valor de referencia

Fonte: UDC e elaboración propia

A liña vermella amosa a media de consumo por superficie de todos os edificios docentes e ten por valor 75 KWh/m². Como se pode apreciar, este valor é moi superior aos 43 KWh/m² que marca MINECO (liña negra). Só a *Fac. de Económicas e Empresariais* e o *Dep. da ETS de Arquitectura* teñen un consumo medio por superficie semellante ao que propón MINECO.

Os centros con maior demanda enerxética por superficie son a *Fac. de Informática* e a *Fac. de Ciencias*, seguidas da *ETS de Arquitectura*. É importante notar que os dous primeiros edificios dispoñen de gran soporte informático e laboratorios, o que explica este elevado consumo. Débese estudar a que é debido o elevado consumo da *ETS de Arquitectura*.

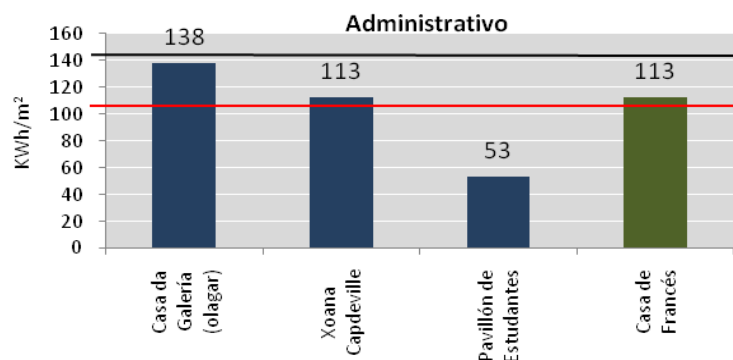


Figura 6: Ratio de consumo por superficie nos centros administrativos e comparación co valor de referencia

Fonte: UDC e elaboración propia

O consumo medio por superficie dos centros administrativos do campus de Elviña e A Zapateira é de 104 kWh/m², un 30% máis baixo do que propón MINECO. A Casa da Galería é o centro con maior demanda enerxética por superficie cun valor moi parecido ao que propón MINECO.

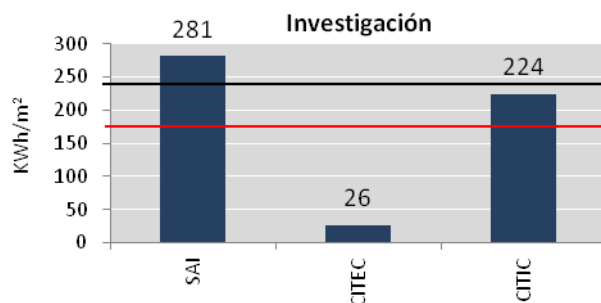


Figura 7: Ratio de consumo por superficie nos centros de investigación e comparación co valor de referencia

Fonte: UDC e elaboración propia

A ratio de consumo por superficie dos centros de investigación tamén é inferior ao de referencia, aínda que hai que ter en conta que este valor se refire a obradoiros, que é unha tipoloxía de edificio un pouco distinta aos laboratorios universitarios.

O *Edificio de Servizos Centrais de Investigación* é o centro con maior consumo por superficie probablemente debido a que dispón de laboratorios químico-biológico de funcionamento continuado. O *CITIC* tamén ten un consumo moi elevado causado polo gran número de equipos informáticos de que dispón e mais pola necesidade de refrixeración continuada.

Na análise de consumo por superficie dos centros deportivos, as *Pistas polideportivas* e o *Pavillón polideportivo* analízanse como un único equipamento deportivo, e a superficie considerada foi de 7279 m², que corresponde á suma dos dous centros, sen ter en conta os 20 000m² das pistas. A ratio media que se obtivo é de 32 kWh/m², valor moi inferior ao que propón o PMEB (113 kWh/m²).

▪ Ratio consumo por usuario

O seguinte gráfico mostra o consumo por usuarios en centros docentes. Non se representa o consumo por usuarios dos centros de investigación, administrativos ou deportivos por mor de que un gran número dos seus usuarios son de paso e non están contabilizados, co cal o consumo fica desmesurado.

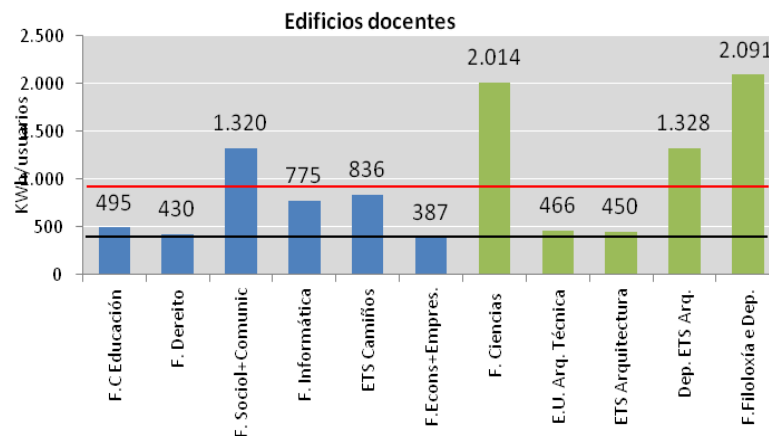


Figura 8: Ratio de consumo por usuario nos centros docentes e comparación co valor de referencia
Fonte: UDC e elaboración propia

O consumo medio por usuario é de 960 kWh/usuario, máis do dobre do que propón MINECO. O problema é que o número de estudantes é moi baixo en comparación á superficie dos centros. Os edificios foron deseñados para absorber unha cantidade de alumnos/as moi superior a que se está a matricular na actualidade.

A Fac. de Ciencias, a Fac. de Filoloxía e a Fac. de Socioloxía e CC. da Comunicación son os centros con meirande consumo por usuario. O motivo é o baixo número de estudantes nestes centros. Porén, o Dep. da ETS. de Arquitectura ten un elevado consumo por usuarios debido a que aqueles que son de paso non están cuantificados.

Na seguinte táboa móstranse os metros de superficie por usuario en cada centro e pódese apreciar claramente que todos os equipamentos teñen contabilizados moi poucos usuarios, o que provoca que a superficie por usuario sexa moi elevada. Nos edificios docentes, a superficie por usuario é moito menor, mais nas facultades antes mencionadas (Fac. de Ciencias, a Fac. de Filoloxía e a Fac. de Socioloxía e CC. Comunicación) a

superficie por usuario é maior, xa que o número de estudantes matriculados na actualidade é moi baixo.

CENTRO		SUPERFICIE	TOTAL USUARIOS	SUPERFICIE USUARIOS	
Elviña	Equipamentos	Casa da Galería (O Lagar)	721	12	60,1
		(SAI)	10.624	130	81,7
		CITEEC	6.090	37	164,6
		CITIC	1.555	33	47,1
		Xoana Capdevielle	5.323	46	115,7
		Pavillón de Estudantes	3.022	15	201,5
		Pavillón + Pistas polideportivas	7.279	17	428,2
	Centros docentes	Fac. de CC. da Educación	14.490	2.112	6,9
		Fac. de Dereito	11.565	1.768	6,5
		Fac. de Socioloxía + CC. da Comunicación	9.973	468	21,3
		Fac. de Informática	15.600	2.212	7,1
		ETS de E. de Camiños, Canais e Portos	12.500	1.291	9,7
Fac. de CC. Económicas e Empresariais		16.786	2.190	7,7	
A Zapateira	C. docentes	Fac. de Ciencias	17.458	886	19,7
		EU de Arquitectura Técnica	10.866	1.594	6,8
		ETS de Arquitectura	9.321	2.058	4,5
		Dep. da ETS de Arquitectura	4.916	168	29,3
		Fac.de Filoloxía e Dep. de Filoloxía	14.476	456	31,7
	Eq	Casa do Francés	632	18	35,1

Figura 9: Superficie por usuarios en todos os centros de Elviña e A Zapateira
Fonte: UDC

1.1.3. Consumo de gasóleo

O consumo dalgúns edificios está agrupado grazas á existencia dun *district heating* no campus da Zapateira. Estes centros son: *Fac. de Ciencias, Escola Universitaria de Arquitectura Técnica e a ETS de Arquitectura*. Por este motivo estimouse que o consumo de cada centro é proporcional á súa superficie.

O seguinte gráfico mostra a evolución do consumo de gasóleo en Elviña e na Zapateira durante o período 2003-2008 e nas lendas pódese ver a media de consumo de cada centro:

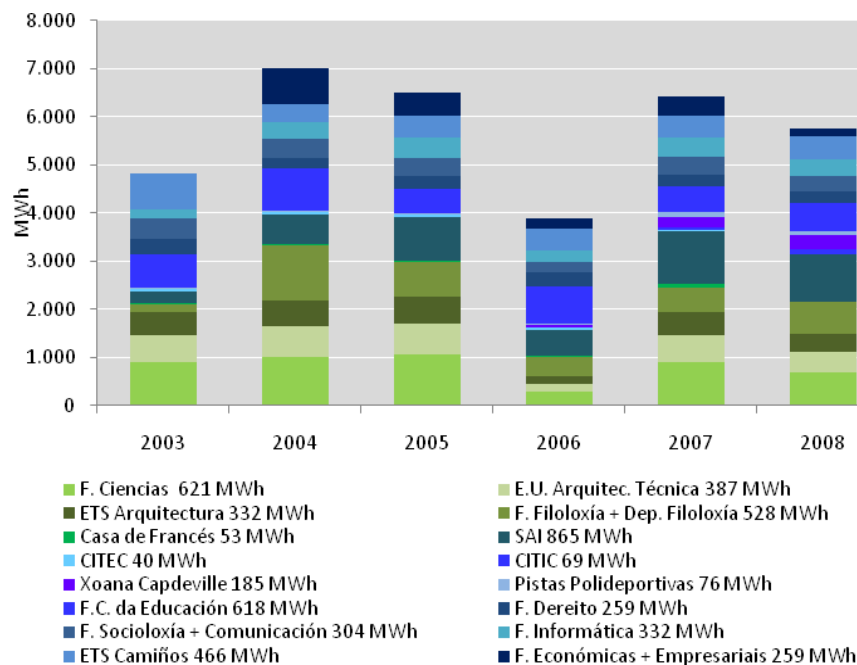


Figura 10: Histórico dos consumos de gasóleo dos edificios
Fonte: UDC e elaboración propia

O ano 2006 hai unha baixada moi importante nos consumos de petróleo, malia que comprando as temperaturas medias do inverno do ano 2006 cos dos anos 2007 e 2008 e non hai diferenzas significativas. Seguidamente, analízase a evolución de consumos en cada campus para ver se esta diminución nos consumos afecta aos dous campus por igual:

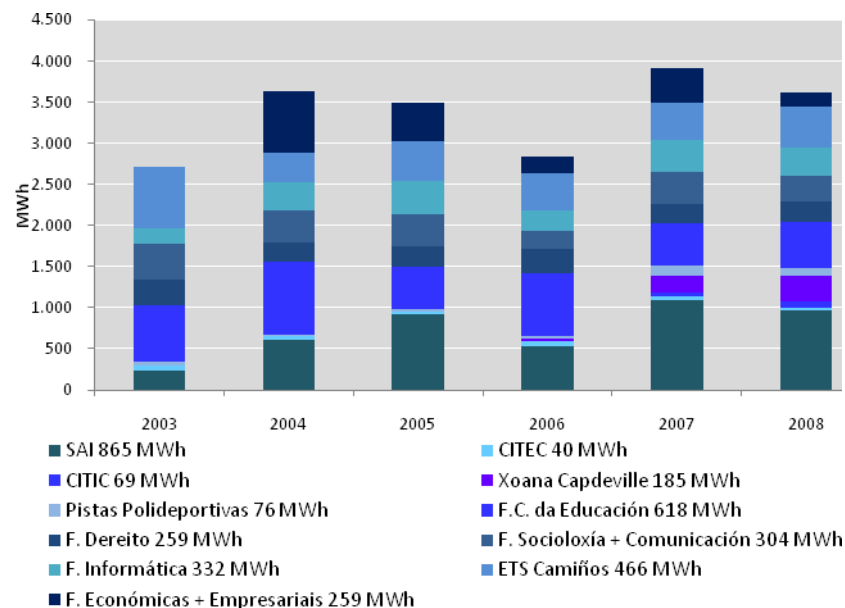


Figura 11: Histórico dos consumos de gasóleo dos edificios do campus de Elviña
Fonte: UDC

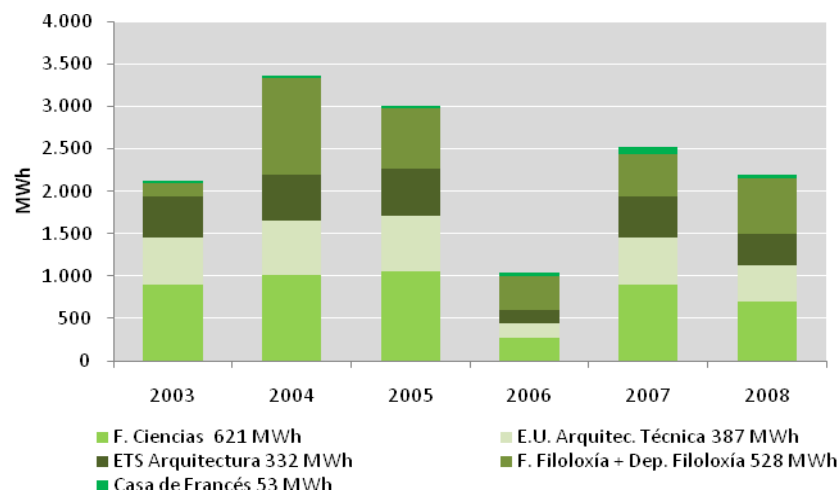


Figura 12: Histórico dos consumos de gasóleo dos edificios do campus da Zapateira
Fonte: UDC

Como se pode apreciar no ano 2006, o consumo diminúe en ambos os campus, mais o descenso é moito máis acusado no campus da Zapateira. O seguinte gráfico mostra a evolución de consumo en cada centro e nel apréciase onde hai unha maior variación no consumo:

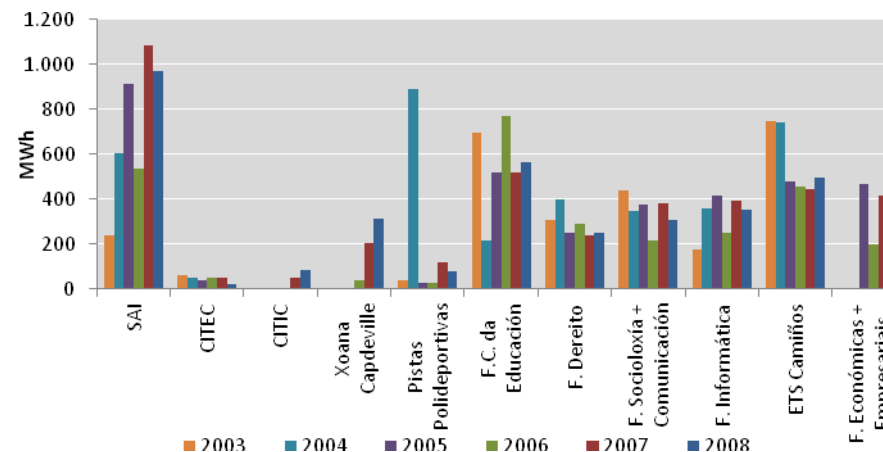


Figura 13: Histórico dos consumos de gasóleo para cada edificio do campus de Elviña
Fonte: UDC

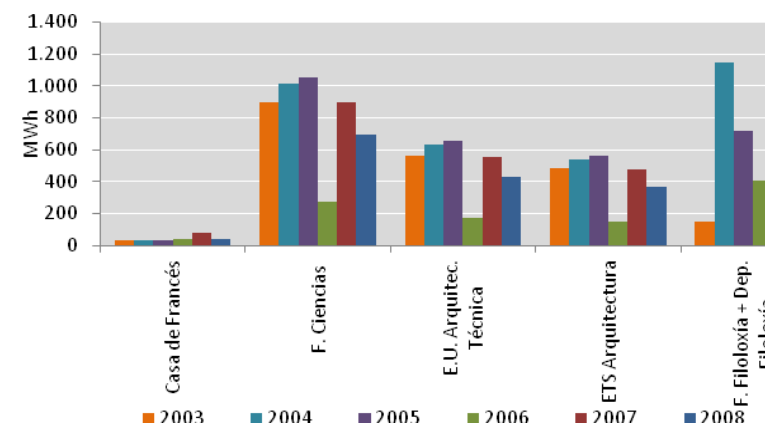


Figura 14: Histórico dos consumos de gasóleo por cada edificio do campus da Zapateira
Fonte: UDC

Vese ben ás claras o descenso no ano 2006 nas facultades da Zapateira que teñen o *district heating* común: *Fac. de Ciencias*, *Escola Universitaria de Arquitectura Técnica* e a *ETS de Arquitectura*. Poderíase considerar que foi un problema no servizo ou no contador destes centros.

No campus de Elviña o consumo é moi dispar ano tras ano. O consumo de gasóleo en 2006 do *Edif. de Servizos Centrais de Investigación* e mais da *Fac. de CC. Económicas e Empresariais* é máis baixo que nos outros anos. No entanto, na *Fac. de Ciencias da Educación* e na *Fac. de Dereito* o consumo do mesmo ano é especialmente elevado.

Unha posible explicación deste comportamento é o período de recarga do depósito de gasóleo. Así pois, o valor de consumo dun ano mudará significativamente en función de se o depósito se recarga en xaneiro ou en decembro.

A seguir, preséntanse os valores totais de consumo de gasóleo de cada campus entre 2003 e 2008.

MWh	2003	2004	2005	2006	2007	2008
A ZAPATEIRA	2.709	3.629	3.490	2.835	3.910	3.606
ELVIÑA	2.119	3.366	3.010	1.044	2.522	2.198
TOTAL	4.828	6.995	6.500	3.879	6.432	5.804

Táboa 6: Consumo en gasóleo entre 2003 e 2008
Fonte: UDC

No seguinte gráfico móstrase a media de consumo de gasóleo de cada edificio para poder ver a dimensión de consumo de cada centro:

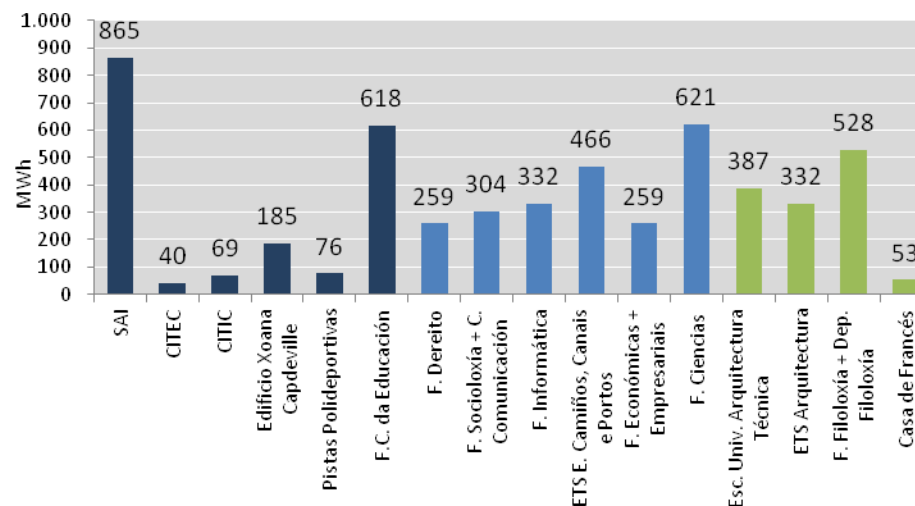


Figura 15: Consumo total de gasóleo nos distintos centros
Fonte: UDC e elaboración propia

O *Edif. de Servizos Centrais de Investigación* é o centro con maior consumo de gasóleo seguido da *Fac. de Ciencias da Educación* e a *Fac. de Ciencias*.

As *Pistas polideportivas* son o único centro deportivo con consumo de gasóleo. En concreto esta infraestrutura ten unha demanda media de 76 kWh ao ano que van dedicados exclusivamente ao quentamento de auga para as duchas. A climatización realízase a partir de radiadores eléctricos distribuídos polas distintas estancias.

Ratios de comparación entre edificios

Coma no caso anterior, as ratios calcúlanse a partir da media de consumo de cada centro nos tres últimos anos, a superficie considerada é a total construída e o número de usuarios considera o PDI, o PAS e o estudantado.

▪ **Ratio consumo de gasóleo por superficie**

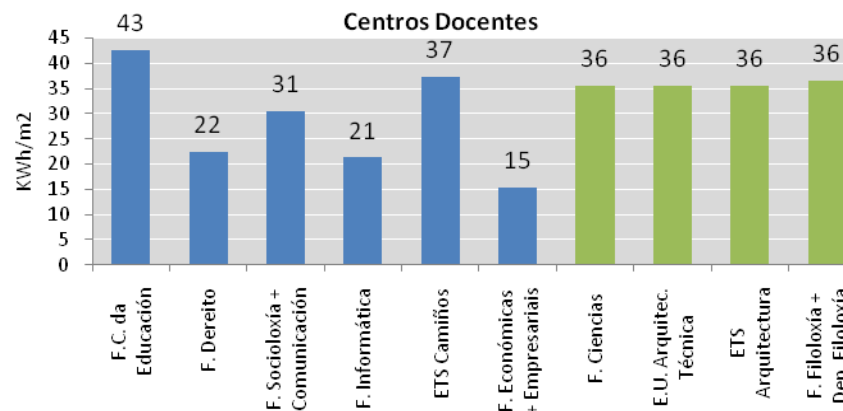


Figura 16: Ratio de consumo de gasóleo por superficie nos centros docentes
Fonte: UDC e elaboración propia

A *Fac. de Ciencias da Educación* é o centro con maior consumo por superficie, de feito esta facultade presentaba problemas por exceso de calor e no ano 2006 instaláronse válvulas de zona para poder regular a temperatura. Por agora non se nota a diminución do consumo, mais será necesario ver a evolución nos vindeiros anos para comprobar se a acción resulta efectiva.

Por outra parte, pódese apreciar que os centros que comparten *district heating* (*Fac. de Ciencias*, *EU de Arquitectura Técnica* e *ETS Arquitectura*) teñen a mesma ratio porque o consumo se calculou proporcionalmente á súa superficie. O consumo destes centros é elevado por mor de que as instalacións son moi vellas (de feito xa hai un proxecto de renovación do sistema).

