

ESTUDO PROVINCIAL-APÉNDICE 11

ESTUDO DE POTENCIAL ENERXÉTICO MUNICIPIO DE CAMBADOS

AUTORÍA:
TELÉFONO:
CORREO:

OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO
886.210.840
otc@depo.es

PETICIONARIO:
DIRECCIÓN CONTACTO:
DATA:

CONCELLO DE CAMBADOS
Praza do Concello, 1, 36630 Cambados, Pontevedra
XULLO 2025

+Renovables OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	I
		ÍNDICE	

LISTADO DE AUTORES

AUTOR	ORGANIZACIÓN
Ángel López López	Sertogal SL
Miguel Soto Nogueira	Sertogal SL
Sonia Ramos Galdo	Deputación de Pontevedra

A OTC DEPO

A Oficina de Transformación Comunitaria da Deputación de Pontevedra, OTC DEPO polas súas siglas, é un proxecto promovido pola Deputación de Pontevedra acollido ó programa de axudas do IDAE “CE OFICINAS”. A súa sede está sita no Viveiro de empresas de Barro, Lugar de Outeda-Curro, parcelas A4.5, 36692 Barro, Pontevedra.

A finalidade da oficina é fomentar a creación de comunidades enerxéticas nos núcleos urbanos, rurais e industrias da Provincia de Pontevedra, a través de actividades de difusión, acompañamento e asesoramento. A oficina atende a calquera colectivo, xa sexa unha administración pública, empresa, particulares, mancomunidade, etc., dentro dos 59 municipios de mais de 50.000 habitantes da provincia de Pontevedra, que teña interese en crear ou participar dunha comunidade enerxética, así como comunidades enerxéticas previamente creadas.

+Renovables OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	II
		ÍNDICE	

ÍNDICE

1.	OBXECTO E ALCANCE	3
2.	CARACTERIZACIÓN DO MUNICIPIO	4
2.1.	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS E TERRITORIAIS DO MUNICIPIO	4
2.2.	ECONOMÍA NO MUNICIPIO.....	5
2.3.	SOCIEDADE.....	5
2.4.	GOBERNO LOCAL DO MUNICIPIO	6
2.5.	DEMANDA ENERXÉTICA MUNICIPAL POR SECTORES	10
2.6.	ANÁLISE TÉCNICO-AMBIENTAL-TERRITORIAL.....	11
3.	ESTUDO ENERXÉTICO PROVINCIAL	16
3.1.	INTRODUCCIÓN Ó ESTUDO	16
3.2.	AS ENERXÍAS RENOVABLES	16
3.3.	ANÁLISE DAS TECNOLOXÍAS	17
4.	CUANTIFICACIÓN DA POTENCIAL DE PRODUCCIÓN RENOVABLE NO MUNICIPIO	22
4.1.	APROVEITAMENTO DO RECURSO RENOVABLE SOLAR.....	22
4.2.	APROVEITAMENTO RECURSO RENOVABLE EÓLICO	25
4.3.	APROVEITAMENTO RECURSO RENOVABLE DE BIOMASA.....	26
4.4.	APROVEITAMENTO RECURSO RENOVABLE DE BIOGÁS	28
4.5.	APROVEITAMENTO DO RECURSO RENOVABLE XEOTÉRMICO.....	29
4.6.	SEGUINTE PASOS	30
5.	ESTUDO DE APROVEITAMENTO DE CUBERTAS MUNICIPAIS PARA A FOTOVOLTAICA	32
5.1.	METODOLOXÍA E DATOS DE PARTIDA.....	33
5.2.	RESULTADOS DO ESTUDO	42
6.	CONCLUSIÓNS	53
7.	BIBLIOGRAFÍA	57

+Renovables OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	3
		INFORME	

1. OBXECTO E ALCANCE

O presente informe ten como obxectivo analizar o potencial de aproveitamento das enerxías renovables no municipio de Cambados. Para iso, seguirase unha metodoloxía estruturada que permitirá identificar as áreas máis axeitadas para o desenvolvemento de proxectos de Comunidades Enerxéticas, garantindo unha avaliación técnica, ambiental e territorial rigorosa.

Está dentro do alcance deste documento a caracterización xeral das diferentes enerxía renovables, o resumo dos resultados e conclusións do estudo de potencial provincial, a identificación do recurso do municipio dentro da provincia e o estudo do potencial solar fotovoltaico nas cubertas de edificios municipais.



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



+Renovables OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	4
		INFORME	

2. CARACTERIZACIÓN DO MUNICIPIO

2.1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS E TERRITORIAIS DO MUNICIPIO

O Concello de Cambados está situado na comarca do Salnés, na provincia de Pontevedra. Limita cos concellos de Meaño, Ribadumia e Vilanova de Arousa, e conta cunha ampla fachada marítima á ría de Arousa, o que lle proporciona un destacado valor paisaxístico, ambiental e económico.

Ten unha superficie total de aproximadamente 23 km² e unha poboación de arredor de 13.600 habitantes segundo os últimos datos do IGE, o que lle confire unha elevada densidade poboacional e unha distribución predominantemente urbana en torno ao núcleo principal de Cambados.

Cambados é recoñecido como a capital do viño albariño, pertencente á Denominación de Orixe Rías Baixas. A viticultura, xunto co turismo e o sector servizos, constitúe un dos principais motores económicos do municipio. A actividade mariñeira, especialmente o marisqueo e a pesca artesanal, tamén continúa a ter un peso relevante na identidade local.



Figura 1. Situación xeográfica municipio de Cambados

+Renovables OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	5
		INFORME	

O municipio consta de cinco parroquias:

- Cambados (Santa Marina Dozo)
- Castrelo (Santa Cruz)
- Corbillón (San Mamed)
- Oubiña (San Vicente)
- Vilariño (San Adrián)

2.2. ECONOMÍA NO MUNICIPIO

A economía de Cambados baséase fundamentalmente en tres sectores clave: o vitivinícola, o mariñeiro e o turístico. A vila é recoñecida como a capital do viño albariño, pertencente á Denominación de Orixe Rías Baixas, e conta cun amplo tecido de adegas familiares e cooperativas que contribúen significativamente á creación de emprego e ao posicionamento internacional do produto. A viticultura non só dinamiza a economía local, senón que tamén forma parte esencial da identidade cultural do municipio. O sector industrial en Cambados ten unha presenza notable, con empresas que fundamentalmente se dedican ó procesado de produtos do mar e o viño.

Por outra banda, a actividade mariñeira, especialmente o marisqueo a pé e a pesca artesanal, segue a ter un peso importante, con numerosas mariscadoras e confrarías que explotan sustentablemente os recursos da Ría de Arousa. O turismo, cada vez máis consolidado, xira arredor do patrimonio histórico, os eventos culturais como a festa do albariño, a gastronomía local e o atractivo natural do litoral, convertendo Cambados nun destino destacado dentro das Rías Baixas. O sector servizos, vinculado en gran medida a estas actividades principais, complementa o modelo económico da vila.

2.3. SOCIEDADE

A sociedade de Cambados destaca por un forte sentido de identidade local, moi ligado á cultura mariñeira e vitivinícola, así como a un profundo arraigamento nas tradicións. A convivencia entre a actividade económica e a vida comunitaria crea un tecido social dinámico, participativo e comprometido coa preservación do patrimonio material e inmaterial.

A poboación é maioritariamente adulta, con tendencia ao envellecemento demográfico, aínda que se observa un certo relevo xeracional nas actividades vinculadas ao viño e ao



 OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	6
		INFORME	

marisqueo. A presenza de numerosas asociacións culturais, deportivas e sociais contribúe a unha vida comunitaria activa, na que destacan eventos como a Festa do Albariño, festas parroquiais, actividades musicais e representacións tradicionais, que fortalecen os vínculos sociais e promoven a participación cidadá. A cohesión social tamén se ve reforzada pola colaboración interxeracional e o orgullo pola súa cultura e territorio

2.4. GOBERNO LOCAL DO MUNICIPIO

O goberno local de Cambados amosa un forte compromiso coa sustentabilidade e a eficiencia enerxética. Cambados consolídase como un municipio comprometido cun futuro enerxético sostible. Neste apartado destácanse algunhas das medidas e compromisos xa levadas a cabo, así como a estrutura municipal e as estratexias que o permitiron.

➤ Estrutura do Goberno Local e Competencias en Enerxía

A estrutura do Goberno Local de Cambados en materia de enerxía e sustentabilidade está organizada arredor de distintas áreas e concellarías que, de forma coordinada, abordan os retos da transición ecolóxica, a eficiencia enerxética e o aproveitamento sostible dos recursos locais. As principais áreas con competencias vinculadas á enerxía son as seguintes:

- **Alcaldía e Pleno Municipal:** órgano de dirección política que establece as liñas estratéxicas en materia de sustentabilidade, políticas ambientais, eficiencia enerxética e loita contra o cambio climático.
- **Concellería de Obras, Servizos, Seguridade Cidadá e Tráfico:** responsable da mellora das infraestruturas municipais, incluíndo a renovación do alumado público con criterios de eficiencia enerxética e a xestión de servizos básicos cun enfoque sostible.
- **Concellería de Medio Rural, Medio Ambiente e Mar:** encargada da protección e recuperación ambiental, o aproveitamento responsable dos recursos naturais e mariños, así como do fomento de prácticas sostibles no medio rural e litoral.
- **Concellería de Promoción Económica, Comercio, Industria e Festas:** promove iniciativas económicas baseadas na sustentabilidade, o apoio a sectores estratéxicos como o vitivinícola e a economía circular, e a integración de criterios verdes nas actividades produtivas.

 OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	7
		INFORME	

- Concellería de Cultura, Ensino e Patrimonio: colabora na sensibilización cidadá e na educación ambiental a través de programas educativos, culturais e patrimoniais que fomentan unha conciencia colectiva sobre o uso responsable da enerxía e os recursos.

Estas áreas cooperan para avanzar cara a un modelo de desenvolvemento local sostible, promovendo o aforro enerxético, a implantación de enerxías renovables e a mellora da calidade de vida da veciñanza mediante políticas públicas máis verdes, inclusivas e resilientes.

➤ **Estratexias e Compromisos en Materia Enerxética**

O Concello de Cambados vén desenvolvendo diversas estratexias e compromisos en materia enerxética co obxectivo de avanzar cara a un modelo de municipio sostible, eficiente e respectuoso co medio ambiente. Estas estratexias céntranse na mellora da eficiencia enerxética, a redución das emisións contaminantes, a protección dos ecosistemas mariños e terrestres, e o impulso das enerxías renovables.

A estratexia a longo prazo do concello de Cambados resúmese na redución do consumo de materias primas e enerxía, o uso de enerxía limpa e na captura de carbono tanto na industria como no transporte e na produción de enerxía. O concello está comprometido coa mellora da eficiencia enerxética para a mitigación das emisións de CO₂, a adaptación dos edificios a eventos climáticos adversos, a eficiencia do consumo de enerxía, a xestión da auga e dos residuos para adaptarse ao cambio climático e a atención aos grupos marxinais na loita contra a pobreza enerxética. Este compromiso visibilízase na adhesión ó Pacto das Alcaldías e na elaboración do Plan de Acción sobre o Clima e a Enerxía Sostible (PACES) aprobado no 2020.

Entre os principais compromisos destacan:

- Modernización do alumado público, mediante a substitución progresiva das luminarias convencionais por tecnoloxía LED, co obxectivo de reducir o consumo enerxético e os custos municipais, ao tempo que se mellora a calidade da iluminación e a seguridade viaria.
- Participación en iniciativas de eficiencia enerxética e transición ecolóxica, tanto a nivel autonómico como estatal, a través de programas de financiamento como os impulsados polo IDAE ou pola Deputación de Pontevedra, orientados á rehabilitación enerxética de edificios públicos e instalacións municipais.

+Renovables OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	8
		INFORME	

- Fomento das enerxías renovables e a valorización dos recursos locais, especialmente mediante o impulso de proxectos vinculados á biomasa, a enerxía solar e a mobilidade eléctrica, co fin de reducir a dependencia enerxética externa e promover un modelo máis sostible e autosuficiente.
- Compromiso coa protección do medio mariño e a economía azul, garantindo unha xestión responsable dos recursos da ría de Arousa e promovendo a innovación sustentable nos sectores pesqueiro e marisqueiro, estratéxicos para o municipio.

Estas accións reflicten o compromiso do goberno local de Cambados cunha transición enerxética xusta e integradora, que poña no centro o benestar da veciñanza, a conservación do territorio e a dinamización económica sostible.

➤ **Papel do Concello na Creación da Comunidade Enerxética**

O goberno local pode desempeñar un papel facilitador fundamental na posta en marcha da Comunidade Enerxética de Cambados a través de diferentes accións que favorezan a súa implantación e o acceso da veciñanza a un modelo máis sustentable e participativo:

- Cesión de espazos e infraestruturas municipais (cubertas de edificios públicos, terreos ou instalacións deportivas) para a instalación de sistemas de produción renovable, como paneis solares fotovoltaicos.
- Simplificación administrativa e axilización de trámites para proxectos de autoconsumo colectivo, facilitando a coordinación entre os diferentes departamentos municipais e os axentes promotores da comunidade.
- Captación de financiamento público, a través da solicitude de axudas e subvencións estatais, autonómicas ou europeas (IDAE, fondos FEDER, Next Generation), que permitan reducir os custos de investimento inicial e garantir a viabilidade do proxecto.
- Fomento da participación cidadá, mediante campañas de información, sensibilización e formación, dirixidas tanto á poboación xeral como a colectivos estratéxicos como o tecido asociativo, o sector vitivinícola ou as confrarías do mar.
- Apoio á inclusión de consumidores vulnerables, garantindo o acceso á enerxía en condicións xustas e a participación activa de fogares con dificultades económicas, como forma de loita contra a pobreza enerxética.



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



 OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	9
		INFORME	

- Bonificacións fiscais nas taxas e impostos municipais vinculados ao proxecto (IBI, ICIO, IAE), como mecanismo de incentivo ao investimento sostible.

A posta en marcha dunha Comunidade Enerxética en Cambados permitiría reducir a dependencia das grandes comercializadoras, democratizar o acceso á enerxía, fortalecer a economía local e avanzar cara a un modelo máis sostible, xusto e resiliente, en coherencia coa estratexia municipal de transición ecolóxica.

➤ Oportunidades e retos

A implantación dunha comunidade enerxética no municipio de Cambados presenta diversas oportunidades, pero tamén algúns retos a afrontar:

Oportunidades:

- Aproveitamento de recursos renovables locais, como a enerxía solar fotovoltaica en cubertas de instalacións municipais e privadas, e o potencial dos biocombustibles procedentes da actividade vitivinícola.
- Redución da dependencia das grandes comercializadoras e mellora da resiliencia fronte ás fluctuacións do mercado eléctrico, garantindo unha maior autonomía enerxética local.
- Fortalecemento da economía local, impulsando sectores relacionados coa enerxía limpa, o emprego verde e a innovación sostible no ámbito rural, mariñeiro e urbano.
- Mellora da calidade de vida da veciñanza, a través dun acceso máis xusto, económico e sostible á enerxía, con especial atención a fogares vulnerables e sectores estratéxicos como o marisqueo e o viño.

Retos:

- Necesidade de financiamento inicial e apoio técnico para a posta en marcha e xestión da comunidade enerxética, así como para garantir a súa viabilidade a medio e longo prazo.
- Superación de barreiras administrativas e burocráticas, que poden ralentizar a execución do proxecto e desincentivar a participación.
- Sensibilización e implicación activa da cidadanía, fundamental para construír unha comunidade comprometida, informada e corresponsable no uso da enerxía.



