

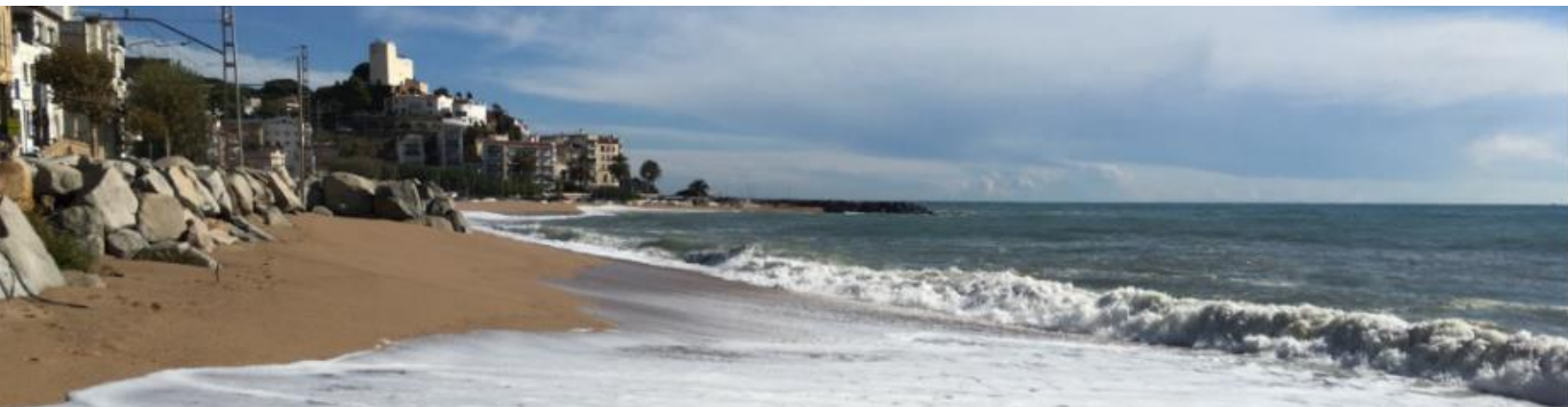


Estudi de la viabilitat d'un sistema energètic basat en renovables a Sant Pol de Mar

MEMÒRIA DEL TREBALL DE FI DE GRAU

Isaac Rovira | Tallulah Sardin | Alba Serna

CIÈNCIES AMBIENTALS | FEBRER 2017



"Un pueblo sin energía propia es un pueblo sin futuro"

J. García Brea

Resum

Des de l'inici de la revolució industrial al 1750, la població mundial ha augmentant exponencialment any rere any. Aquest increment, per això, no ha estat únicament demogràfic sinó que ha anat estretament lligat als avenços tecnològics i a un resultat augment de la necessitat de consumir cada vegada més energia. Desgraciadament, les conseqüències d'aquest incessant creixement en cadena dels sectors, no han fet sinó començar. Actualment, els nivells de CO₂ atmosfèric i d'altres Gasos d'Efecte Hivernacle (GEH), de causa antròpica, són els més alts que s'han enregistrat a la història de la Terra fins al moment. El consum energètic mundial i, per tant, de combustibles fòssils és abusiu i insostenible, motiu pel qual tant els grups activistes ecologistes, com la majoria de la comunitat mundial de científics estan cada vegada més alarmats. La Organització de les Nacions Unides (ONU), mitjançant el Marc de Canvi Climàtic, va celebrar la Conference of Parties (COP) 21 a París, al desembre de 2015 i va determinar que per al 2020 s'hauria de limitar, definitivament, l'augment de temperatures als dos graus, punt en el qual els efectes del canvi climàtic esdevindran completament irreversibles.

Tenint en compte això, aquest projecte té com a objectiu crear un sistema de renovables, a petita escala, per al municipi de Sant Pol de Mar, situat a la costa del Maresme, a l'est de Catalunya. La idea és que aquest pugui servir com a model de referència per a municipis similars i contribuir, de mica en mica, a disminuir el consum global d'energies convencionals, mitjançant la implementació de mesures d'eficiència i la instal·lació de petits sistemes d'energies renovables. Els punts clau són, doncs, un principi de transició de model energètic que anirà lligat a un estalvi en el consum energètic del municipi capaç de promocionar, en un futur, l'autosuficiència energètica de Sant Pol.

Aquest treball s'ha realitzat utilitzant eines interdisciplinàries i estudiant el municipi en els diversos àmbits: geogràfic, administratiu, legal, social i ambiental.

Així com dins el marc legal i administratiu s'ha constatat la possibilitat del projecte, s'ha comprovat també quina és la percepció social dels habitants del municipi, referent a les energies renovables i al projecte en qüestió, concloent que la població és partidària de tot allò que se'ls ha proposat en quant a eficiència energètica i energies renovables.

Els resultats obtinguts en tots els àmbits han estat satisfactoris ja que, en cada part del treball, s'ha arribat a conclusions favorables en relació als objectius. S'ha aconseguit un 36% d'estalvi en el consum energètic dels vuit equipaments de més consum del municipi mitjançant millores d'eficiència que, alhora, ha permès dissenyar un sistema d'energies renovables capaç d'abastir-los amb energia solar.

En els darrers apartats, s'han realitzats càlculs ambientals referents a la petjada de carboni i s'han establert una sèrie de propostes per ajudar a desenvolupar noves iniciatives al municipi de Sant Pol de Mar, per a continuar amb projectes que propiciïn l'eficiència energètica, l'ús de renovables i involucrin a la població en qüestions mediambientals.

Abstract

Ever since the start of the industrial revolution in 1750, global population has escalated year after year. This increase, nonetheless, has not only been demographic, but has been intimately linked to technological advances and a resulting boost in the supposed necessity to consume ever more energy. Regrettably, the consequences of such ceaseless growth in all sectors have only just started. Today, atmospheric CO₂ and other Greenhouse Gas (GHGs) levels, as a result of anthropogenic factors, are higher than ever before. Worldwide energy consumption, and implicitly, of fossil fuels, is abusive and unsustainable, reason for which environmental activist groups, as well as most of the global scientific community, are becoming increasingly alarmed. The United Nations Organisation (UN), with the celebration of the Conference of the Parties (COP) 21, or Climate Change Conference, in december 2015, established that by 2020, the temperature increase must be limited to a maximum two degrees centigrade, an increase that if surpassed would lead to irreversible climate change.

Taking all of the above into consideration, this thesis has been written with the objective of creating a renewable energy system, at a small scale, for the municipality of Sant Pol de Mar, situated on the coast of the Maresme county, at the east of Catalonia. The main idea was for it to be a reference model for similar towns and cities, which would contribute, little by little, to reduce global consumption of conventional energy, through the implementation of energy efficiency measures and the installation of small renewable energy systems. Hence, the key point is an energy transition model coupled to savings in energy consumption within the municipality, which could ultimately lead to a self-sufficient version of Sant Pol de Mar.

This thesis has been developed using interdisciplinary tools, and studying the municipality from different perspectives, by taking geographical, administrative, legal, social and environmental aspects into account.

The possibility of the application of the defined project has been assured by contrasting it with legal and administrative requirements. Furthermore, the social perception of the town's inhabitants, with relation to renewable energies in general, and the project in question, has been evaluated. This way, it has been found that there is general acceptance of the proposal.