Por último, a *ETS de Camiños, Canais e Portos* tamén presenta unha ratio elevada por mor do mal illamento das súas tubaxes, circunstancia da cal hai consciencia no centro e na que xa se está a traballar.

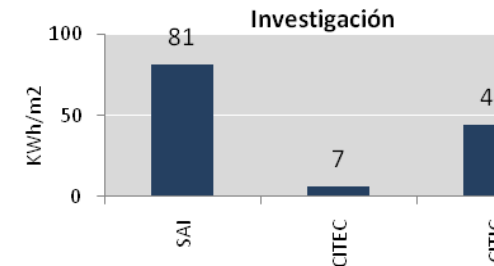


Figura 17: Ratio de consumo de gasóleo por superficie nos centros de investigación
Fonte: UDC e elaboración propia

É estraño que o consumo de gasóleo por superficie dos SAI sexa tan elevado, pois este centro dispón de gran cantidade de laboratorios, equipos electrónicos e maquinaria que disipan moita calor e precisan de refrixeración, do cal se agardaría un consumo de gasóleo baixo. Conviría facer un control das instalacións térmicas deste centro.

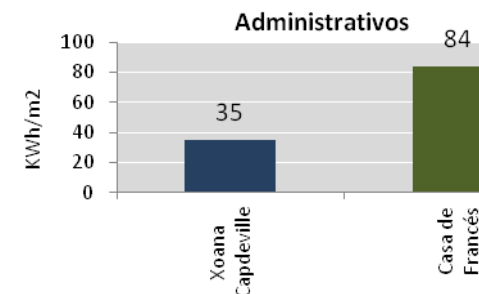


Figura 18: Ratio de consumo de gasóleo por superficie nos centros administrativos
Fonte: UDC e elaboración propia

A *Casa do Francés* ten un consumo moi elevado de gasóleo. O edificio é de cristal e de rocha, e contra todo prognóstico semella ser que o problema é a rocha e non o cristal, pois esta acumula radon que resulta nocivo para a saúde e esixe ventilar o edificio moi a miúdo.

▪ Ratio consumo de gasóleo por usuario

O seguinte gráfico mostra o consumo por usuarios. Ao igual que no caso anterior, móstrase o consumo por centros docentes e equipamentos por separado:

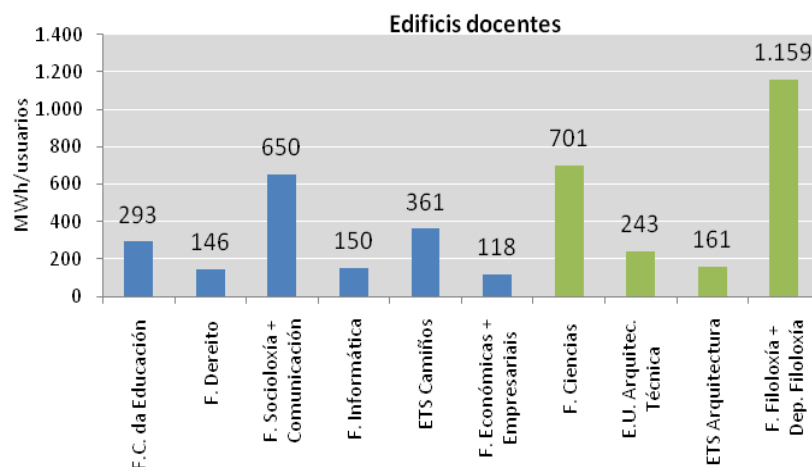


Figura 19: Ratio de consumo de gasóleo por usuario nos centros docentes.

Fonte: UDC e elaboración propia

A *Fac. de Socioloxía*, a *Fac. de Ciencias da Comunicación* e a *Fac. de Filoloxía* son as que teñen un maior consumo. Como xa se comentou, o problema é que teñen menos estudantes que as outros centros.

1.1.4. Consumo de electricidade

No seguinte gráfico móstrase a evolución do consumo eléctrico nos dous campus no período 2003-2008:

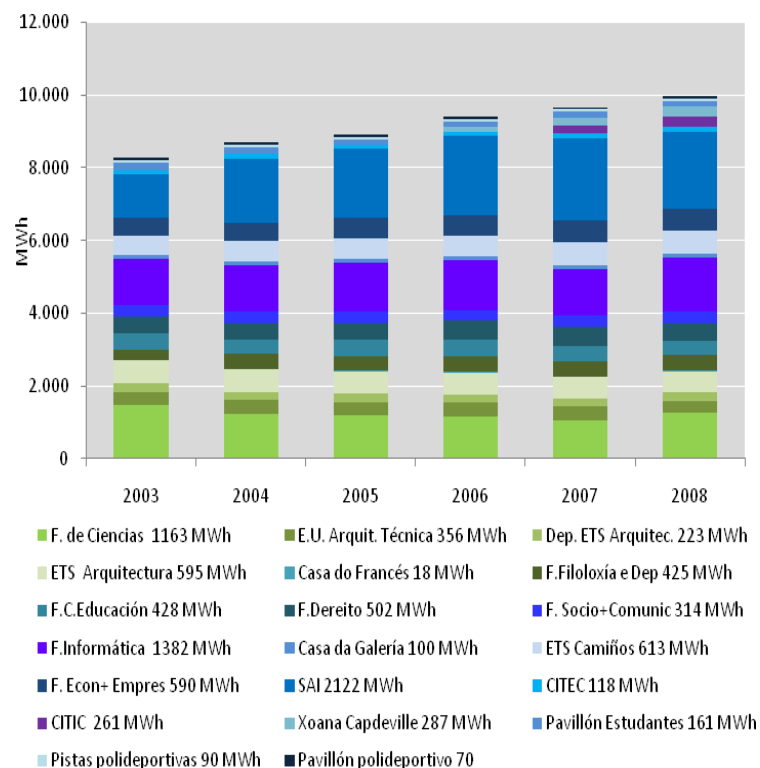
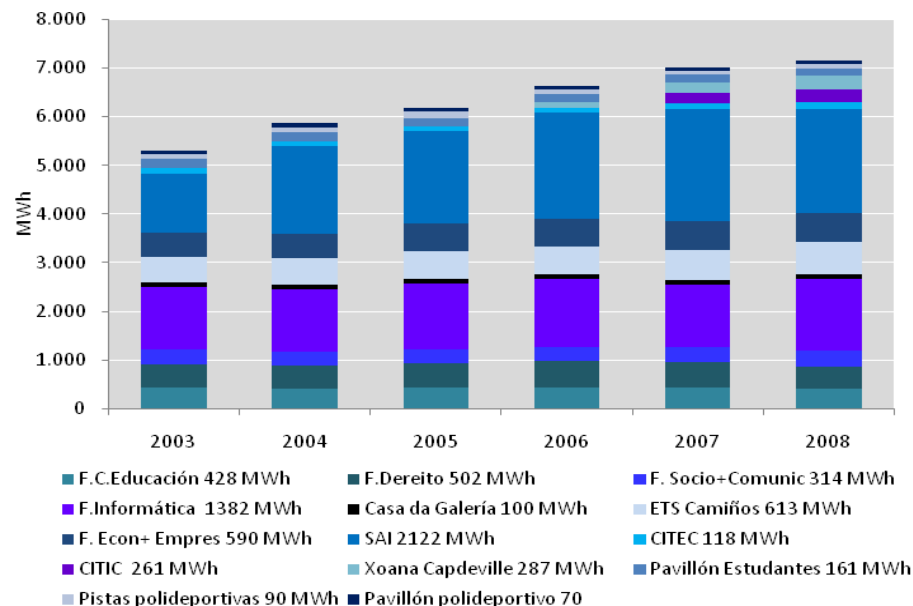


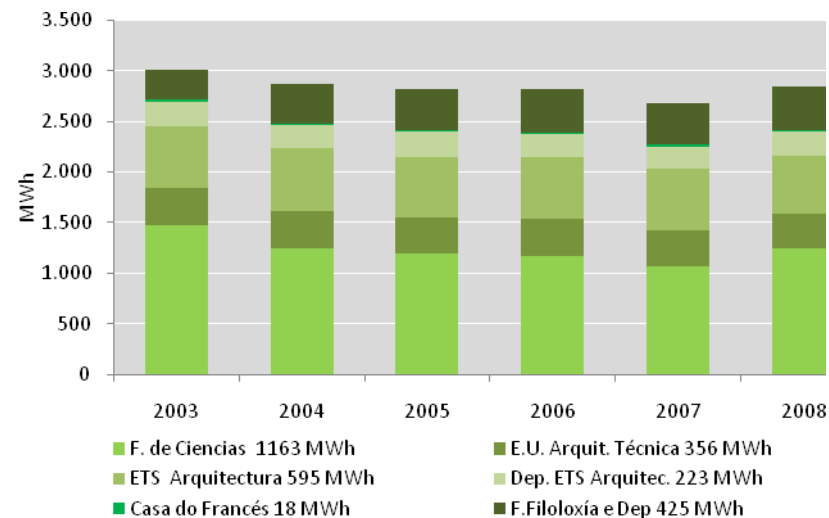
Figura 20: Histórico dos consumos eléctricos dos edificios

Fonte: UDC

Como se pode apreciar o consumo presenta unha tendencia crecente e constante. Se se analizan os dous campus por separado pódese apreciar que a evolución é distinta por cada campus:



A demanda eléctrica do campus de Elviña tivo un comportamento crecente en todo o período 2003-2008. O aumento total foi do 29% e as principais causas foron a aparición dos centros *CITIC* e *Xoana Capdeville* no ano 2006 xunto co crecemento do *Edif. de Servizos Centrais de Investigación*.



O campus Zapateira, en cambio, tivo unha tendencia lixeiramente decrecente até o ano 2007, malia que en 2008 aumentou a demanda eléctrica nun 7% respecto ao ano anterior co cal chegou a igualar o consumo que tivo en 2004.

Na seguinte táboa pódense apreciar os valores de consumo de cada campus ao longo do período 2003-2008

MWh	2003	2004	2005	2006	2007	2008
A ZAPATEIRA	2.946	2.822	2.770	2.771	2.637	2.801
ELVIÑA	4.485	5.271	6.081	6.328	6.915	7.319
TOTAL	7.431	8.093	8.851	9.100	9.552	10.120

Táboa 7: Consumo eléctrico entre 2003 e 2008
Fonte: UDC

O seguinte gráfico mostra a demanda eléctrica de cada edificio para poder apreciar de xeito claro os centros de maior consumo. O consumo obtense da media dos últimos tres anos.

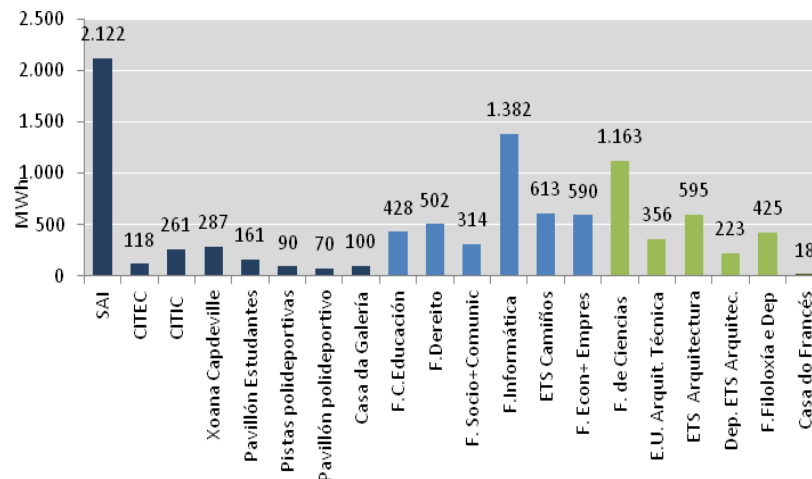


Figura 23: Consumos totais eléctricos por cada centro
Fonte: UDC

Salientan os edificios de sempre xa que, alén do gran consumo derivado da propia maquinaria dos laboratorios, tamén precisan un gran consumo en refrixeración pola calor xerada por esta maquinaria.

Respecto aos centros deportivos, estimouse que as *Pistas polideportivas* consomen 90 MWh eléctricos destinados basicamente á iluminación das pistas exteriores. O *Pavillón polideportivo* consome uns 70 MWh, onde a maior parte vai dedicada ao sistema térmico, xa que quentar a auga e climatizar o centro son procesos totalmente eléctricos.

Ratios de comparación entre edificios

Coma nos puntos anteriores, as ratios calcúlanse a partir da media de consumo de cada centro nos tres últimos anos, en que a superficie considerada é a total construída e o número de usuarios ten en conta o PDI, o PAS e o estudiantado.

Ratio consumo eléctrico por superficie

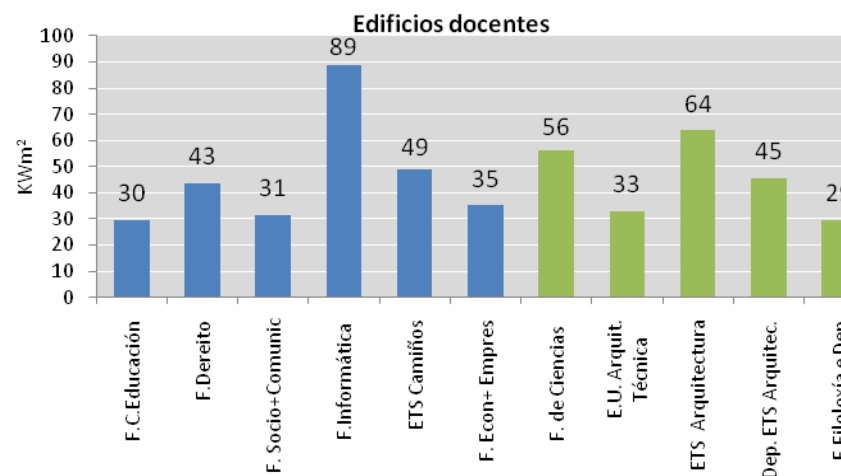


Figura 24: Ratio de consumo eléctrico por superficie nos centros docentes
Fonte: UDC e elaboración propia

O centro con maior consumo eléctrico por superficie é a *Fac. de Informática* motivado polo gran número de ordenadores e mais pola refrixeración necesaria para evadir a calor que provocan estes equipos informáticos

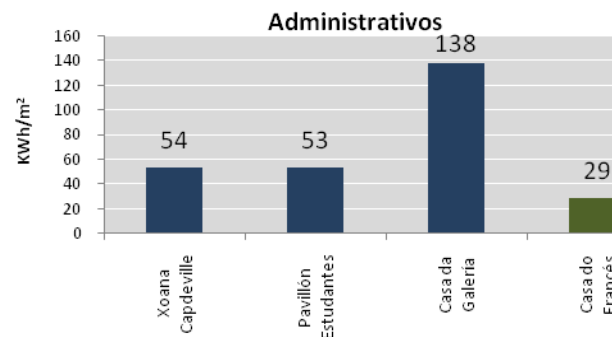


Figura 25: Ratio de consumo eléctrico por superficie nos centros administrativos
Fonte: UDC e elaboración propia

A *Casa da Galería* ten un consumo eléctrico por superficie moi superior ao dos demais centros administrativos porque toda a súa climatización se fai a partir de radiadores eléctricos.



Figura 26: Ratio de consumo eléctrico por superficie nos centros administrativos
Fonte: UDC e elaboración propia

O *Edif. de Servizos Centrais de Investigación* e mais o *CITIC* teñen un gran consumo pola presenza neles de laboratorios.

Ratio consumo eléctrico por usuario

O seguinte gráfico mostra o consumo por usuarios. Ao igual que no caso anterior, só se representa o consumo por usuarios dos centros docentes, xa que son os únicos centros que consideran os usuarios reais totais dos edificios:

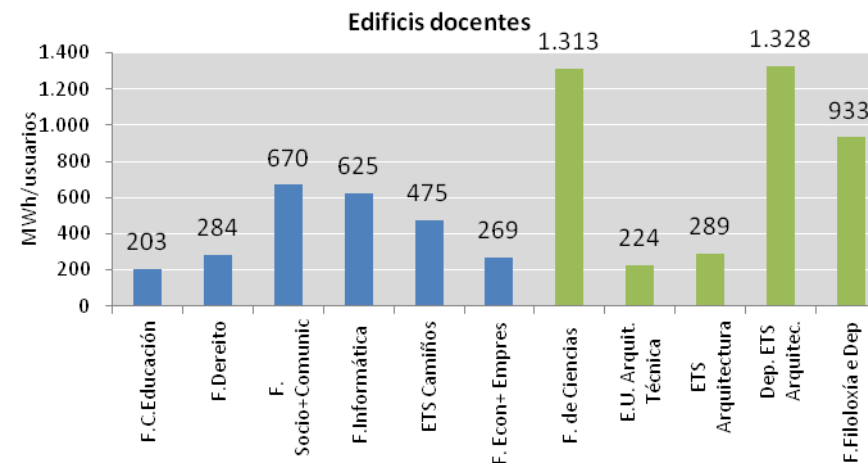


Figura 27: Ratio de consumo eléctrico por usuario nos centros docentes.
Fonte: UDC e elaboración propia

O *Departamento da ETS de Arquitectura* é o centro con maior consumo por usuario. Os principais motivos do elevado consumo son o emprego de convectoros eléctricos como sistema de calefacción e o número de usuarios de paso non cuantificados. A *Fac. de Ciencias* tamén ten un consumo moi elevado por usuario por mor dos seus laboratorios e dos poucos estudantes.

1.2. Ratios específicas

Nesta epígrafe analízanse os consumos de distintos usos específicos. Concretamente realízase un estudo da iluminación dos distintos edificios e do consumo derivado dos ordenadores e da auga.

1.2.1. Iluminación interior

É importante estudar a iluminación de cada edificio para saber se a potencia instalada é axeitada e se as luminarias son eficientes.

Os seguintes gráficos mostran a ratio de potencia instalada por m², diferenciando os centros segundo for o seu uso (docente ou non).

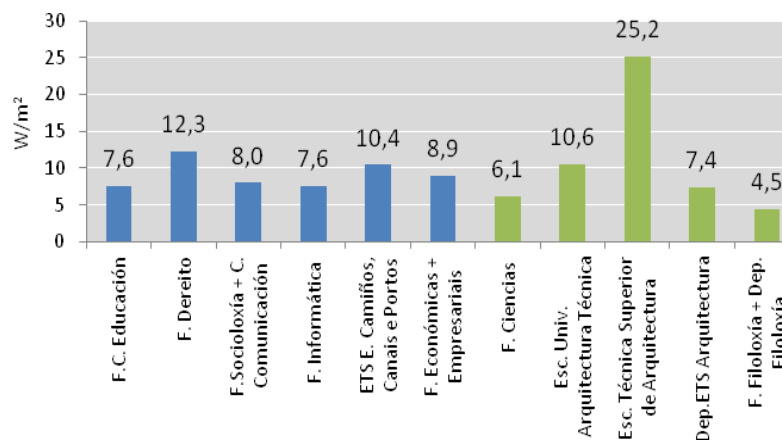


Figura 28: Ratio de potencia instalada en iluminación nos centros docentes
Fonte: UDC e elaboración propia

Obsérvase que na *ETS de Arquitectura* a ratio de consumo por superficie é moito maior que nas outras facultades. Isto pode ser polo uso de lámpadas moi pouco eficientes ou por unha iluminación excesiva.

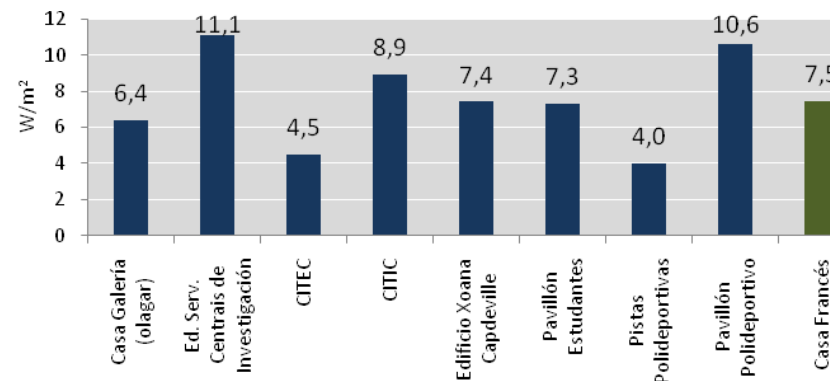


Figura 29: Ratio de potencia instalada en iluminación nos equipamentos
Fonte: UDC e elaboración propia

Semella que non hai equipamento ningún que despunte pola súa potencia en iluminación, mais cómpre facer unha análise máis polo miúdo, de aí que se estudase a iluminación teórica que debería ter cada centro e se comparase coa real.