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU

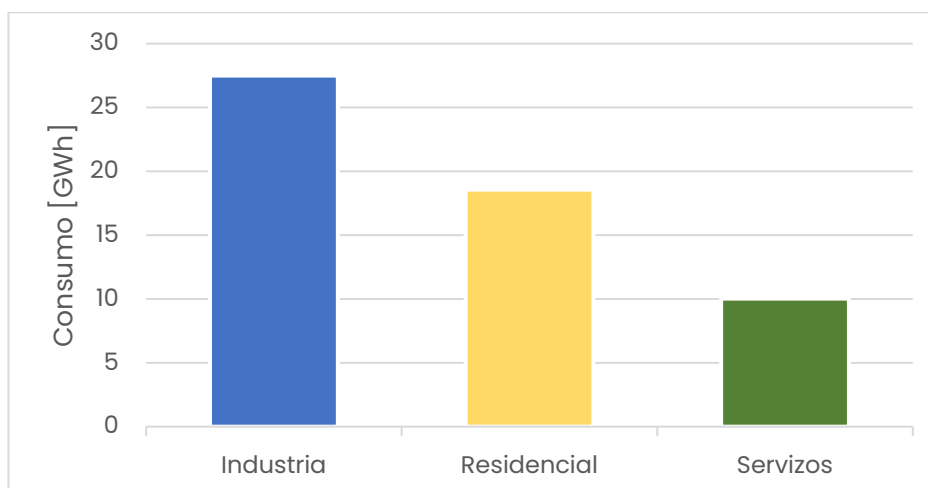


- Definición dun modelo de gobernanza participativa, que permita unha xestión transparente e equitativa, integrando a pequenos consumidores, empresas, administracións locais e colectivos sociais.

A transición enerxética en Cambados non só contribuíría a reducir as emisións de CO₂ e o custo da electricidade, senón que tamén permitiría reforzar a autosuficiencia do municipio, dinamizar a economía local e converter Cambados nun referente galego de sustentabilidade e innovación cidadá no uso da enerxía.

2.5. DEMANDA ENERXÉTICA MUNICIPAL POR SECTORES

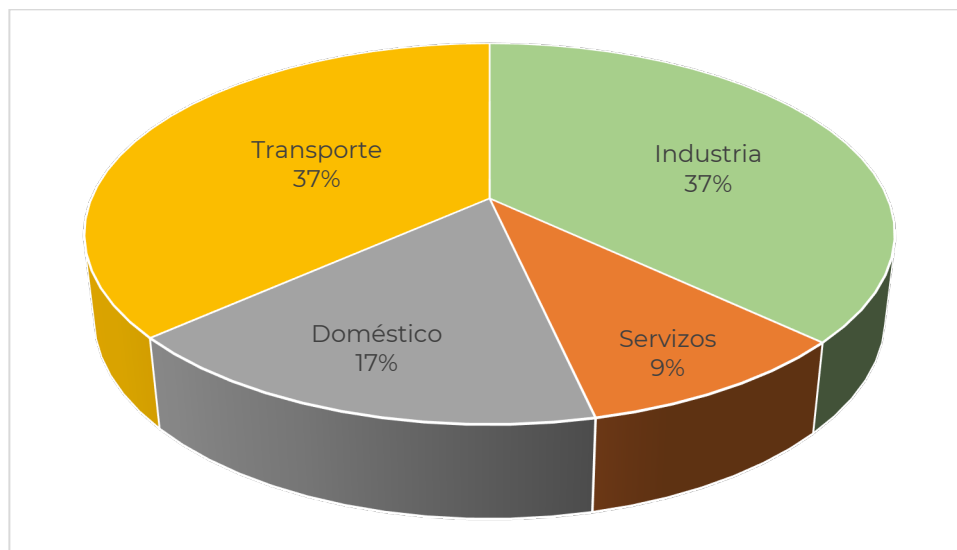
No que respecta exclusivamente ó consumo eléctrico, os datos de consumo por sectores no municipio son os recollidos na Gráfica 1, obtidos da páxina web do *datadis*.



Gráfica 1: Consumo eléctrico no municipio en 2024 [1]

Durante o ano 2024, alcanzouse un consumo eléctrico total de 56,1 GWh no municipio, distribuído de forma pouco homoxénea en canto a sectores. O consumo industrial representa un 49 % do total, fronte a un 33 % dos sector residencial e un 18 % do sector servizos.

Por outra banda, a falta de datos públicos que valoren o consumo enerxético total do municipio (térmico, eléctrico e combustibles para mobilidade), e non exclusivamente o eléctrico, imposibilita o análise por sectores do consumo. A nivel galego o consumo total estimado no ano 2023 foi de 62.465 GWh segundo o Inega, coa distribución por sectores que se recolle na Gráfica 2.



Gráfica 2: Distribución do consumo enerxético por sectores en Galicia [2]

A análise do consumo é o primeiro paso de cara unha adecuada planificación da transición enerxética. As curvas de demanda son diferentes en cada municipio, o consumo por sector e as fontes primarias de enerxía non son homoxéneas na provincia. Dispor de datos do consumo de enerxía térmica e eléctrica desagregada por sectores que permita caracterizar a demanda resulta necesario para establecer adecuadamente as prioridades e planificar os esforzos económicos de investimento nas tecnoloxías renovables necesarias en cada caso.

2.6. ANÁLISE TÉCNICO-AMBIENTAL-TERRITORIAL

Análise técnica:

Rede de estradas: O municipio de Cambados conta cunha rede viaria ben estruturada, atravesada por estradas autonómicas como a VG-4.3, que conecta coa AP-9 e co resto da comarca do Salnés. Ademais, existen múltiples vías comarcais e locais que comunican as distintas parroquias do termo municipal, favorecendo a accesibilidade ao litoral e aos espazos rurais.

Servizos básicos: Cambados dispón de infraestruturas que garanten a xestión do ciclo integral da auga, incluíndo abastecemento, saneamento e depuración. Conta tamén cun sistema municipal de recollida selectiva de residuos e puntos limpos. No relativo á enerxía, o municipio está conectado á rede galega de distribución eléctrica, con capacidade suficiente para abastecer as demandas residenciais, comerciais e produtivas.

 OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	12
		INFORME	

Conexión á rede eléctrica: A conexión á rede eléctrica galega é estable e abrangue tanto o casco urbano como os núcleos rurais. A infraestrutura inclúe centros de transformación e liñas de media tensión, facilitando a viabilidade técnica de proxectos de autoconsumo e de xeración distribuída no marco dunha comunidade enerxética.

Análise medioambiental:

Cambados conta cun valioso patrimonio ambiental asociado á Ría de Arousa, os seus esteiros, marismas, e zonas húmidas como as do esteiro do río Umia, que albergan unha alta biodiversidade e serven de hábitat para numerosas especies de aves acuáticas.

A proximidade de zonas de cultivo tradicional, espazos protexidos e ecosistemas costeiros implica a necesidade dunha xestión ambiental rigorosa, especialmente na planificación de instalacións enerxéticas. A implantación de renovables debe minimizar impactos sobre hábitats sensibles (como humidais e áreas de marisqueo), así como sobre elementos do patrimonio paisaxístico e cultural.

O municipio participa en iniciativas de conservación e educación ambiental, e promove a integración paisaxística e a protección do seu contorno natural como parte da súa estratexia de desenvolvemento sostible.

Análise territorial e restricións normativas:

O planeamento urbanístico de Cambados está regulado polo Plan Xeral de Ordenación Municipal (PXOM) aprobado en 2014. Este documento clasifica o territorio en diferentes categorías: solo urbano, núcleos rurais, solo rústico común e solo rústico de especial protección.

As áreas rurais e viñedos presentan potencial para a instalación de sistemas fotovoltaicos de autoconsumo ou comunitarios, sempre que se respecten os condicionantes paisaxísticos e agrícolas. As zonas costeiras, ao formar parte da Rede Natura 2000 ou de espazos naturais protexidos, están suxeitas a restricións normativas específicas que impiden a realización de proxectos con impacto ambiental significativo.

O PXOM establece directrices claras para o uso do solo, delimitando zonas protexidas e áreas de valor patrimonial, garantindo un equilibrio entre o desenvolvemento urbano e a conservación do medio. A normativa vixente impide reclasificar como urbanizables os terreos de solo rústico especialmente protexido, polo que calquera proxecto enerxético deberá adaptarse á lexislación ambiental e territorial.

Para compatibilizar os usos do solo coa implementación de instalacións de enerxías renovables débese considerar a coexistencia con outras actividades tradicionais do



+Renovables OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	13
		INFORME	

municipio, como a agricultura, a silvicultura e o turismo. É esencial realizar estudos de impacto que aseguren que os novos proxectos non prexudiquen estas actividades nin alteren significativamente a paisaxe local.



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU





■■■■■ AMBITO DE NUCLEO PRINCIPAL 2 DESPIECE CARTOGRAFIA E. 1/1000 A-4 AMBITO DE SUELO APTO PARA LA URBANIZACION DESLINDE DEL DOMINIO PUBLICO MARITIMO TERRESTRE AMBITO DE NUCLEO RURAL TRADICIONAL PE-3 AMBITO DE PLANEAMIENTO ESPECIAL SUELO URBANO DE ENTIDADES RURALES DE POBLACION (ORD 6) 14 DE PROTECCION DE ESPACIOS AGROFORESTALES DE SINGULAR VALOR PAISAJISTICO Y AMBIENTAL 15 DE PROTECCION DE YACIMIENTOS ARQUEOLOGICOS Y CASTROS 16 DE PROTECCION DEL ESPACIO NATURAL UMIA-O GROVE SISTEMA VIARIO VIA TIPO I VIA TIPO II VIA TIPO III AMBITO DE JURISDICCION DEL PUERTO LMITE SERVIDUMBRE DE PROTECCION COSTAS	SUELO NO URBANIZABLE 7 DE LOS NUCLEOS RURALES TRADICIONALES 8 DE REGIMEN NORMAL DE SUELO NO URBANIZABLE 9 DE PROTECCION DE ZONAS FORESTALES 10 DE PROTECCION DE ZONAS DE CULTIVO Y DEL PAISAJE AGRICOLA 11 DE CONSERVACION DE CAUCES Y RIBERAS 12 DE PROTECCION DE COSTAS, PLAYAS Y ELEMENTOS AGROFORESTALES COSTEROS 13 PROTECCION ECOLOGICA DE LAS MARISMAS Y VEIGA DEL RIO UMIA EQUIPAMIENTO COMUNITARIO CP-AG DOCENTE PREESCOLAR O-ESB DOCENTE EGB D-EM DOCENTE ENSEÑANZAS MEDIAS A ASISTENCIAL SC SOCIO-CULTURAL M CENTRO MULTIRUO S SANITARIO R RELIGIOSO ADM ADMINISTRATIVO DEP DEPORTIVO CA ABASTECIMIENTO COMERCIAL C CEMENTERIO
--	--

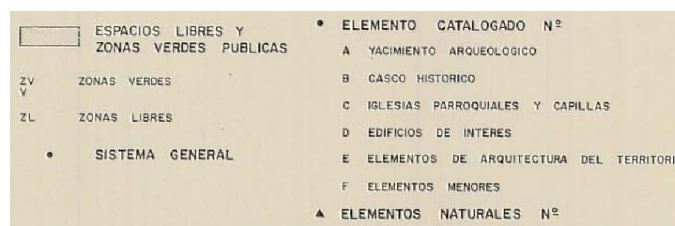


Figura 2. Planeamento urbanístico de Cambados [3]

Conclusiones

Cambados é un municipio cunha identidade profundamente ligada ao seu patrimonio cultural, mariñeiro e vitivinícola, que combina tradición e dinamismo social nun entorno natural de alto valor ecolóxico. A súa estrutura económica, sustentada na viticultura e o marisqueo, así como a industria relacionada a estas actividades, e o turismo, ofrece oportunidades claras para avanzar cara a un modelo de desenvolvemento sostible, resiliente e integrador.

A nivel territorial e ambiental, o concello conta cun planeamento urbanístico que permite compatibilizar o crecemento ordenado coa protección do medio, e cunha rede de infraestruturas adecuada para a implantación de proxectos de transición enerxética. A conservación da biodiversidade e o respecto polas zonas protexidas serán claves no deseño de actuacións futuras.

Nun contexto de cambio climático e crise enerxética, Cambados dispón das condicións técnicas, sociais e institucionais para liderar iniciativas como a creación dunha comunidade enerxética local, reforzando a autonomía enerxética, reducindo as emisións e mellorando a calidade de vida da súa veciñanza. Todo isto sitúa ao municipio como un exemplo potencial de sustentabilidade e innovación no ámbito local galego.

+Renovables OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	16
		INFORME	

3. ESTUDO ENERXÉTICO PROVINCIAL

3.1. INTRODUCCIÓN Ó ESTUDO

Dende a OTC DEPO elabórase, en data de abril de 2025, un estudo ó respecto do potencial para o desenvolvemento das enerxías renovables da provincia de Pontevedra [4]. Dentro do plan de traballo da oficina contéplase a realización de estudos especializados para o desenvolvemento das enerxías renovables. Tanto o estudo provincial como este apéndice municipal inclúense dentro do ámbito de aplicación.

Dentro dos obxectivos do estudo provincial, entre outros, están a caracterización do recurso renovable e a cuantificación do potencial tecnolóxico. Neste capítulo resumiranse os resultados do estudo, a fin de contextualizar a situación do municipio dentro da provincia a nivel de potencial aproveitamento renovable.

3.2. AS ENERXÍAS RENOVABLES

As enerxías renovables son aquelas que se obteñen a partir de fontes naturais inesgotables ou que se rexeneran continuamente, como o sol, o vento o a auga. A diferenza das fontes fósiles, as enerxías renovables presentan, en xeral, unhas emisións contaminantes e un impacto ambiental menor ó longo do seu ciclo de vida. Aínda que todas as tecnoloxías, incluídas renovables, implican certa pegada ecolóxica na súa fabricación, instalación e mantemento, representan unha alternativa moito máis limpa e sostible, fundamental para reducir as emisións de gases de efecto invernadoiro e loitar contra o cambio climático.

Estas enerxías pódense empregar en distintos ámbitos, entre outros, destácanse os seguintes:

- Xeración de electricidade
- Produción de calor e frío
- Almacenamento
- Transporte (mobilidade)

Ademais de ser limpas, tamén contribúen á seguridade enerxética, á creación de emprego local e á descentralización da produción enerxética. Aínda que presentan retos, como a dependencia das condicións meteorolóxicas ou a necesidade de infraestruturas, o seu desenvolvemento é fundamental para loitar contra a crise climática e garantir un abastecemento sostible de enerxía.



3.3. ANÁLISE DAS TECNOLOXÍAS

➤ **Energía solar fotovoltaica**

A enerxía fotovoltaica é unha forma de enerxía renovable que transforma a radiación solar en electricidade mediante paneis solares fotovoltaicos. Estes paneis están compostos por células de materiais semicondutores como o silicio que, ao recibir luz solar, xeran unha corrente eléctrica. A electricidade producida pode empregarse directamente para abastecer a demanda eléctrica próxima, almacenarse en baterías ou inxectarse na rede eléctrica. É unha fonte limpa, renovable e ideal para autoconsumo ou para reducir a dependencia de fontes fósiles.

A solar fotovoltaica ten moito potencial polo seu baixo custo e flexibilidade, pero enfróntase a retos como a intermitencia e a dependencia de tecnoloxía externa. O seu futuro pasa por mellorar o almacenamento, impulsar o autoconsumo e adaptar a planificación ás normativas vixentes.

➤ **Energía eólica**

A enerxía eólica é unha forma de enerxía renovable que aproveita o vento para xerar electricidade, mediante aeroxeradores. Se ben en Galicia a tecnoloxía eólica está asociada á gran xeración, tamén existen sistemas de minieólica que están deseñados para o autoconsumo en fogares, empresas ou zonas illadas, e que permiten reducir a dependencia da rede eléctrica. É unha alternativa limpa e eficiente en lugares con vento moderado, podendo combinarse con outras fontes renovables como a solar e o almacenamento.