Overall, the results obtained have been satisfactory, as in every part of the thesis, favourable conclusions have been extracted in relation to the original objectives. It has been calculated that 36 per cent of the energy consumption of the eight elected municipal buildings for the study could be saved through the use of energy efficiency measures. The resulting consumption has been used to design a renewable energy system capable of supplying all of these buildings with solar energy.

The last sections have been dedicated to the calculation of the carbon footprint of the project, as well as a series of proposals to aid in the development of new initiatives within the municipality of Sant Pol de Mar, with the aim of continuing to apply projects which facilitate energy efficiency, the use of renewable energy and involve the population in environmental topics.

Taula de continguts

LLISTA D'ACRÒNIMS I ABREVIACIONS	10
LLISTA DE FIGURES	11
LLISTA DE TAULES.....	14
1. ANTECEDENTS.....	18
1.1. Introducció.....	18
1.2. Anàlisi de la situació actual al municipi	18
1.1.1. Context geogràfic	18
1.1.2. Estudi polític, legal i social	23
1.1.3. Estudi econòmic.....	28
1.2. Marc legal del projecte	29
1.2.1. Normativa Europea	30
1.2.2. Normativa estatal	31
1.2.3. Normativa Autonòmica	33
1.3. Energies renovables: descripció i abast.....	33
1.3.1. Introducció	33
1.3.2. Energia solar fotovoltaica	33
1.3.3. Energia hidroelèctrica	35
1.3.4. Energia eòlica	35
1.4. Municipis de referència	36
1.4.1. Introducció	36
1.4.2. El municipi de Rubí: “Rubí Brilla”	36
1.4.3. Gorona del Viento, El Hierro	37
2. JUSTIFICACIÓ.....	40
3. OBJECTIUS.....	43
4. METODOLOGIA.....	45
4.1. Diagrama de la metodologia de treball.....	45
4.2. Fase preliminar	46
4.2.1. Recerca documental.....	46
4.2.2. Consultes a professionals i contrast d’informació	46

4.2.3.	Identificació de la zona d'estudi	46
4.2.4.	Acotament inicial: comparació de tecnologies, emplaçaments i costos	47
4.3.	Fase d'estudi.....	47
4.3.1.	Elaboració i anàlisi d'informació cartogràfica.....	47
4.3.2.	Anàlisi de consums	48
4.3.3.	Anàlisi del grau d'eficiència de la demanda actual	53
4.3.4.	Anàlisi de possibles accions en eficiència energètica	55
4.3.5.	Disseny i dimensionament del sistema d'energies renovables	58
4.3.6.	Estudi social: percepció pública i anàlisi d'altres projectes similars	61
4.3.7.	Càlculs econòmics i ambientals del sistema	68
5.	RESULTATS I DISCUSSIÓ	71
5.1.	Introducció.....	71
5.2.	Ànàlisi cartogràfic: caracterització de la zona d'estudi	71
5.2.1.	Localització i situació.....	71
5.2.2.	Xarxes i serveis	73
5.2.3.	Risc d'inundació	74
5.2.4.	Radiació solar	75
5.3.	Eficiència energètica als edificis públics	80
5.3.1.	Comparació de les dades d'eficiència energètica.....	80
5.3.2.	Anàlisi de la funcionalitat dels edificis públics.....	81
5.3.3.	Accions d'eficiència energètica proposades	91
5.3.4.	Estalvis energètics, econòmics i ambientals implementant les mesures d'eficiència energètica	92
5.4.	Dimensionament	104
5.4.1.	Equipaments públics: consums energètics a abastir	104
5.4.2.	Elecció dels mòduls fotovoltaics.....	105
5.4.3.	Mòduls fotovoltaics i àrees útils disponibles	108
5.4.4.	El sistema de mòduls fotovoltaics	111
5.4.5.	Avaluació energètica, econòmica i ambiental final	117
5.5.	Estudi social	129
5.5.1.	Percepció social del projecte (enquestes)	129

5.5.2.	Rubí Brilla: d'una idea a la realitat.	134
6.	CONCLUSIONS.....	139
6.1.	Conclusions sobre la metodologia	139
6.2.	Conclusions en l'àmbit tècnic	139
6.2.1.	Sobre la zona d'estudi (cartografia).....	139
6.2.2.	Sobre l'eficiència energètica	140
6.2.3.	Sobre el dimensionament	140
6.3.	Conclusions en l'àmbit social	141
6.4.	Conclusions en l'àmbit ambiental.....	142
6.4.1.	Eficiència energètica	142
6.4.2.	Dimensionament.....	142
7.	PROPOSTES DE MILLORA	144
7.1.	Introducció.....	144
7.2.	Fitxes de les accions.....	144
7.3.	Beneficis de les propostes de millora	157
	REFERÈNCIES.....	161
	Consultes	161
	Documents oficials.....	161
	Webgrafia.....	162
	PROGRAMACIÓ	165
	PRESSUPOST	166
	PETJADA DE CARBONI	168
	GLOSSARI	170
	AGRAÏMENTS.....	171
	ANNEX I	172
	Introducció	172
	ANNEX II.....	182
	Introducció	182
	ANNEX III	191
	Respostes obertes de les enquestes	191

ANNEX IV	194
Transcripció de l'entrevista.....	194
Informació prèvia	194
L'entrevista	194
L'autorització per a publicar l'entrevista	200
ANNEX V	201
Proposta de millora en l'abastiment de l'enllumenat	201
Càlcul del consum mensual de l'enllumenat públic per abastir	201
Alternativa 1: la central hidroelèctrica	202
Alternativa 2: els aerogeneradors	212
ANNEX VI	215
Plànols de Ca l'Arturo i Ràdio Litoral	215

LLISTA D'ACRÒNIMS I ABREVIACIONS

ADF: Agrupació de Defensa Forestal

EERR: Energies Renovables

ESE: Empresa de Serveis Energètics

FGC: Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya

GEH: Gasos d'Efecte Hivernacle

HSP: Hores Solar Pic

ICGC: Institut de Cartografia i Geologia de Catalunya

ONU: Organització de les Nacions Unides

PAES: Pla d'Acció per a l'Energia Sostenible

PGOM: Pla General d'Ordenació Municipal

POUM: Pla d'Ordenació Urbanística Municipal

PPI: Pla de Prevenció d'Incendis forestals

RLPU: Reglament Sobre Protecció de la Legalitat Urbanística

s. d. : sense dades, ni lloc, ni any (sine data)