Considérase que a iluminación axeitada nun centro docente para os diferentes espazos é:

Tipo de dependencia ou actividade	Iluminancia media horizontal (lux)
Aula de ensino	300
Aula de informática	500
Aula de debuxo	750
Aula-obradoiro	300
Laboratorio	500
Biblioteca:	
Ambiental	200
Zona de lectura	500
Salón de actos:	

Xeral	200
Escenario	700
Ximnasio/polideportivo	300
Sala de profesores	300
Oficinas administrativas	500
Vestíbulos/corredores	150
Comedor	200
Cocina:	
Xeral	150
Zona de traballo	300
Aseos/vestiarios	150
Almacéns	100
Sala de curas	500
Patios exteriores	50

Táboa 8: Niveis de iluminancia media horizontal axeitados para cada dependencia
Fonte: IDAE

Con estes valores de referencia e usando as superficies das distintas dependencias de cada centro (aulas, laboratorios, corredores etc.) facilitadas pola UDC, pódese calcular a potencia teórica instalada que deberían ter estes centros.

$$\text{Lux} = \frac{\text{lumen [lm]}}{\text{superficie [m}^2\text{]}}$$

Defínese lumen como o fluxo luminoso, a luz captada polo ollo humano. Esta cantidade de luz captada polo ollo depende da potencia real da

lámpada e da súa eficiencia lumínica η

$$\text{lumen [lm]} = \text{Potencia [W]} \cdot \eta$$

Por tanto, pódese definir a potencia teórica de iluminación como:

$$\text{Potencia [W]} = \frac{\text{Lux} \cdot \eta}{\text{superficie [m}^2\text{]}}$$

O seguinte gráfico mostra a comparación entre a potencia real instalada en cada centro e a teórica considerando que as lámpadas teñen unha eficiencia lumínica de 70lm/W:

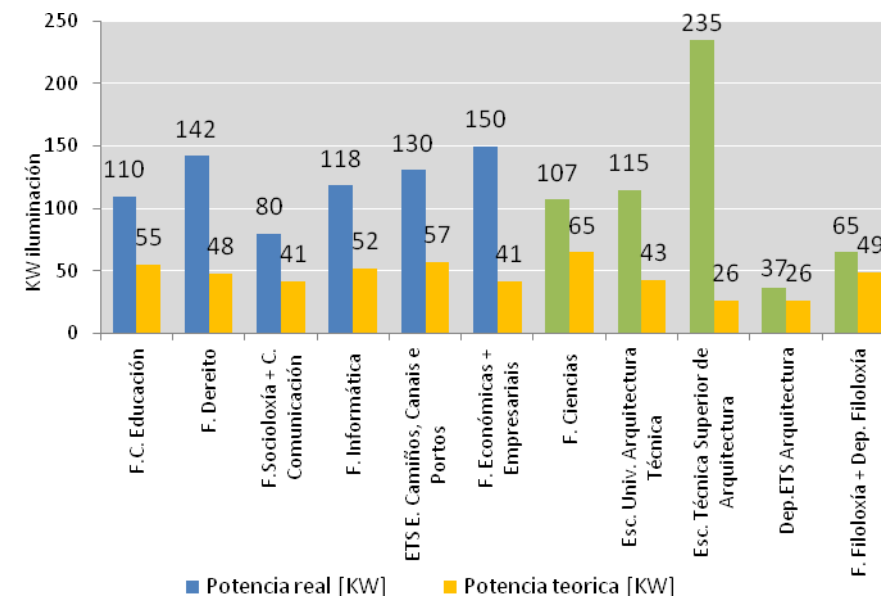


Figura 30: Comparación entre potencia instalada real e potencia instalada teórica en iluminación en centros docentes
Fonte: UDC e elaboración propia

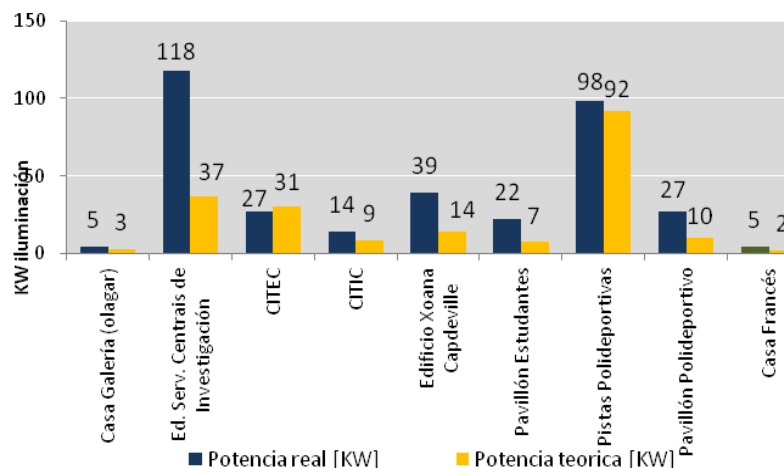


Figura 31: Comparación entre potencia instalada real e potencia instalada teórica en iluminación en centros de investigación
Fonte: UDC e elaboración propia

Pódese observar que nos máis dos centros a potencia instalada en iluminación podería ser moi inferior nos centros docentes, de se mellorar (reducir) os niveis de iluminación e aproveitando a iluminación natural.

Hai que notar que nalgúns edificios hai unha diferenza significativa entre a superficie total construída e a suma das superficies de cada tipo de dependencia. Isto pode provocar que a potencia teórica sexa un pouco inferior á que debería ser. Os casos máis salientables son o *Edif. Xoana Capdevielle* (45,4%), a *Casa da Galería* (55,9%), a *Fac. de CC. Económicas e Empresariais* (30,1%) e a *ETS de Arquitectura* (26,2%).³

Tamén é importante mencionar que no cálculo da potencia teórica non se tiveron en conta as perdas provocadas polo tipo de luminarias, os elementos auxiliares e o mantemento. Se todos estes elementos non son

³ A porcentaxe corresponde á diferenza de superficies (superficie total menos suma de superficies parciais) dividido entre a superficie total do centro.

os axeitados as perdas poden chegar a ser do 50%, por tanto é importante procurar manter os máximos criterios de eficiencia e controlar o bo estado destes elementos para que as perdas sexan mínimas.

Sería conveniente analizar máis polo miúdo cada edificio para coñecer se os niveis de iluminación son os acaídos para cada espazo e uso. Para desenvolver este estudo cómpre dispor de datos específicos verbo da situación das luminarias e das potencialidades de utilización de luz natural.

1.2.2. Ordenadores

Unha parte importante do consumo eléctrico procede dos ordenadores. Por este motivo considérase oportuno comparar o número de ordenadores por usuario de cada centro docente.

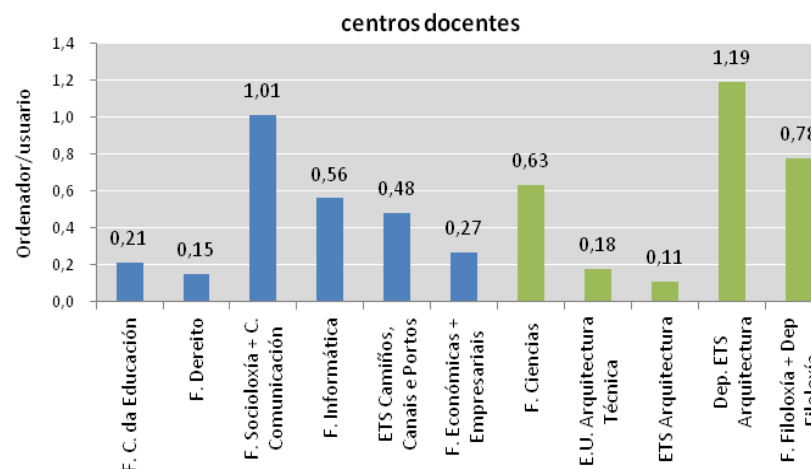


Figura 32: Numero de ordenadores por usuario nos centros docentes
Fonte: UDC e elaboración propia

O número de ordenadores por usuario é moi grande na *Fac. de Filoloxía*, na *Fac. de Socioloxía* e no *Departamento ETS de Arquitectura*. Nas dúas primeiras, isto podería ser debido ao baixo número de estudantes nos últimos anos, xa que non semella moi lóxico que nestes centros haxa máis ordenadores por persoa que na *Fac. de Informática*. Pola súa banda, no *Departamento ETS de Arquitectura* o motivo son os usuarios puntuais non cuantificados.

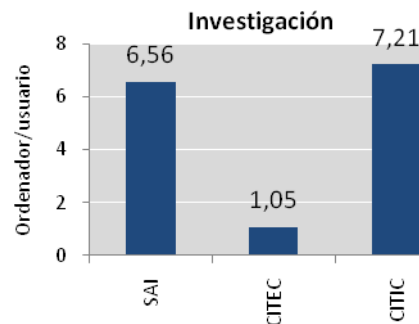


Figura 33: Numero de ordenadores por usuario nos centros de investigación
Fonte: UDC e elaboración propia

O número de ordenadores por usuario nos centros de investigación é moi elevado, mais é normal debido á súa actividade. Alén diso, cómpre ter en conta que nestes centros hai moitos usuarios de paso que non están cuantificados

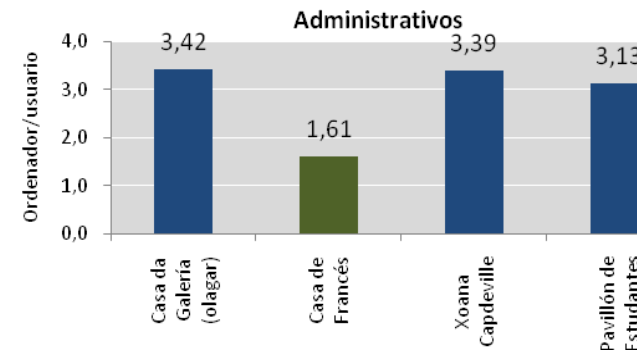


Figura 34: Numero de ordenadores por usuario nos centros administrativos
Fonte: UDC e elaboración propia

Obsérvase que o número de ordenadores nos centros administrativos é excesivo. Este valor poderíase reducir a un ordenador por traballador e algún de máis soporte.

1.2.3. Consumo de auga

O consumo de auga leva asociado un pequeno consumo enerxético derivado da súa potabilización, impulsión e posterior depuración. Dependendo do tratamento que se lle aplique á auga e das cotas desde onde se impulse, este consumo pode variar.

Na seguinte táboa recóllense os consumos enerxéticos de cada proceso do ciclo de vida da auga na Coruña:

Proceso	KWh/m ³
Potabilización	0,05
Bombeo	0
Depuración	0,4
Total	0,45

Táboa 9: Consumo enerxético da auga no seu ciclo de vida
Fonte: Elaboración propia

O consumo enerxético asociado aos procesos de potabilización e depuración coñécense por distintos proxectos realizados por parte da *Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona* na cidade da Coruña e mais noutros municipios do estado.

A auga que consome a universidade provén duns depósitos que se atopan a unha cota de 100 m e a universidade está a 60 m, co cal na toma da universidade a auga ten unha carga moi superior a que se necesita para distribuíla polos edificios. Por este motivo a enerxía necesaria para bombeala á parte superior dos edificios é desprezable.

Polo que atinxe ao consumo eléctrico de depuración, malia a depuradora de Bens non estar funcionando aínda, considerouse o valor de consumo que terá nun futuro próximo cando entre en funcionamento e o valor que se supuxo é o do consumo medio dunha depuradora estándar que un municipio coa mesma poboación que A Coruña.

Seguidamente móstrase unha táboa co volume de consumo de auga e o correspondente consumo enerxético de todos os centros dos campus de Elviña e A Zapateira:

CENTRO	m ³	KWh
Casa da Galería	316	142
SAI	1.032	464
CITEC	418	188
CITIC	0	0
Xoana Capdevielle	879	396
Pavillón de Estudantes	11.899	5.355
Pistas polideportivas	297	134
Pavillón polideportivo	282	127
Fac. de CC. da Educación	3.933	1.770
Fac. de Dereito	2.806	1.263
Fac. Socio+CC. da Comunicación	1.398	629
Fac. de Informática	2.773	1.248
ETS de Camiños	3.533	1.590
Fac. Econ.+Empres.	4.497	2.024
Fac. de Ciencias	7.078	3.185
EU de Arq. Técnica	4.211	1.895
ETS de Arquitectura	2.180	981
Dep. ETS Arq.	394	177
Fac. de Filoloxía e Dep.	1.896	853
Casa do Francés	0	0

Táboa 10: Consumo de auga de cada centro e consumo enerxético asociado ao ciclo de vida
Fonte: Elaboración propia a partir de datos da UDC

Na anterior táboa salíéntase en vermello os centros que dispoñen de AQS. Cómpre ter en conta que estes centros teñen un consumo extra de enerxía derivado do quentamento da auga. A fonte de enerxía para quentar a auga no *Edificio de Servizos Centrais de Investigación* e mais no *Pavillón polideportivo* é eléctrica e de gasóleo nas *Pistas polideportivas*.

A seguinte táboa mostra a cantidade de enerxía necesaria para quentar a auga en cada centro. Descoñécese o volume de auga quente que consomen os distintos centros, de tal xeito que se asumiron as seguintes consideracións para elaborala:

- o Nos centros deportivos o 80% da auga consumida vai destinada a duchas, o que obriga a que se eleve a temperatura da auga consumida até 36°C.
- o No SAI asúmese que só a auga usada nos laboratorios debe quentarse, de aí que se calcula que o 50% da auga consumida se quenta até unha temperatura duns 40°C.

	T _{cons} [°C]	m _{cons} [m ³]	m _{AQS} [m ³]	E [MWh]
Pistas polideportivas	36	237,6	118	6,56
Pavillón polideportivo	36	225,6	112	6,23
SAI	40	516	300	16,65

En teoría a caldeira de gasóleo das pistas polideportivas emprégase exclusivamente para quentar a auga das duchas. Isto supón que o centro consome unha media de 76 MWh/ano de gasóleo en AQs. Hai que notar que este valor é elevadísimo, pois se se calcula a cantidade de enerxía necesaria para quentar os 297 m³ a 36°C (temperatura media de consumo de auga nunha ducha) precísanse 6,56 MWh de enerxía. Por tanto, cómpre revisar os consumos de auga ou as instalacións térmicas deste centro.

A seguir, móstrase a evolución do consumo de auga de todos os edificios no período 2003-2008 en m³:

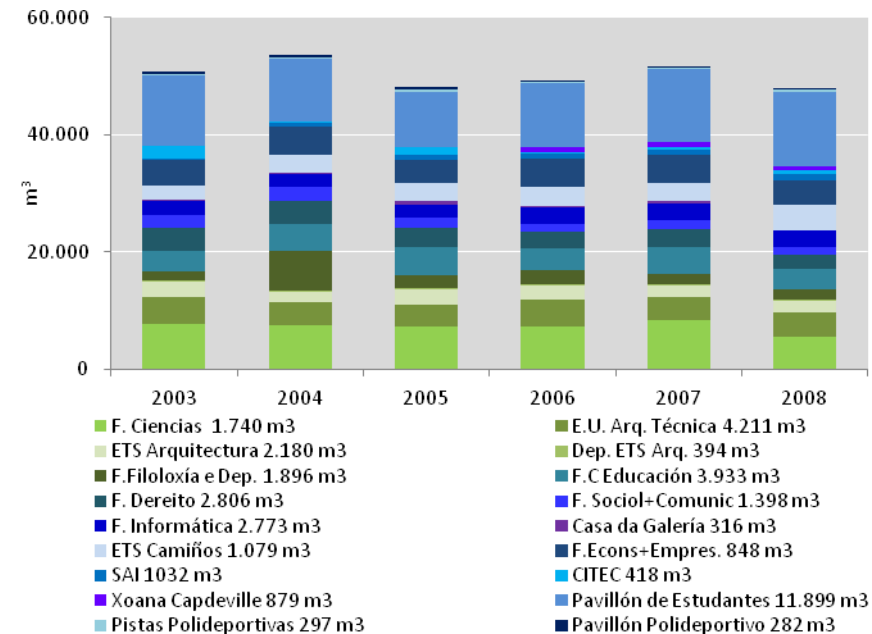


Figura 35: Histórico dos consumos totais dos edificios
Fonte: UDC

O consumo de auga no período de estudo mantense bastante constante, a aparición dos novos centros (*CITIC* e *Xoana Capdevielle*) semella non afectar de xeito substancial no consumo da auga.

Sexa como for, é importante mencionar que non se coñecen con detalle os consumos da *Casa do Francés* e o *CITIC* porque están asociados á *Escola Técnica de Arquitectura Técnica* e ao *Edif. Xoana Capdevielle*, respectivamente.

Seguidamente, móstrase a evolución do consumo en cada un dos campus:

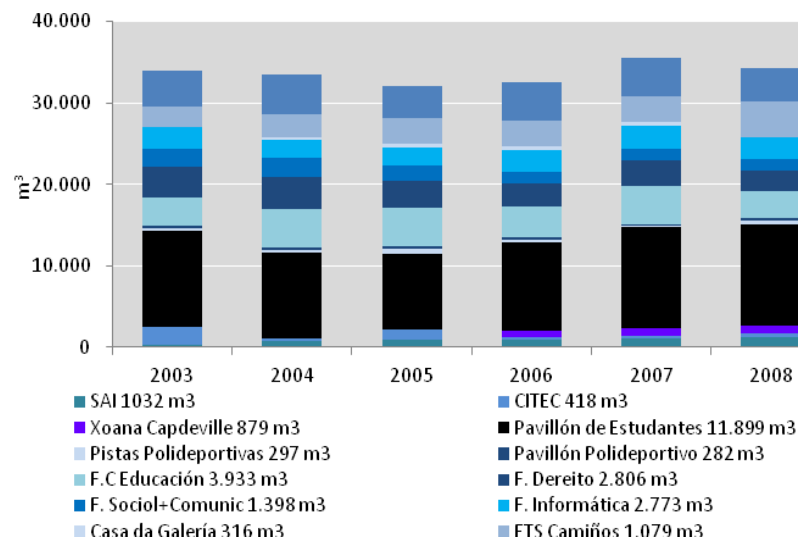


Figura 36: Histórico dos consumos de auga no campus de Elviña
Fonte: UDC

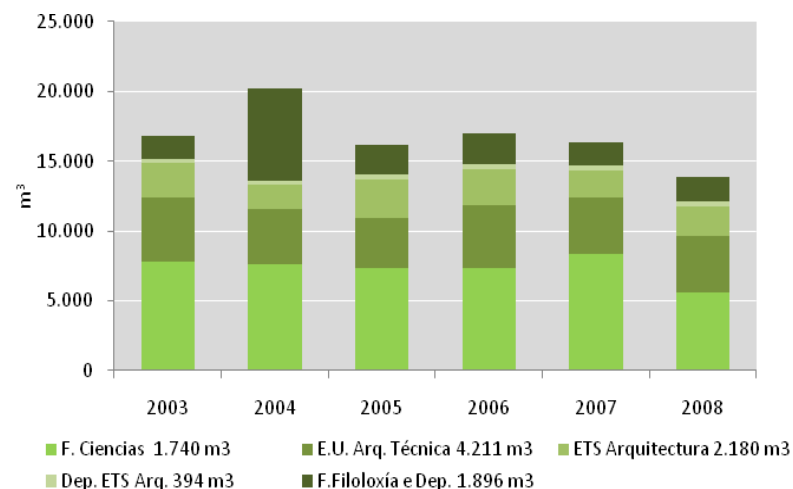


Figura 37: Histórico dos consumos de auga no campus da Zapateira
Fonte: UDC

O campus da Zapateira mostra un pico de consumo no ano 2004 provocado pola *Fac. de Filoloxía*. Non se coñece o motivo do elevado consumo ese ano, mais pode estar relacionado coa reforma que se produciu no edificio o ano 2004.

No seguinte cadro pódense apreciar os valores de consumo de auga en cada un dos campus e o consumo total:

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Elviña	33.945	33.473	32.081	32.498	35.452	34.238
A Zapateira	16.854	20.253	16.145	17.018	16.366	13.893
Total	50.799	53.726	48.226	49.516	51.818	48.131

Táboa 11: Consumo total de auga en Elviña e na Zapateira
Fonte: UDC

A seguir, móstrase a media de consumo de auga dos tres últimos anos de cada centro co fin de ter unha idea da magnitude anual do consumo de cada edificio.

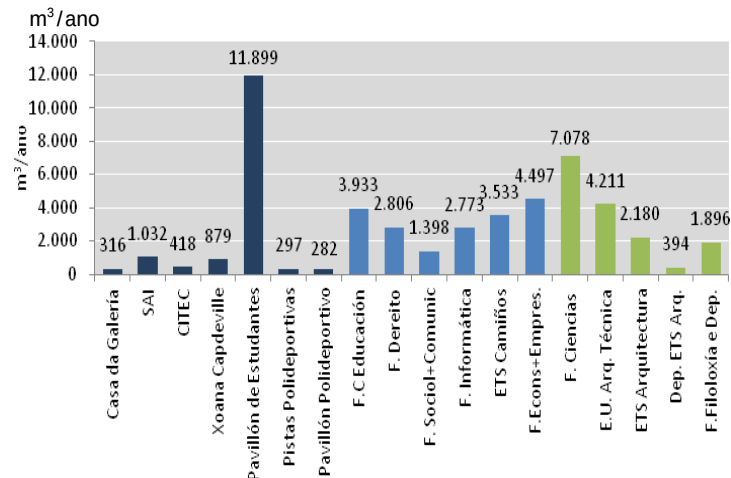


Figura 38: Consumos totais de auga en cada centro
Fonte: UDC

O *Pavillón de Estudiantes* é o centro con maior consumo de auga con diferenza. Este centro consta dunha sala de exposicións, un centro administrativo en que traballan 15 persoas e unha cantina que funciona soamente aos mediodías. O consumo enerxético da cantina é moi baixo, polo que se supón que non se cociña no centro, senón que funciona con cátering. Por tanto, o consumo tan elevado de auga non deriva da cantina, senón que en realidade todo provén dun problema no funcionamento do contador. Deste xeito, a cantidade de auga que aquí se representa é a facturada, mais non se coñece a cantidade real consumida polo centro.

Ratios de comparación entre edificios

Neste caso só se calculou a ratio de consumo por usuarios, xa que o consumo de auga por superficie carece de significado. No cálculo pátrese da media de consumo de cada centro nos tres últimos anos e o número de usuarios ten en conta o PDI, PAS e o estudiantado.

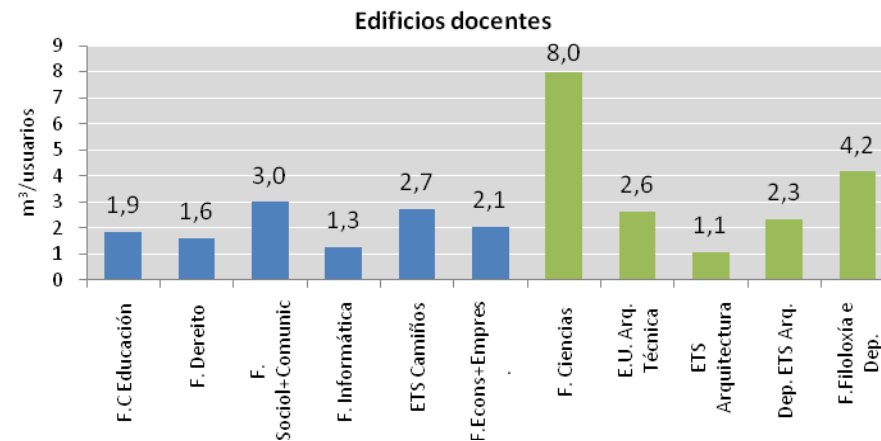


Figura 39: Ratio de consumo de auga por usuario nos centros docentes
Fonte: UDC

A *Facultade de Ciencias* é o centro educativo con maior consumo de auga por usuario moi por riba dos demais centros. Este elevado consumo poderíase deber á gran cantidade de laboratorios de que dispón a facultade.