Ten gran potencial polo baixo custo de produción, o bo recurso eólico en Galicia e a capacidade de crear emprego. Con todo, presenta retos como o alto investimento inicial, o impacto visual e ambiental, e a menor aceptación da minieólica. As oportunidades inclúen a eólica mariña flotante, a repotenciación e a integración en sistemas híbridos. A súa consolidación require boa xestión dos impactos, participación social e avaliacións previas do recurso. Sen incentivos e reducións de custos, a minieólica seguirá sendo unha opción de nicho.

Dependendo do tamaño da máquina, distinguimos dous tipos de máquinas eólicas:

- Minieólica: Aeroxeradores de ata 100 kW de potencia, deseñados fundamentalmente para a xeración distribuída, concretamente para o autoconsumo industrial e residencial (máquinas illadas).

 OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	18
		INFORME	

- Gran eólica: Aeroxeradores de mais de 100 kW de potencia, deseñados para a venta de enerxía (máquinas en parques).

A implantación de sistemas eólicos presenta desafíos, especialmente en relación co impacto visual e sonoro que pode xerar a súa instalación. Ademais, a colocación de aeroxeradores pode traer consigo certas dificultades técnicas, especialmente as relacionadas coa súa integración na rede eléctrica local e os retos de integración medioambientais que suporía. Se ben os condicionantes afectan á eólica de calquera potencia, a minieólica supón un impacto moito mais contido, sen embargo, a produción específica tamén se reduce de xeito significativo por mor da diminución do recurso para altitudes de buxe mais baixas.

Para instalar aeroxeradores en calquera municipio galego, é clave cumprir cos condicionantes territoriais establecidos pola normativa autonómica. Permítese a instalación en solo rústico de infraestruturas enerxéticas, no caso de ser de especial protección, obtendo previamente informe favorable da administración competente na materia. Deben respectarse distancias mínimas aos núcleos de poboación: 500 metros ou cinco veces a altura do aeroxerador, a maior das dúas. As instalacións de produción de ata 500 kW están exentas de autorización administrativa previa e de construción, pero precisan licenzas municipais e cumprir coa normativa urbanística e ambiental. É fundamental avaliar o impacto ambiental e consultar coas autoridades locais para garantir o cumprimento legal.

➤ **Biomasa e biogás**

A enerxía de biomasa aproveita materia orgánica para xerar calor ou electricidade. A biomasa pode queimarse directamente ou procesarse mediante fermentación anaerobia para producir biogás ou biocombustibles.

Nas plantas de biogás, o material vexetal ou animal descomponse coa axuda de bacterias en ausencia de osíxeno (anaerobio), producindo biogás. Pódese usar para xerar electricidade e calor directamente no lugar, ou procesarse para obter gas natural de calidade e alimentar á rede de gas natural. Os residuos de fermentación producidos durante a descomposición poden empregarse normalmente como fertilizantes na agricultura.

Os tipos de residuos que poden ser incluídos na xeración de biomasa son os seguintes:

- Residuos forestais (restos de madeira, poda, serraduras).
- Residuos agrícolas (palla, cascas, restos de colleitas).

- Pellets e briquetas (materiais prensados de madeira ou residuos vexetais).
- Residuos industriais (subprodutos da madeira e papel).

Os tipos de residuos que poden ser incluídos na xeración de biogás son os seguintes:

- Residuos gandeiros (excretas de animais, puríns).
- Lodos de depuradora (materia orgánica das augas residuais).
- Residuos agroindustriais (sobras da industria alimentaria).
- Residuos urbanos e industriais (materia orgánica de lixo doméstico-quinta fracción).

Actualmente a meirande parte das caldeiras en fogares en España, e particularmente en Galicia, empregan o gas natural e o gasóleo como elementos combustibles (87,9% das caldeiras colectivas segundo o INE no ano 2021 [5]). A biomasa, como combustible substituto, xa ten un papel fundamental tanto nos edificios de nova construción coma nas modernizacións dos sistemas de xeración de auga quente. No ano 2024, o prezo do kWh da biomasa (en formato pelet) foi aproximadamente a metade que o do gas.

A biomasa e biogás son tecnoloxías con alto potencial para crear emprego e reducir residuos, sobre todo no rural, pero con retos técnicos, ambientais e económicos como os altos custos e a limitada dispoñibilidade de recursos. Ofrece oportunidades na xeración térmica en zonas gandeiras e de explotación forestal, sempre que haxa unha xestión eficiente e sostible.

➤ **Xeotérmica**

A enerxía xeotérmica é un tipo de enerxía que se obtén mediante o aproveitamento do calor do interior da terra. Aproveitase a través de pozos ou tubaxes para xerar electricidade ou calefacción, utilizando o vapor ou a auga quente que se atopa baixo a superficie terrestre.

A xeotermia presenta un potencial prometededor aínda pouco aproveitado. Ofrece xeración estable e versátil, aínda que limitada pola baixa rendibilidade e os altos requisitos técnicos. O descoñecemento social frea o seu desenvolvemento, pero hai modelos internacionais que poden servir de guía. Con divulgación, adaptación tecnolóxica e boa planificación, pode ter un papel relevante na transición térmica a medio prazo.

➤ **Minihidráulica**

A enerxía minihidráulica é unha forma de aproveitamento enerxético que utiliza o fluxo da auga en pequenos cursos fluviais para xerar electricidade. Funciona segundo o mesmo principio que as grandes centrais hidroeléctricas, pero a unha escala menor, normalmente con potencias instaladas de ata 10 MW.

A minihidráulica ten alto potencial, pero enfróntase a barreiras como o elevado investimento, a complexidade normativa e a baixa visibilidade social. A pesar diso, destaca pola xeración de enerxía limpa, estable e de baixo custo operativo, especialmente en zonas con abundantes recursos hídricos. O seu desenvolvemento require apoio institucional e aproveitamento de infraestruturas antigas.

Os antigos muíños hidráulicos poden reutilizarse para xeración hidroeléctrica, pero a súa viabilidade depende do tamaño e caudal dispoñible. Os muíños pequenos adoitan ser pouco rendibles, mentres que os máis grandes (especialmente os de máis de 100 kW) poden acoller proxectos viables. É posible adaptar sistemas modernos, incluso en edificios históricos, realizando sempre estudos de viabilidade previos que consideren as importantes restricións normativas existentes.

A pesar do potencial identificado para a minihidráulica, a ausencia dun inventario provincial de centrais abandonadas con posibilidades de rehabilitación e renovación e de presas en deshuso, limita a posibilidade de avaliar o seu potencial dentro do alcance de este estudo.

➤ **Renovable mariña**

A undimotriz é a tecnoloxía que obtén enerxía a partir do movemento das ondas do mar. Este tipo de enerxía aproveita a forza mecánica do vaivén das ondas mediante dispositivos flotantes ou instalados no fondo mariño, que transforman ese movemento en electricidade. É unha fonte limpa, abundante e con gran potencial, especialmente en zonas costeiras con forte actividade mariña. Sen embargo, é unha tecnoloxía inda emerxente e en desenvolvemento, marcada por altos custos iniciais, falta de estandarización e mantemento complexo. Enfróntase a retos normativos e ambientais, aínda que ofrece vantaxes como un recurso constante e alta densidade enerxética. As oportunidades residen na evolución tecnolóxica e na integración con outras renovables mariñas mediante infraestruturas compartidas.

A enerxía mareomotriz aproveita o movemento das mareas, causado pola atracción gravitacional da Lúa e o Sol sobre os océanos. Instálanse turbinas ou diques en estuarios ou zonas con gran amplitude de marea, permitindo xerar electricidade cando a auga entra

+Renovables OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	21
		INFORME	

ou sae. A enerxía mareomotriz é previsible e constante, aínda que require condicións xeográficas específicas para ser viable.

4. CUANTIFICACIÓN DA POTENCIAL DE PRODUCCIÓN RENOVABLE NO MUNICIPIO

4.1. APROVEITAMENTO DO RECURSO RENOVABLE SOLAR

A enerxía solar preséntase como unha alternativa con un alto potencial na provincia de Pontevedra. Do estudo provincial extráese que a provincia de Pontevedra recibe de media unha irradiación global entre 1.400 e 1.500 kWh/m² ao ano sobre superficie horizontal, un valor significativo que resulta un bo recurso para a implantación de paneis fotovoltaicos. Un valor obxectivo de produción solar na provincia, no caso de implantación en chan, orientación Sur pura e inclinación óptima serían 1.350 kWh/kW, media provincial. No caso de instalacións en cuberta, onde as inclinacións serán menores e a orientación non terá por que ser Sur pura, un valor obxectivo de referencia para o deseño sitúase entre 1.100–1.200 kWh/kW, que variará dependendo do lugar concreto e as inclinacións e orientacións específicas.

Do estudo provincial extráese que a enerxía potencial específica para a comarca do Salnés é lixeiramente superior ás 1.400 kWh/kW para unha instalación en chan. Por outra banda, no caso concreto do municipio de Cambados, sería de 1.367 kWh/kW [4]. Cambados, e a comarca do Salnés en xeral, presentan valores promedio por riba da media de Pontevedra, por mor de ter un clima costeiro mais benigno que as comarcas de interior.

Potencial de xeración solar no municipio

Tendo en conta os datos previos, calcúlase o potencial de xeración solar fotovoltaico sobre as cubertas do municipio. Para elo, séguese a seguinte metodoloxía:

- Identificación da superficie dispoñible sobre as cubertas dos edificios. A partires dos datos do modelo dixital de superficies de edificación do IGN [6], obtense un mapa de altitudes de todos os edificios da provincia de Pontevedra. Realizando unha análise das orientacións das augas das cubertas mediante ferramentas de análise GIS, obtense un mapa provincial de orientacións das cubertas dos edificios. Por último, considerando exclusivamente as cubertas Sur (rango de azimut de -90 a 90°), fíltanse os datos de orientacións e obtense a superficie.
- Cálculo da superficie útil para a instalación de paneis. Dado que non todas as ubicacións son posibles (sombras, afeccións, capacidade da rede, capacidade estrutural da nave, etc.) nin toda a superficie de cuberta é instalable (chemineas, lucernarios, liñas de vida, elementos auxiliares, etc.), establécese, de toda a superficie Sur, un 50 % de superficie útil para a fotovoltaica.

- Rendemento estimado. Os resultados do estudo enerxético provincial, mencionado previamente, mostran uns resultados en base a unha instalación tipo en chan cunha orientación Sur pura e unha inclinación de 30°. Estas condicións de instalación son moi favorables para a fotovoltaica, se ben as inclinacións dos tellados non soen ser tan elevadas e as orientacións serán diferentes para cada edificio. Porén, considerarase unhas perdas adicionais por orientación e inclinación do 10 % a efectos de estimación.
- Cálculo do potencial enerxético. Considéranse instalacións coplanares, non inclinadas, polo que a superficie instalable fotovoltaica corresponde directamente coa superficie útil. A efectos de cálculo, estimarase o potencial a partires dunha potencia por superficie instalada de referencia de 200 Wp/m². A partires da superficie útil e a potencia por superficie, calcúlase a potencia máxima fotovoltaica que se pode instalar no municipio, que xunto coa produción específica corrixida, permite calcular a produción estimada anual.

Refléxanse na Figura 3 o resultado do análise de cubertas Sur, e na Tabla 1 os resultados do cálculo.

Tabla 1: Potencial fotovoltaico no municipio

Superficie total cubertas [m²]	Superficie cubertas Sur [m²]	Superficie útil total FV [m²]	Produción específica corrixida [kWh/kW]	Potencia instalable [MW]	Potencial enerxía eléctrica [GWh/ano]
1.677.337	911.712	455.856	1.230	91,2	112,1

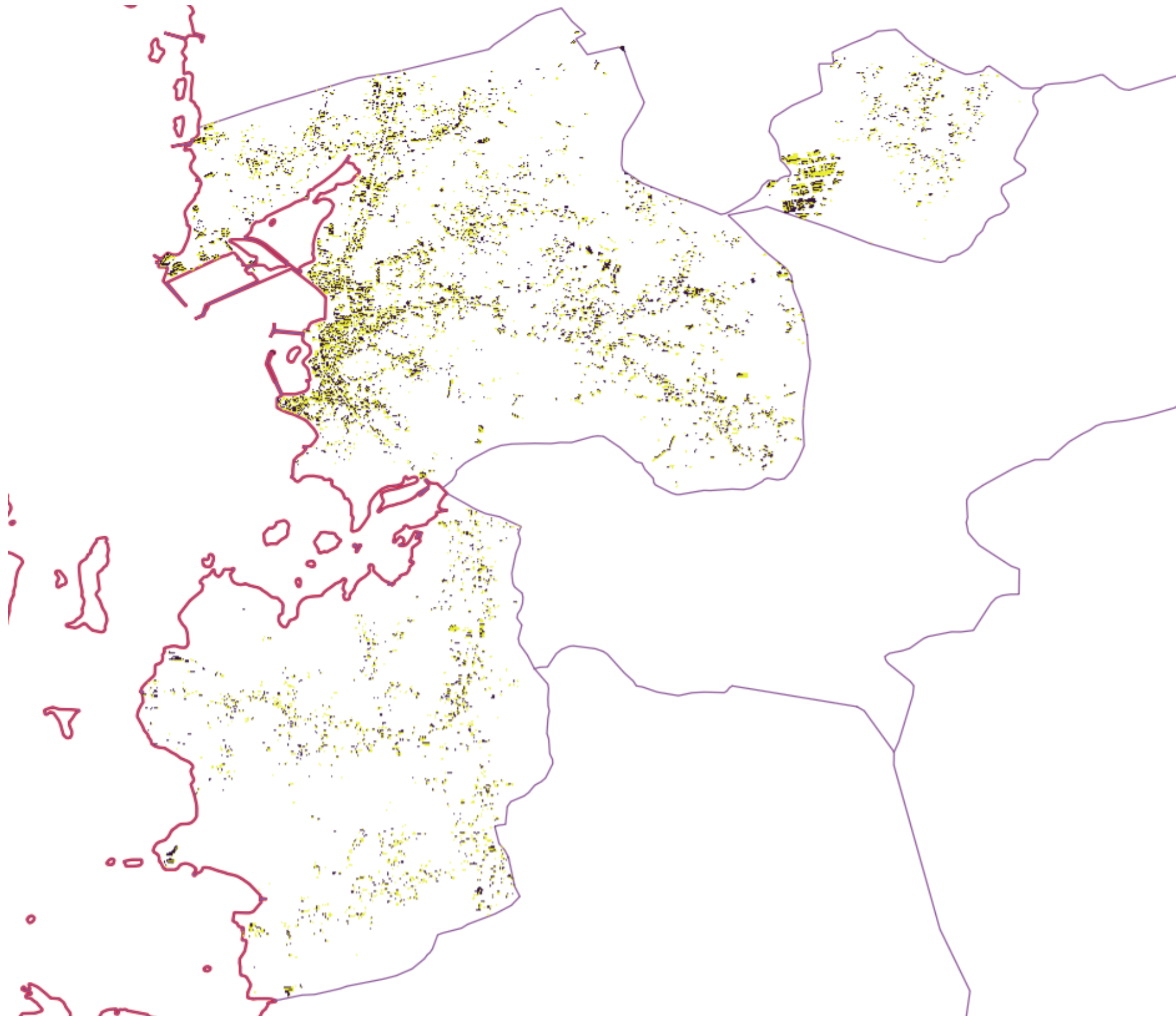


Figura 3. Cubertas no municipio segundo a orientación, Norte (negro) ou Sur (amarelo)

4.2. APROVEITAMENTO RECURSO RENOVABLE EÓLICO

O estudo provincial mostra unha serie de factores limitantes á hora de valorar o recurso eólico en xeral na comunidade galega, e en particular na provincia de Pontevedra. As mellores zonas para a explotación do recurso eólico están, en xeral, xa ocupadas por instalacións eólicas ou con proxectos autorizados á espera de se executar. Por outra banda, os condicionantes ambientais limitan tamén o desenvolvemento da enerxía eólica. A Rede Natura 2000, as zonas de protección de avifauna e os parques naturais e nacionais son áreas nas que un proxecto enerxético, e particularmente un eólico, non se poderá desenrolar.