S.Ú.: superfície útil

s/d: sense data

TRLU: Text Refòs de la Llei d'Urbanisme

UE: Unió Europea

WWF: World Wildlife Fund

LLISTA DE FIGURES

Fig Portada 1. Disseny d'unes cobertes de pàrquing amb forma d'arbres i amb plaques fotovoltaïques. (Font: Melvin Pereira, 2010).....	Portada
Fig Portada 2. Vista de Sant Pol de Mar des de la platja. (Font: elaboració pròpia)....	Portada
Figura 1. Fotografia de Sant Pol de Mar (Font: Ajuntament de Sant Pol de Mar, 2005)	17
Figura 1-1: Fotografia de la vista de Sant Pol de Mar des de la platja. (Font: pàgina oficial de l'ajuntament de Sant Pol, 2013).....	18
Figura 1-2: Mapa on es mostra la situació de Sant Pol de Mar. En gran i visió física, situació dins la província del Barcelonès i en petit, i visió política, la situació dins d'Espanya. (Font: Google Maps. 2016)	19
Figura 1-3: Ortofotmapa on s'observa una part del municipi i, en groc, senyalitzada la Riera de Sant Pol de Mar. (Font: Google Maps, 2016)	19
Figura 1-4: Fotografia de la desembocadura de la Riera de Sant Pol de Mar després d'un esdeveniment de pluges abundants. (Font: elaboració pròpia, 2016)	20
Figura 1-5: Litologia de Sant Pol de Mar. (Font: IGGC, 2005)	20
Figura 1-6: Mapa on es mostra la valoració paisatgística a la costa del Maresme. (Font: Barcelona Regional, 2002).	21
Figura 1-7: Mapa d'irradiació global diària, mitjana anual (MJ/m ²). (Font: Atles radiació, pàg. 47, 2000).	22
Figura 1-8: Padró municipal d'habitants de Sant Pol de Mar 2015. (Font: Idescat 2015).	27
Figura 1-9: Estat de la informació ambiental a la vila. (Font: Auditoria Ambiental de Sant Pol de Mar, Agenda 21, 2006).....	27
Figura 1-10: Interès en participar en temes ambientals. (Font: Auditoria Ambiental de Sant Pol de Mar, Agenda 21, 2006).	28
Figura 1-11: Ingressos: classificació econòmica (2016). Font: Ajuntament de Sant Pol de Mar. Govern Obert (Tableau) (2016).....	28
Figura 1-12: Ingressos: classificació econòmica (2015). (Font: Ajuntament de Sant Pol de Mar. Govern Obert (Tableau), 2015).	29
Figura 1-13: Esquema sobre com funcionen les plaques fotovoltaïques. (Font: Damiasolar, 2009).....	34
Figura 1-14: Esquema d'una central hidroelèctrica.(Font: elaboració pròpia).	35
Figura 1-15: Disseny d'un aerogenerador francès. (Font: Ingenieros.es, 2011).....	36
Figura 1-16: Configuració bàsica de la central hidroelèctrica. (Font: Gorona del Viento El Hierro, 2010).....	38

Figura 2-1: Logotip de la COP21 a París.(Font: ONU, 2015)	40
Figura 4-1: Diagrama sobre la metodologia de treball. (Font: elaboració pròpia).....	45
Figura 4-2: Vista lateral dels mòduls inclinats mostrant l'angle d'altitud solar (α). (Font: elaboració pròpia a partir de Teaching Engineering, 2015)	60
Figura 4-3: Vista superior mostrant la correcció de l'azimut solar (Ψ). (Font: elaboració pròpia a partir de Teaching Engineering, 2015)	60
Figura4-4. Resultats (Font: ExcelNegocios, 2015)	70
Figura 5-1: Localització dels vuit equipaments públics i el pàrquing, de les principals vies de comunicació, i la riera de Sant Pol de Mar. (Font: elaboració pròpia a partir de Miramon).	72
Figura 5-2 Xarxes i Serveis de Sant Pol de Mar.(Font: elaboració pròpia mitjançant Google Earth i el POUM de Sant Pol de Mar)	73
Figura 5-3: Xarxes de mitja tensió de Sant Pol de Mar. (Font: elaboració pròpia mitjançant Google Earth i el POUM de Sant Pol de Mar).....	74
Figura 5-4: Superposició d'imatges on s'ha utilitzat el mapa de la planta d'inundació de la Riera de Sant Pol. (Font: elaboració pròpia mitjançant Google Earth)	75
Figura 5-5: Mapa de radiació solar anual i dels polígons corresponents a les cobertes de les zones potencials on posar plaques fotovoltaïques. (Font: elaboració pròpia a partir de Miramon).	76
Figura 5-6: Imatges ampliades de les cobertes dels edificis del CEIP Sant Pau, el camp de futbol i la llar d'infants. (Font: elaboració pròpia).....	78
Figura 5-7. Imatge ampliada de les possibles cobertes del pàrquing. (Font: elaboració pròpia)	78
Figura 5-8: Distribució dels edificis públics considerats en realitzar l'estudi d'eficiència. (Font: elaboració pròpia).	80
Figura 5-9: Esquema de les dimensions i representació de la cara frontal on hi ha les cel·les fotovoltaïques en sèrie. (Font: Albasolar, 2014)	107
Figura 5-10: Esquema de les parts i mides del mòdul fotovoltaic escollit. (Font: elaboració pròpia.)	108
Figura 5-11 Vista lateral dels mòduls inclinats mostrant el valor de l'angle d'altitud solar ($\alpha=12'80^\circ$) (Font: elaboració pròpia a partir de Teaching Engineering, 2015).....	109
Figura 5-12: Vista superior mostrant el valor de l'angle de la correcció de l'azimut solar ($\Psi=138,22^\circ$). (Font: elaboració pròpia a partir de Teaching Engineering, 2015)	109
Figura 5-13: Percentatge de l'energia elèctrica estalviada mitjançant les mesures d'eficiència respecte l'energia substituïda utilitzant energia solar de la instal·lació plantejada. Font: elaboració pròpia.....	118

Figura 5-14: Percentatge de l'estalvi monetari mitjançant les mesures d'eficiència respecte l'estalvi utilitzant energia solar de la instal·lació plantejada. Font: elaboració pròpia.	126
Figura 5-15: Reducció d'emissions aconseguida mitjançant les mesures d'eficiència respecte la reducció fent servir energia solar de la instal·lació plantejada. Font: elaboració pròpia.	128
Figura 16. Conclusions (Font: Time Universal, 2015).....	138
Figura6-1. Propostes de millora. (Font: EdTech, 2016)	143
Figura 7-1: Icones de beneficis de cada categoria de les propostes de millora. (Font: elaboració pròpia)	158
Figura 7-2: Classificació de les propostes de millora segons els beneficis econòmics, ambientals i socials. (Font: elaboració pròpia.)	158