Nas seguintes figuras móstranse os consumos dos centros administrativos e de investigación, mais cómpre reparar en que coma nos casos anteriores as ratios de consumo por usuario non son moi representativas pola falta de datos de usuarios de paso nestes centros.

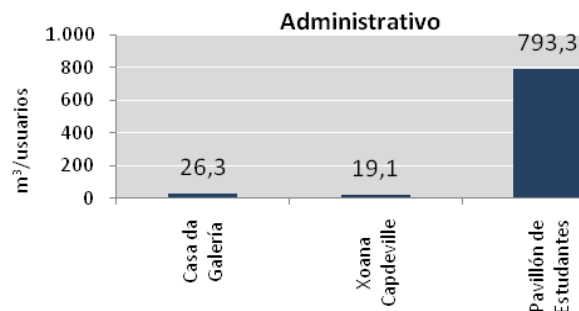


Figura 40: Ratio de consumo de auga por usuario nos edificios administrativos
Fonte: UDC

Aínda que o número de metros cúbicos por persoa non sexa relevante pola falta de usuarios, pódese apreciar claramente como o consumo deste centro é moi grande en comparación a todos os demais. Cumpriría levar un control exhaustivo do consumo deste equipamento e analizar as posibles causas de tan elevado consumo.

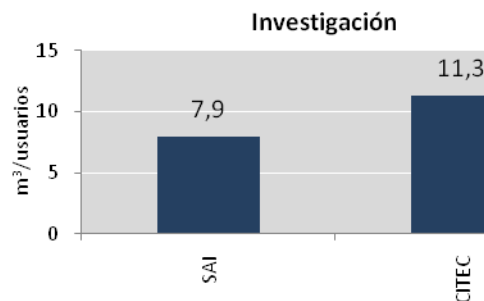


Figura 41: Ratio de consumo de auga por usuarios en edificios de investigación
Fonte: UDC e elaboración propia

A ratio de consumo dos centros de investigación é bastante similar e non semella moi relevante en valor absoluto.

1.3. Consumos por uso para cada centro

Nesta epígrafe estúdase o consumo de cada centro de xeito individual e desagreganse os consumos por usos. En termos xerais diferénciase entre calefacción, refrixeración, iluminación, equipos informáticos, comedor/cociña e o resto adxudícase a elementos cuxa cuantificación era de gran complexidade, caso dos laboratorios, fotocopiadoras, proxectores, ascensores etc. Estes elementos cualifícanse como outros.

1.3.1. Consideracións previas

O cálculo do consumo xeralmente realízase a partir da potencia instalada e supóñenselle unhas horas de utilización dependendo de cada centro (horas de apertura, actividade realizada, captación solar...).

▪ Iluminación

No consumo enerxético en iluminación tense en consideración:

- o Potencia de todas as lámpadas
- o Horas de funcionamento do centro
- o Factor de simultaneidade: factor que ten en conta que non todas as lámpadas están abertas ao mesmo tempo. Asígnanse tres tipos de factores segundo o grao de luz natural de cada centro:
 - Centros con pouca luz natural F.S=0,7
 - Centros con luz natural F.S=0,6
 - Centros con moita luz natural F.S=0,5

De todos os xeitos, hai que considerar que algúns dos centros dispoñen de moita luz natural, mais aínda así moitas lámpadas están acesas.

▪ Calefacción/refrixeración:

No caso de que a calefacción sexa por radiadores eléctricos, asúmese que funcionan a potencia máxima 6 horas diarias durante 6 meses ao ano, agás nos centros deportivos onde se considera que funcionan 5 horas.

No caso das bombas de calor, como teñen potencias moi elevadas, considérase que funcionan a potencia media, 5 horas diarias durante 6 meses no inverno e 5 horas diarias durante 3 meses e medio no verán.

En centros que se precisa de refrixeración todo o ano por laboratorios, equipamento informático ou maquinaria, asúmese un funcionamento continuo de 5 horas ao día, 5 días á semana durante todo o ano.

▪ Equipamento informático

Un ordenador ten unha potencia duns 150W, mais considérase unha potencia media de 200W por equipo informático para incluír así a potencia das impresoras, módems, escáneres e demais elementos que puiden haber nas aulas de informática. A seguir, móstrase un diagrama coa potencia media dos elementos propios dunha oficina:

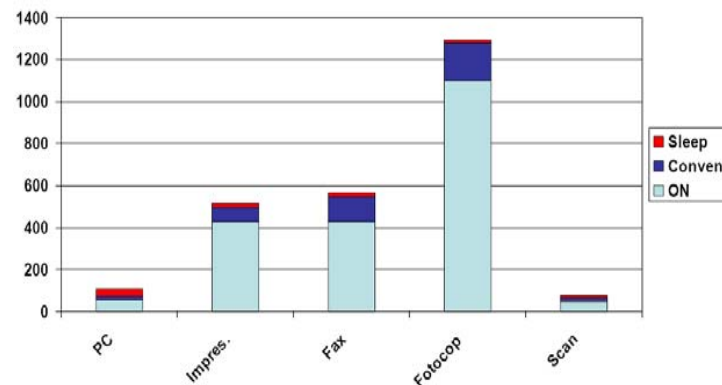


Figura 42: Potencia detallada [W] dos equipos informáticos.

Fuente: ETS de Enxeñaría Industrial. Universidade Politécnica de Cartaxena

Os elementos de potencia do diagrama teñen un gran consumo na posta en marcha, mais todos agás o ordenador funcionan en momentos puntuais. Durante a maior parte do día están en á espera (*stand-by* ou *sleep*), co cal se contabilizou unha potencia de 200W constante ao longo do día, 150W derivados do ordenador e 50W dos momentos puntuais de funcionamento dos demais aparellos de potencia.

Respecto ás horas de funcionamento, considéranse distintos horarios dependendo de cal for a actividade que se lle dea ao ordenador:

- o Ordenadores aulas informática: 6h/día (agás na Fac. de Informática=10h/día)
- o Ordenadores en centros de investigación: 8h/día (agás o CITIC=14h/día)
- o Ordenadores en centros administrativos adxudicados a un PAS (1 ordenador por PAS): 8h/día
- o Ordenadores en centros administrativos non adxudicados a un PAS: 4h/día

1. Fac. de Ciencias da Educación

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	618	Gasóleo (59%)
Iluminación	178	
Eq. informáticos	125	Electricidade (41%)
Cociña	50	
Outros	75	
TOTAL	1.046	100%

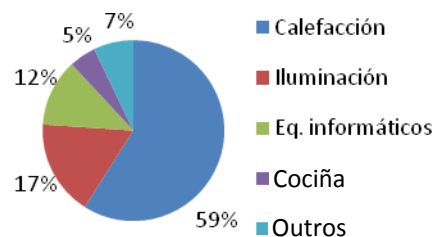


Diagrama 1: Distribución de consumos na Fac. de Ciencias da Educación
Fonte: Elaboración propia

Este edificio salienta por un consumo moi elevado en calefacción. O principal problema é que a sectorización da calefacción non está regulada correctamente e na cara sur hai un exceso de calor, mentres que na cara norte están a sufrir frío, o cal provoca que nesta zona se empreguen radiadores eléctricos. Conscientes desta problemática, en 2006 instaláronse válvulas de zona no edificio para controlar o consumo. En 2008 o consumo seguía a ser moi elevado, mais conviría agardar uns anos para ver se a acción foi efectiva.

Alén da caldeira de gasóleo e os radiadores eléctricos, o edificio dispón dunha bomba de calor para climatizar o salón de actos e a biblioteca. Hai que ter en conta que o consumo de calefacción eléctrica está contabilizado como "Outros", o cal quere dicir que o consumo total de calefacción do edificio é superior ao 59% representado.

Por outra banda, hai un gran potencial de redución do consumo en iluminación, xa que o centro dispón de grandes fiestras e claraboias que ofrecen unha gran captación de luz natural. Deberíase promover a

instalación de detectores crepusculares e, de resto, deberíanse limpar as luminarias xa que as lámpadas levan 15 anos instaladas e o seu rendemento vese moi afectado pola sucidade.



Ilustración 4: Fotos do vestíbulo da Fac. de Ciencias da Educación
Fonte: Elaboración propia

2. Fac. de Dereito

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	259	Gasóleo (34%)
Iluminación	231	
Eq. informáticos	73	Electricidade (66%)
Cociña	91	
Outros	107	
TOTAL	761	100%

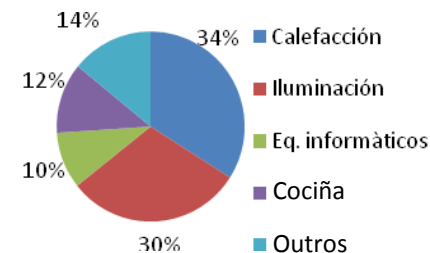


Diagrama 2: Distribución de consumos na Fac. de Dereito
Fonte: Elaboración propia

Este centro presenta un consumo eléctrico moi elevado. Un dos motivos é o elevado consumo da súa cociña. Repárese en que as cociñas son un punto conflitivo, xa que adoito non pagan o seu consumo real, senón unicamente unha porcentaxe da factura total do centro, de aí que non se preocupen por reduciren o seu consumo. Por exemplo, no comedor, actualmente, estanse comezando a mudar haloxenuros metálicos por lámpadas halóxenas, que son máis económicas, mais teñen unha eficiencia moito menor. Ademais, a cantina é completamente exterior e dispón de moita luz, mais aínda así todas as luces están acesas.



Ilustración 5: Foto do comedor da Fac. de Dereito
Fonte: Elaboración propia

Tamén existe un potencial de redución do consumo eléctrico por un maior aproveitamento da luz natural con detectores crepusculares no vestíbulo. Igualmente, poderíase reducir o consumo na biblioteca se se focalizaren as luces nas mesas de traballo.



Ilustración 6: Fotos da Fac. de Dereito (biblioteca á esquerda e vestíbulo á dereita)
Fonte: Elaboración propia

3. Fac. de Socioloxía e Ciencias da Comunicación

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	304	Electricidade (51%)
Refrixeración	30	
Iluminación	129	
Eq. informáticos	87	
Cociña	50	
Outros	17	
TOTAL	617	100%

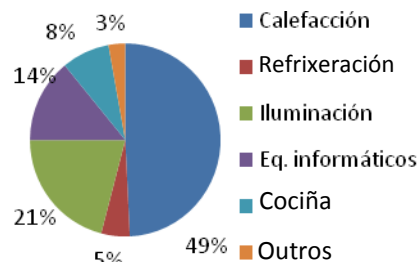


Diagrama 3: Distribución de consumos na Fac. de Socioloxía e Ciencias da Comunicación
Fonte: Elaboración propia

Neste centro tamén existe un gran potencial de aproveitamento da luz natural, nomeadamente nos corredores, onde tamén se poderían implantar detectores de presenza. A refrixeración actual baséase en *splits* individuais, mais debería implantar un sistema de refrixeración centralizada.



Ilustración 7: Fotos da Fac. de Socioloxía e Ciencias da Comunicación
Fonte: Elaboración propia

Os centros con moita luz natural captan moita calor os días soleados, o cal supón un gran problema na primavera e mais no verán. Unha posible solución pasaría por ventilar as aulas en horario nocturno co fin de refrescalas ou introducir sistemas de ventilación forzada controlada nos centros.

4. Fac. de Informática

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	332	Electricidade (81%)
Refrixeración	279	
Iluminación	230	
Eq. informáticos	571	
Cociña	53	
Outros	247	
TOTAL	1.712	100%

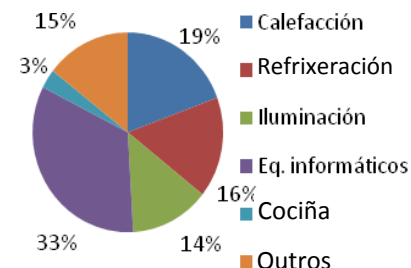


Diagrama 4: Distribución de consumos na Fac. de Informática
Fonte: Elaboración propia

Salienta o elevado consumo en refrixeración, xa que precisa estar acesa practicamente todos os días do ano por mor da calor disipada polos equipos informáticos. A maquinaria de clima semella estar obsoleta polo que sería conveniente renova-la.

O consumo dos equipos informáticos tamén é moi elevado. Á parte do gran número de ordenadores de que dispón o centro (máis de 1000) cómpre engadir o consumo do alumnado que emprega ordenadores portátiles. Para alén disto, a meirande parte dos computadores funcionan moitas horas ao día (estímase que unhas 10 horas) e hai que reparar en que os laboratorios dispoñen de ordenadores de gran

potencia. Sería interesante introducir un interruptor seccionador nas aulas de informática que permitise apagar todos os ordenadores, pantallas e ratos sen fíos pola noite cando ninguén os está a empregar.

Tamén hai unha contribución de calor importante do sol nas fachadas que están de cara ao sueste e suroeste. Por este motivo comezouse un proxecto de protección solar da zona, mais non se finalizou. Sería importante continuar co dito proxecto.

Na visita observouse que na biblioteca hai unhas barras metálicas que impiden que incida a luz natural. Debería estudarse a posibilidade da súa eliminación para aproveitar esta luz incidente. Tamén se podería obter un aforro instalando detectores de presenza nos corredores das librarías na biblioteca. Finalmente, observouse que a iluminación nas aulas está sectorizada correctamente.



Ilustración 8: Fotos da Fac. de Informática
Fonte: Elaboración propia

5. Casa da Galería

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	35	Electricidade (100%)
Iluminación	10	
Eq. informáticos	17	
Outros	1	
TOTAL	63	100%

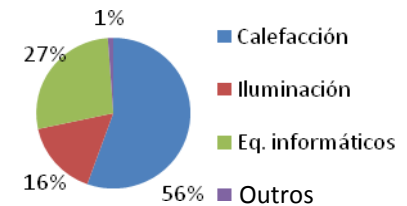


Diagrama 5: Distribución de consumos na Fac. de Informática
Fonte: Elaboración propia

Este edificio ten unha fachada moi antiga e actualmente estase a rehabilitar, o que mellorará o consumo da calefacción. Polo que respecta á iluminación, a meirande parte é halóxena, de aí que haxa grandes potenciais de redución neste sector. Sería importante instalar contadores de consumo eléctrico, pois actualmente o seu consumo rexístrase conxuntamente co da *F. Informática* polo que é complicado determinalo de forma exacta.



Ilustración 9: Foto da Casa da Galería
Fonte: Elaboración propia

6. ETS de Camiños, Canais e Portos

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	466	Gasóleo (43%)
Refrixeración	13	Electricidade (57%)
Iluminación	254	
Eq. informáticos	171	
Cocina	53	
Outros	121	
TOTAL	1.078	100%

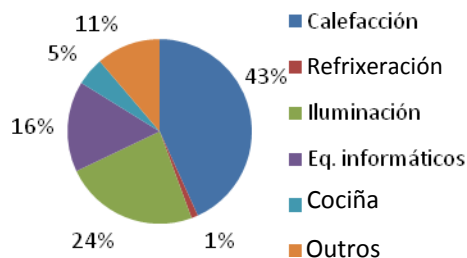


Diagrama 6: Distribución de consumos na ETS de Camiños, Canais e Portos
Fonte: Elaboración propia

É un centro que dispón de maquinaria pesada nos seus laboratorios, o que xera un gran consumo eléctrico que está contabilizado como outros.

O principal problema é que as tubaxes da instalación de calefacción están sen illar e non se pode controlar unha temperatura de consigna. Tanto no verán como no inverno os usuarios do centro quéixanse por un exceso de calor. Ademais, o centro ten moita ganancia solar na fachada sueste, un dos motivos polo que o centro require refrixeración.

Finalmente, hai un forte potencial de aproveitamento de luz natural.

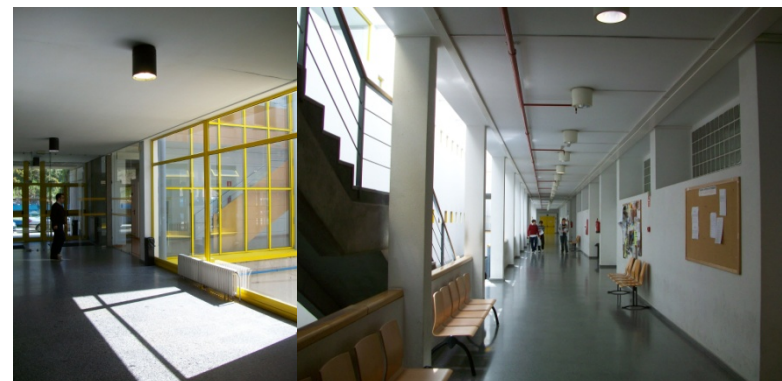


Ilustración 10: Fotos da ETS de Camiños, Canais e Portos
Fonte: Elaboración propia

7. Fac. de CC. Económicas e Empresariais

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	259	Gasóleo (31%)
Refrixeración	9	Electricidade (69%)
Iluminación	292	
Eq. informáticos	161	
Cocina	21	
Outros	107	
TOTAL	849	100%

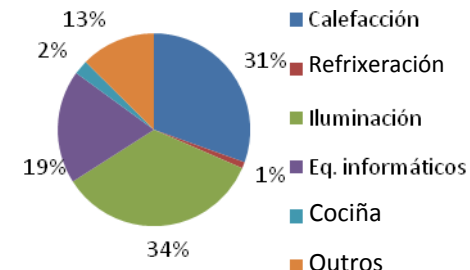


Diagrama 7: Distribución de consumos na Fac. de CC. Económicas e Empresariais
Fonte: Elaboración propia

Este edificio salienta por dispor dun proxecto luminotécnico, con detectores de presenza nos corredores e baños, balastros electrónicos, e detección crepuscular en corredores, o vestíbulo e o perímetro. Porén, ten pouco aproveitamento de luz natural e por iso o consumo en iluminación é bastante elevado.

O problema que ten esta facultade é que dispón de aulas magnas moi grandes, que actualmente teñen pouca ocupación. Alén diso, prevese que co Plan Boloña esta situación se vexa agravada. Teríase que pensar na sectorización en iluminación para estas aulas tendo en conta o número de estudantes que asistirá ás clases.



Ilustración 11: Fotos da Fac. de CC. Económicas e Empresariais
Fonte: Elaboración propia

8. Edif. de Servizos Centrais de Investigación

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	865	Gasóleo (29%)
AQS	17	Electricidade (71%)
Refrixeración	144	
Iluminación	260	
Eq. informáticos	355	
Outros	1.347	
TOTAL	2.988	100%

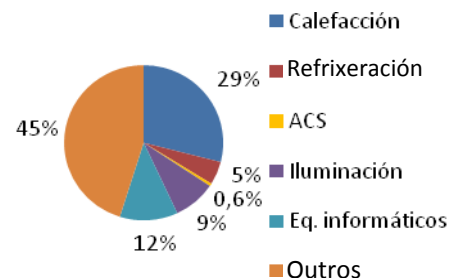


Diagrama 8: Distribución de consumos no Edif. de Servizos Centrais de Investigación
Fonte: Elaboración propia

Este edificio dispón de moitos laboratorios con equipos de alto consumo, o cal deriva nun gran consumo eléctrico para as máquinas ("Outros") e na necesidade de moita refrixeración.

Tamén o consumo en calefacción, por tanto de gasóleo, é moi alto. Un dos motivos é que actualmente funciona con climatizadores que quentan o aire exterior, o que é un método bastante ineficiente. Ademais, para renovar o aire interior cómpre ventilar o centro, mais esta ventilación é excesiva. Conviría mellorar o sistema de calefacción ou implementar sistemas de regulación da ventilación para diminuír as renovacións de aire.

O consumo deste centro é tres veces superior á media de todos os edificios de Elviña e A Zapateira. Sería conveniente realizar unha auditoría enerxética no centro e crear a figura dun xestor enerxético do centro para controlar o consumo, xa que é totalmente desmesurado.

9. CITEEC

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	40	Gasóleo (25%)
Iluminación	60	Electricidade (75%)
Eq. informáticos	16	
Outros	41	
TOTAL	157	100%

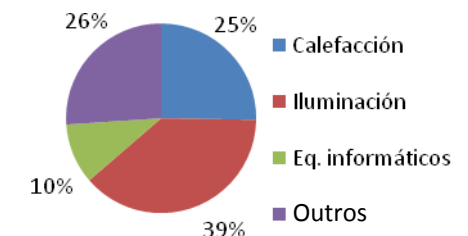


Diagrama 9: Distribución de consumos no CITEEC
Fonte: Elaboración propia

Actualmente estase a reformar. Ten un consumo eléctrico elevado pola súa superficie, pois dispón de laboratorios con maquinaria de media potencia. Non se dispoñen de datos de refrixeración, mais crese que estes laboratorios terán demanda de refrixeración por mor da disipación de calor da maquinaria.

Como en todos os centros de investigación, é imposible realizar o inventario de maquinaria neste centro, motivo polo cal se cuantifica o consumo dos laboratorios como "Outros".



Ilustración 12: Foto do CITIEC
Fonte: Elaboración propia

10. CITIC

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	88	Gasóleo (25%)
Iluminación	31	Electricidade (75%)
Eq. informáticos	173	
Outros	58	
TOTAL	350	100%

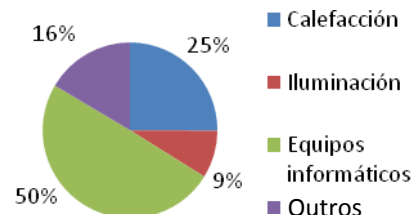


Diagrama 10: Distribución de consumos no CITIC
Fonte: Elaboración propia

É un centro pequeno con moito equipamento informático con acceso 24 horas/día durante todo o ano, de aí que o seu consumo eléctrico sexa moi elevado. Para alén diso, a disipación de calor destes equipos crea a necesidade de refrixeración, mais non se dispoñen de datos de potencia instalada e non se pode estimar este consumo (incluído en "Outros").

Trátase dun edificio novo, moi luminoso, con balastos electrónicos e pouco consumo en iluminación. Ademais, ten un control automático de captación solar para evitar sobrequecamentos no verán. No entanto, posúe moitas luces haló xenas que deberían ser substituídas.

Sería interesante instalar contadores divisionarios neste edificio para poder apagar por completo os ordenadores cando non sexa necesario que funcionen de xeito continuado as 24h do día. Se así for, poderíase conseguir un aforro enerxético derivado do consumo en *stand-by* de todos os equipos informáticos.