Aproveitamento eólico no municipio

A orografía de Cambados non é idónea para o desenvolvemento eólico, sen montes con potencial de vento elevado onde se puidera desenrolar esta tecnoloxía. Por outra banda, o municipio non presenta ningunha zona dentro do Plan Sectorial Eólico de Galicia, polo que non é posible o desenvolvemento a grande escala para a venda de enerxía á rede. A Figura 4 presenta o recurso eólico no municipio a 50 m, altitude a considerar para a minieólica. Como se pode observar, o municipio presenta valores de 200-300 W/m² a 50 metros na maior parte do territorio, insuficientes para o desenvolvemento da minieólica, sen zonas concretas de recurso eólico elevado.

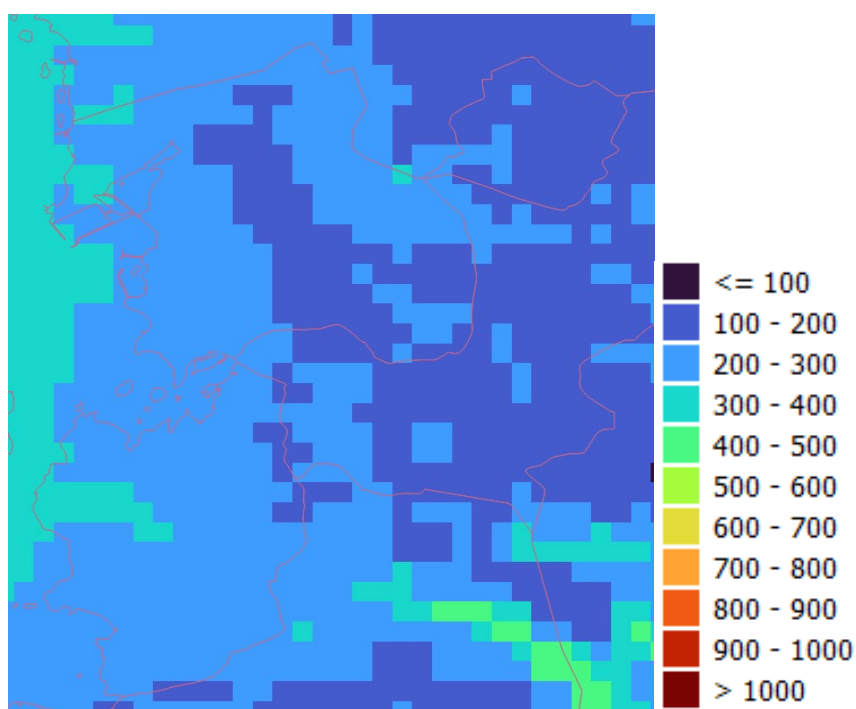


Figura 4. Densidade de potencia de vento media en Cambados (50m) [7]

Por outra banda, o municipio tamén ten zonas do territorio de especial protección de aves (ZEPA), o que impide o desenvolvemento da eólica, e que se reflexan na Figura 5.

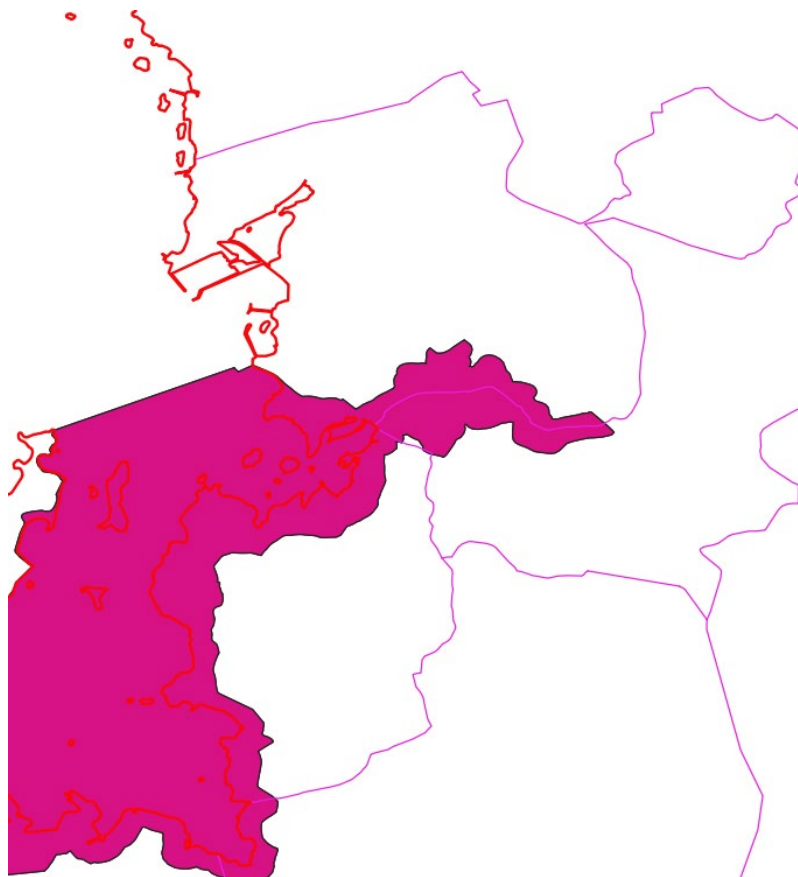


Figura 5. Zonas ZEPA en Cambados [8]

4.3. APROVEITAMENTO RECURSO RENOVABLE DE BIOMASA

A biomasa preséntase como unha alternativa sostible para a xeración de enerxía en Galicia, especialmente nunha contorna como Pontevedra caracterizada pola súa abundante superficie forestal e agrícola. O potencial da biomasa vén determinado pola dispoñibilidade de residuos forestais, agrícolas e industriais, que poden ser transformados en biocombustibles sólidos, líquidos ou gasosos. Neste apartado analízase a potencial de xeración enerxética a partir do recurso da biomasa, empregando como base o análise do informe provincial.

Compre destacar que o estudo parte da premisa de que a xestión do monte debe ser sostible. Os beneficios ambientais son imprescindibles para o desenvolvemento de comunidades enerxéticas, o cal é totalmente incompatible cunha xestión non adecuada do monte para a produción de biomasa. Existen certificacións como a FSC ou a PEFC que garanten as boas prácticas dos xestores forestais neste ámbito. Por outra banda, tamén

se destaca o potencial de aproveitamento de restos de podas, de residuos de madeira de procesos produtivos e a masa arbustiva, se ben este é moito menor que o directamente relacionado coas explotacións forestais para a produción de biomasa.

Preséntase a continuación un esquema da metodoloxía aplicada para o cálculo:

- Obtense o volume total de madeira extraída por especie no municipio no ano 2024.
- Estímase o 25 % de aproveitamento da madeira para a produción de biomasa¹.
- Obtense o poder calorífico da madeira de cada tipo de especie.
- Calcúlase a enerxía térmica da madeira extraída².

En xeral, a comarca do Salnés tópase dentro da media provincial a efectos de volume de madeira extraída das explotacións por superficie, e por debaixo dela en termos absolutos. En concreto o municipio de Cambados ten una produción de baixa, con datos por baixo da media da comarca e provincia. Dentro das especies nas explotacións forestais, o volume de eucalipto é superior ó resto de especies. O estudo provincial valora o volume de madeira producida en termos enerxéticos, tendo en conta as capacidades caloríficas de cada especie tipo (eucalipto, piñeiro común e carballo). O estudo é anual, e emprega datos de madeira extraída do ano 2024 [9].

Tabla 2: Potencial enerxético da biomasa no municipio

Volume total extraído ³ [m³/ano] [10]	Volume coníferas [m³/ano] [10]	Volume eucalipto [m³/ano] [10]	Volume outras frondosas [m³/ano] [10]	Volume extraído para a biomasa ⁴ [m³/ano]	Potencial enerxía térmica [MWh/ano]
2.526	368	2.000	159	632	2.383

¹ Aproximadamente un 25 % da madeira extraída dedícase á produción de biomasa en Galicia, segundo a consulta realizada a unha importante empresa de xestión forestal galega.

² Non se aplica ningún coeficiente de rendemento pola variedade tecnoloxía para o aproveitamento.

³ Volume total de madeira extraída no municipio no ano 2024 segundo os indicadores forestais da Xunta de Galicia.

⁴ Aplicando o 25 % sobre o volumen total extraído.

4.4. APROVEITAMENTO RECURSO RENOVABLE DE BIOGÁS

O biogás preséntase como unha alternativa sostible para a xeración enerxía en España, e particularmente en Galicia, caracterizada pola súa actividade agropecuaria e a dispoñibilidade de residuos orgánicos susceptibles de ser aproveitados. O potencial do biogás vén determinado pola cantidade de residuos agrícolas, gandeiros e agroindustriais dispoñibles para a súa transformación en biometano, unha fonte enerxética renovable con múltiples aplicacións. Neste apartado analízase a potencial de xeración enerxética a partires do recurso do biogás, empregando como base o análise do informe provincial.

O biogás obtense a partires da descomposición de materia orgánica, e pódese producir fundamentalmente a través de residuos derivados das explotacións agrarias e gandeiras e a da quinta fracción. Sen embargo, a fonte fundamental que se considera neste análise é exclusivamente a procedente do gando, dado que é, con diferenza, a que maior volume presenta.

A comarca do Salnés presenta un potencial de xeración de biogás de orixe gandeiro moderado-baixo con respecto do resto da provincia. O gando vacún é o que maior esterco produce por cabeza, se ben no municipio o número de aves de curral é significativo, destacando fronte o resto de gando.

O estudo provincial ten en conta os residuos orgánicos procedentes das explotacións gandeiras, que segundo a súa orixe animal podemos clasificar en aves de curral, ovellas e cabras, vacas e porcos.

Tabla 3: Potencial enerxético do biogás no municipio

Gando	Cabezas [ud] [11]	Producción esterco [kg/ud-día] [12]	Producción específica CH ₄ [m ³ /tm esterco] [13]	Producción CH ₄ [m ³ /día]	Potencial enerxía ⁵ (MWh/ano)
Aves de curral	156.703	0,06	54,4	511,5	2.592,8
Ovellas e cabras	30	2	17,7	1,1	5,4
Vacas	102	35	17,7	63,2	320,3
Porcos	..	5	11,8	0,0	0,0

⁵ Considérase un poder calorífico inferior de 13,89 kWh/m³ para o metano (condicións normais: 0° e 1 atm). Non se aplica ningún coeficiente de rendemento pola variedade tecnolóxica para o aproveitamento.

Gando	Cabezas [ud] [11]	Produción esterco [kg/ud- día] [12]	Produción específica CH ₄ [m ³ /tm esterco] [13]	Produción CH ₄ [m ³ /día]	Potencial enerxía ⁵ (MWh/ano)
TOTAL				575,7	2.918,6

4.5. APROVEITAMENTO DO RECURSO RENOVABLE XEOTÉRMICO

A enerxía xeotérmica preséntase como unha alternativa renovable e sostible para a xeración de calor e electricidade en Galicia, e particularmente en Pontevedra, onde as características xeolóxicas e climáticas fan viable tecnicamente o seu aproveitamento. Neste epígrafe analízase a potencial de xeración enerxética a partires do recurso xeotérmico, empregando como base o análise do informe provincial.

O Recurso de Base Accesible (RBA), medido en Julios ou GWh, é unha medida da enerxía potencial total almacenada no subsolo nun momento determinado, e que se emprega para valorar o recurso xeotérmico. Trátase dun método volumétrico que basa o seu principio en calcular a enerxía contida en certo volume de rocha. Este método ten sido usado polo IDAE no estudo técnico de Avaliación do Potencial Xeotérmico 2011-20. O primeiro paso do método consiste en estimar a enerxía térmica dispoñible no lugar a certa profundidade (RBA), tomando como referencia a temperatura media anual na superficie (T_0). Só unha parte deste recurso pode ser realmente aproveitada, coñecida como recurso xeotérmico (HR), que depende da porosidade do reservorio e do tipo de transporte de fluídos á superficie (auga, vapor ou mestura). A cantidade extraíble varía segundo factores como o modelo de produción, a temperatura e a presión na boca do pozo. Dado que moitos destes datos só se coñecen con pozos operativos, emprégase habitualmente o "factor de recuperación" como aproximación.

$$RBA_i = V_i \rho_i C_i \frac{T_i - T_0}{2}$$

Onde:

- RBA_i: Recurso Base Accesible [GWh].
- V_i: Volume de terreo desde a superficie ata a profundidade considerada [m³].
- ρ_i: Densidade media da columna rocosa [kg/m³]. Para os materiais que se topan no noso subsolo, tómase valor medio de 2.600 kg/m³.

- C_i : Capacidade calorífica da columna rocosa [GWh/kg-°C]. Para os materiais que se atopan no noso subsolo, tómasse o valor medio de $2,5 \cdot 10^{-10}$ GWh/kg-°C.
- T_i : Temperatura á profundidade considerada [°C]. Considérase 30°/km.
- T_0 : Temperatura media anual da superficie [°C]. Considérase de 13 °C.

Tendo en conta a superficie do municipio (23,5 km²), a enerxía almacenada no subsolo a diferentes profundidades recóllese na Tabla 4. Dependendo da tecnoloxía empregada, o tamaño da instalación, as temperaturas ou a capacidade calorífica do terreo, entre outros, para a extracción dese calor, obterase un valor de produción adaptado a cada instalación concreta. Unha análise do factor de recuperación dunha instalación específica permite valorar, de toda a enerxía almacenada no volume de estudo, a parte que sería realmente aproveitable (recurso xeotérmico - HR).

Tabla 4: Potencial enerxético da xeotermia no municipio

Profundidade [m]	RBA [GWh]	HR [GWh] ⁶
50	573	172
100	2.290	687
2.000	$9,16 \cdot 10^5$	$2,75 \cdot 10^5$
10.000	$2,29 \cdot 10^7$	$6,87 \cdot 10^6$

4.6. SEGUINTES PASOS

De maneira xenérica, quérese expoñer a continuación os pasos a seguir para a promoción dun proxecto enerxético renovable xenérico no municipio. Non todas as fases serán de aplicación para todos os proxectos.

- **Estudo de afeccións:** Caracterización das afeccións a todos os niveis (ambientais, plans sectoriais, infraestrutura enerxética, ferrocarril, estradas, ríos e regatos, patrimonio, telecomunicacións, normativa urbanística, etc.). En xeral, estudar se existise algún condicionante crítico que fixese inviable o proxecto.
- **Estudo previo:** Nesta fase seleccionárase unha configuración tipo de equipos que permita calcular unha produción estimada en base a uns datos de recurso. Os

⁶ Considérase un factor de recuperación do 30 %.

datos empregados para o estudo serán normalmente de acceso libre, consultados en bases de datos contrastadas. O obxectivo é crear unha curva de produción estimada, coa cal se poida valorar de xeito preliminar a viabilidade do proxecto a diferentes niveis (económico, financeiro, técnico, social, etc.). O proxecto renovable será tido en conta se os resultados son positivos, dependendo do obxectivo do proxecto haberá indicadores que serán mais ou menos críticos.