LLISTA DE TAULES

Taula 1-1: Litologia de Sant Pol de Mar. Font: (ICGC, 2010).	20
Taula 1-2: Diferents nivells del marc legal del projecte. (Font: elaboració pròpia)	30
Taula 4-1: Model de la fitxa d'anàlisi d'informació general sobre els edificis públics de Sant Pol (Font: elaboració pròpia).....	51
Taula 4-2: Model de la fitxa d'anàlisi dels equips elèctrics dels edificis públics de Sant Pol. (Font: elaboració pròpia.)	53
Taula 4-3: Fórmula i representació de l'àrea del mòdul. (Font: elaboració pròpia)	59
Taula 4-4 Fórmula i representació de l'àrea de separació entre mòduls. (Font: elaboració pròpia)	59
Taula 4-5: Model d'enquesta sobre energies renovables i eficiència energètica a Sant Pol de Mar.(Font: Elaboració pròpia.)	63
Taula 5-1: Àrees corresponents als vuit equipaments públics i el pàrquing. (Font: elaboració pròpia a partir de Miramon).....	72
Taula 5-2: Valors de radiació corresponents a les àrees d'estudi. (Font: elaboració pròpia).	77
Taula 5-3: Radiació mensual rebuda pels mòduls del sistema en les diferents zones d'estudi. (Font: Elaboració pròpia).....	79
Taula 5-4: Radiació solar dels mesos de desembre i juliol del 2016. (Font: elaboració pròpia)	80
Taula 5-5: Comparació de les dades de consum per unitat d'àrea dels edificis públics de Sant Pol de Mar. (Font: elaboració pròpia a partir de Consell Comarcal del Maresme (2012), Oliver-Solà et al., (2013), Observatori del Maresme (2015), plànols de l'ajuntament de Sant Pol de Mar i càlculs propis.)	83
Taula 5-6: Comparació de les dades de consum per usuari dels equipaments de Sant Pol de Mar respecte l'any 2015 i l'any 2007. (Font: elaboració pròpia a partir de Consell Comarcal del Maresme (2012), Observatori del Maresme (2015), i càlculs propis).....	87
Taula 5-7: Comparació dels percentatges de consum associats a diferents àmbits dels equipaments de Sant Pol de Mar. (Font: elaboració pròpia a partir dels càlculs propis de consums dels equips realitzats mitjançant les dades recopilades de potències i hores d'ús de cada equip dels edificis respectius.)	90
Taula 5-8: Estalvis obtinguts mitjançant les mesures d'eficiència energètica en els edificis públics de Sant Pol de Mar considerats. (Font: elaboració pròpia a partir de les dades de les taules d'elaboració pròpia d'anàlisi dels edificis públics, i d'Observatori del Maresme (2015).)	93

Taula 5-9: Número i tipus de LEDs per substituir implementant la mesura d'eficiència 3, "substituir els focus, fluorescents i les bombetes halogenades/incandescent per bombetes més eficients (LEDs)", i cost dels LEDs que caldria comprar. Font: elaboració pròpia (costos obtinguts a partir de la web del distribuïdor de LEDs Fabricaled.com (2017).	95
Taula 5-10: Obtenció de la relació preu/consum elèctric per a calcular l'estalvi econòmic associat amb la implementació de les mesures d'eficiència considerades. Font: elaboració pròpia, a partir de les dades del document de consums de 2015 de l'ajuntament de Sant Pol de Mar (Observatori del Maresme, 2015).	97
Taula 5-11: Relació dels estalvis energètics amb els estalvis econòmics per mesura i per edifici, desglossada. Font: elaboració pròpia a partir de les dades dels estalvis en energia elèctrica calculats anteriorment per a cada mesura d'eficiència enèrgica aplicada. Mesures d'estalvi considerades:	98
Taula 5-12: Relació dels consums, preus i emissions inicials, amb els estalvis aconseguits i els consums, preus i emissions nous amb els estalvis aplicats, per cada edifici considerat. (Font: elaboració pròpia).	100
Taula 5-13: Relació dels estalvis energètics amb els estalvis en emissions per mesura i per edifici, desglossada. Font: elaboració pròpia).....	102
Taula 5-14: Relació dels consums, preus i emissions inicials, amb els estalvis aconseguits i els consums, preus i emissions nous amb els estalvis aplicats. (Font: elaboració pròpia).	104
Taula 5-15: Consums mensuals per abastir dels equipaments, obtinguts després d'haver implementat les mesures d'eficiència energètica. (Font: Elaboració pròpia.).....	105
Taula 5-16: Mòduls solars fotovoltaics: Potències i eficiències. (Font: Albasolar, 2014)	106
Taula 5-17: Fitxa tècnica de l'AC-320P/156-725.(Font: elaboració pròpia a partir de les dades d'Albasolar.com)	107
Taula 5-18: Espais útils per situar els mòduls del sistema energètic en les diferents zones d'estudi. (Font: Elaboració pròpia).....	111
Taula 5-19: Nombre de mòduls fotovoltaics en funció de l'àrea útil disponible. (Font: Elaboració pròpia.).....	111
Taula 5-20: valors d'HSP en les diferents zones d'estudi.(Font: Elaboració pròpia)	113
Taula 5-21: Valors d'HSP utilitzats per dimensionar el sistema energètic renovable. Font: Elaboració pròpia	113
Taula 5-22: recull de les dades necessàries per calcular el nombre total de mòduls del sistema. (Font: elaboració pròpia).....	113
Taula 5-23: Nombre de mòduls fotovoltaics instal·lats capaços de cobrir la demanda energètica. Font: Elaboració pròpia.	116

Taula 5-24: Número i tipus de LEDs per substituir implementant la mesura d'eficiència 3, i cost dels LEDs que caldria comprar. Font: elaboració pròpia (costos obtinguts a partir de la web del distribuïdor de LEDs Fabricaled.com (2017)).	119
Taula 5-25: Obtenció de la relació preu/consum elèctric per a calcular l'estalvi econòmic associat amb la implementació de les mesures d'eficiència considerades. Font: elaboració pròpia, a partir de les dades del document de consums de 2015 de l'ajuntament de Sant Pol de Mar (Observatori del Maresme, 2015).	121
Taula 5-26: Relació dels estalvis energètics amb els estalvis econòmics per mesura i per edifici. Font: elaboració pròpia a partir de les dades dels estalvis en energia elèctrica calculats anteriorment per a cada mesura d'eficiència enegètica aplicada.	123
Taula 5-27. Resultats de l'enquesta realitzada als habitants de Sant Pol de Mar. Font: elaboració pròpia.	129
Taula 6-1: nombre de mòduls totals en cada zona d'estudi i del nombre de plaques que abasteixen cada equipament. (Font: elaboració pròpia)	141
Taula 7-1: Resum de les accions o propostes de millora classificades en programes i en línies estratègiques. (Font: elaboració pròpia.)	144
Taula 7-2: Model de les fitxes d'accions de millora. (Font: elaboració pròpia.)	147

-1-

ANTECEDENTS



Figura 1. Fotografia de Sant Pol de Mar (Font: Ajuntament de Sant Pol de Mar, 2005)

1. ANTECEDENTS

1.1. INTRODUCCIÓ

Per a comprendre el treball, és necessari entendre el context d'aquest. Això inclou, en primer lloc, una anàlisi de la situació actual del municipi on es dona a conèixer aquest en tots els seus aspectes: el seu context geogràfic, energètic, polític, social, legal i econòmic.

Seguidament es descriu el marc legal en el qual s'emmarca el projecte per a entendre en quina situació actual es troben Espanya i Europa respecte a les normatives i legislacions que es poden veure involucrades en aquest projecte.

A continuació també s'exposa, breument, un resum sobre les energies renovables que poden ésser interessants per al projecte i que són rellevants per a entendre com funcionarà el sistema d'energies renovables plantejat en el dimensionament final.

Al final d'aquest capítol es troba un apartat de "Municipis de referència" on es donen a conèixer projectes similars que s'han efectuat darrerament i que, alhora, poden servir com a inspiració per al projecte en qüestió.

1.2. ANÀLISI DE LA SITUACIÓ ACTUAL AL MUNICIPI

1.1.1. Context geogràfic

Sant Pol de Mar és un municipi de la comarca del Maresme a la província de Barcelona, situat al litoral, entre Calella i Canet de Mar, a Catalunya (Fig. 1-1).