Ilustración 13: Fotos do CITIC
Fonte: Elaboración propia

11. Xoana Capdevielle

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Cale. Gasóleo	313	Electricidade (48%)
Cale. B.calor	101	
Radiadores	3	
Refrix. B.Calor	63	
Iluminación	67	
Eq. informáticos	42	
Outros	11	
TOTAL	600	100%

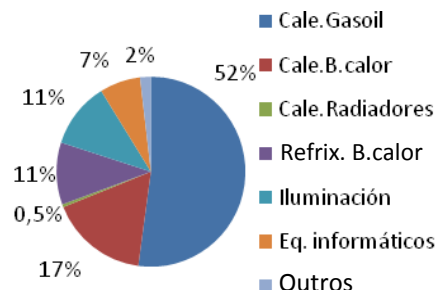


Diagrama 11: Distribución de consumos no Edif. Xoana Capdevielle
Fonte: Elaboración propia

Este é un edificio novo, que ten usos administrativos e unha gran sala de estudo. A climatización é diferente en cada zona. A aula de estudo dispón de caldeira de gasóleo con piso radiante. É unha aula que está aberta 18 horas/día durante catro meses e medio ao ano (dous no inverno e dous e medio no verán). A zona de oficinas e despachos está climatizada con bombas de calor, aínda que en sitios específicos tamén hai radiadores eléctricos. Todo isto provoca que o clima ascenda a máis do 60% do consumo total. Tamén ten un consumo elevado en refrixeración, principalmente en despachos privados. A aula de estudos dispón de ventiladores, que teñen un consumo moito menor.

Na aula de estudo a iluminación é correcta, con captación de luz natural e luminarias focalizadas nos espazos de traballo. Porén, nos outros módulos deberíanse instalar detectores de presenza e detectores crepusculares, xa que hai unha gran captación de luz natural e poucos usuarios, mais todas as lámpadas permanecen acesas todo o día.

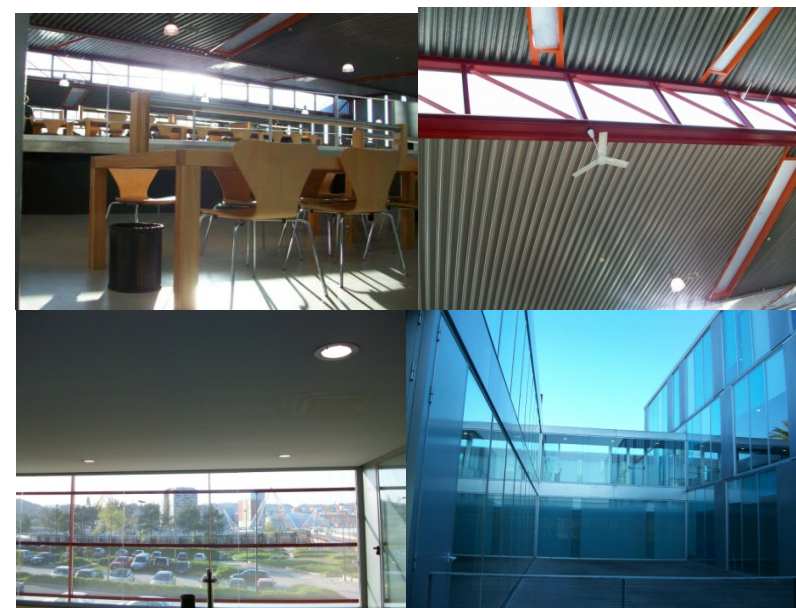


Ilustración 14: Fotos do Edif. Xoana Capdevielle
Fonte: Elaboración propia

12. Pavillón de Estudiantes

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	63	Electricidade (61%)
Refrixeración	39	
Iluminación	36	
Eq. informáticos	13	
Cocina	2	
Outros	8	
TOTAL	161	100%

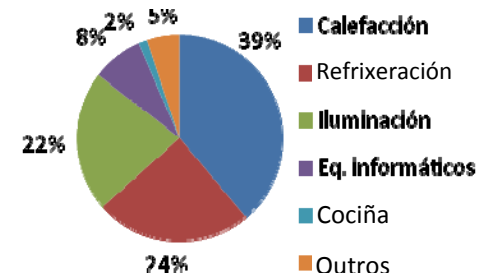


Diagrama 12: Distribución de consumos no Pavillón de Estudiantes
Fonte: Elaboración propia

Trátase dun edificio acristalado e, por tanto, debería ter unha baixa demanda en iluminación. Non obstante, as lámpadas están acesas a maior parte do tempo. Sería necesaria a instalación de detectores crepusculares.

A fachada exterior é de dobre cristal cunha cámara de aire de case medio metro, que ofrece un bo illamento térmico no inverno e a demanda en calefacción é reducida. Cabe salientar que malia dispor de climatización eléctrica, o seu consumo é inferior ao 40% do total.

O problema reside na refrixeración durante o verán que, a pesar de dispor de bombas de calor, non se conseguen niveis de confort axeitados pola alta achega solar. Aínda así, hai que salientar que a cuberta sobresa do edificio, formando un beiril que protexe a parte interior do sol durante as horas de máxima radiación no verán.

Tamén cabe salientar o elevado consumo de auga deste centro (12 477 m³ ao ano), polo que se debería analizar se hai algún problema e controlar o consumo neste edificio.



Ilustración 15: Fotos do Pavillón de Estudiantes
Fonte: Elaboración propia



Ilustración 16: Fotos do Pavillón de Estudiantes
Fonte: Elaboración propia

13. Pistas polideportivas

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
AQS	76	Gasóleo (46%)
Calefacción	2	Electricidade (64%)
Iluminación	80	
Eq. Informáticos	3	
Outros	5	
TOTAL	166	100%

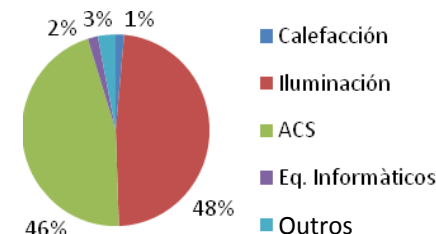


Diagrama 13: Distribución de consumos nas Pistas polideportivas
Fonte: Elaboración propia

A meirande parte do seu consumo é en iluminación, xa que dispoñen de focos de gran potencia, mais teñen poucas horas de funcionamento, e en AQS para as duchas. Poderíase obter un gran aforro enerxético na obtención desta AQS mediante enerxía solar.

En teoría a caldeira de gasóleo deste centro emprégase exclusivamente para quentar a auga das duchas. Mais hai unha discordancia entre o

consumo de gasóleo e a enerxía necesaria para quentar o volume de auga que o centro consome. Isto é, se se quentan os 297 m³ a 36°C (temperatura media de consumo de auga nunha ducha) precísanse 6,56 MWh de enerxía e a caldeira consome 76MWh. O problema pode residir ou ben que os consumos de auga están mal cuantificados, ou ben a instalación térmica está en mal estado.



Ilustración 17: Fotos das Pistas polideportivas
Fonte: Elaboración propia

É interesante notar que as bancadas dispoñen de captadores de luz natural, polo que só cómpre acender as súas luces en caso de eventos deportivos nocturnos.

14. Pavillón polideportivo

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	12	Electricidade (100%)
Iluminación	44	
AQS	6	
Eq. Informáticos	8	
TOTAL	70	100%

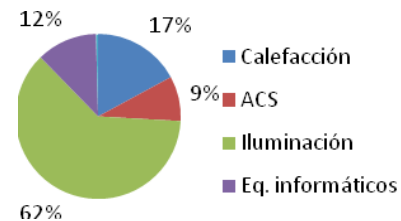


Diagrama 14: Distribución de consumos no Pavillón polideportivo
Fonte: Elaboración propia

Ten un consumo moi elevado en iluminación por mor dos focos de gran potencia que iluminan a pista principal. A pista dispón de grandes claraboias que lle achegan unha gran cantidade de luz natural, mais a pesar diso os focos están acesos e mesmo cando non se están a desenvolver actividade ningunha na pista. É por iso que se podería reducir notablemente este consumo cunha boa xestión da iluminación.

Este centro funciona unicamente con enerxía eléctrica. Só hai servizo de climatización na zona administrativa e esta está formada por 10 radiadores eléctricos. A AQS provén de termos eléctricos, mais descoñécese a súa potencia. Sería importante estudar a posibilidade de usar sistemas máis eficientes de xeración de auga quente que empregue fontes de enerxía máis limpa, caso da biomasa ou o gas natural.



Ilustración 18: Foto do Pavillón polideportivo
Fonte: Elaboración propia

Finalmente, preténdense instalar bombas con regulación variable, boas para o control da sectorización.

Campus da Zapateira

A maioría dos centros do campus da Zapateira teñen grandes fiestras que lles proporcionan moita luz natural, mais ao mesmo tempo isto supónlles problemas de sobrequecemento na fachada oeste dos edificios. O sol da tarde penetra directamente nos edificios o cal xera moita calor no seu interior. Conviría instalar sistemas de lamas ou paneis para protexer os edificios da radiación solar.



Ilustración 19: Imaxe das fachadas que sofren sobrequecemento
Fonte: Elaboración propia

- 1 Departamento da ETS Arquitectura
- 2 ETS de Arquitectura
- 3 Fac. de Ciencias
- 4 Fac. de Filoloxía e Dep. de Filoloxía
- 5 Casa do Francés
- 6 Esc. Univ. de Arquitectura Técnica

Na actualidade hai un proxecto de reforma das instalacións do *district heating* que dá servizo ás *Fac. de Ciencias*, *ETS de Arquitectura* e á *EU de Arquitectura Técnica*. Preténdese instalar un sistema novo de tubaxes preilladas, e cambiar as caldeiras por dúas de baixa temperatura e unha de condensación, todas elas de gas natural.

Sería interesante estudar a viabilidade de incorporar a *Casa do Francés* e mais o *Dep. de Arquitectura* no dito *district heating*, xa que actualmente os dous centros presentan problemas polo elevado consumo de calefacción.

15. Fac. de Ciencias

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	621	Gasóleo (35%)
Refrixeración	157	Electricidade (65%)
Iluminación	249	
Eq. informáticos	207	
Cociña	68	
Outros	481	
TOTAL	1.783	100%

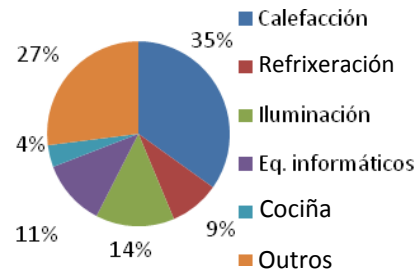


Diagrama 15: Distribución de consumos na Fac. de Ciencias
Fonte: Elaboración propia

Este centro ten un consumo eléctrico moi elevado por dispor de moitos laboratorios cun gran número de aparellos e maquinaria. É de gran complexidade facer un inventario de toda a maquinaria para calcular o consumo, de aí que se estima como a resta directa dos diferentes usos ao consumo total e se inclúe na epígrafe de “Outros”.



Ilustración 20: Fotos dos laboratorios da Fac. de Ciencias
Fonte: Elaboración propia

Tanta maquinaria crea a necesidade de refrixeración todos os días do ano, o cal fai aumentar aínda máis a demanda eléctrica. Alén diso, na fachada oeste hai problemas de sobrequecemento.

A calefacción do centro provén dun *district heating*. Aínda que a tecnoloxía é máis eficiente que unha caldeira individual, as instalacións son moi antigas e o consumo actual do centro é moi elevado. Xa se está a traballar na renovación do sistema de distribución térmico, mais tamén se debería estudar a posibilidade de sectorizar a calefacción en aulas, para poder apagar a calefacción naquelas que non estiveren en uso, dado que na actualidade, por mor do baixo número de estudantes, é un feito bastante común.

Coma no caso da Fac. de CC. Económicas existe un problema de sobredimensionamento das aulas. Xa que logo, tamén se debería mellorar a sectorización da iluminación, de tal xeito que un interruptor debería iluminar nas zonas próximas ao encerado e deixar as zonas máis afastadas para interruptores secundarios.



Ilustración 21: Fotos dunha aula da Fac. de Ciencias
Fonte: Elaboración propia

16. Esc. Univ. de Arquitectura Técnica

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	387	Gasóleo (52%)
Iluminación	224	Electricidade (48%)
Eq. informáticos	78	
Cociña	50	
Outros	5	
TOTAL	744	100%

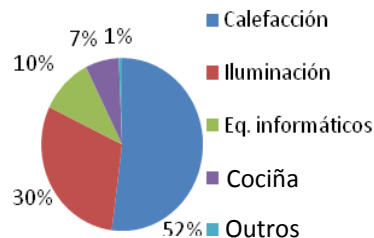


Diagrama 16: Distribución de consumos na Esc. Univ. de Arquitectura Técnica
Fonte: Elaboración propia

Neste centro hai un gran potencial de aproveitamento da luz natural, mais a meirande parte das lámpadas están acesas tanto en espazos sen usuarios como en espazos ben iluminados pola luz natural. Sería preciso desenvolver un proxecto luminotécnico, con detectores de presenza e detectores crepusculares. Para alén diso, hai moitas lámpadas halóxenas que deberían ser substituídas.

A alta captación de luz natural crea un sobrequecemento na fachada oeste, motivo polo cal se debería sectorizar o *district heating*. Existe refrixeración mediante *splits*, mais actualmente está fóra de servizo por fallos técnicos, polo que se debería substituír por refrixeración centralizada con maquinaria de alta eficiencia.



Ilustración 22: Fotos da Esc. Univ. de Arquitectura Técnica
Fonte: Elaboración propia

17. ETS de Arquitectura

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	332	Gasóleo (36%)
Iluminación	463	Electricidade (64%)
Cocina	50	
Eq. informáticos	63	
Outros	19	
TOTAL	927	100%

Diagrama 17: Distribución de consumos na ETS de Arquitectura
Fonte: Elaboración propia

Neste edificio a potencia instalada en iluminación é moi elevada, por mor da iluminación de baixa eficiencia (incandescentes) nas plantas baixas, e ademais os niveis de iluminación son excesivos. Deberíase fomentar o aproveitamento da luz natural, sobre todo en plantas elevadas. Ao mesmo tempo, hai que ter en conta que a captación de luz natural crea un sobrequecemento na fachada oeste, polo que se debería realizar un estudo polo miúdo para amañar este problema.

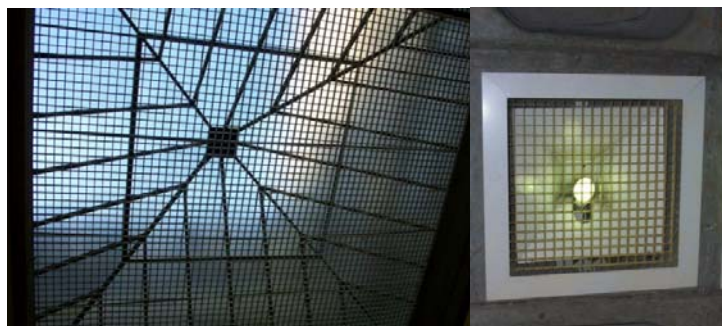
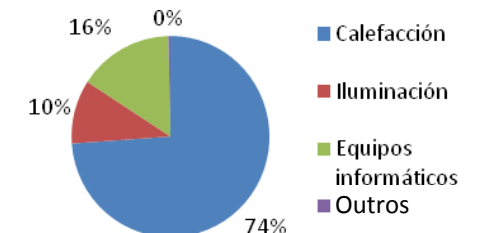


Ilustración 23: Fotos da ETS Arquitectura
Fonte: Elaboración propia

18. Casa do Francés

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	53	Gasóleo (74%)
Iluminación	7	Electricidade (26%)
Eq. informáticos	11	
Outros	0	
TOTAL	71	100%

Diagrama 18: Distribución de consumos na Casa do Francés
Fonte: Elaboración propia



Neste centro hai un problema coa climatización no inverno. Ocorre que os muros interiores son emisores de gas radon, co cal se fai necesaria unha continua ventilación. Deberíase rehabilitar esa fachada pois, ademais, é moi antiga. Tamén se propón ampliar o *district heating* do campus da Zapateira para que abastecese ese centro.

Polo que fai á iluminación, trátase dun centro pequeno e os potenciais de aforro en valor absoluto tamén serán pequenos. Porén, moitas das lámpadas son halóxenas e deberían ser substituídas. Por outra banda, hai moita captación de luz natural.



Ilustración 24: Fotos da Casa do Francés
Fonte: Elaboración propia

19. Dep. da ETS de Arquitectura

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	80	Electricidade (100%)
Iluminación	71	
Eq. informáticos	55	
Outros	17	
TOTAL	223	100%

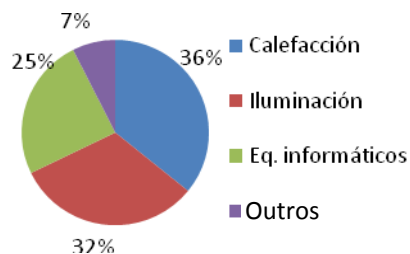


Diagrama 19: Distribución de consumos no Dep. ETS de Arquitectura
Fonte: Elaboración propia

O principal problema é que a calefacción é mediante convectores eléctricos, polo que se debería ampliar o *district heating* para este centro. Hai moita captación de luz natural na fachada oeste, xa que é toda de cristal, mais o problema radica en que o sol tamén xera un sobrequentamento nesa zona.



Ilustración 25: Fotos do Dep. da ETS de Arquitectura
Fonte: Elaboración propia

20. Fac. de Filoloxía e Departamento da Fac. de Filoloxía

Usos	Consumo [MWh]	Fonte
Calefacción	528	Gasóleo (55%)
Iluminación	147	Electricidade (45%)
Eq. informáticos	98	
Cociña	50	
Outros	131	
TOTAL	954	100%

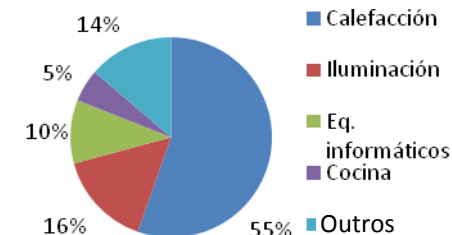


Diagrama 20: Distribución de consumos na Fac. de Filoloxía e Edif. de Departamento da Fac. de Filoloxía
Fonte: Elaboración propia

O máis salientable deste edificio é o seu elevado consumo por usuario, xa que ten poucos para a superficie de que dispón. Esta situación podería ser causada pola creación en 2008 do Departamento. Deberíanse promover máis actividades, aínda que a situación xeográfica do centro non é a máis axeitada.

2. ILUMINACIÓN PÚBLICA

Nesta epígrafe analízase o estado da iluminación pública e dos aparcadoiros de Elviña e A Zapateira. Para iso examínanse os puntos de luz, a súa eficiencia e a demanda enerxética.

2.1. Caracterización dos puntos de luz

Os seguintes diagramas mostran o tipo de luminarias e a potencia que hai en cada zona dos campus de Elviña e A Zapateira. Esta caracterización permite detectar claramente as zonas onde conviría actuar primeiro.

Campus

Elviña



Proxector Cormoran en arqueta, 500W.
Columna COYBA CAM 8060 de 8m. 250W - VM
Columna Bega 9316 de 7m. 150/250W - VSAP
Columna BEGA 9316 de 7m. 250W - VM
Columna Globo Bega 561 de 3m. 80W - VM
Baliza Xardín Bega 8745. 80W - VM
Columna Escofet de 4,5m. 2x80W - VM

Ilustración 26: Esquema da iluminación pública no campus de Elviña

Fonte: Elaboración propia

A meirande parte de puntos de luz do campus de Elviña é de vapor de mercurio, un tipo de luz caracterizado pola súa eficiencia moi baixa e a

alta toxicidade, co cal sería importante cambialas cando for posible. Conviría comezar a actuar polas luminarias tipo globo, xa que, ademais de presentaren os inconvenientes do VM, xeran contaminación lumínica por mor da emisión de fluxo luminoso cara ao ceo.



Ilustración 27: Foto das luminarias tipo globo
Fonte: Elaboración propia

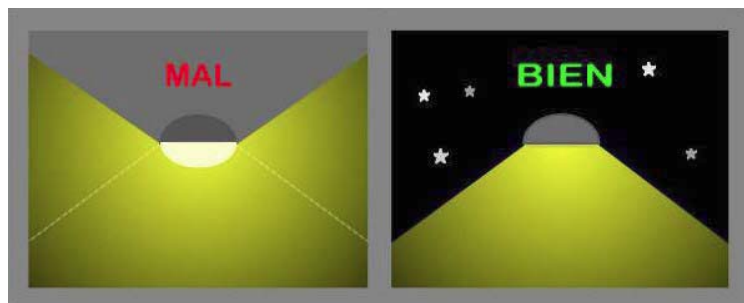


Ilustración 28: Esquema da correcta focalización da luz en espazo público
Fonte: Agrupación Astronómica de Fuerteventura

Na seguinte táboa móstrase unha síntese cos tipos de lámpadas que hai no campus e a potencia total:

Campus	Tipo de lámpada	N.º de lámpadas	%	Potencia total [kW]
Elviña	VM	559	83%	133,05
	VM + HM	27	4%	
	Cuarzo-iodo	56	8%	
	VSAP	28	4%	
	TOTAL	670	100%	

Táboa 12: Numero de puntos de luz e potencia total da iluminación pública de Elviña
Fonte: UDC

Como se pode apreciar máis do 80% das luces son de VM e o 17% delas son globos. Conviría cambiar esta situación canto antes, xa que se podería conseguir un aforro enerxético e unha diminución da contaminación lumínica moi importante con esta actuación.

Igualmente, é importante traballar na eliminación dos proxectores de cuarzo-iodo, xa que tamén proxectan a luz cara ao ceo e xeran unha alta contaminación lumínica; así mesmo, teñen unha potencia moi alta e necesitan un mantemento moi elevado dado que a súa vida é moi curta, unhas 2000 h.