- **Estudo de viabilidade:** Se o estudo previo é positivo, farase un estudo de viabilidade completo e concreto (deseño con equipos comerciais) da instalación renovable. Dependendo do caso, poderá ser necesaria unha toma de datos empírica, como pode ser para a eólica coa necesidade de instalación de torres meteorolóxicas para a medición do recurso de vento. Farase un novo cálculo da produción e modificarase o deseño se fose necesario. Co deseño definitivo valoraranse novamente os indicadores de viabilidade do proxecto.
- **Pre-proxecto:** Validado o deseño, o grupo promotor lanzará a proxecto. Poderán ser necesarias a realización de medicións de diferente índole previas á fase de proxecto (estudos topográficos, xeotécnicos, inundacións, etc.). Comezarse a elaboración do inventario animal, imprescindible para o estudo de impacto ambiental posterior, para o que será requirido un período de mostra de mínimo 1 ano. Outro punto a ter en conta é a capacidade de acceso á rede, factor limitante para o vertido de enerxía.
- **Proxecto:** O obxectivo desta fase é a definición e elaboración dos diferentes documentos para a tramitación do proxecto renovable. Ademais do proxecto de execución, será necesario dependendo do caso, a memoria ambiental, estudos específicos, separatas para organismos afectados, etc.
- **Tramitación:** Fase na cal o proxecto se somete á pertinente autorización dos organismos competentes (Industria, Medio Ambiente, Concello, etc.).
- **Execución:** Fase na cal o proxecto se executa.
- **Posta en marcha:** Legalización final do proxecto, probas previas á posta en marcha e inicio definitivo da produción.

5. ESTUDO DE APROVEITAMENTO DE CUBERTAS MUNICIPAIS PARA A FOTOVOLTAICA

Os recursos dispoñibles no territorio de Cambados son moi diversos e presentan un elevado potencial para transformar o modo en que se xera e se consume a enerxía no municipio. A transición enerxética non ocorrerá ao mesmo ritmo en todos os sectores, xa que algúns contan con tecnoloxías maduras e economicamente viables, mentres que outros aínda enfrontan desafíos técnicos e financeiros.

Os primeiros sectores en transformarse serán a xeración de electricidade, o transporte lixeiro e os sistemas de calefacción en edificios residenciais e comerciais. No caso da electricidade, a enerxía solar e eólica xa demostraron ser competitivas en custos e poden despregarse rapidamente. Paralelamente, o transporte lixeiro, especialmente os automóbiles e motocicletas, está migrando rapidamente cara á electrificación grazas á redución de custos das baterías, á expansión da infraestrutura de carga e ás regulacións gobernamentais que restrinxen a venda de vehículos de combustión. No que respecta á calefacción en edificios, o uso de bombas de calor eléctricas e biogás estase volvendo máis común, especialmente en Europa, onde algúns países comezaron a prohibir as caldeiras de gas en novas construcións.

Por outra banda, sectores como o transporte pesado, a industria e as redes de gas natural tardarán máis en transformarse. Os camións de carga, barcos e avións aínda dependen de combustibles fósiles debido á baixa densidade enerxética das baterías e ao alto custo de alternativas como o hidróxeno e os biocombustibles. Na industria pesada, a produción de materiais como o aceiro, o cemento e os produtos químicos require temperaturas extremadamente altas (+600°) que hoxe en día empregan combustibles fósiles e cuxa alternativa renovable inda precisa de desenvolvemento [14].

Neste apartado preséntase unha análise do potencial de xeración fotovoltaico dos edificios municipais indicados polo Concello, como primeiro paso no camiño da transición enerxética dos distintos sectores do municipio.

O obxecto deste apartado é a valoración enerxética da superficie dispoñible nas cubertas municipais indicadas polo Concello para o aproveitamento solar fotovoltaico nunha potencial comunidade enerxética, así como o estudo de viabilidade desta.

Queda fora do alcance deste apartado, e polo tanto non forma parte do obxecto, o deseño concreto da instalación. Tamén queda fora do alcance a certificación da solidez estrutural dos edificios. En caso de ir adiante con algún proxecto, é imprescindible que se verifique previamente este punto. Deberase realizar un estudo de viabilidade estrutural das

cubertas, que deberá ser firmado por un técnico competente na materia, para a nova carga que suporían os paneis fotovoltaicos.

5.1. METODOLOXÍA E DATOS DE PARTIDA

5.1.1. FASES DA METODOLOXÍA

5.1.1.1. ANÁLISE DO CONSUMO E ELABORACIÓN DA CURVA DE CARGA

Fase na cal se recollen os datos horarios anuais de consumo e se elabora a curva de consumo total anual.

- Entrada: Consumo total anual de edificios municipais.
- Saída: Curva de consumo horario total anual.

Cos datos de consumo aportados de todos os edificios municipais elabórase unha curva de carga anual (suma das curvas dos consumos individuais), de tal forma que se poida comparar a produción fotovoltaica e o consumo de todas as horas do ano.

5.1.1.2. ESTIMACIÓN DA POTENCIA MÁXIMA INSTALABLE

Nesta fase faise unha análise cuantitativa da capacidade que terían os edificios municipais para a instalación de potencia fotovoltaica sobre as súas cubertas. Pártese da premisa da maximización da potencia a instalar.

- Entrada: Potenciais edificios municipais para o aproveitamento fotovoltaico aportado polo concello, imaxes satelitais e ortofotos, Catastro, visores de estradas, etc.
- Saída: Croquis dos paneis sobre a cuberta.

5.1.1.3. ANÁLISE DO BALANCE ENERXÉTICO

Cos datos de potencia instalada por orientación, obtense a produción estimada coa ferramenta en liña do PvGIS⁷, desenvolta pola UE. Partindo dunha curva tipo de produción fotovoltaica en Galicia, extrapólase a curva pero axustándoa á produción específica obtida previamente do PvGIS. Deste xeito, crease unha curva anual horaria de xeración que permite comparar xeración e consumo.

⁷ https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/

Realízase un balance enerxético horario, podendo obter os novos resultados horarios anuais de enerxía consumida, autoconsumida e excedentaria. Para cada hora concreta do ano, o cálculo do balance é o seguinte:

- Consumo (C): O valor que sae da curva de demanda estimada.
- Xeración (G): O valor que sae da curva de xeración.
- Autoconsumo (A): A enerxía consumida que aporta a xeración.
 - Se $C > G$: $A = G$
 - Se $C < G$: $A = C$
- Excedente (E): A enerxía vertida á rede.
 - Se $C > G$: $E = 0$
 - Se $C < G$: $E = G - C$
- Consumo da rede (R): A enerxía consumida que aporta a rede.
 - Se $C > G$: $R = C - G$
 - Se $C < G$: $R = 0$

5.1.1.4. CÁLCULO DOS FOGARES A INCLUIR NO AUTOCONSUMO COLECTIVO

Do análise do balance enerxético obterase un valor de excedente determinado, que dependerá tanto da produción como da demanda dos edificios municipais. No caso de que o excedente sexa maior do 5 %, calcularase o número de fogares tipo que se poderían incluír no autoconsumo colectivo, de forma que a nova enerxía excedentaria se axustase a esa cantidade.

Deste novo análise do balance enerxético obterase un número de fogares que, conxuntamente cos consumos dos edificios municipais, reducirán o excedente ó 5 %. O estudo de viabilidade posterior realízase tendo en conta este criterio.

5.1.1.5. CÁLCULO DOS INDICADORES

Para avaliar a viabilidade dun proxecto de autoconsumo renovable, é fundamental considerar unha combinación de indicadores económicos, financeiros, sociais, ambientais e técnicos. Estes permiten valorar non só a rendibilidade do proxecto, senón tamén o seu impacto e sustentabilidade a longo prazo. A continuación, expóñense os principais:

+Renovables OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	35
		INFORME	

A. Indicadores financeiros:

- Investimento total no activo (CAPEX).
- Gastos de operación e mantemento (OPEX).
- Fluxos de caixa anuais. Para o cálculo dos fluxos de caixa considéranse os ingresos como o aforro esperado, incluído tanto pola parte do autoconsumo como polo excedente. Por outra banda, considéranse como gastos a operación e mantemento da instalación, incluída a reposición de equipos, e o investimento inicial.
- Valor Actual Neto (VAN): Mide a rendibilidade descontando os fluxos de caixa esperados ó presente. Por outra banda, os gastos corresponden co investimento inicial, a operación e mantemento da planta, os intereses da débeda contraída e amortización (se aplicase), etc.
- Taxa Interna de Retorno (TIR): Custo do capital para o cal o VAN sería cero.
- Período de retorno ou *payback period*: Período estimado no que se espera recuperar o investimento inicial.

B. Indicadores económicos

- Custo nivelado da Electricidade (LCOE): Custo estimado da enerxía xerada polo sistema durante a vida útil establecida para a instalación.
- Relación custo-beneficio: Relación entre os beneficios e os custos para a sociedade. Existe beneficio neto se é superior a 1.
- Impacto económico indirecto: Creación de emprego, mellora do benestar, externalidades positivas e negativas, etc. Establecerase unha escala de 1 a 5 para a valoración, sendo 1 un beneficio residual e 5 un beneficio pleno para a economía local (a meirande parte da inversión repercutirá indirectamente).
- Outros beneficios non monetarios.

C. Indicadores sociais:

- Participación cidadá e gobernanza democrática: Nivel de implicación da comunidade, valorado nunha escala do 1 ó 5, sendo 1 unha participación escasa ou nula e 5 unha participación plena.
- Equidade no acceso a beneficios: Impacto nos colectivos vulnerables, valorado nunha escala do 1 ó 5, sendo 1 un impacto escaso ou nulo e 5 un impacto pleno.

D. Indicadores ambientais:

- Redución da pegada de CO₂.
- Mellora da calidade de aire: Impacto na mellora da calidade do aire, valorado nunha escala do 1 ó 5, sendo 1 un impacto escaso ou nulo e 5 un impacto pleno.
- Impacto no uso do solo: Impacto no uso do solo, valorado nunha escala do 1 ó 5, sendo 1 un impacto máximo e 5 un escaso ou nulo.

E. Indicadores técnicos:



 OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	36
		INFORME	

- a. Producción estimada anual.
- b. Autoconsumo: É, do total da produción anual, aquela que é consumida pola instalación de consumo.
- c. Excedente: É, do total da produción anual, aquela que é vertida á rede.
- d. Producción específica: É a proporción de enerxía xerada anual fronte a aquela que o xerador a potencia máxima produciría sen parar nese ano. Emprégase como medida comparativa do rendemento enerxético das instalacións de xeración. Exprésase en kWh/kW.
- e. Índice de autoconsumo: Porcentaxe da enerxía xerada que é autoconsumida.
- f. Cobertura da demanda: Porcentaxe da demanda que é cuberta pola instalación fotovoltaica.
- g. Potencia instalable: É a potencia máxima que a cuberta permitiría instalar.
- h. Fiabilidade do sistema, mantemento e eficiencia: Valorado nunha escala do 1 ó 5, sendo 1 para unha instalación pouco fiable e 5 para unha instalación moi fiable.
- i. Integración con almacenamento e mobilidade eléctrica: Valorado nunha escala do 1 ó 5, sendo 1 unha integración escasa ou nula e 5 unha integración pleno.

5.1.2. INFORMACIÓN DE PARTIDA E HIPÓTESES DE CÁLCULO

O estudo considera as cubertas de 3 edificios diferentes, o edificio da policía local, a piscina municipal e o centro de día, situados na vila de cambados próximos entre eles. As ubicacións, así como os consumo municipais a considerar, foron aportadas polo Concello de Cambados.

Realizouse unha análise das instalacións partindo dos seguintes puntos:

- Superficie útil dispoñible para a instalación de paneis solares.
- Cantidade de paneis solares que se poderían instalar.
- Potencia instalable total en cada edificio.
- Factores limitantes como orientación e sombras.

E a documentación aportada polo solicitante:

- Edificios públicos a considerar para a ubicación da instalación fotovoltaica.
- Consumos eléctricos anuais (2024) dos edificios municipais e as súas ubicacións.

Móstranse os datos anuais por suministro na Tabla 5.



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



Tabla 5: Resumo do consumo anual dos suministros aportados

Suministro (CUPS)	Consumo [kWh/año]	Considerado ⁸
ES0022000007693732MNIP	41.315	Non
ES0022000007814075QLIP	5.059	Non
ES0022000008189156VQIP	6.292	Non
ES0022000008266859SWIP	11.547	Non
ES0022000008368541CRIP	1.709	Si
ES0022000008379729TBIP	1.530	Non
ES0022000008445249CGIP	1.394	Non
ES0022000008523705GFIP	11.981	Non
ES0022000008803510WVIP	14.183	Non
ES0022000008944800GHIP	624	Non
ES0022000008962794MAIP	5.467	Si
ES0022000009072133KTIP	1.570	Si
ES0022000009078787BFIP	5.858	Si
ES0022000009081014QAIP	57	Si
ES0022000009083022BXIP	24.297	Si
ES0022000009090252AHIP	236	Si
ES0022000009003564YVIP	6.741	Non
ES0022000007342032DMIP	48.525	Si
ES0022000004990874LEIP	32.869	Si
ES0022000004990875CTIP	6.321	Non
ES0022000004990886CBIP	3.273	Non
ES0022000004990890CSIP	51.625	Non
ES0022000004990893CHIP	62.731	Si

⁸ Dado que para adherirse a un proxecto de autoconsumo colectivo precísase de estar a 2.000 m de distancia da instalación de xeración, non todos os consumos cumprían esa condición. Os consumos considerados son aqueles que cumpren esta premisa legal.



Suministro (CUPS)	Consumo [kWh/año]	Considerado ⁸
ES0022000007444737NSIP	19.930	Si
ES0022000008219930KQIP	16.241	Si
ES0022000008035060XCIP	10.991	Si
ES0022000007264705MGIP	431	Si
ES0022000008018370KMIP	7.590	Si
ES002200000887950IVQIP	15.399	Si
ES0022000004613885MAIP	407	Non
ES0022000004618910QZIP	916	Non
ES0022000004635415KMIP	51.864	Non
ES0022000004990876CRIP	1.356	Si
ES0022000004990878CAIP	5.400	Non
ES0022000004990879CGIP	1	Si
ES0022000004990880CMIP	2.028	Si
ES0022000004990881CYIP	1.369	Si
ES0022000004990882CFIP	0	Si
ES0022000004990883CPIP	69	Non
ES0022000004990884CDIP	2.215	Non
ES0022000004990885CXIP	0	Non
ES0022000004990888CJIP	18.267	Si
ES0022000004990895CCIP	0	Non
ES0022000004990897CEIP	9.316	Si
ES0022000004990898KTIP	2.289	Non
ES0022000008435362GFIP	20.000	Non
ES0022000007149153HGIP	43.711	Si
ES0022000007308065GDIP	9.185	Non
ES0022000007461623XLIP	4.818	Non
ES0022000007780547PWIP	315.717	Si

Suministro (CUPS)	Consumo [kWh/año]	Considerado ⁸
ES0022000008715181APIP	17.463	Si
ES0022000004990822VQIP	14.265	Si
ES0022000004990823VVIP	8.446	Si
ES0022000001295252HVIP	9.769	Non
ES0022000004990817VBIP	23.956	Si
ES0022000004990825VLIP	23.461	Si
ES0022000004990826VCIP	8.077	Si
ES0022000007100128WSIP	21.645	Si
ES0022000007164313XFIP	3.284	Si
ES0022000008487061KWIP	65	Non
ES0022000008899569QMIP	17.552	Non
TOTAL	1.052.696	766.263

E as premisas consideradas de partida:

- O perfil de consumo dos suministros do concello será tal que siga a curva de consumo nacional do ano 2024, aportada por REE, axustando a enerxía total consumida ó valor previo (766 MWh/año).
- Un fogar promedia un consumo anual duns 4.000 kWh segundo o IDAE. Por outra banda, o perfil da curva pódese modelar segundo o consumo promedio das tarifas 2.0TD que elabora REE. O fogar tipo considerado consumirá esa cantidade de enerxía e seguirá ese perfil.
- Considerarase unhas perdas totais do sistema do 14% (temperatura, perdas eléctricas, sombras, etc.), valor típico en estudos desta índole. A produción real variará dependendo do deseño final da instalación (paneis, inversores, configuración do sistema, etc.), que deberá ser calculado en fase de proxecto.
- Non se considerarán cubertas con espazo dispoñible de instalación para potencias menores a 20 kWp, por mor de que os prezos unitarios de instalación aumentan significativamente para potencias baixas.
- Considérase un panel tipo de potencia 500 Wp e dimensións 2,3 x 1,15 m (2,65 m²)

 OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	40
		INFORME	

- Considerarase que existe capacidade de acceso na rede de distribución para verter o excedente da instalación (compensación de excedentes).
- O prezo considerado do excedente compensado será de 0,06 €/kWh, valor medio polo día durante o último ano, segundo os datos recollidos en ESIOS (REE), para os contratos de PVPC. Para a enerxía consumida, considéranse os prezos horarios do mercado do ano 2024.
- Considéranse dentro do contrato de execución da instalación os custos de operación e mantemento dos dous primeiros anos, que aplicarán a partires do terceiro ano.
- Considérase unha reposición do inversor durante o período de cálculo.
- A redución da pegada de carbono valórase coa aplicación web Electricity maps⁹, que para a enerxía eléctrica consumida en España no ano 2024 situouse en 0,124 kgCO₂/kWh.
- Por tratarse este dun estudo preliminar, non se realiza un estudo de sombreado próximo polo que non se teñen en conta perdas desta índole.