Figura 1-1: Fotografia de la vista de Sant Pol de Mar des de la platja. (Font: pàgina oficial de l'ajuntament de Sant Pol, 2013)

En total, Sant Pol de Mar té una extensió de 7,51 km² i es troba a una altitud mitjana de 15 metres sobre el nivell del mar (Fig. 1-2). Al municipi hi habiten 4951 habitants segons el cens del 2016 (IDESCAT, 2017). El municipi està organitzat segons 14 entitats de població i l'alcaldeessa actual és Montserrat Garrido. Cal esmentar, també, que Sant Pol de Mar es caracteritza per una creixuda molt important d'habitants i turisme als mesos d'estiu, degut

a la seva agradable condició climatològica i situació estratègica pròxima a Barcelona (Ajuntament Sant Pol de Mar, 2014).

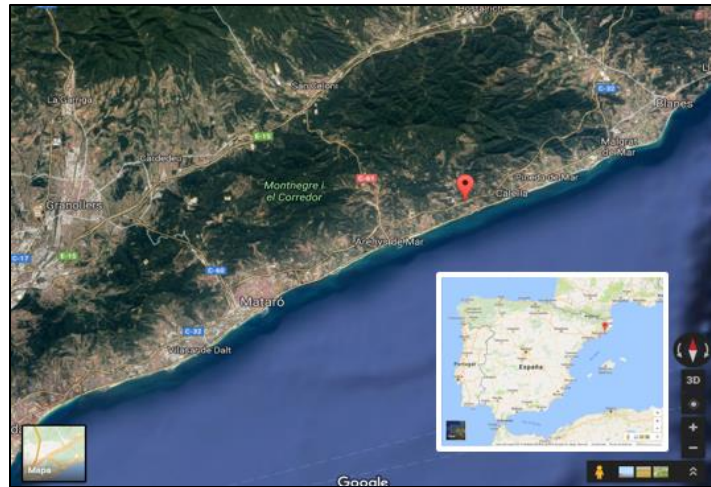


Figura 1-2: Mapa on es mostra la situació de Sant Pol de Mar. En gran i visió física, situació dins la província del Barcelonès i en petit, i visió política, la situació dins d'Espanya. (Font: Google Maps, 2016)

1.1.1.1. Estudi territorial

Sant Pol de Mar està comprès entre el mar Mediterrani i la serralada litoral, dos factors que donen lloc a un desnivell important en pocs metres de distància, deixant el municipi entremig de Montnegre i el Corredor i la platja de Sant Pol de Mar. Aquestes característiques atorguen al municipi la capacitat d'aprofitar el desnivell per a usos lúdics municipals com el senderisme, tot i que alhora, aquest suposa un risc ambiental a l'època de tardor, quan arriben les fortes pluges que donen lloc a l'anomenat fenomen de la *gota freda*. Aquest fenomen propicia el risc de les avingudes i les rierades, conegut per tota la costa del Maresme, associat en aquest cas, a la Riera de Sant Pol, de 12'9 km de recorregut (Fig. 1-3), convertint en zones vulnerables les àrees més baixes, en termes d'altitud.

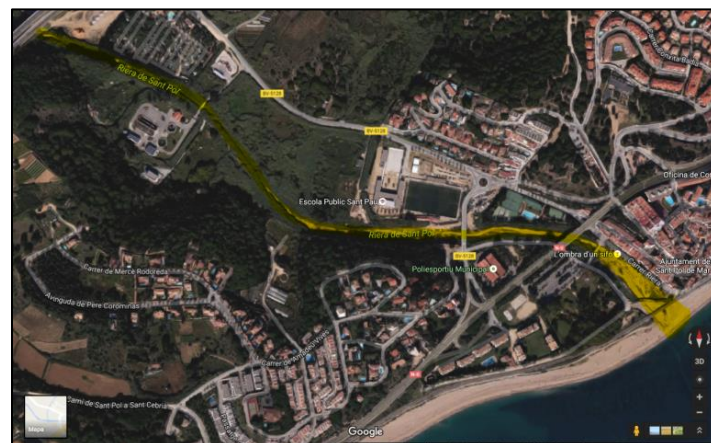


Figura 1-3: Ortofotograma on s'observa una part del municipi i, en groc, senyalitzada la Riera de Sant Pol de Mar. (Font: Google Maps, 2016)

La riera està bastant canalitzada i urbanitzada (Fig.1-4), de manera que en alguns trams no disposa del seu llit original per a poder desembocar les quantitats d'aigua que van aigües avall en esdeveniments de pluges abundants. Juntament amb la forta inclinació del terreny i la reduïda extensió de la seva conca hidrogràfica fan que la riera sigui un factor de risc al municipi.



Figura 1-4: Fotografia de la desembocadura de la Riera de Sant Pol de Mar després d'un esdeveniment de pluges abundants. (Font: elaboració pròpia, 2016)

D'altra banda, pel que fa a la litologia i segons les dades de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, el subsòl de Sant Pol de Mar està format per diferents tipus de materials litològics, tal i com es pot veure a la taula a continuació (Taula 1-1 i Fig. 1-5).

Taula 1-1: Litologia de Sant Pol de Mar.
Font: (ICGC, 2010).

Tipus litològic	Època de creació	Codi al mapa
Leucogranits (majoritàriament)	Carbonífer-Premià	Gl
Filons de quars, roques de composició sintètica i dics d'aprites, entre altres.	Carbonífer-Premià	Fq Fps Fap
Dipòsits dels llits actuals de les rieres i torrents	Holocè	Qr



Figura 1-5: Litologia de Sant Pol de Mar. (Font: IGGC, 2005)

D'aquesta manera, la composició del subsòl de Sant Pol de Mar consisteix bàsicament en leucogranits, el material més abundant en tota la zona del Maresme. Els granits i els seus materials derivats principals conformen subsòls amb molt baix risc de moviments subterranis que puguin malmetre les estructures edificades. Són sòls consistents i habituals que trobem per tota la costa de Catalunya. A més a més, la zona no és característica d'activitat sísmica notable, raó per la qual es pot dir que el subsòl encara presenta menys problemàtica. Durant alguns períodes s'han detectat intrusions marines a causa de la disminució del nivell freàtic d'alguns aqüífers propers però, no és una dificultat habitual a la que hagi de fer front el municipi.

En termes d'ecopaisatgística, Sant Pol de Mar està qualificat amb un nivell “molt alt” de qualitat de medi ambient i paisatge a les zones més elevades del municipi. En canvi, està valorat com a “molt artificialitzat” a nivell de costa, a la zona més pròxima al mar (Fig. 1-6) (Barcelona Regional, 2002).

Així doncs, s'ha tingut en compte aquesta informació a l'hora de dimensionar el sistema energètic renovable ja que es vol minimitzar al màxim l'impacte ecopaisatgístic que pugui generar el sistema sobre el municipi.