É importante mencionar que as institucións son conscientes do problema neste campus e xa se comezou a actuar para mellorar a situación. Así, en 2008 realizouse unha primeira fase de melloras⁴ coas seguintes accións:

- o Cambio de 280 luminarias Vial BEGA 9093 con lámpadas HPL 250W (High Pressure Mercury) de 14 000 lm a 150 VSAP 17 000 lm e 80 de haloxenuros metálicos.
- o Aumento de iluminación en cruzamentos, rotondas e pasos elevados, mantendo a potencia de 250W, mais con lámpadas de VSAP (31 000 lm)

⁴ Plan enerxético da Universidade da Coruña

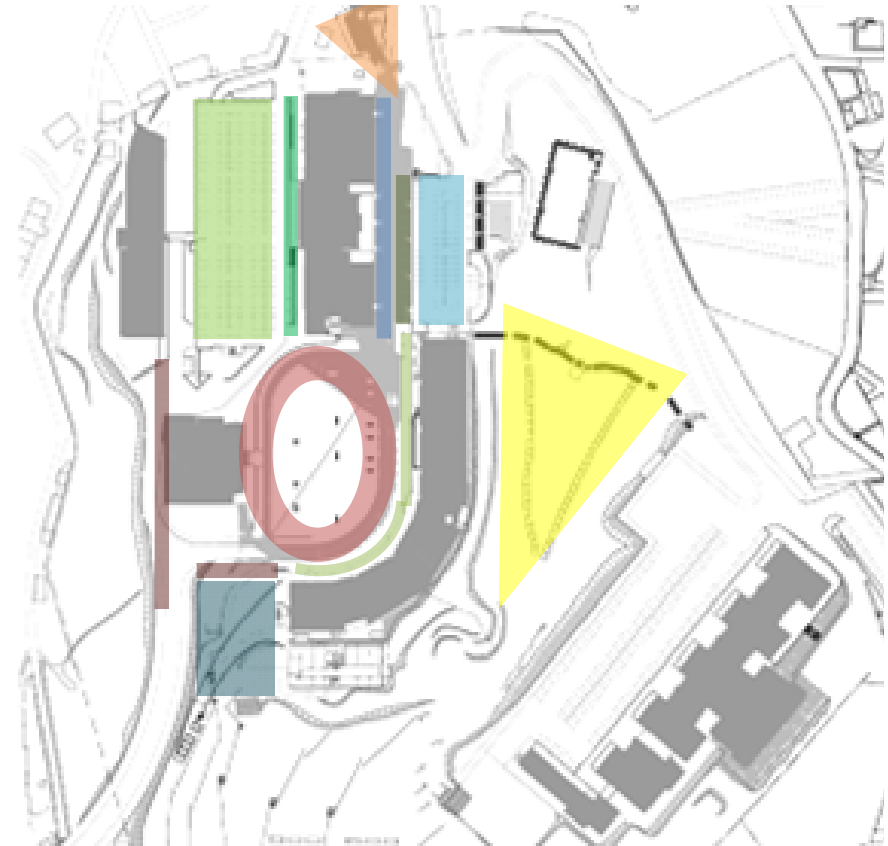
- o Incorporación de sistemas de regulación do fluxo en cabeceira para reducir até un 30% o consumo en horas de madrugada.
- o Tapado parcial da parte superior das lámpadas tipo globo

O custo desta acción foi de 33 000€ (o 50% subvencionado pola *Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible*) e supuxo un aforro anual de preto de 15 000 € na factura eléctrica. Isto significa unha amortización de 1,5 anos.



Ilustración 29: Fotos de lámpada de VM (esquerda) e de vapor de sodio (dereita)
Fonte: Elaboración propia

Campus da Zapateira



Columna troncocónica IEP de 5m. 125W - VM
Proxector Cormoran en arqueta, 500W
Luminaria Vento. 100W- VSAP. *Aparcadoiro da Fac. de Ciencias*
Luminaria KUBE de 3,8m. *Aparcadoiro da Fac. de Ciencias*
Combinación de: proxector Cormoran en arqueta, 500W + luminaria
Luminaria Indalux en brazo de parede. 400W - VM
Mazda Solair en brazo de parede. 400W - VSAP
Cruceta superior de 1m de ancho con 2 luminarias de 150W-VSAP.
Aparcadoiro da ETS de Arquitectura
Luminaria Mazda Helium en báculo de 10m. 40-400W-VSAP
Luminaria IEP 86006 de 6m. 250W-VSAP
Luminaria Mazda Helium en brazo de parede. 40-400W-VSAP
Farois FUL de Escofet

Ilustración 30: Esquema da iluminación pública no campus da Zapateira
Fonte: Elaboración propia

O Campus da Zapateira dispón dunha iluminación máis eficiente que o de Elviña, xa que dispón de gran número de lámpadas de VSAP (44%). Con todo, aínda existe un gran número de luminarias de VM (37%) e incandescentes (23%) que conviría cambiar. A seguinte táboa mostra un resumo de todas as luminarias, o tipo e a potencia total da iluminación pública da Zapateira (non se inclúen os aparcadoiros).

Campus	Tipo de lámpada	N.º de lámpadas	%	Potencia total [kW]
A Zapateira	VSAP	38	41%	25,7
	Incandescente	21	23%	
	VM	34	37%	
	TOTAL	93	100%	

Táboa 13: Numero de puntos de luz e potencia total da iluminación pública da Zapateira
Fonte: UDC

Na renovación das luminarias hai que ter en conta distintos criterios para manter unha boa calidade ambiental. A seguir, móstrase unha listaxe de recomendacións acerca do tipo de lámpada que cumpriría instalar segundo o seu uso e que foi publicada pola Oficina Técnica para a Protección da Calidade do Ceo (OTPC):

- o **VSBP:** son as luminarias máis eficientes e con menos residuos do mercado. Polas súas características luminosas son ideais para rúas peonís e aparcadoiros.
- o **VSAP:** son as máis eficientes despois de VSBP. Aptas para VÍAS e XARDÍNS.
- o **HALOXENUROS METÁLICOS:** Presentan alta eficiencia, mais emiten radiación ultravioletada. Son boas para INSTALACIÓNS DEPORTIVAS e para funcións ORNAMENTAIS.
- o **FLUORESCENTES COMPACTAS:** Presentan alta eficiencia e traballan a potencias moi baixas. Recoméndase o seu uso en zonas PEONÍS ou XARDÍNS en que se precise unha baixa intensidade luminosa.
- o **LED:** Presentan alta eficiencia. Son boas para a SINALIZACIÓN de rotondas, camiños en parques e zonas onde se necesita unha BAIXA INTENSIDADE luminosa.

2.2. Consumo da iluminación pública

Non se coñecen exactamente os consumos da iluminación pública e dos aparcadoiros por mor de que están agrupados a centros de transformación comúns cos seguintes centros:

- o Elviña:
 - Iluminación pública, o Pavillón de Estudantes, as pistas polideportivas e o pavillón de deportes.
- o A Zapateira:

- Facultade de Ciencias, o seu aparcadoiro e a iluminación pública.
- Escola Universitaria de Arquitectura Técnica, ETS de Arquitectura e o seu aparcadoiro, e a Casa do Francés.

Por este motivo estímase o consumo da iluminación proporcionalmente á potencia total instalada en cada centro, ás horas de funcionamento e ao factor de simultaneidade.

A media anual de horas de sol diarias está por volta das 12 horas, o que significa que a iluminación estará acesa as outras 12 horas do día, o cal equivale aproximadamente a 4500 horas ao ano. No entanto, a metade das lámpadas só están acesas un 30% do tempo, o que se traduce a un coeficiente de simultaneidade total de 0,65. Con estas consideracións calcúlase o consumo enerxético da iluminación:

Campus	Potencia [kW]	Horas anuais	FS	Enerxía [MWh/ano]
Elviña	133,05	4.500	0,65	389,17
A Zapateira	40,80	4.500	0,65	119,32
Total	173,85			508,50

Táboa 14: Consumo enerxético da iluminación pública.

Fonte: UDC

Conxuntamente coa renovación das lámpadas, poderíase conseguir unha redución moi importante do consumo de se regular a tensión que chega ao punto de luz a partir de reactancias electrónicas de duplo nivel ou reguladores de tensión de cabeceira. Estes sistemas permiten estabilizar a tensión de alimentación da iluminación e regulala para conseguir tan só o fluxo luminoso necesario. Así, ademais de alargar a vida dos puntos de luz, pódese diminuír a intensidade lumínica e aforrar enerxía de madrugada.



Ilustración 31: Fotos da iluminación pública

Fonte: Elaboración propia

2.3. Aparcadoiros

A seguir, analízase a iluminación do *Aparcadoiro da ETS de Arquitectura* e mais o *Aparcadoiro da Fac. de Ciencias*. Estes dous edificios están situados no campus da Zapateira e a súa iluminación funciona parcialmente durante o día e de xeito continuo pola noite até as 22.00 horas. Na seguinte táboa móstranse o tipo de lámpadas e a potencia total de cada un deles:

Aparcadoiro	Tipo de lámpada	N.º de lámpadas	Potencia total [kW]
ETS de Arquitectura	VSAP	30	8,36
	Fluorescentes	90	
	LED	17	
Fac. de Ciencias	VSAP	30	9,03
	Fluorescentes	94	
	LED	72	
Total		333	17,39

Táboa 15: Potencia instalada nos dous aparcadoiros
Fonte: UDC

Aparcadoiro	Potencia [kW]	Horas anuais	FS	Energía [MWh/ano]
ETS de Arquitectura	8,36	3.250	0,20	5,87
Fac. de Ciencias	9,03	3.250	0,20	5,43
Total	17,39			11,3

Táboa 16: Consumo enerxético dos aparcadoiros
Fonte: UDC

A iluminación dos aparcadoiros é eficiente e o seu consumo é moi baixo en comparación con calquera edificio ou coa propia iluminación pública, de aí que non se considere un elemento prioritario de actuación. De todos os xeitos, poderíase estudar a posibilidade de implantar detectores de presenza na parte interior e células fotoeléctricas na exterior para diminuír o consumo aínda máis.



Ilustración 32: Fotos dos aparcadoiros do campus da Zapateira
Fonte: Elaboración propia

2.4. Síntese da iluminación pública

No seguinte cadro móstrase unha síntese do consumo total da iluminación pública e dos aparcadoiros de cada campus:

	Puntos de luz	Potencia [KW]	Energía [KWh]
Iluminación de Elviña	684	133,05	581.774
Iluminación da Zapateira	433	27,5	170.508
Aparcadoiro da Fac. de Ciencias	196	9,03	9.234
Aparcadoiro da ETS de Arquitectura	137	8,36	8.432

Táboa 17: Consumo enerxético da iluminación pública
Fonte: UDC

3. MOBILIDADE

Unha gran parte do consumo total da universidade provén da mobilidade. Nesta epígrafe analízanse os consumos e as emisións derivadas dos desprazamentos dos usuarios dos campus de Elviña e A Zapateira.

Os cálculos de desprazamentos baséanse na enquisa de mobilidade realizada pola UDC (2008) e mais do Estudo da Pegada Ecolóxica do transporte da UDC 2008/09.

Os campus de Elviña e A Zapateira están afastados do centro da cidade da Coruña. Por este motivo, nun día laborable, os dous campus xeran unha media de 20 333 desprazamentos (13 593 de Elviña e 6740 da Zapateira). Os máis deles son xerados polo estudiantado:

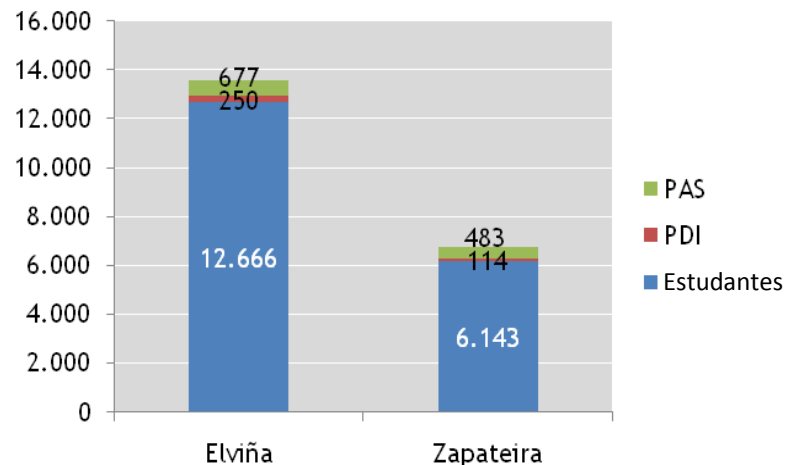


Figura 43: Número de desprazamentos por tipo de usuario e campus
Fonte: UDC

A maior parte dos usuarios da universidade utilizan o automóbil como medio de transporte, e ademais fan cunhas taxas de ocupación do vehículo privado moi baixas (1,43). É por iso que o consumo de enerxía é moi elevado:

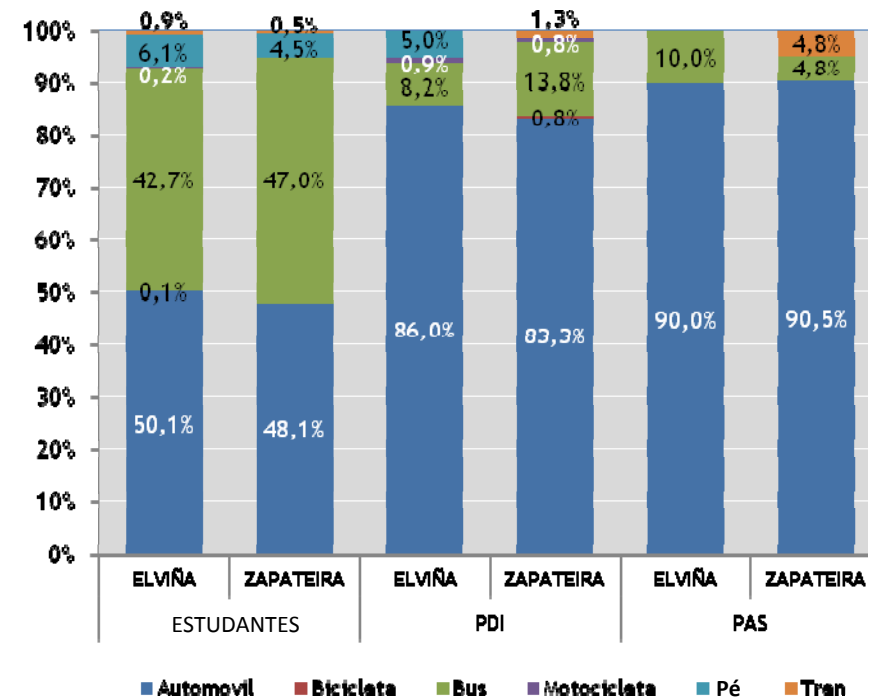


Figura 44: Distribución modal do modo de transporte segundo usuario e campus
Fonte: UDC

Os factores de consumo e emisión segundo o modo de transporte utilizado son os seguintes:

Modo de transporte	kWh/km	kg CO ₂ /km
Automóbil	0,8	0,20
Bus	0,11	0,03
Motocicleta	0,37	0,06
Tren	0,1	0,03

Táboa 18: Factores de consumo e emisión por km
Fonte: UDC

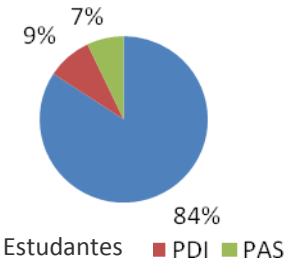
Para realizar o balance enerxético derivado do transporte, estúdase a distancia media do traxecto por modo de transporte utilizado, usuario e campus:

$$\text{Consumo} = \sum_{i=1}^n \frac{(n_i \text{ desprazamentos}_i) \cdot \frac{\text{Km}}{\text{desprazamento}_i} \cdot \frac{\text{kWh}}{\text{Km}}}{(n_i \text{ ocupantes}_i)}$$
$$\text{Emisións} = \sum_{i=1}^n \frac{(n_i \text{ desprazamentos}_i) \cdot \frac{\text{Km}}{\text{desprazamento}_i} \cdot \frac{(\text{tCO}_2)}{\text{Km}}}{(n_i \text{ ocupantes}_i)}$$

i : Modo de transporte usado

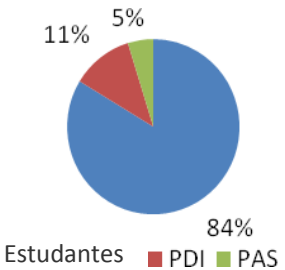
A partir dos datos de desprazamento, modo, distancia media e balances de consumo e emisións antes mencionados, obtense:

Campus	Usuario	MWh/ano	t CO ₂ /ano
Elviña	Estudiantes	14.550	3.691
	PDI	1.510	379
	PAS	1.242	309
	Total	17.302	4.379



Táboa 19: Consumo, emisións anuais e a súa distribución debido á mobilidade cara a Elviña
Fonte: UDC

Campus	Usuario	MWh/ano	t CO ₂ /año
A Zapateira	Estudiantes	6.559	1.658
	PDI	907	229
	PAS	379	94
	Total	7.845	1.981



Táboa 20: Consumo, emisións anuais e a súa distribución debido á mobilidade cara á Zapateira

Fonte: UDC

Na seguinte táboa pódese ver o consumo e as emisións totais producidas pola mobilidade:

Campus	MWh/ano	t CO ₂ /ano
Elviña	17.302	4.379
A Zapateira	7.845	1.981
Total	25.147	6.360

Táboa 21: Consumo e emisións anuais debido á mobilidade total
Fonte: UDC

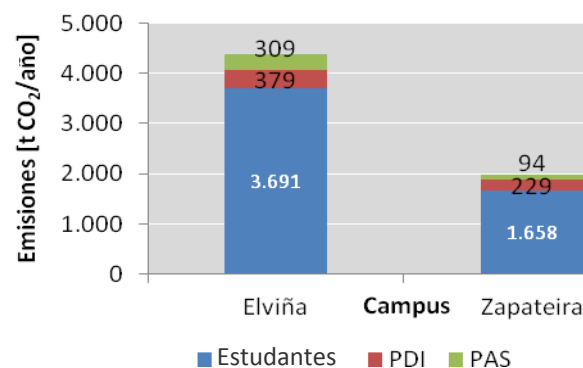


Figura 45: Emissões derivadas da mobilidade
Fonte: UDC

Como se pode apreciar o campus de Elviña xera máis emisións que o campus da Zapateira, mais o número de usuarios en Elviña tamén é moi superior ao da Zapateira.

A seguir, estúdase o consumo e as emisións por usuario en cada campus co fin de apreciar se o impacto é o mesmo:

Campus	Usuario	MWh/usuario·ano	t CO ₂ /usuario·ano
Elviña	Estudantes	1,34	0,34
	PDI	2,45	0,62
	PAS	5,22	1,30
A Zapateira	Estudantes	1,34	0,34
	PDI	2,30	0,58
	PAS	4,12	1,03

Táboa 22: Emisións e consumo anual por usuario debido á mobilidade
Fonte: UDC

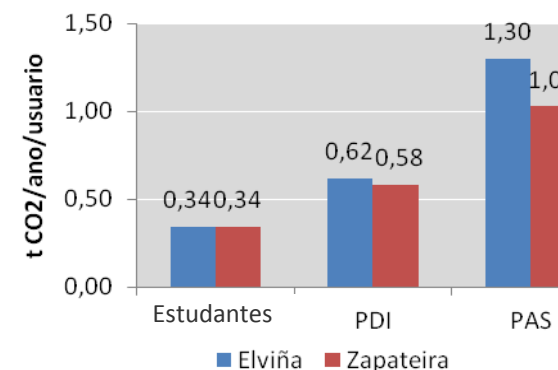


Figura 46: Emissões por usuario debidas á mobilidade
Fonte: UDC

Como se pode apreciar no gráfico os usuarios da Zapateira xeran un pouco menos de impacto que os usuarios de Elviña. Isto é debido a que

usan menos o vehículo privado para se desprazar á universidade que en Elviña. No entanto, os valores de emisión son moi semellantes: unha media 0,37 tCO₂/usuario.

O principal problema é o gran número de desprazamentos que se realizan en coche. A *Agència* está a desenvolver un outro proxecto co plan de mobilidade da UDC, que entre outros obxectivos, servirá para reducir o consumo enerxético e, por tanto, as emisións dos campus de Elviña e A Zapateira.

4. SÍNTESE DE CONSUMOS E BALANCE DE EMISIÓNS

Neste punto recóllense os consumos enerxéticos globais de cada sector tratado e faise un balance das emisións de gases de efecto invernadoiro asociadas a estes consumos enerxéticos.

As emisións de gases efecto invernadoiro, precursoras do cambio climático, deben a súa orixe a diversas actividades de carácter antropoxénico, que teñen como consecuencia directa ou indirecta a emisión á atmosfera de gases que aumentan a radiación de onda longa.