Valores das hipóteses de cálculo

Os datos de partida concretos para o cálculo financeiro son os seguintes:

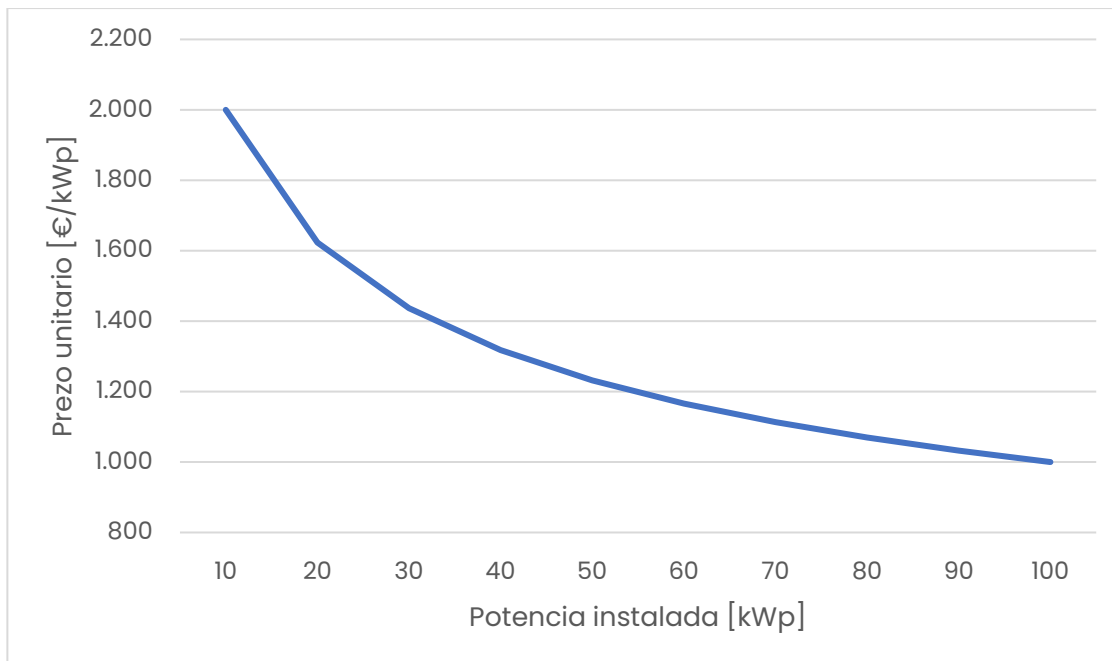
- Período de cálculo [anos]: 25¹⁰
- Envellecemento anual dos módulos [%]: 0,5
- Tipo de tarifa: 2.0TD con prezos indexados
- Prezos enerxía: ano 2024
- Prezo excedente [€/kWh]: 0,06
- Custo operación e mantemento (OPEX) [€/ano-kWp]: 10 (a partires do ano 2)
- IPC [%]: 2¹¹

⁹ <https://app.electricitymaps.com/zone/ES/72h/hourly>

¹⁰ O período de cálculo para a inversión é de 25 anos, sen embargo, isto non significa que a vida útil da instalación sexa ese tempo. Os 25 anos é o período de garantía de potencia que soen dar os fabricantes de paneis para o seu produto, e polo tanto o que se soe empregar a efectos de período de cálculo da inversión. A vida útil real da instalación dependerá de múltiples factores (ambiente, mantemento, limpeza, etc.), pero pódese considerar que, en condicións normais, chegue ata 30-35 anos.

¹¹ Obxectivo establecido a longo prazo de inflación do Banco Central Europeo.

- **Investimento inicial (CAPEX) [€/Wp]:** Depende do tamaño da instalación en cada cuberta. O prezo seguirá a curva da Gráfica 3.



Gráfica 3: Prezo unitario considerado de execución do proxecto fotovoltaico¹²

- **Custo do capital [%]:** 6,5
- **Custo de reposición dos inversores (ano 13):** 9.000 €
- **IVE non incluído.**

O investimento no activo pode realizarse a través de débeda, capital propio, ou unha combinación de ambos. Para este cálculo suponse un investimento con capital propio, supoñendo un custo do capital do 6,5 %, que sae do cálculo co modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model):

$$k = R_f + \beta(R_m - R_f)$$

Onde:

k: custo do capital [%]

β : media do risco do proxecto en relación ó mercado, considerado en 0,8, dado que o autoconsumo ten un risco substancialmente mais baixo que a gran xeración.

¹² Prezo referencia baseado en datos do Cype e axustado ó contexto galego a partires de consultas realizadas a empresas galegas do sector.

Rf: taxa libre de risco – referencia do bono español a 10 anos, situada nun 2,5 %

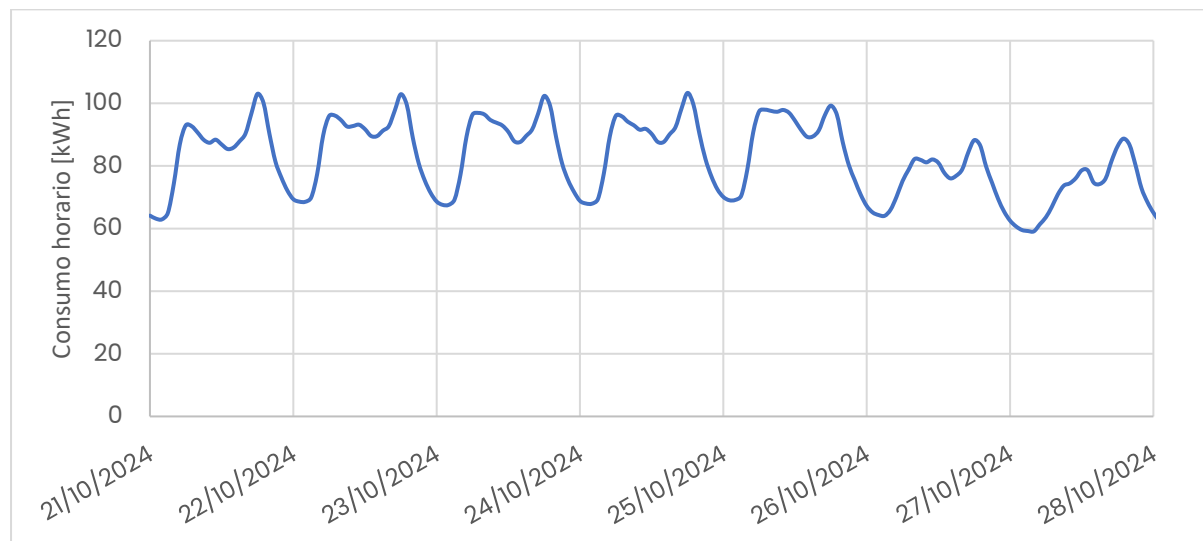
Rm: rendemento esperado do mercado [%]

Rm-Rf: prima de risco do mercado, considerada nun 5 %

5.2. RESULTADOS DO ESTUDO

5.2.1. ESTIMACIÓN DA CURVA DE CONSUMO

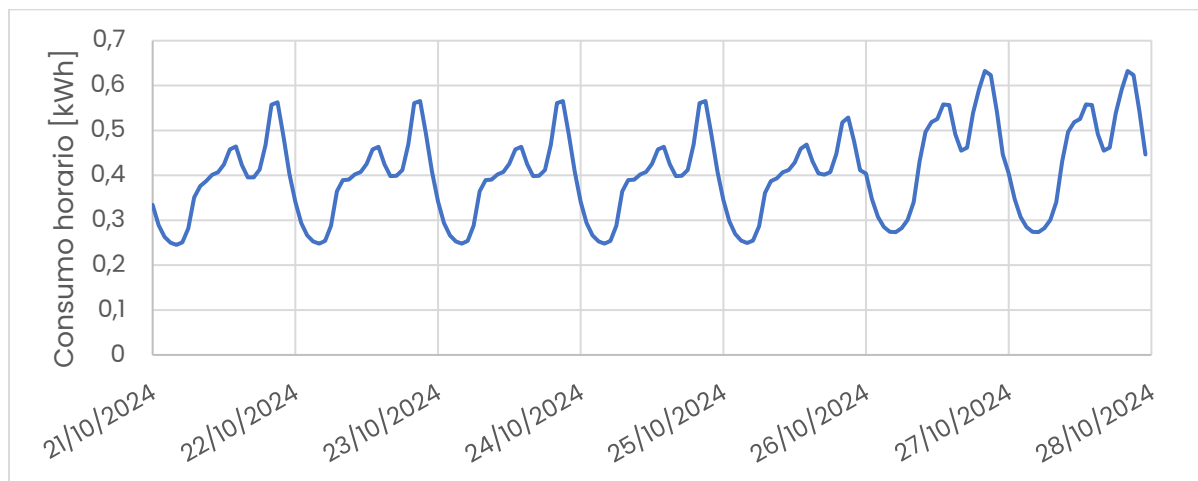
Partindo dos datos de consumo horario e a metodoloxía do apartado previo, constrúese a curva de carga horaria anual real da totalidade dos consumos municipais aportados. Representase a curva de consumo estimada para unha semana do mes de outubro na Gráfica 4.



Gráfica 4: Curva de consumo estimada dos edificios municipais

O consumo municipal anual real dos edificios facilitados que foron considerados é de 766 MWh, o que equivale a unha media mensual de 63,8 MWh.

Por outra banda, elabórase a curva de consumo dun fogar tipo, baseada nos datos do IDAE e de REE. Na mesma semana de outubro previamente representada, o perfil segue a Gráfica 5.



Gráfica 5: Curva de consumo dun fogar tipo

5.2.2. ESTIMACIÓN DA POTENCIA MÁXIMA INSTALABLE

A continuación preséntase o dimensionamento previo sobre as cubertas dos edificios:

- **Policía municipal**
 - Referencia catastral: 5276336NH1057N
 - Localización: 42°31'11.8"N 8°48'53.6"W
 - Non considerada por pouca potencia instalable (<20 kWp)

- **Centro de día**

Consideradas dúas orientacións no mesmo edificio: orientación 1 / orientación 2

- Referencia catastral: 5362908NH1056S
- Localización: 42°30'25.1"N 8°48'57.8"W
- Azimut Sur¹³: 75 / -105 °
- Inclinación: 5 / 5 ° (coplanar¹⁴)
- Producción específica (PvGIS): 1.157 / 1.124 kWh/kW
- Superficie ocupada (paneis): 260 m²
- Número de paneis: 98

¹³ O azimut dun panel solar (campo solar) é o ángulo que forma a súa orientación no plano horizontal respecto ó Sur.

¹⁴ Nunha instalación coplanar a inclinación da cuberta e do campo solar son coincidentes.

- Potencia instalable: 49 kWp
- Producción anual: 55,9 MWh



Figura 6. Cubertas centro de día

- **Piscina municipal**

- Referencia catastral: B11001500NH10H
- Localización: 42°31'21.2"N 8°48'54.2"W
- Azimut Sur: 90 / -90 °
- Inclinação: 5 / 5 ° (coplanar)
- Producción específica (PvGIS): 1.142 / 1.138 kWh/kW
- Superficie ocupada (paneis): 350 m²
- Número de paneis: 132
- Potencia instalable: 66 kWp

- Producción anual: 75,2 MWh



Figura 7. Cubertas piscina municipal

As instalacións cubrirían unha área de radio 2.000 metros nos que os consumidores interesados se poderán integrar no proxecto da comunidade enerxética (autoconsumo fotovoltaico en cuberta). A vila de Cambados topárase enteiramente dentro da área, se ben o Leste e Sur do municipio non entraría. A Figura 8 mostra a situación dos proxectos e os radios para á adhesión a eles. Non todos os consumos municipais aportados polo Concello atópanse nos radios, aqueles que se topan dentro foron os indicados previamente.

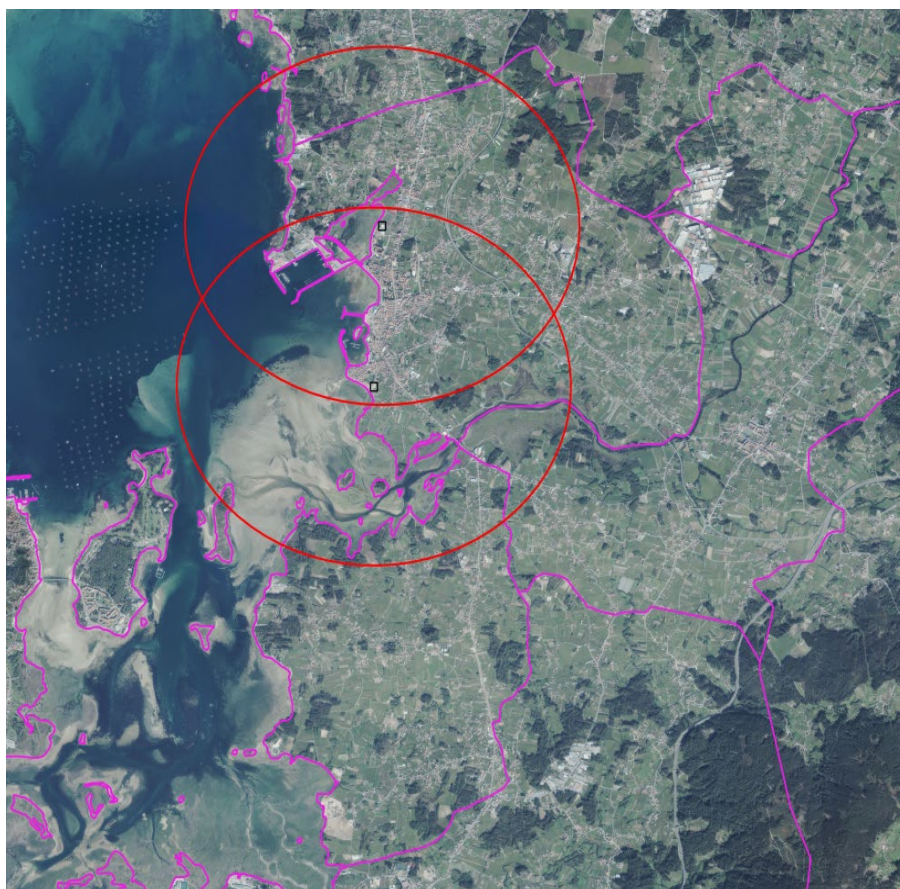


Figura 8. Radios de 2.000 m para o autoconsumo colectivo

A modo de resumo, preséntanse na Tabla 2 os resultados do dimensionamento previo.