Os gases atmosféricos considerados no Protocolo de Kioto e que contribúen ao efecto invernadoiro son: o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), os hidrofluorocarburos (HCFC), os perfluorocarburos (PFC) e o hexafluoruro de xofre (SF₆). Cada gas ten un potencial de efecto invernadoiro que é comparable co do CO₂, como se pode apreciar na seguinte fórmula:

$$GEI = CO_2_{eq} = CO_2 + 25 CH_4 + 298 N_2O$$

Potencial de quecemento global
Fonte: IPCC

Obtéñense distintos factores de emisión dependendo da fonte de enerxía consumida:

Combustible	tCO ₂ /TJ	tCH ₄ /TJ	tN ₂ O/TJ	tCO ₂ /TJ eq	tCO ₂ /KWh
Diésel	73,7	0,0039	0,0039	74,9597	0,000269855
Gasolina	69	0,033	0,0032	70,7786	0,000254803
GLP	65	0,015	0,0025	66,12	0,000238032
Gas natural	56	0,0025	0,0009	56,3307	0,00020279

Táboa 23: Factor de emisión de combustibles fósiles
Fonte: Rede de cidades polo clima. Aplicativo: Ferramenta de cálculo para o sistema de indicadores e seguimento do cambio climático.
Ministerio de Medio Ambiente e Medio Rural e Mariño

Ano	t CO ₂ eq/GWh	t CO ₂ eq/kWh
2005	481	0,000481
2006	444	0,000444
2007	452	0,000452
2008	380	0,000380

Táboa 24: Factor de emisión de GEI por enerxía eléctrica consumida
Fonte: Elaboración propia a partir de datos de Rede Eléctrica de España

Na táboa seguinte móstranse os consumos totais por sector e por fonte, ademais das emisións de CO₂ derivadas:

Fontes de enerxía	Electricidade de [MWh]	Comb.fósiles [MWh]	Total [MWh]	Emisións [tCO ₂]
Edificios	10.120	5.804	15.924	5.412
Iluminación pública e aparcadoiros	563	-	563	214
Mobilidade	179	24.968	25.147	6.360

Táboa 25: Emisións e consumo anual dos distintos sectores
Fonte: Elaboración propia

Seguidamente, móstranse os consumos e as emisións de cada sector desagregadas por cada campus:

Consumo total 2008	Enerxía [MWh]			Emisións [tCO ₂]		
	Elviña	A Zapateira	Total	Elviña	A Zapateira	Total
Edifícios	10.925	4.999	15.924	3.754	1.657	5.412
Iluminación pública e aparcadoiros	410	153	563	156	58	214
Mobilidade	17.302	7.844	25.147	4.379	1.981	6.360
Total	28.637	12.996	41.633	8.289	3.697	11.986

Táboa 26: Emisións e consumo anual dos distintos sectores desagregados por campus
Fonte: Elaboración propia

A continuación, móstrase o consumo enerxético de cada sector en cada un dos campus e a distribución do total:

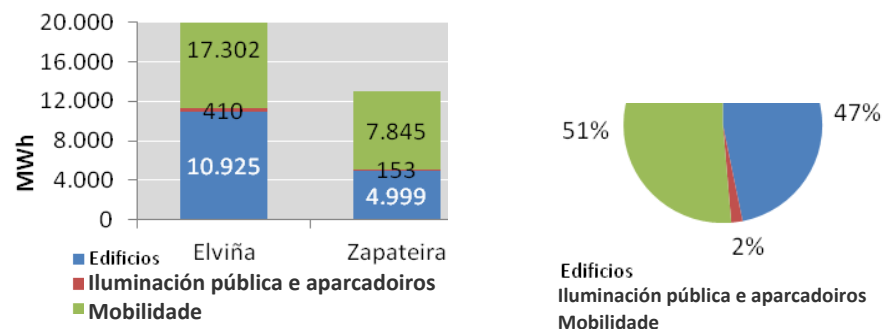


Figura 47: Consumo por sector en cada campus e distribución do consumo total
Fonte: Elaboración propia

Finalmente, faise a mesma representación mostrando as emisións de CO₂ de cada campus. No primeiro gráfico pódense apreciar as emisións de

cada sector en cada un dos campus e no segundo a distribución de consumo de emisións total:

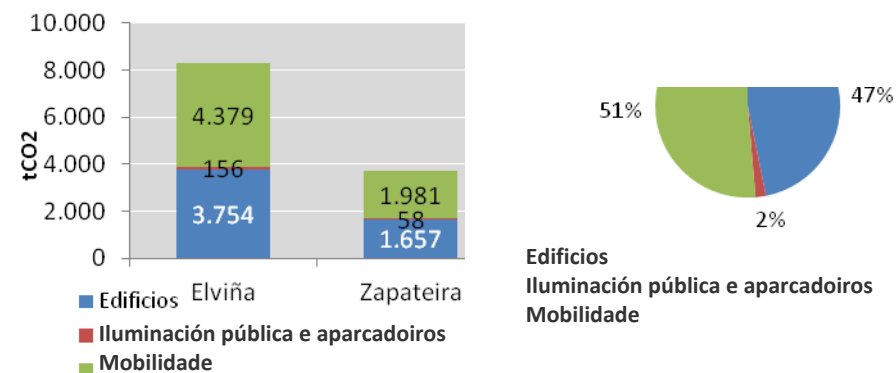


Figura 48: Emisións xeradas por sector en cada campus e distribución das emisións totais
Fonte: Elaboración propia con datos da UDC

5. PROPOSTAS

5.1. Edificios

5.1.1. Xestión

- **Caracterización dos edificios**

Resulta primordial coñecer o consumo de cada centro. Concretamente cumpriría que cada edificio tivese o seu propio contador de consumo de gasóleo, auga e electricidade.

Alén diso, debería coñecer o estado das instalacións e da maquinaria para detectar posibles problemas. Por este motivo, recoméndase dispor dun inventario con todos os elementos de potencia de cada centro e o seu tempo de utilización.

Igualmente sería interesante dispor de datos verbo da utilización dos centros (usuarios reais, créditos impartidos, ocupación das aulas...), para poder facer unha mellor xestión, caso de:

- o Adaptar a medida da clase ao número de estudantes, xa que actualmente as aulas son moi grandes en comparación cos estudantes que asisten a elas, co cal se perde moita enerxía iluminando e climatizando espazo de xeito innecesario.
- o Agrupar os estudantes en aulas próximas para que haxa un maior aproveitamento da transmisión de calor a través das paredes. Deste xeito, tamén se pode sectorizar a calefacción e non estar a climatizar todo o centro cando non é preciso.

- **Instalar contadores de consumo aos servizos externos á universidade**

O obxectivo desta acción é que as cantinas, cafetarías e centros de reprografía de cada facultade ou escola dispoñan de cadanseu contador de consumo, xa que na actualidade só pagan unha pequena porcentaxe do consumo total do centro e non se preocupan por seren eficientes. Mesmo hai casos (véxase a cantina da *Fac. de Dereito*) que están a renovar a iluminación con luces ineficientes porque son máis baratas.

- **Realizar auditorías enerxéticas nos edificios de maior consumo**

As auditorías permiten coñecer mellor as instalacións e detectar posibles problemas no consumo enerxético dos centros. Por este motivo, propónse realizar auditorías enerxéticas detalladas dos centros con maior consumo, comezando polo *Edificio de Servizos Centrais de Investigación*, xa que consome tres veces máis que os outros edificios. Ademais, recoméndase ter un control da situación dos outros centros a partir de fichas con datos de instalacións, consumos, inventario de iluminación, equipos de climatización etc.

Nos casos en que o consumo sexa desmesurado, recoméndase instalar contadores de consumo para ter un control de consumo desagregado por sectores.

- **Crear un sistema de xestión enerxética**

Propónse redactar un manual de bos usos do edificio adaptado á tipoloxía de instalacións en que se establezan:

- o Os protocolos de uso das instalacións enerxéticas (especialmente as temperaturas de consigna de climatización e o acendido e apagado da iluminación).

- o Un manual de boas prácticas de uso do equipamento para reducir o consumo enerxético ao máximo. Este manual debe ir dirixido ao persoal, aos representantes e usuarios do equipamento.
- o Control do horario de apertura e peche do equipamento co fin de reducir ao máximo as súas horas de funcionamento. O obxectivo é que o equipamento non funcione con só unha ou dúas persoas no interior. Xa que logo, sería interesante integrar a limpeza no horario de funcionamento do edificio ou tentar que esta se realice co menor tempo posible e sen ter todas as instalacións acesas ao mesmo tempo.

▪ **Crear a figura dun xestor enerxético de cada centro**

O obxectivo desta acción é ter un maior control do equipamento. Para iso propónse que haxa unha persoa responsable da xestión enerxética do edificio que realice as seguintes funcións:

- o Controlar a aplicación dos protocolos de xestión enerxética en que se establezan:
 - Control de temperatura consigna no interior do edificio
 - Control do acendido e apagado da iluminación
 - Ventilación das aulas despois do seu uso
 - Baixar as persianas pola noite
- o Recoller as incidencias enerxéticas que se produzan.
- o Recibir e centralizar os datos de consumo de enerxía e auga (procedente da compañía ou do xestor enerxético municipal).
- o Documentar as actuacións de mellora realizadas.

Non cómpre contratar a ninguén para realizar esta acción, senón que o propio conserxe do edificio, por ser a persoa que mellor o coñece e sabe o que acontece en cada momento, podería encargarse desta tarefa.

▪ **Estudo e optimización das tarifas eléctricas**

Esta acción non supón un aforro enerxético, mais axeitar a potencia contratada á potencia real de consumo e adaptar a tarifa ao horario de consumo do centro pode proporcionar un aforro económico importante.

▪ **Vincular os proxectos académicos á mellora enerxética dos centros**

Unha universidade é unha fonte moi importante de coñecemento. Por iso, considérase moi interesante que os proxectos de mellora da universidade se realicen por estudantes da propia universidade.

Deste xeito, o estudantado poderase formar traballando en proxectos reais e coñecerá mellor as instalacións dos centros onde estuda.

Todas as aéreas poden estar envoltas en proxectos de mellora, por exemplo:

- o Proxectos de xestión dos edificios para unha mellor ocupación das aulas
- o Proxectos técnicos de mellora das instalacións eléctricas, rehabilitación da fachada, transmisión de calor etc.
- o Proxectos de comunicación, sensibilización e divulgación das melloras que realizan os centros

Alén de todo o dito, ao estaren involucrados nestes proxectos, os estudantes sensibilizaranse máis co medio e a eficiencia enerxética, e aplicarán bos hábitos, tanto na universidade como no fogar.

▪ **Informar e concienciar os usuarios sobre a eficiencia enerxética**

Proponse sensibilizar o estudantado, o PDI e o PAS para reducir consumos innecesarios. Para tal efecto, proponse realizar unha campaña de comunicación que inclúa bos hábitos para poder reducir o consumo enerxético na universidade e mais na casa. Así mesmo, tamén se recomenda formalos con información sobre as novas tecnoloxías eficientes e aproximalos ao mundo das enerxías renovables.

▪ **Conseguir a certificación enerxética tipo A nos novos edificios**

Con esta acción proponse que nos novos edificios que se constrúan se consiga unha categoría A na etiqueta enerxética (do proxecto e do edificio acabado), co fin de garantir a máxima eficiencia enerxética.

5.1.2. Técnicas

▪ **Substitución da iluminación convencional por sistemas máis eficientes**

Esta acción ten por obxectivo a substitución de:

- o Os balastos electromagnéticos dos fluorescentes por electrónicos e a incorporación de reguladores de intensidade.
- o As lámpadas incandescentes por lámpadas fluorescentes compactas de baixo consumo.
- o As lámpadas halóxenas dicroicas por lámpadas de LED ou fluorescentes.
- o Os focos halóxenos incandescentes por luminarias de descarga de sodio, ou por luminarias de descarga de haloxenuros metálicos, segundo o uso.
- o Na renovación de tubos fluorescentes cómpre escoller sempre os de alto fluxo e referencia de luz 840 ou 830, xa que teñen uns valores cromáticos máis axeitados que o 765.

▪ **Instalación de sistemas de control de acendido**

Cómpre incorporar sempre que for posible:

- o Temporizadores nos baños.
- o Detectores de presenza en espazos de paso (corredores etc.).
- o Detectores de intensidade lumínica en espazos de uso continuo que teñen luz natural (células fotoeléctricas que captan a intensidade lumínica e accionan a iluminación cando é inferior a un certo valor determinado).
- o Limitadores de intensidade lumínica na ringleira de luces próxima ás fiestras ou a espazos suficientemente dotados de luz natural (impiden que se acendan as luces a partir de certa intensidade de luz natural).
- o Mecanismos automáticos de apagado (on/off) para se conectaren ao accionar a alarma do edificio.

Estas medidas permiten automatizar o acendido e o apagado das luces en función das necesidades reais de iluminación e, así, evitar situacións de desbaldimento de enerxía.

▪ **Sectorizar a iluminación interior**

Recoméndase sectorizar a iluminación en liñas paralelas á liña de fiestras para poder xestionar as luces do sector da fiestra de xeito independente. Esta liña independente para as luces do lado das ventás permitirá tamén a instalación dun limitador que impedirá que se acendan estas luces se a intensidade da luz natural for suficiente.

En centros destinados á docencia onde dispoñan de encerado proponse, alén do mencionado, introducir unha liña independente de fluorescentes sobre esta, co fin de evitar ter que acender a iluminación de toda a clase para reducir o reflexo.

Por último, recoméndase axeitar a sectorización á ocupación da aula. Por exemplo, coa posibilidade de non acender as luces da parte posterior ou dos laterais da aula cando esta non estiver chea. É importante, así mesmo, que os interruptores teñan un diagrama que mostre a zona que iluminan ao seren activados.

▪ **Focalizar a luz nos espazos de traballo**

Propónse aplicar esta acción en todas as mesas de oficinas e bibliotecas. Con esta acción preténdese reducir o consumo de iluminación e mellorar as condicións de traballo a partir da redución da intensidade da luz ambiental e a focalización da luz no espazo de traballo. As luces de traballo disporán dun interruptor individual para permitir o seu emprego só cando o usuario estiver a traballar.

Enténdese que o mellor xeito de executar esta acción é mercando moblaxe (mesas de traballo) con luces integradas, pois así será posible facer as redistribucións nos espazos de traballo sempre que for conveniente. Por outra banda, só fará falla apagar parte da iluminación xeral do espazo de traballo, sen facer grandes investimentos económicos.

▪ **Limpeza das luminarias**

Recoméndase realizar unha limpeza das luminarias, xa que en moitos casos nunca se limparon desde a construción do centro.

▪ **Instalar sistemas de aproveitamento da luz natural**

Do mesmo modo que se fixo nas últimas facultades construídas, recoméndase velar porque os proxectos de nova construción e de rehabilitación dos centros dispoñan de luz natural. Unha boa opción é incorporar claraboias, lucernarios ou condutos de luz naqueles espazos interiores.

▪ **Introducir sistemas de desconexión completa da iluminación e aparellos eléctricos durante a noite**

Recoméndase que naqueles centros en que for posible se instalen mecanismos automáticos de apagado (on/off) para os conectar cando se accione a alarma del edificio. Se isto non é posible, propónse que cando menos se realice esta acción nas aulas de informática, xa que moitos ordenadores fican á espera (*stand-by*) e isto supón un consumo enerxético importante ao longo do ano.

▪ **Adquisición de maquinaria de laboratorio de baixo consumo**

▪ **Criterios de selección de sistemas de calefacción segundo a fonte de combustible, eficiencia e potencia de uso**

Na planificación de instalacións de clima recoméndase:

- o Darlles prioridade a instalacións de xeración de calor a partir:
 - Gas natural fronte a electricidade, xa que o factor de emisión de CO₂ é máis baixo que o de electricidade.
 - Biomasa, cando for posible, xa que o factor de emisión de GEI se pode considerar nulo (con ciclo de vida).
- o Escoller as mellores tecnoloxías en caldeiras, para garantir sempre destas unha eficiencia mínima do 96%:
 - Caldeiras de condensación: rendemento=105% do PCI.
 - Microturbinas de inxección: xeran electricidade e calor residual, o cal é suficiente para quentar todo o equipamento (centros grandes e polideportivos).
- o Aconséllase instalar caldeiras de potencia modulable ou varias caldeiras de menor potencia en serie para traballar a máximo rendemento segundo as necesidades de cada momento.

- o Escoller sistemas de climatización máis eficientes. Por exemplo o piso radiante, xa que a súa demanda calorífica é menor e ten mellores condicións de confort (resulta ideal para edificios cos teitos altos).

- **Instalar sistemas de aforro de auga**

A auga ten asociado un pequeno consumo enerxético derivado do bombeo, a potabilización, a depuración e, nos máis dos casos, o calentamento da auga na caldeira. Para diminuír o consumo deste ben escaso e o seu consumo enerxético derivado, proponse:

- o A substitución das vellas cisternas por outras novas de descarga dupla que permiten o baleiramento da metade da cisterna (4 l) ou da súa totalidade (8 l) cando for preciso.
- o A instalación de difusores e redutores de caudal, xa que ofrecen un cabal máximo de 8l/min nas billas e 10l/min nas duchas. Isto supón un aforro de até o 50%.
- o A instalación de temporizadores ou detectores nas billas por seren elementos que reducen o risco de desbaldir a auga por se esquecer de pechar as billas. Está calculado que esta acción comporta un aforro potencial do 10%.

- **Mellora da envolvente térmica dos edificios (ventás, cubertas ecolóxicas)**

Para conseguir un mellor illamento nos centros, recoméndase rehabilitar os edificios en peor estado. Propóñense diferentes opcións segundo a necesidade de cada edificio:

- o Recubrimento da fachada
- o Recubrimento da cuberta
- o Instalación de vidro dobre
- o Mellora dos cerramentos nas ventás

As esixencias mínimas de eficiencia enerxética que debe cumprir a envolvente térmica que se rehabilite, son as que figuran no documento HE-1- Limitación de demanda enerxética, do CTE.

- **Potenciar o uso de enerxías renovables (fotovoltaica, solar térmica, biomasa, xeotermia, mini eólica etc.)**

Posteriormente, analízanse os potenciais de produción con algunhas destas tecnoloxías.

5.2. Iluminación pública

- **Cambiar luminarias VM e incandescentes por sistemas máis eficientes.**

Hai que renovar o antes posible a iluminación pública e substituír as lámpadas de VM por sistemas máis eficientes. Aquí móstranse as luminarias máis eficientes para cada zona e recoméndase o seu uso sempre que for posible:

- o **VSBP:** son as luminarias máis eficientes e con menos residuos do mercado. Polas súas características luminosas son aptas para rúas peonís e aparcadoiros.
- o **VSAP:** son as máis eficientes despois de VSBP. Aptas para VÍAS e XARDÍNS.
- o **HALOXENUROS METÁLICOS:** Presentan unha alta eficiencia, mais emiten radiación ultravioleta. Son boas para INSTALACIÓNS DEPORTIVAS e para funcións ORNAMENTAIS.
- o **LED:** Presentan unha alta eficiencia. Son boas para a SINALIZACIÓN de rotondas, camiños en parques e zonas onde se necesita unha BAIXA INTENSIDADE luminosa

▪ **Continuar coa eliminación das luminarias tipo globo**

É importante retirar canto antes os farois tipo globo por seren altamente ineficientes e xeraren moita contaminación lumínica. Hai que instalar luminarias con xeometría axeitada para que non emitan luz cara aos laterais nin ao ceo, senón que a dirixan cara ao asfalto e os paseos ou beirarrúas.

▪ **Introducir sistemas de regulación de tensión: reactancias electrónicas ou estabilizadores de tensión de cabeceira**

Poderíase conseguir unha redución moi importante do consumo de se regular a tensión que chega ao punto de luz a partir de reactancias electrónicas ou reguladores de tensión de cabeceira:

- o **Reactancias electrónicas de dobre nivel:** dispositivos situados sobre a lámpada que estabilizan a súa potencia fronte a variacións de tensión entre 180-250V, o cal alonga a vida das lámpadas. As perdas propias son só do 4 ou 5% da potencia consumida pola lámpada. O seu problema é que son máis sensibles que as indutivas e deben protexerse contra descargas eléctricas por tormentas e perturbacións eléctricas en liñas de distribución.

A reactancia leva incorporados os elementos necesarios para efectuar de xeito autónomo e automático a redución do fluxo luminoso da lámpada en determinados períodos de funcionamento da iluminación (potencia reducida ou segundo nivel), co conseguinte aforro enerxético.

- o **Reguladores de tensión de cabeceira:** Estes elementos permiten estabilizar a tensión de alimentación da liña da iluminación e regulala para conseguir tan só o fluxo luminoso necesario. Así, pódese diminuír a tensión de subministración, reducir a intensidade lumínica de madrugada e, en consecuencia, aforrar enerxía.

É importante notar que os estabilizadores só se poden empregar nun único tipo de luminaria (nunca en combinacións) e non funcionan con haloxenuros metálicos nin con fluorescentes. Ademais, só se poden empregar con liñas dunha lonxitude concreta, xa que se se incrementar a lonxitude, algunhas luces poderían non acenderse polas perdas de tensión ao longo da liña.

Para potenciar ao máximo os dous sistemas mencionados, recoméndase instalar un sistema de telexestión para programar e controlar a potencia das liñas con reactancia electrónica. Este sistema é controlado por un computador que comunica co cadro eléctrico vía antena WIFI, UHF etc. e o cadro conéctase con cada punto de luz a partir da rede eléctrica.

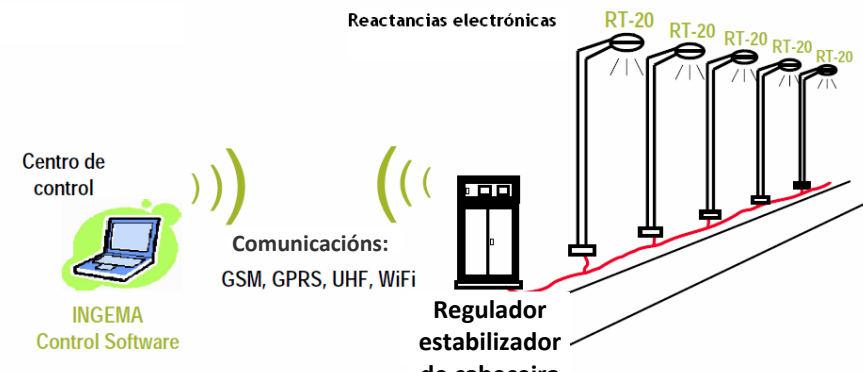


Ilustración 33: Esquema de sistema de telexestión
Fonte: Esinor

- **Control do acendido da iluminación pública con reloxo astronómico ou células fotoelétricas ben reguladas**

Actualmente, os campus dispoñen de células fotoelétricas para regularen o acendido da iluminación. É importante que estas células estean ben reguladas para que non se acenda a iluminación en días anubrados ou chuviosos nos cales non hai moita intensidade de luz.

Outra opción é a incorporación dun reloxo astronómico que regule o control da iluminación segundo a localización xeográfica (latitude e lonxitude) da instalación.

5.3. Mobilidade

Os campus de Elviña e A Zapateira están afastados da cidade da Coruña, o que provoca un gran número de desprazamentos diarios, nomeadamente en coche. Cómpre traballar para fomentar o transporte público e diminuír, así, as emisións neste sector.

Neste sentido estase a traballar noutro proxecto da *Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona* consistente nun plan de mobilidade para os dous campus.

6. POTENCIAL EN RENOVABLES

Nesta epígrafe preténdese determinar os potenciais de produción enerxética dos campus de Elviña e A Zapateira a partir das enerxías renovables. Este estudo realízase para as seguintes tecnoloxías:

- o Solar fotovoltaica
- o Solar térmica
- o Mini eólica
- o Biomasa

6.1. Solar fotovoltaica

Para determinar a máxima capacidade de implantación desta tecnoloxía, analízanse aquelas cubertas con orientacións óptimas (cara ao sur), en que non haxa sombras durante a maior parte do día e que non dispoñan de lucernarios, pois as placas obstruírían a entrada de luz natural no edificio.

O estudo realízase con placas de 200 W, de 1x1,5 metros e cun prezo de 600€. Empréganse inversores de 5 kW (25 placas/inversor). En total calcúlase un potencial de instalación de 710 kW, que producirán unha enerxía aproximada de 700 MWh.