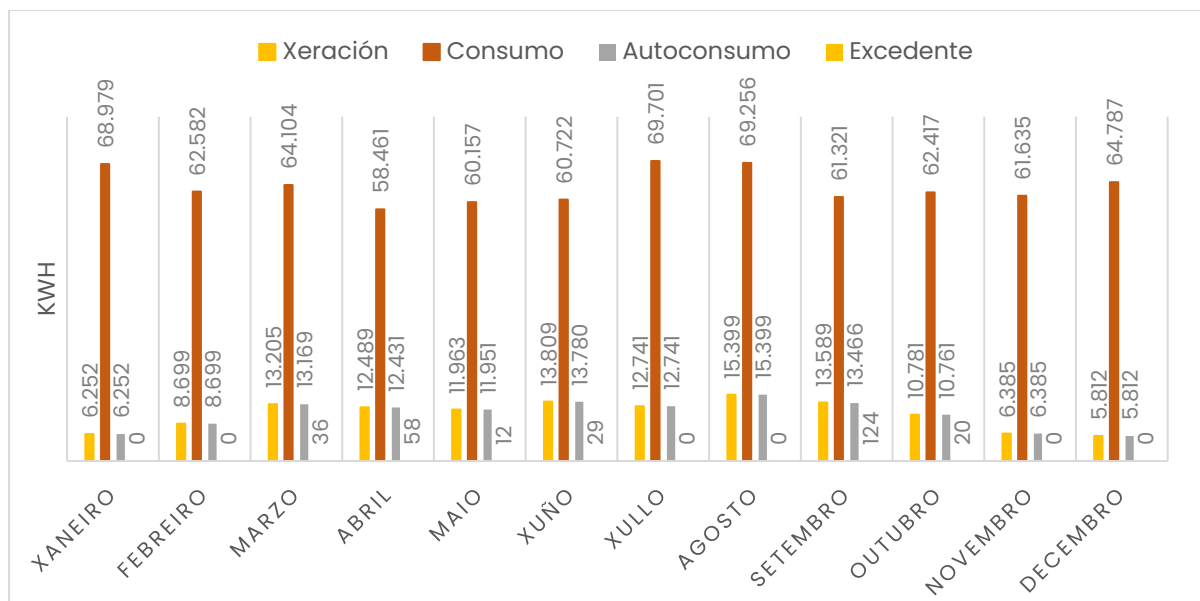
Tabla 6: Resumo da potencia instalable nos edificios municipais

Edificio	Potencia [kWp]	Producción específica [kWh/kW]	Producción anual [MWh]
Centro de día	49	1.141	55,9
Piscina municipal	66	1.140	75,2
TOTAL	115	1.140¹⁵	131,1

¹⁵ Media ponderada da produción de todos os edificios respecto da potencia considerada de instalación.

5.2.3. BALANCE ENERXÉTICO

O balance enerxético mensual, tendo en conta unicamente os consumos dos edificios municipais, refléxase na Gráfica 6. Como se pode observar, o excedente é moi baixo todo o ano, por mor de teren un consumo moi superior á xeración considerada.



Gráfica 6: Balance enerxético mensual (só Concello)

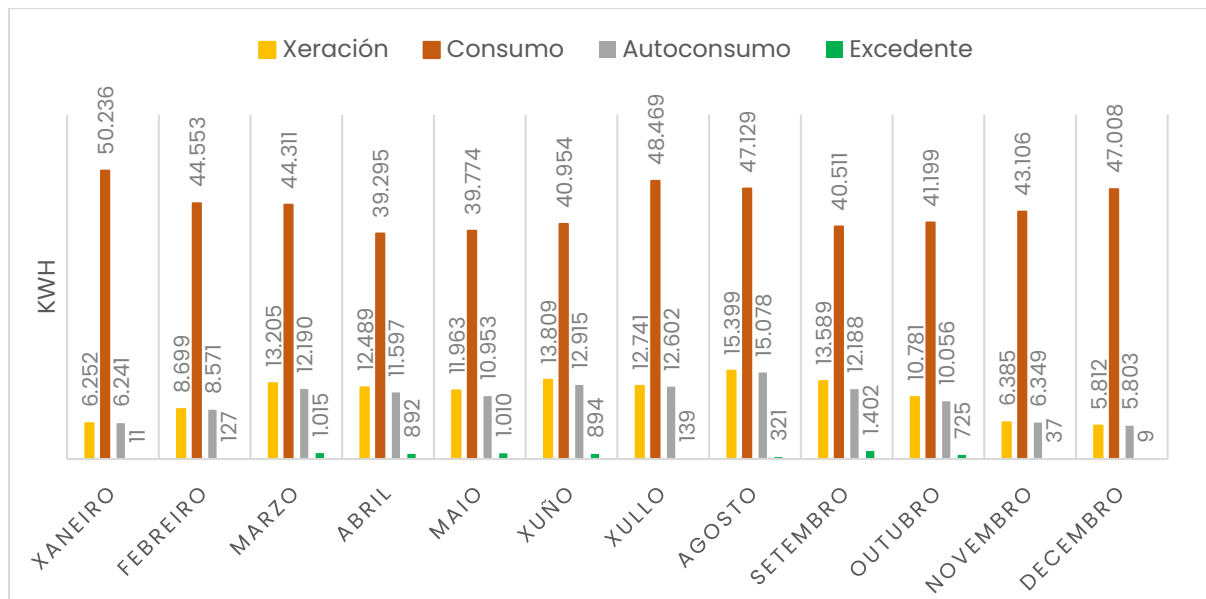
Por outra banda, o resumo global da Tabla 7 mostra que o excedente é practicamente nulo. A cobertura da demanda sitúase no 17 %, é dicir, que a enerxía demandada da rede reduciríase esa cantidade para esa potencia.

Tabla 7: Balance enerxético anual (só Concello)

	CONSUMO [MWh]	XERACIÓN [MWh]	EXCEDENTE [MWh]	AUTOCONSUMO [MWh]
TOTAL	764	131	< 1	131
TOTAL SOBRE A XERACIÓN			0,2 %	99,8 %
COMERTURA DA DEMANDA				17,1 %

Segundo o comentado neste apartado, conclúese que non existiría potencial para incluír a fogares do municipio no autoconsumo colectivo xunto cos consumos do Concello, para a potencia máxima instalable de todas as cubertas, dado que se o consumo cubriría toda a xeración.

Sen embargo, o obxectivo do proxecto non sería o autoconsumo colectivo para o consumo municipal exclusivamente, senón a súa realización nunha comunidade enerxética local (concello+veciños). Considerando que o 50 % da enerxía fose para o Concello e o 50 % restante para veciños interesados, poderíase incorporar ó autoconsumo colectivo o 38 % do consumo municipal indicado previamente. Para reducir o excedente ó 5 %, poderíase incluír á comunidade enerxética un total de 60 fogares tipo (1 % da poboación municipal). O novo balance enerxético, incluíndo no consumo parcial dos edificios municipais e o dos fogares, refléxase na Gráfica 7.



Gráfica 7: Balance enerxético mensual (Concello+fogares)

Por outra banda, o resumo global da Tabla 8 mostra que o novo excedente é do 5 %. A cobertura da demanda sitúase neste caso no 24 %, é dicir, que a enerxía demandada da rede reduciríase esa cantidade para esa potencia fotovoltaica. A enerxía producida pola fotovoltaica é a mesma, dado que non se modifica a instalación.

Tabla 8: Balance enerxético anual (Concello+fogares)

	CONSUMO [MWh]	XERACIÓN [MWh]	EXCEDENTE [MWh]	AUTOCONSUMO [MWh]
TOTAL	527	131	7	125
TOTAL SOBRE A XERACIÓN			5,0 %	95,0 %
COMERTURA DA DEMANDA				23,7 %

5.2.4. CÁLCULO DOS INDICADORES FINANCEIROS

5.2.4.1. PREZO DA INSTALACIÓN

Dado que o caso de estudo contempla a instalación de fotovoltaica en diferentes edificios do municipio, considérase o prezo de cada edificio por separado, xa que non se trata dunha única instalación. A Tabla 9 resume os resultados dos prezos de instalación estimados.

Tabla 9: Resumo dos prezos de instalación por ubicación

Edificio	Potencia [kWp]	Prezo unitario [€/kWp]	Prezo instalación [€]
Centro de día	49	1.240	60.760
Piscina municipal	66	1.130	74.580
TOTAL	115	1.176,87¹⁶	135.340

5.2.4.2. CÁLCULO FINANCEIRO

Neste apartado calcúlanse os fluxos de caixa esperados no período de cálculo (Tabla 10), así como outros indicadores financeiros.

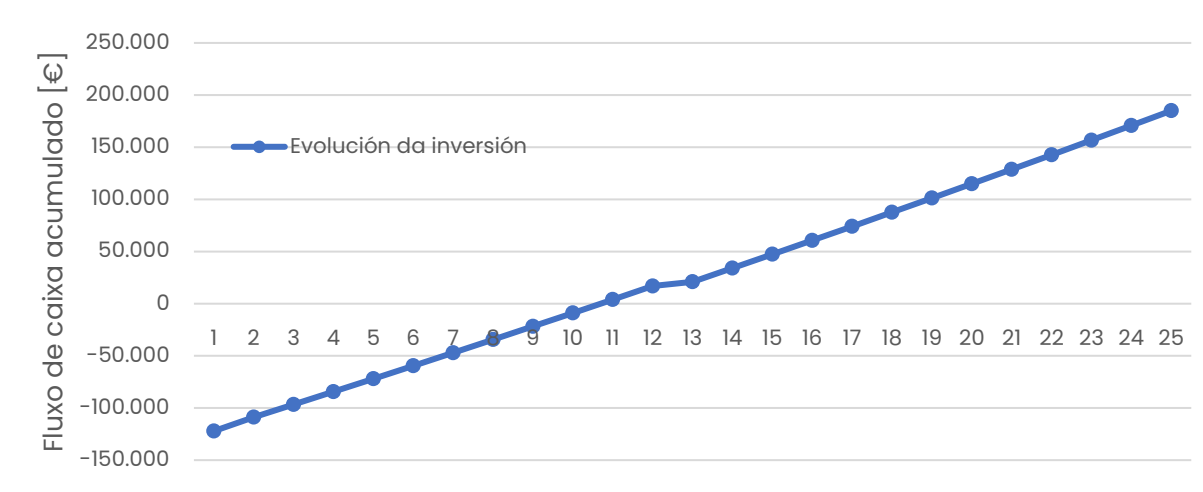
Tabla 10: Fluxos de caixa

ANO	FLUXO DE CAIXA [€]	ACUMULADO [€]	ANO	FLUXO DE CAIXA [€]	ACUMULADO [€]
0	-135.340	-135.340	14	13.147	34.118
1	13.205	-122.135	15	13.239	47.357
2	13.309	-108.826	16	13.332	60.690
3	12.194	-96.632	17	13.426	74.116
4	12.276	-84.356	18	13.521	87.637
5	12.359	-71.997	19	13.617	101.255
6	12.443	-59.554	20	13.714	114.969
7	12.528	-47.027	21	13.812	128.781
8	12.613	-34.413	22	13.911	142.692
9	12.700	-21.713	23	14.011	156.703
10	12.787	-8.926	24	14.111	170.814

¹⁶ Media ponderada do prezo unitario de todas as instalacións respecto da potencia considerada de cada unha delas.

11	12.876	3.950	25	14.213	185.027
12	12.965	16.915	TOTAL	185.027 €	
13	4.056	20.971			

Na Gráfica 8 compróbase que o período de retorno da inversión é de 10 anos.



Gráfica 8: Fluxos de caixa

A modo de resumo, expóñense a continuación na Tabla 11 os resultados financeiros da inversión na instalación fotovoltaica. Tamén se recollen os resultados no caso de ser obxecto a instalación de algún tipo de subvención ou axuda, dependendo da porcentaxe do custo que cubrise esa axuda.

Tabla 11: Resultados da inversión con subvención

PORCENTAXE SUBVENCIONADA [%]	INVERTIMENTO [€]	AFORRO ACUMULADO [€]	TIR [%]	PERÍODO DE RETORNO [ano]
Sen subvención	135.340	185.027	8,0	10,7
20	108.272	212.095	10,7	8,6
30	94.738	225.629	12,6	7,5
40	81.204	239.163	15,1	6,4
50	67.670	252.697	18,4	5,4
60	54.136	266.231	23,2	4,3

5.2.5. RESUMO DOS INDICADORES

Para avaliar a viabilidade dun proxecto é fundamental considerar unha combinación de indicadores económicos, financeiros, sociais, ambientais e técnicos. Estes permiten valorar non só a rendibilidade do proxecto, senón tamén o seu impacto social e ambiental e a súa sustentabilidade a longo prazo. Entre os seus beneficios destácase que a produción fotovoltaica diminúe de forma directa as emisións asociadas á produción de electricidade.

A continuación expóñense neste apartado a totalidade dos indicadores a analizar, que se presentan na Tabla 12.

Tabla 12: Resumo de indicadores

TIPO	INDICADOR	RESULTADO
Económico ¹⁷	LCOE [€/MWh]	101,5
	Custo - Beneficio	1,14
	Impacto económico [1-5]	4
Financeiro	CAPEX [€]	135.340
	OPEX [€]	44.202
	VAN [€]	18.930
	TIR [%]	8,0
	Período de retorno [ano]	10,7
Social	Participación cidadá ¹⁸ [1-5]	3
	Equidade no acceso a beneficios ¹⁹ [1-5]	4

¹⁷ En canto a outros beneficios económicos das instalacións fotovoltaicas, podemos destacar os seguintes:

- Mellora da saúde pública
- Redución das perdas agrícolas pola mellora da calidade do aire
- Diminución do deterioro do medio natural por choiva ácida
- Incremento no valor da propiedade
- Fortalecemento da rede eléctrica local
- Redución dos conflitos polo acceso ós recursos enerxéticos
- Independencia enerxética
- Etc.

¹⁸ Dado que se trata dun estudo, en principio, dun autoconsumo colectivo coa posibilidade de integración dun 1 % da poboación municipal. Na medida en que se poidan incorporar todos os consumos ou incluso buscar novas ubicacións e aumentar a participación, este indicador será alto.

¹⁹ Asísumese un apoio do concello para a inclusión de fogares vulnerables no proxecto.

TIPO	INDICADOR	RESULTADO
Ambiental	Redución da pegada de CO ₂ [kg CO ₂ /ano]	16.259
	Mellora na calidade do aire ²⁰ [1-5]	5
	Impacto no solo ²¹ [1-5]	5
Técnico	Produción [MWh/ano]	131
	Autoconsumo [MWh/ano]	125
	Excedente [MWh/ano]	7
	Produción específica [kWh/kW]	1.140
	Índice de autoconsumo [%]	95
	Cobertura da demanda [%]	24
	Fiabilidade ²² [1-5]	4
	Integración almacenamento e mobilidade ²³ [1-5]	1

²⁰ Dado que a xeración mediante enerxía fotovoltaica está practicamente libre de emisións de CO₂, redúcese de forma directa o consumo enerxético das fontes tradicionais (rede pública).

²¹ Posto que a instalación se executa sobre cubertas existentes, é nulo.

²² Considérase elevada. Os paneis fotovoltaicos soen ter garantías de rendemento a 25 anos, e garantías xerais de produto de 10-15 anos. Por outra banda, os compoñentes xerais eléctricos tamén presentan alta fiabilidade (interruptores, cabreado, canalizacións, etc.). De todos os elementos da instalación, o que menor fiabilidade soe presentar é o inversor. A garantía dos inversores soe ser de 5 anos, sen prexuízo de que nalgúñas marcas poida ser maior. Ó ser un compoñente da electrónica de potencia, presenta as principais desvantaxes destes equipos, sendo especialmente sensibles ante sobretensións transitorias de tipo raio.

²³ Como poden ser sistemas de baterías ou instalación de recarga de vehículos eléctricos, esta instalación non está ligada directamente con ningunha destas tecnoloxías. Se ben no futuro pódese aproveitar a enerxía da fotovoltaica para realizar estas actividades, en principio non se considera, polo que a integración é nula.

6. CONCLUSIONES

Este apéndice complementa ó estudo provincial de aproveitamento de enerxías renovables na provincia de Pontevedra, particularizando o seu alcance no municipio de Cambados.