As instalacións distribúense polos distintos centros:

Centro	N.º de placas	Potencia [KW]	Enerxía [MWh/ano]	Custo [€]
SAI	350	70	69,18	420.000
Xoana Capdevielle	75	15	14,82	90.000
Pavillón de Estudantes	500	100	98,82	600.000
Fac. de CC. da Educación	125	25	24,71	150.000
Fac. de Dereito	400	80	79,06	480.000
Fac. de Socioloxía e CC. da Comunicación	350	70	69,18	420.000
Fac. de Informática	225	45	44,47	270.000
ETS E. Camiños, Canais e Portos	425	85	84,00	510.000
Fac. de Ciencias	450	90	88,94	540.000
EU de Arquitectura Técnica	225	45	44,47	270.000
Dep. ETS de Arquitectura	425	85	84,00	510.000
Fac. de Filoloxía e Dep. de Filoloxía	225	45	46,88	270.000
TOTAL	3550	710	701,64	4.260.000

Táboa 27: Cálculo do potencial de instalación e de produción de enerxía solar fotovoltaica
Fonte: Elaboración propia

Obviamente, o factor limitante non é o espazo dispoñible, senón o factor económico, xa que esta é unha tecnoloxía moi cara. Débese comezar por aqueles edificios en que a instalación sexa máis sinxela ou beneficiosa. Por exemplo, en centros en que haxa sobrequeamento no verán na cuberta, os paneis axudan a reduci-lo posto que absorben a radiación solar.

6.2. Solar térmica

A instalación de paneis solares térmicos só teñen sentido naqueles centros onde hai un consumo de AQS relevante. Isto só sucede nos centros deportivos e mais no *Edif. de Servizos Centrais de Investigación*. Nestes centros a produción de AQS mediante enerxía solar térmica adáptase moi ben á demanda, xa que a maior parte desta se produce durante as horas de sol.

A produción media que se pode obter coas condicións climatolóxicas da Coruña e colectores con rendementos medios do 50%, orientados cara ao sur con inclinación óptima (40°), é duns 480 kWh/m²·ano.

Preséntase unha instalación para cubrir un 50% da demanda, xa que nos meses de verán, cando a produción é máxima, se considera que os centros deportivos funcionan a medio gas e que no mes de agosto están pechados. Por este motivo, modulouse a produción de tal xeito que se cubra totalmente a demanda nos meses máis calorosos, mais sen que sobre enerxía en exceso. As seguintes figuras representan a evolución da produción e a demanda ao longo do ano:

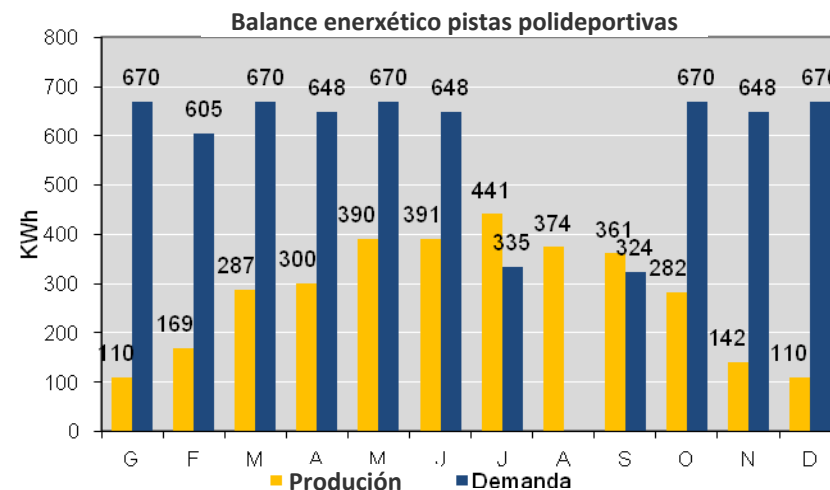


Figura 49: Demanda AQS e produción con enerxía solar térmica nas Pistas polideportivas
Fonte: Elaboración propia con datos da UDC

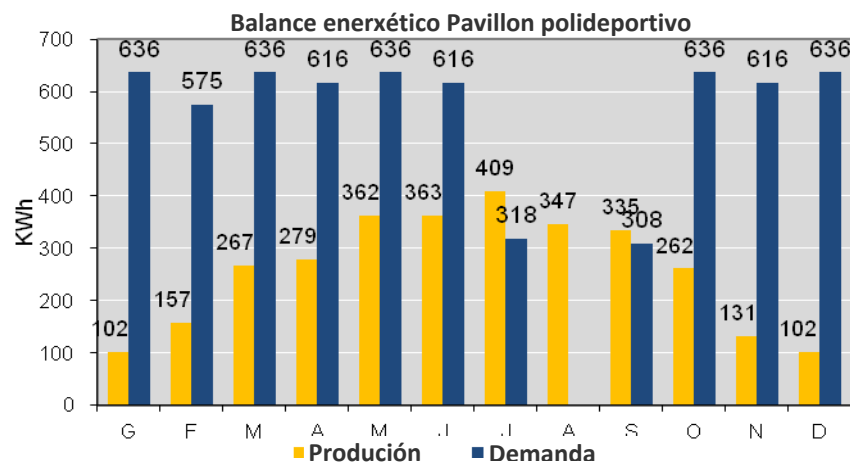


Figura 50: Demanda AQS e produción con enerxía solar térmica no Pavillón polideportivo
Fonte: Elaboración propia con datos da UDC

Como se pode apreciar, a demanda oscila un pouco durante os meses de inverno por mor de que se asume que a demanda é proporcional aos días que ten cada mes. En xullo e setembro a demanda é inferior porque se supón que só a metade de xente emprega as instalacións e, por último, porque se asume que en agosto as instalacións están pechadas. Por tanto, a produción xerada en agosto pérdese completamente.

No caso do *Edif. de Servizos Centrais de Investigación* tamén se propón cubrir o 50% da demanda, xa que deste xeito se suple por completo a demanda enerxética de AQS nos meses do verán sen perder enerxía. Neste caso considérase que a demanda é constante todo o ano, agás en xullo e agosto cando o centro funciona coa metade de persoal por ser época de vacacións. O seguinte gráfico mostra a evolución da demanda e a produción enerxética para este centro:

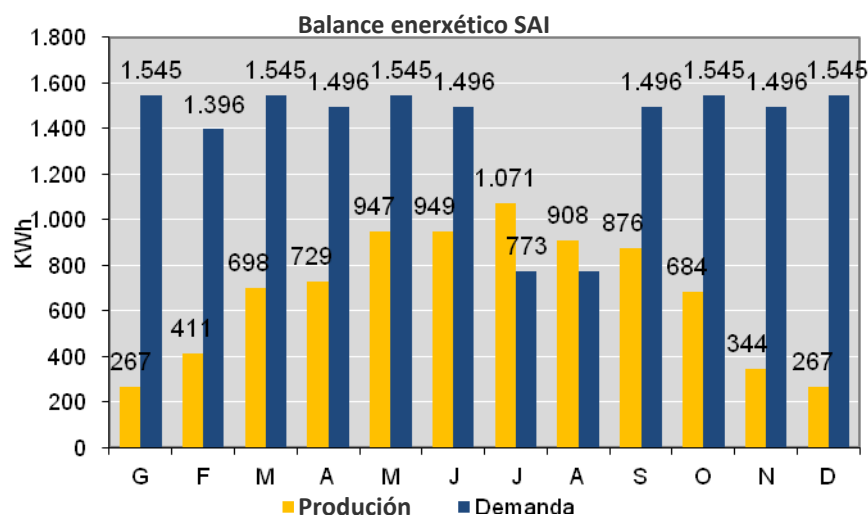


Figura 51: Demanda de AQS e produción con placas solares térmicas nos SAI
Fonte: Elaboración propia con datos da UDC

Como se pode apreciar, as placas instaladas suplen toda a demanda térmica necesaria durante os meses de verán sen ter grandes excedentes de enerxía, co cal o número de placas é óptimo.

Na seguinte táboa móstrase o número de metros cadrados necesarios para producir a enerxía representada nos gráficos, xunto coa produción total que se obtén:

Demanda	m_{aqs} [m ³]	Demanda [MWh]	Produción [kWh]	m ² placa
Pistas polideportivas	118	6,56	3.357	7
Pavillón polideportivo	112	6,23	3.117	6,50
SAI	300	16,65	8.153	17
Total	530	29,44	14.627	30,5

Táboa 28: Resumo das características das instalacións solares térmicas

Fonte: Elaboración propia

Analizáronse as cubertas onde se situarían as instalacións e a superficie dispoñible é suficiente para cubrir as necesidades.

6.3. Eólica

Para estimar o potencial eólico dos campus tomouse a información dun centro meteorolóxico situado no CITIC. Para determinar o potencial eólico non é suficiente nin aconsellable empregar a velocidade media anual porque o potencial ten unha dependencia cúbica coa velocidade. Así pois, cómpre coñecer a distribución dos refachos de vento, é dicir, os pares (velocidade; % tempo) para determinar con precisión o potencial eólico.

A información a que se tivo acceso é unha que consta de máis de 53 000 lecturas levadas a cabo entre os anos 2008 e 2010. Permiten ter unha estatística moi representativa do comportamento real do vento na zona.

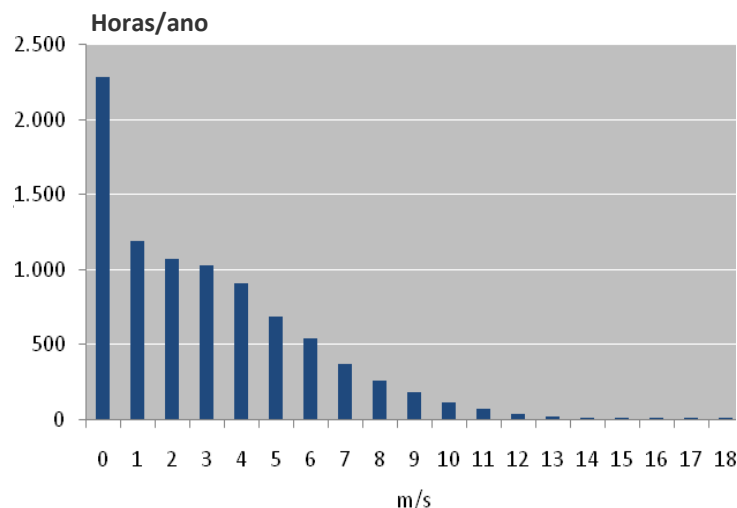


Figura 52: Distribución anual da velocidade do vento

Fonte: Elaboración propia e UDC

Obtense unha velocidade media do vento de 2,94 m/s, mentres que en máis dun 25% do tempo non hai vento ningún. Con este perfil de ventos non é recomendable realizar unha instalación mini eólica pois non sería rendible.

Porén, valorouse o potencial de extracción de enerxía eléctrica por unidade de superficie varrida (m^2). Os datos introducidos pertencen a un miniaeroxerador estándar cunha curva de axeitada á velocidade do vento.

Velocidade do vento (m/s)	(%)	Horas/ano	Potencia do aire (W/m ²)	Enerxía do aire (kWh/m ² ·ano)	Rendemento (%)	Enerxía (kWh/m ² ·ano)
0	26,09%	2285,46	0	0	0	0
1	13,56%	1187,56	1	1	0	0
2	12,21%	1069,69	5	5	5	0
3	11,70%	1025,07	17	17	20	3
4	10,32%	904,02	39	35	40	14
5	7,80%	683,52	77	52	45	24
6	6,19%	542,04	132	72	45	32
7	4,18%	366,30	210	77	40	31
8	2,92%	256,20	314	80	30	24
9	2,11%	184,95	447	83	20	17
10	1,29%	112,84	613	69	10	7
11	0,81%	71,10	815	58	5	3
12	0,44%	38,14	1058	40	1	0
13	0,25%	21,73	1346	29	0	0
14	0,09%	7,48	1681	13	0	0
15	0,02%	2,16	2067	4	0	0
16	0,01%	0,86	2509	2	0	0
17	0,00%	0,43	3009	1	0	0
18	0,00%	0,43	3572	2	0	0
19	0,00%	0,00	4201	0	0	0
Total	100%	8760		641		155

Táboa 29: Cálculo da enerxía obtida por m^2 de superficie varrida

Fonte: Elaboración propia

Obtéñense 155 kWh/ano por cada m² de superficie varrida polas pas do aereoxerador. Analízase o resultado que se obtén con distintos modelos de aereoxerador:

	Modelo 1	Modelo 2
Potencia [W]	600	5.000
Diámetro [m]	2,00	5,25
Superficie [m2]	3,14	21,65
Altura [m]	10	14
Enerxía [kWh/ano]	487,77	3.361,05
Prezo [€]	5.000	30.000
€/kWh	10,25	8,93

Táboa 30: Características técnicas dos miniaeraxeradores
Fonte: Elaboración propia, Bornay

O segundo modelo é máis rendible economicamente, aínda que de máis difícil implantación polas súas dimensións.

6.4. Biomasa

Por unha banda existen os residuos orgánicos xerados polos comedores/cociñas. Hai dous xeitos de aproveitar estes residuos: ben a metanización (anaeróbico), ben a compostaxe (aeróbico). Na primeira opción xérase un gas (o metano) aproveitable enerxeticamente, mais on se considera a solución ideal dado que a cantidade de refugallo non é suficiente como para que a instalación resulte rendible.

Proponse tratar estes residuos en sistemas de compostaxe e xerar un subproduto que se poderá empregar como fertilizante para a terra. Isto non supón unha produción enerxética, mais si un aforro, xa que non será necesario o transporte desta biomasa á planta de tratamento mediante camiós, para alén do aforro que supón producir o mesmo fertilizante.

O volume total de residuos orgánicos por centro é o seguinte:

	Xantares semanais	Residuo [kg/semana]	Residuo [kg/ano]
ETS de Arquitectura	465	140,7	8.161
EU de Arquitectura Técnica	595	155	8.990
Fac. de Ciencias	330	92,1	5.342
Fac. de Filoloxía	140	32,4	1.879
Fac. de CC. da Educación	585	163,3	9.471
Fac. de CC. Económicas	1010	252,1	1.4622
ETS de Camiños, Canais e Portos	300	93,6	5.429
Fac. de Informática	275	89,4	5.185
Comedor central	920	256,8	14.894
TOTAL	4.620	1.275,4	73.973

Táboa 31: Masa de RSU nos comedores
Fonte: UDC

Para que se produza o compost, os residuos agrícolas téñense que mesturar con residuos leñosos, aínda que tamén se poden engadir outros residuos agrícolas (follas, céspede etc.). Isto tamén supón un aforro enerxético, pois non será necesario trasladar estes residuos agrícolas ás plantas de tratamento ou queimalos, o cal tamén xera CO₂.

A seguinte táboa mostra o volume de residuos leñosos que se require en cada centro:

	Necesidade de estruturante [m ³ /semana]	Necesidade de estruturante [m ³ /ano]
ETS de Arquitectura	0,23	10,32
EU de Arquitectura Técnica	0,26	11,37
Fac. de Ciencias	0,15	6,75
Fac. de Filoloxía	0,05	2,38
Fac. de CC. da Educación	0,27	12,00
Fac. de CC. Económicas	0,42	18,50
ETS de Camiños, Canais e Portos	0,16	6,90
Fac. de Informática	0,15	6,60
Comedor central	0,43	18,80
TOTAL	2,12	93,62

Táboa 32: Volume de residuos leñosos necesarios para a compostaxe

Fonte: **Elaboración propia**

Non se dispoñen de datos da cantidade de residuos leñosos dispoñibles en cada campus. Porén, prevese que será maior ao requirido para a compostaxe, e este excedente podería ser queimado no *district heating* para xerar enerxía térmica.

6.5. Proxectos recentes

É importante mencionar que a universidade prevé a creación das seguintes instalacións de enerxías renovables para o campus de Elviña e A Zapateira na primeira fase do plan enerxético:

1.- Instalación solar térmica para o Centro de Investigación Tecnolóxicas en Enxeñaría e Edificación Civil (CITEEC). Aínda que non se dispoñen de datos actuais de consumo de AQS.

2.- Instalación solar fotovoltaica de 5,5 KW para o Centro de Investigación Científicas Avanzadas.

7. BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA D'ENERGIA DE BARCELONA (1999). *Pla de Millora Energètica de Barcelona*.

ALBERT CUCHÍ Y ISAAC LÓPEZ CABALLERO. (1999). *Informe MIES: Una Aproximación a l'Impacte Ambiental de l'Escola d'Arquitectura del Vallés (ETSAV)*.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (AENOR). *Sistemas de Certificación Energética*.

BORNAY. *Aereogeneradores*.
<http://www.bornay.com/eolica/es/aerogeneradores/>

ETSII BÉJAR. (2007). *Tecnología Energética*:
www.ingenieroambiental.com/nov/TA_02_2007_02.pdf

FABIAN LÓPEZ PLAZAS. (2006). *Tesis Doctoral Sobre el Uso y la Gestión como los Factores Principales que Determinan el Consumo de Energía en la Edificación*.

GEOTICS. *Geotermia Solar*

GOBIERNO DE CHILE (COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE). (2009). *Matriz de Auditoría Energética Preliminar para Establecimientos Educativos del FPA 2009*.

GOBIERNO DE ESPAÑA – DIPUTACIÓN DA CORUÑA (2007). *Promoción del Ahorro, la Eficiencia y la Calidad Energética en Servicios Públicos Municipales*.

GRUPO ESINOR. (2009-2010). *Catálogo de sistema de ahorro energético y telegestión para alumbrado exterior*.

GRUPO MIMAVEN. (2008). *Regulador Estabilizador de Flujo Luminoso STALVIAL*.

ICTA (INSTITUT DE CIÈNCIA I TECNOLOGIA AMBIENTALS (2006). *Auditoria Energètica i Hídrica de la Biblioteca Municipal de Viladecans*.

IDAE. *Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación de Centros Docentes*.

INE. (2008). *Climatología*.
<http://www.ine.es/daco/daco42/bme/c19.pdf>

JESÚS MANUEL GIZ NOVO. (2009). *Plan Energético de la Universidad de A Coruña*.

JESÚS MANUEL GIZ NOVO. (2008). *I Jornadas Interuniversitarias de Mantenimiento Sostenible y Eficiencia Energética*.

JUAN A. DE ISABEL, MARIO GARCÍA GALLUDO Y CARLOS EGIDO RAMOS (2007). *Guía de Auditorías Energéticas en Edificios de Oficinas en la Comunidad de Madrid*.

JOAN JORGE Y PERE BUSQUETS. (2006). *Aproximación a la Huella Ecológica de la Escuela Universitaria Politécnica de Manresa (UPC)*.

JUNTA DE ANDALUCÍA. *Dossier Informativo sobre la contaminación lumínica*.

MANUEL ABAD CARRASCOSA. *Estrategias Bioclimáticas Empleadas en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Campus de Araba (Universidad del País Vasco)*.

MICROPOWER EUROPE. *Aplicaciones de microcogeneración.*

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA .REAL DECRETO 1027. (2007). *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).*

MINISTERIO DE VIVIENDA. (2009). *Código técnico de la edificación. Ahorro de energía.*

MONNÉ BAILO, C.DÍEZ PINILLA, L.I. (2007). *Prácticas de Energías Renovables.* Pressas Universitarias de Zaragoza (PUZ).

PORTAL DEL INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE).

RAMÓN PLANA GONZÁLEZ-SIERRA. (2009). *Estudo e valoración das opcións de xestión e tratamento dos residuos orgánicos das cafeterías e comedores da Universidade da Coruña.*

SONDEOS ESTRADA. *Geotermia.*

SUNLUX. *Iluminación natural.*
<http://www.sunlux.es>

UAB. (2009). *Gestió de l'energia a la UAB.*

UDC. (2009). *Estudio de la Huella Ecológica del transporte a UDC en el curso 2008/09.*

UDC. (2007-2008). *Convenio de colaboración entre a Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible (CMADS) e a Universidade da Coruña (UDC) para o análise do impacto ambiental na UDC.*

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA. (2009). *Sistema de iluminación y ahorro energético.*

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. (2008). *Sostenibilidad Energética en los Edificios Universitarios.*

UPC - CENTRE DE SOSTENIBILITAT. (2008). *Informe SIRENA 08: Anàlisi dels resultats d'estalvi energètic i d'aigua i propostes de futur.*

UPC – DEPARTAMENT D'ENGINYERIA ELECTRÒNICA. *Energía Solar Fotovoltaica*

UPC - DEPARTAMENTO DE ENERGÍA ELECTRICA. *Luminarias.*
<http://edison.upc.es/curs/llum/indice0.html>

WINDSIDE. *Turbinas.*
<http://www.windside.com/products.html#turbines>

8. ACRÓNIMOS

AQS: auga quente sanitaria
CITEEC: Centro de Investigación en Tecnoloxías da Edificación e da Enxeñaría Civil
CITIC: Centro de Investigación en Tecnoloxías da Información e as Comunicacions
CT: centro de transformación
CTE: código técnico da edificación
CV: ciclo de vida
ETS: escola técnica superior
FS: factor de simultaneidade
GEI: gases de efecto invernadoiro
GLP: gas licuado do petróleo
HM: haloxenuro metálico
IDAE: Instituto para a Diversificación e Aforro da Enerxía
INE: Instituto Nacional de Estatística
IPCC: *Intergovernmental Panel on Climate Change*
LED: *light emitting diode*
MINECO: Ministerio de Economía e Facenda
PAS: persoal de administración e servizos
PCI: poder calorífico inferior
PDI: persoal docente e de investigación
VSAP: vapor de sodio de alta presión
VSBP: vapor de sodio de baixa presión
PMEB: *Pla de millora enerxética de Barcelona*
SAI: Servizos de Apoio á Investigación
UPC: Universitat Politècnica de Catalunya
UDC: Universidade da Coruña
UHF: *ultra high frequency*
WIFI: *wireless ethernet compatibility alliance*

9. UNIDADES

C/N: relación carbono-nitróxeno
GWh: xigawatios por hora
Ha: hectárea
hm³/año: hectómetros cúbicos ao ano
Kcal: quilocaloría
KW: quilovatios
KWh= quilovatios por hora
l: litro
m³: metro cúbico
MJ: mega joule
MW: megawatt
t: tonelada
UF: Unidade de fertilizante [kg nutriente]
lpd: litros por persoa e día
lm: lumen