O municipio de Cambados ten na actualidade un consumo enerxético con forte dependencia de combustibles fósiles. No caso concreto da electricidade, a industria presenta un consumo superior ós servizos e ó residencial, o 49 % dun total de 56,1 GWh.

O municipio presenta un potencial de xeración renovable alto, neste apéndice valórase de xeito cuantitativo ese potencial para as tecnoloxías estudadas, partindo dos resultados do análise provincial. Este potencial varía, en maior ou menor medida, dependendo do recurso estudado e a ubicación concreta dentro do propio municipio. Se ben este estudo achega unha primeira identificación dese potencial, compre ter en conta os condicionantes concretos e o aproveitamento tecnolóxico de cada recurso para a valoración de futuros proxectos.

O estudo técnico-ambiental-territorial confirma que o municipio conta con condicións favorables para o desenvolvemento dunha comunidade enerxética, tanto polo seu potencial renovable como pola súa capacidade de integración na rede e compromiso ambiental do goberno local. A correcta planificación e execución destas medidas permitirá unha transición enerxética sostible e eficiente, garantindo beneficios tanto ambientais como sociais para o conxunto da poboación.

Da cuantificación de potencial pódense extraer as seguintes conclusións:

- **Potencial solar**

A análise confirma que o municipio posúe condicións favorables para o desenvolvemento dunha comunidade enerxética solar, tanto en cubertas de edificios municipais como en terreos dispoñibles. Coas inclinacións óptimas recomendadas e a alta irradiación global, a implantación de paneis fotovoltaicos podería xerar un importante aforro enerxético para o municipio e os seus habitantes. O municipio presenta producións específicas estimadas para instalacións en chan e en cuberta de 1.367 e 1.230 kWh/kW respectivamente, interesantes para o desenrolo fotovoltaico. De toda a superficie de cubertas do municipio, estímase que existe espazo para instalar aproximadamente 91 MW, o que podería producir potencialmente 112 GWh eléctricos anuais, superior ó consumo eléctrico actual do municipio.

- **Potencial eólico**

O municipio de Cambados non presenta zonas de elevado recurso que poderían ser potencialmente lugares para o desenvolvemento da enerxía eólica, tanto para a gran eólica como para a minieólica. Ademais, as zonas ZEPA do territorio son un impedimento para o desenvolvemento desta tecnoloxía.

- **Minihidráulica**

A minihidráulica non se aborda no estudo provincial por non contar cun inventario de infraestrutura hidráulica abandonada (muíños, presas, pequenos saltos hidráulicos, etc.).

- **Potencial biomasa**

O municipio extrae un equivalente enerxético nas explotacións forestais de 2.383 MWh anuais. Cabe ter en conta que este é o potencial máximo dispoñible no recurso extraído no municipio para a produción de biomasa, e non un valor de potencia concreto para a promoción dunha instalación enerxética. O análise dunha instalación de biomasa dependerá da escala do proxecto, e poderá ter en conta tanto os recursos no municipio e a súa contorna, como os da comarca ou incluso da provincia. Compre destacar tamén a importancia dunha xestión forestal sostible. Existen varias certificacións como a FSC ou a PEFC que garanten a existencia dun monte xestionado de forma sostible, se ben isto non implica que o resto da superficie forestal está xestionada de forma non sostible, pero é unha garantía de orixe do recurso forestal.

No ámbito do consumo térmico local, ten moito sentido a creación dunha comunidade enerxética que poida xestionar tarefas como o aproveitamento de biomasa xerada (aproveitamento madeireiro para o autoconsumo, residuos de procesos produtivos, etc.), compra conxunta de pelet ó por maior, compra de peletizadoras, proxectos de caldeiras compartidas, etc., entre particulares e empresas do municipio.

- **Potencial biogás**

O municipio existe un potencia de xeración térmica de biogás de 2.919 MWh anuais procedente de residuos gandeiros, relacionada concretamente coa industria avícola. A industria gandeira local non é suficiente como para considerar a execución dun proxecto de xeración a grande escala. Sen embargo, unha coxeración que poida ter unha potencia contida e axustada ó residuo local xerado, que estivese asociada a un consumo eléctrico e térmico elevado (autoconsumo), é valorable.

A análise técnico-ambiental-territorial do biogás en Cambados evidencia un potencial baixo, derivado da súa actividade agrícola e gandeira.

 OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	55
		INFORME	

- **Potencial xeotérmico**

O desenvolvemento da enerxía xeotérmica en Pontevedra representa unha oportunidade estratéxica para a transición enerxética en Galicia. A súa integración en infraestruturas residenciais, comerciais e industriais pode contribuír á sustentabilidade e á eficiencia enerxética da rexión. O recurso xeotérmico a 50 metros de profundidade no municipio é de 573 GWh, valor referencia para a promoción da xeotermia a pequena escala. Con accións como a mellora da planificación das instalacións e promoción de políticas que favorezan a súa adopción, Pontevedra pode consolidarse como unha rexión referente no aproveitamento desta fonte de enerxía renovable.

Este documento presenta tamén un **estudo de aproveitamento das cubertas de titularidade municipal** para a explotación da fotovoltaica para o autoconsumo colectivo. O estudo estima a potencia que se podería chegar a instalar en cada edificio para o aproveitamento nunha comunidade enerxética local, incluíndo tanto os consumos dos edificios municipais como os de fogares.

O potencial máximo de xeración empregando os 2 edificios propostos é de 131 MWh/ano, para unha potencia de 115 kWp instalados e 1.140 kWh/kW de produción específica. Os datos amosan un potencial elevado para a promoción de instalacións solares para o autoconsumo colectivo, cos datos de produción específica por riba de 1.100 kWh/kW en ambos casos.

Do balance enerxético pódese concluír que, para un total de 60 vivendas sumadas ó consumo parcial público municipal, a potencia fotovoltaica axústase ás necesidades da demanda.

A instalación fotovoltaica en cuberta está completamente aliñada cos obxectivos climáticos. A enerxía producida está practicamente libre de emisións contaminantes, reducindo directamente a pegada de carbono asociada ó consumo eléctrico (16 Tm CO₂/ano), que no mix español inda ten unha importancia significativa. Esta redución tradúcese nunha mellora da calidade do aire, ao diminuír o uso de fontes convencionais, cun impacto nulo no solo.

A participación cidadá pode chegar a ser moi elevada, ó tratarse dun autoconsumo colectivo onde está incluída a administración local e fogares municipais. Na medida na que se poidan incorporar todos os consumos (60 fogares - 1% da poboación) á comunidade enerxética alén dos edificios do concello e incluso considerar novas ubicacións, este indicador será alto. Por outra banda, a creación de emprego local tamén é moderada, debido á importación dos principais compoñentes, se ben parte do investimento repercutirá no ámbito local.

+Renovables OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	56
		INFORME	

A fiabilidade dos sistemas fotovoltaicos é elevada, con garantías longas para paneis e compoñentes eléctricos, e algo menor para inversores por ser elementos máis sensibles.

Cabe destacar tamén a moi boa sinerxía que presentan as instalacións fotovoltaicas con outras tecnoloxías consideradas limpas. Ó ser unha fonte de xeración eléctrica cun comportamento moi predicible, combina moi ben con sistemas de almacenamento en baterías. Tamén presenta moi boa sinerxía con sistemas térmicos, tanto de produción de auga quente sanitaria mediante termos eléctricos ou especialmente de refrixeración. Actualmente están a desenrolarse instalacións de xeración e almacenamento asociadas a puntos de recarga para o vehículo eléctrico, de forma que se poida compatibilizar a crecente demanda coa rede existente, sen ter que facer grandes investimentos en nova infraestrutura. A xeración renovable distribuída posibilita unha mellor integración do vehículo eléctrico. Tendo insto en conta, compre analizar a posibilidade de integración da fotovoltaica con tecnoloxías de almacenamento, puntos de recarga para o vehículo eléctrico, aerotermias, caldeiras eléctricas, etc.

Este informe presenta un estudo de viabilidade partindo dunhas premisas de consumo específicas. O documento identifica un potencial en 2 edificios municipais para unha instalación de autoconsumo colectivo, sen embargo, a potencia óptima a promover para unha comunidade enerxética non ten por que axustarse ós valores reflexados. Isto dependerá da cantidade de consumos que se poidan incorporar ó autoconsumo colectivo, así como á súa demanda. A potencia a considerar para a instalación debe axustarse ás necesidades finais que identifique o grupo promotor.

En definitiva, a implantación dunha instalación fotovoltaica en Cambados, promovida por unha comunidade enerxética local, preséntase como unha opción sustentable a nivel ambiental, técnico e social. O proxecto contribuiría tanto á eficiencia enerxética como á transición ecolóxica do municipio.

 OFICINA DE TRANSFORMACIÓN COMUNITARIA OTC DEPO		XULLO 2025	57
		INFORME	

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] ASEME, CIDE, E-DISTRIBUCIÓN, E-REDES, I-DE, UFD, VIESGO, «datadis,» [En línea]. Available: <https://datadis.es/home>. [Último acceso: Maio 2025].
- [2] Instituto Galego da Enerxía, «INEGA,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.inega.gal/gl/publicacions/enerxia-en-galicia/consumo-de-enerxia>. [Último acceso: Abril 2025].
- [3] Xunta de Galicia, «SIOTUGA,» [En línea]. Available: <https://siotuga.xunta.gal/siotuga/>. [Último acceso: Maio 2025].
- [4] Oficina de Transformación Comunitaria da Deputación de Pontevedra, «Informe Provincial – Estudo Enerxético Deputación de Pontevedra,» 2025.
- [5] Instituto Nacional de Estadística, «INE,» 2021. [En línea]. [Último acceso: Abril 2025].
- [6] Instituto Geográfico Nacional, «IGN,» [En línea]. Available: <https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/home>. [Último acceso: Maio 2025].
- [7] Danish Energy Agency, «Global Wind Atlas,» [En línea]. Available: <https://www.globalwindatlas.info>. [Último acceso: abril 2025].
- [8] Xunta de Galicia, «Plan Básico Autonómico,» [En línea]. Available: <https://mapas.xunta.gal/visores/pba>. [Último acceso: abril 2025].
- [9] Xunta de Galicia, «Inventario Forestal Continuo de Galicia,» 2024. [En línea]. [Último acceso: Abril 2025].
- [10] Xunta de Galicia, «Sintema de indicadores da administración dixital,» [En línea]. Available: <https://indicadores-forestal.xunta.gal/portal-bi-internet/dashboard/Dashboard.action>. [Último acceso: Maio 2025].
- [11] Instituto Nacional de Estadística, «Explotaciones ganaderas por tipo de ganado,» [En línea]. Available: <https://www.ine.es>. [Último acceso: abril 2025].
- [12] Dirección de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Cambio Climático de Argentina , «Manual del biogás».
- [13] Agencia Andaluza de la Energía, «Estudio Básico del Biogás,» 2011.
- [14] McKinsey Sustainability, «McKinsey Sustainability,» [En línea]. Available: <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/net-zero-electrical-heat-a-turning-point-in-feasibility>. [Último acceso: Maio 2025].
- [15] Instituto Galego de Estatística, «IGE,» 2022. [En línea]. Available: https://www.ige.gal/web/mostrar_actividade_estadistica.jsp?codigo=0304007. [Último acceso: abril 2025].
- [16] H. T. Nguyen, «Solar Photovoltaic Resource Assessment From The Macro Scale To The Meso Scale Using Airborne Laser Scanning Data And Open Source Tools,» 2011.
- [17] Instituto Galego de Estatística, «Censo de poblacion y viviendas,» 2011.

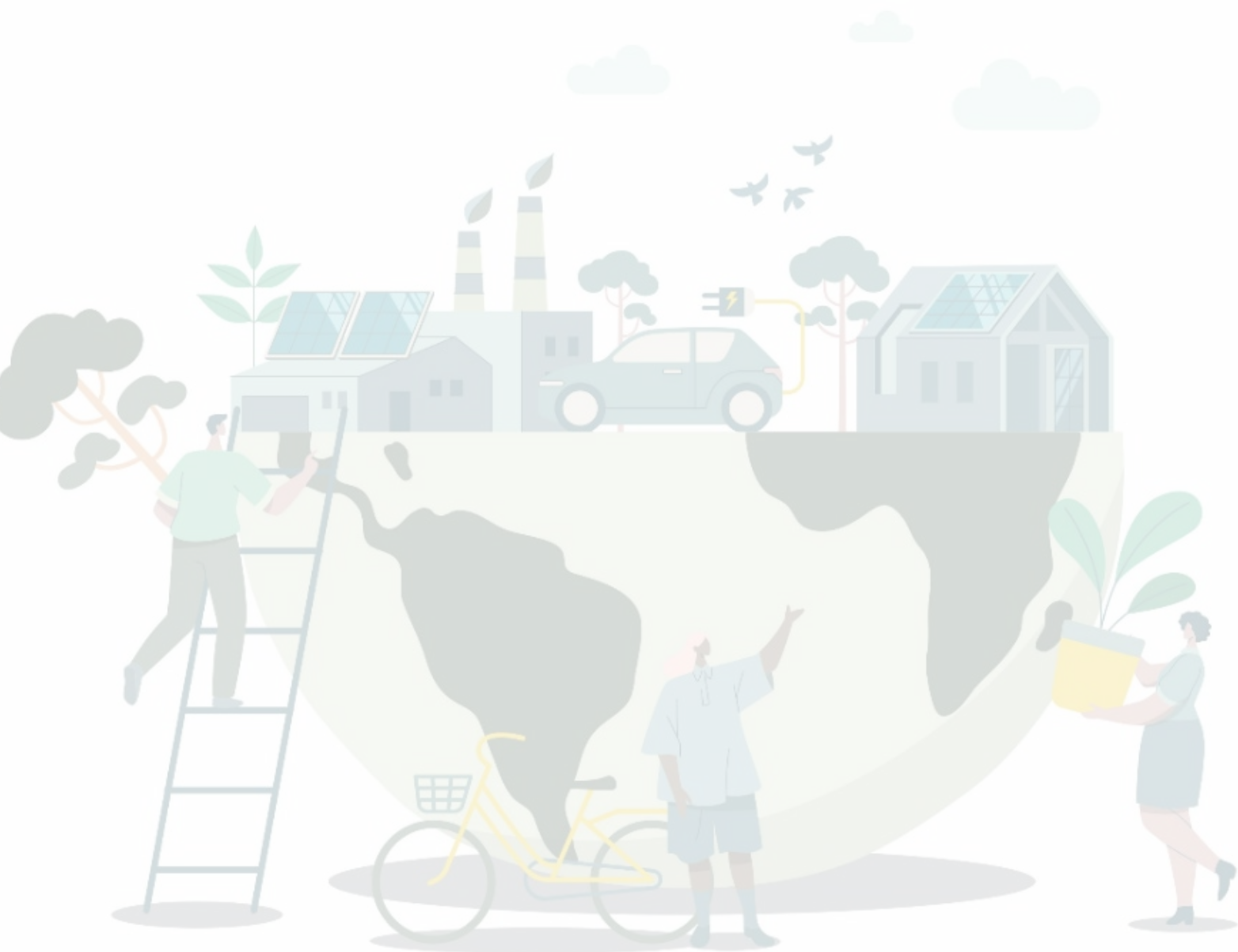
[18] Xunta de Galicia, «Sistema de Indicadores da administración dixital,» 2024. [En línea]. Available: <https://indicadores-forestal.xunta.gal/portal-bi-internet/dashboard/Dashboard.action>. [Último acceso: Abril 2024].

[19] Xunta de Galicia, «Informe de superficie de aproveitamentos madeireiros da Xunta de Galicia no ano 2.024,» 2024.

[20] Xunta de Galicia, «Diario Oficial de Galicia,» 2025. [En línea]. Available: https://www.xunta.gal/dog/Publicados/2025/20250331/AnuncioG0766-210325-0001_es.html. [Último acceso: Maio 2025].

+Renovables

OFICINA DE TRANSFORMACIÓN
COMUNITARIA OTC DEPO



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU