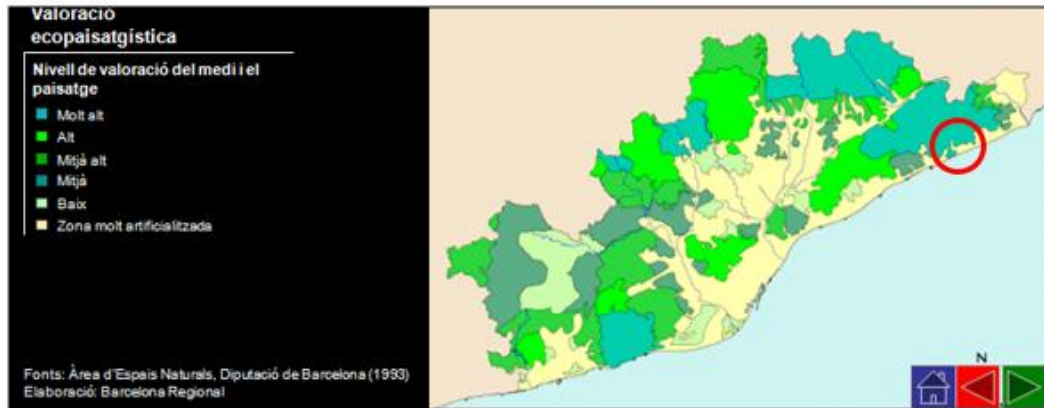


Figura 1-6: Mapa on es mostra la valoració paisatgística a la costa del Maresme. (Font: Barcelona Regional, 2002).

1.1.1.2. Estudi meteorològic i climatològic

Sant Pol de Mar es caracteritza per tenir un clima mediterrani, moderat durant tot l'any però una mica més sec a l'estiu i humit a l'hivern. Les pluges es concentren en la temporada de tardor i la temperatura mitjana anual és de 16'0 °C i la precipitació és de 686 mm a l'any (AEMET, 2016).

El mes més sec i càlid és el juliol, amb 27 mm de precipitació i amb un promig de 23'9 °C, mentre que la precipitació màxima és de 106 mm a l'octubre, el mes on es concentren la majoria de precipitacions anuals. El mes més fred és el gener, amb 8'9 °C de mitja (Meteocat, 2015)

Referent a la insolació que rep el municipi de Sant Pol, i segons les dades de l'atles de radiació, s'observa que el municipi se situa entre la zona de 14'5 i 15 MJ/m² (15MJ/m² = 4,16 kWh/m²) d'irradiació anual rebuda (Fig. 1-7). Òbviament, amb fluctuacions corresponents als mesos d'hivern i estiu, cosa que cal tenir en compte en els càlculs d'energia solar disponible. (UPC, ICAEN, 2015)

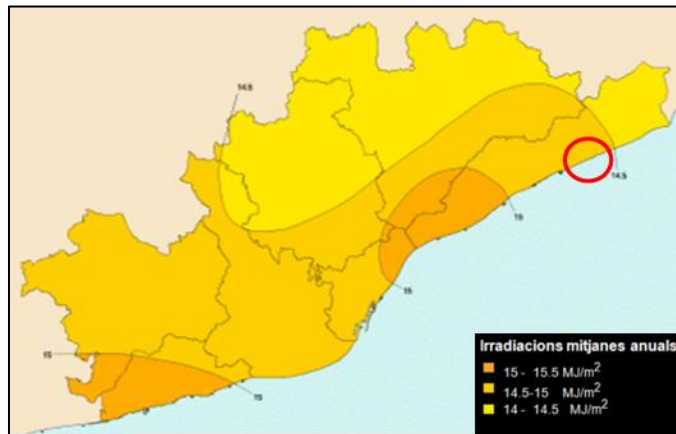


Figura 1-7: Mapa d'irradiació global diària, mitjana anual (MJ/m²). (Font: Atlas radiació, pàg. 47, 2000).

En quant a capacitat eòlica, i segons l'Atlas Eòlic de Catalunya, a Sant Pol de Mar predominen valors de vent entre 4 i 5 m/s i, a les zones pròximes al Montnegre i el Corredor valors d'entre 5'5 i 6'5 m/s (IDAE, 2009).

1.1.1.3. Estudi energètic actual del municipi

Sant Pol de Mar, fins fa relativament poc, no estava dotat de cap mena d'aportació energètica de producció local.

Actualment, la companyia Endesa continua gestionant l'abastiment i la distribució de la majoria d'electricitat del municipi, també s'encarrega del manteniment de la xarxa de subministrament. Malgrat això, hi ha una petita proporció de producció local: la instal·lació del sistema de biomassa de la Llar d'Infants. L'empresa contractada per a instal·lar aquest sistema va ser Nova Energia, amb seu a Canet de Mar (Fernández Rodrigo E., 2016).

Existeixen també unes plaques solars tèrmiques destinades a abastir la caldera dels banys del gimnàs del CEIP Sant Pau, però es van espatllar un mes després de ser instal·lades. Aquestes es van intentar reparar i es va proposar desplaçar-les a una zona de més ús. Malgrat tot, finalment i per ordre de l'ajuntament, es va decidir desconnectar-les i actualment no es fan servir (Navas, A. i Roca, X., 2016).

Existeix també un projecte de rehabilitació del poliesportiu municipal que inclourà la instal·lació de renovables i la inclusió de mesures d'eficiència energètica. Tot i això, el document definitiu del projecte no s'ha acabat de redactar i està previst que estigui complet i disponible pel 2017 (Vives i Serra C., 2016).

D'altra banda, hi ha hagut debats interns a l'ajuntament sobre la instal·lació de renovables al camp de futbol municipal però no s'ha arribat encara a la formulació de cap acció concreta en aquesta direcció. (Fernández Rodrigo E., 2016).

Per tant, en aquests moments, el municipi depèn pràcticament de fonts energètiques externes.

1.1.2. Estudi polític, legal i social

1.1.2.1. Context polític

A l'ajuntament, per tractar temes de medi ambient i, en concret, temes d'energies renovables, només hi ha dues encarregades: la tècnica de medi ambient, també gestora energètica, i l'arquitecta tècnica municipal. Això es deu al fet que en un municipi d'aquestes dimensions (poc més de 5.000 habitants), el pressupost per dedicar als funcionaris és limitat (*Fernández Rodrigo E., 2016*).

Segons l'article 52 del *Decret Legislatiu 2/2003, de 28 d'abril, pel qual s'aprova el Text refós de la Llei municipal i de règim local de Catalunya*, el Ple Municipal és l'encarregat de distribuir el pressupost entre els funcionaris. La decisió unànime del Ple de Sant Pol de Mar més recent (en aquest àmbit) és que no es pot invertir en més funcionaris que aquells que componen l'Ajuntament actualment.

Oficialment, hi ha un regidor responsable de medi ambient i una regidora adjunta, encarregats de temes polítics en matèria mediambiental (*Fernández Rodrigo E., 2016*).

La Regidoria de Medi Ambient tracta principalment temes de:

- Recollida d'escombraries porta a porta.
- Lluita contra el canvi climàtic mitjançant el desenvolupament del *Pla d'Acció per a l'Energia Sostenible (PAES)*, aprovat el 2013.
- Contaminació acústica, mitjançant l'elaboració d'un mapa de capacitat acústica, actualitzat com a mínim cada 10 anys. La última actualització és del 2014.
- Defensa forestal, col·laborant amb l'Agrupació de Defensa Forestal (ADF) de la Vallalta.
- Seguiment de l'Agenda 21, que es va elaborar el 2006.
- Agricultura:
 - » Assessorament in situ
 - » Pla de fertilització
 - » Mercat de proximitat
- Manteniment del verd urbà: arbrat viari, places, jardins i parcs urbans.
- Control de les emissions electromagnètiques, mitjançant la mesura periòdica del nivell de camp electromagnètic amb un equip portàtil.
- Vigilància contra incendis, mitjançant la redacció i execució juntament amb la Diputació de Barcelona i les ADF del Pla de Prevenció d'Incendis forestals (PPI).

(*Ajuntament de Sant Pol de Mar, s/d*)

L'Agenda 21 és un procés de participació ciutadana en el qual intervenen ciutadans i administracions, per tal d'establir una sèrie d'accions que resolguin les principals problemàtiques ambientals i garanteixin el desenvolupament sostenible del municipi. Inclou un Pla d'Acció elaborat, a partir d'una Auditoria Ambiental, on es va fer una consulta

a una mostra significativa de la població per tal d'establir les pautes de les accions ambientals prioritàries (*Ajuntament de Sant Pol de Mar, s/d*).

Com a un dels seus grans objectius, inclou fer un ús més eficient de l'energia i afavorir la utilització d'energies renovables. Així, incorpora dins de les seves línies estratègiques "Millorar la gestió dels residus, l'aigua i l'energia a nivell global per a tots els sectors de Sant Pol de Mar" (*Greccat, 2006*).

Pel que fa a les accions concretes associades a aquesta línia estratègica, inclou:

- Assessorar sobre l'aplicació de mesures d'estalvi i eficiència energètiques.
- Promocionar la utilització d'altres fonts energètiques amb menor impacte ambiental.
- Aplicar un sistema de control del consum energètic municipal.
- Elaborar un Pla Director de l'Enllumenat Públic.
- Instar a la Generalitat a que se soterrin les línies d'alta i mitjana tensió en zones urbanes.

(Greccat, 2006)

El PAES, per la seva banda, consisteix en una iniciativa per aconseguir els objectius comunitaris de reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle per mitjà de la participació, tant dels governs locals com de la ciutadania (*Consell Comarcal del Maresme, 2012*).

Segons el document del PAES de Sant Pol de Mar, l'ajuntament "s'adhereix al pacte i assumeix els objectius establerts per la UE pel 2020 de:

- Reduir les emissions de GEH com a mínim el 20%, mitjançant la implementació d'un (...) PAES als sectors d'activitat on tinguin competències.
- Augmentar l'eficiència energètica en un 20%.
- Arribar a una quota del 20% de fonts d'energia renovables."

També s'hi afirma que "L'Ajuntament se sent implicat amb la lluita contra el canvi climàtic, fet que comporta comprometre's a desenvolupar un pla d'actuació per aconseguir reduir les emissions de CO₂. Per això, com un dels principals reptes de l'Ajuntament de Sant Pol de Mar hi figura la prevenció del canvi climàtic i l'eficiència energètica, fet pel qual l'Ajuntament de Sant Pol es va adherir al Pacte (...) l'octubre de 2011" (*Consell Comarcal del Maresme, 2012*).

Concretament, pel que fa al PAES, des de l'ajuntament ja s'han complert aquestes accions, d'aquelles incloses en el Pla d'Acció (*Fernández Rodrigo E., 2016*):

1. Increment dels serveis de recollida selectiva.
2. Creació dins de l'ajuntament de la figura del gestor energètic.
3. Adequació de les instal·lacions d'enllumenat públic en termes d'estalvi energètic.

4. Substitució dels punts de llum que no compleixen la Llei 6/2001.
5. Contractació d'una Empresa de Serveis Energètics (ESE).

Encara estan en curs aquestes altres:

1. Campanya de foment de la recollida selectiva.
2. Canvis de fluorescents vells dels edificis.
3. Canvi de bombetes per unes de baix consum.
4. Canvi de tancament de les finestres.
5. Disseny d'una planificació urbana per a una mobilitat més eficient.

1.1.2.2. Context legal

Una proposta d'instal·lació d'energies renovables, per tal de poder dur-se a terme, cal que s'adeqüi a la normativa vigent en el moment de la instal·lació.

El *Pla d'Ordenació Urbanística Municipal* (POUM) no està aprovat actualment, i segons la normativa actualment vigent, en el *Pla General d'Ordenació Municipal* (PGOM) de Sant Pol de Mar la instal·lació d'un sistema d'energies renovables no és permesa en terrenys públics. Tot i això, sí que es permeten plaques solars damunt dels edificis i sobre els pàrquings (*Vives i Serra C., 2016*).

Malgrat això, es preveu l'aprovació del POUM durant els següents dos d'anys. Aquest document sí que ho permetrà (*Vives i Serra C., 2016*).

A més, pel que fa a punts relacionats amb energia elèctrica, el POUM inclou dins els seus objectius i criteris ambientals accions com:

- Limitar la generació de necessitats d'enllumenat exterior i evitar-ne els fluxos a l'hemisferi superior, la intrusió lumínica i l'impacte negatiu sobre els organismes vius.
- Regular la implantació de les instal·lacions de radiocomunicació i de transport d'energia elèctrica per tal de minimitzar els seus efectes sobre els éssers vius i el paisatge.
- Adoptar paràmetres d'ecoeficiència en els edificis, fomentant l'ús d'energies renovables.
- Incorporar criteris de sostenibilitat energètica en el cicle de l'aigua, de l'energia i dels residus del municipi.
- Fomentar l'eficiència energètica i l'ús d'energies renovables en la urbanització i l'edificació, així com una mobilitat sostenible, d'acord amb els objectius esmentats anteriorment.
- Garantir la coherència (...) amb els objectius de l'Auditoria Ambiental del municipi relacionats amb el canvi climàtic (eficiència energètica, mobilitat sostenible, etc.) així com amb el Pla d'Acció per a l'Energia Sostenible (PAES) del municipi. (*Greccat, 2013*)

Així doncs, incorpora i adapta a la normativa les idees plantejades en el Pla d'Acció de l'Agenda 21 de Sant Pol de Mar, relacionades amb fer un ús més eficient de l'energia i afavorir la utilització d'energies renovables. També inclou les del PAES (*Interlands, 2013*).

Dins el POUM s'afirma que tot i que és "voluntat de l'Ajuntament limitar al màxim l'expansió dels sòls edificables" (pel que fa a la matriu dels espais lliures no urbanitzables), "el POUM reserva els espais adients en sòl urbanitzable per a la instal·lació de les infraestructures que siguin necessàries per al subministrament de serveis urbanístics al municipi: energia, aigua potable, depuració d'aigües residuals i telecomunicacions" (*Greccat, 2013*).

L'article 194 de les normes urbanístiques del POUM concreta aquesta postulació mitjançant aquests punts (*Greccat, 2013*):

- D'acord amb els articles 48 i 49 del TRLU [Text Refós de la Llei d'Urbanisme], la Comissió territorial d'urbanisme o el Departament de Territori i Sostenibilitat podran autoritzar edificacions i instal·lacions d'utilitat pública o interès social, que hagin d'emplaçar-se en el medi rural.
- D'acord amb el procediment previst als articles 47 i 48 del RLPU [Reglament Sobre Protecció de la Legalitat Urbanística], és exigible l'aprovació d'un projecte d'actuació específica per poder atorgar llicències urbanístiques en sòl no urbanitzable i sòl urbanitzable no delimitat quan faci referència a activitats d'interès públic.
- Les sol·licituds d'aprovació dels projectes d'actuacions específiques i la documentació a presentar i la seva tramitació s'ajustaran a les determinacions dels articles 49 i 50 del RPLU.
- Es consideren susceptibles d'autorització els següents usos genèrics: [entre d'altres] Les instal·lacions i les obres necessàries per a serveis tècnics com les telecomunicacions, la infraestructura hidràulica general, les xarxes de subministrament d'energia elèctrica, d'abastament i subministrament d'aigua i de sanejament, el tractament de residus, la producció d'energia a partir de fonts renovables i altres instal·lacions ambientals d'interès públic.
- En la tramitació de les autoritzacions per actuacions d'interès públic s'haurà de seguir el procediment previst a l'article 48 del TRLU i els articles 51 a 55 del RPLU, acreditant a l'expedient l'existència d'interès públic i la necessitat d'ubicació en el medi rural, així com la demostració expressa de la inexistència de risc per als valors naturals i paisatgístics dels espais veïns.
- En el cas que les edificacions i les instal·lacions d'interès públic no siguin de petita dimensió ni estiguin vinculades directament al servei del municipi de Sant Pol de Mar, s'haurà de fer un Pla Especial.

Pel que fa a aquest últim punt, el document no especifica el llindar a partir del qual es considera o no una instal·lació de petita dimensió.

1.1.2.3. Context social

El municipi, actualment, compta amb uns 5.012 habitants, aproximadament el 20% dels quals són menors d'edat, i un altre 20% són majors de 65 anys (Fig. 1-8) (Idescat.cat, 2015).

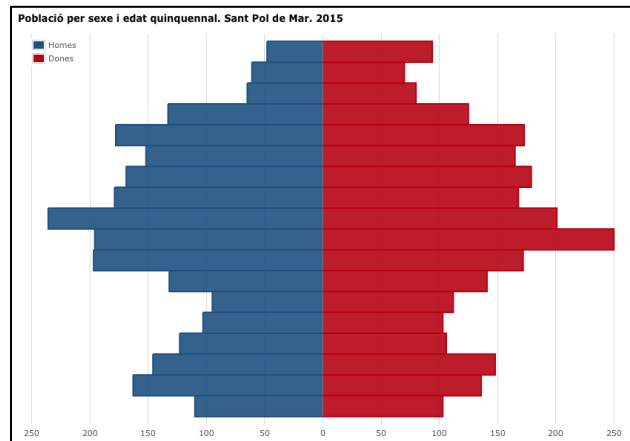


Figura 1-8: Padró municipal d'habitants de Sant Pol de Mar 2015. (Font: Idescat 2015).

L'únic estudi realitzat des de l'ajuntament per a avaluar l'opinió dels habitants del municipi sobre temes ambientals és l'Auditoria Ambiental Municipal de l'Agenda 21 de Sant Pol de Mar, realitzada l'any 2006 (Fernández Rodrigo E., 2016). Segons aquesta, de la mostra de 165 persones enquestades sobre la situació ambiental del poble, més del 50 % afirmaven que tenien poca o gens informació al respecte (Fig. 1-9).

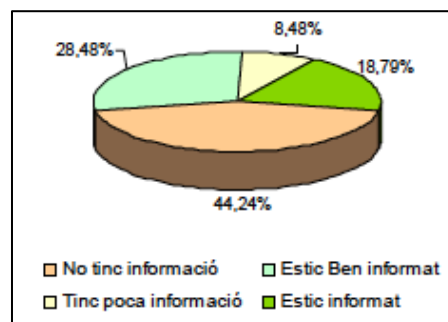


Figura 1-9: Estat de la informació ambiental a la vila. (Font: Auditoria Ambiental de Sant Pol de Mar, Agenda 21, 2006).

D'altra banda, pel que fa a la valoració del consum energètic, un 73'17 % dels enquestats van contestar que era un tema "gens problemàtic", un 18'29 %, que era "poc problemàtic", un 6'10 %, que era "bastant problemàtic", i un 2'44 %, que era "molt problemàtic".

En la percepció de la responsabilitat, la majoria dels enquestats (un 68'48 %) opinaven que l'estat del medi era responsabilitat de l'ajuntament, enfront del 29'70 % que considerava que

era dels ciutadans i de les associacions cíviques. Un 1'21 % opinava que era de la indústria, l'empresa i el comerç i el 0'61 % restant considerava que era del govern de l'Estat.

Pel que fa a l'interès en participar en temes ambientals, tan sols un 25'32 % de la mostra va respondre que sí que en tenia, mentre que la resta no (Fig. 1-10).

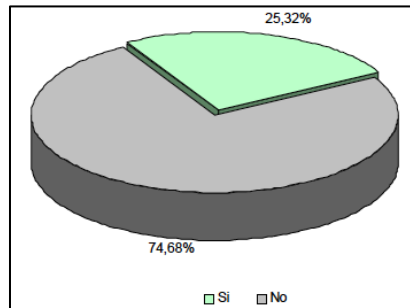


Figura 1-10: Interès en participar en temes ambientals. (Font: Auditoria Ambiental de Sant Pol de Mar, Agenda 21, 2006).

Des de l'ajuntament no es té constància d'altres estudis realitzats que associïn la societat amb el medi ambient (Fernández Rodrigo E., 2016).

1.1.3. Estudi econòmic

1.1.3.1. Ingressos i pressupost municipal

El pressupost municipal que té a l'abast Sant Pol de Mar està limitat i depèn dels ingressos de l'ajuntament de cada any. A les gràfiques adjuntes a continuació (Fig. 1-11 i 1-12), es mostren d'on provenen els ingressos dels últims dos anys (Seu-e.cat, 2016). Els pressuposts totals de 2015 i 2016 són 7.408.285'74 € i 7.542.299'54 €, respectivament (Ajuntament de Sant Pol de Mar, 2015, 2016).

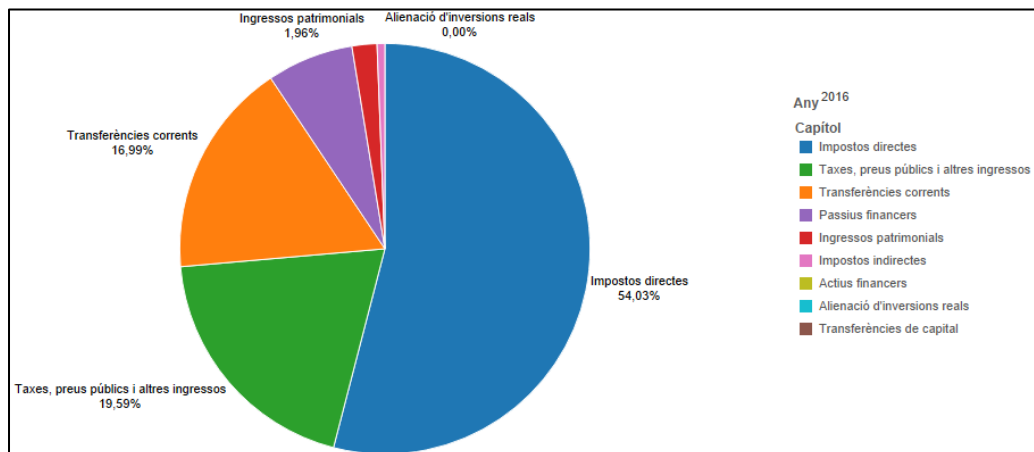


Figura 1-11: Ingressos: classificació econòmica (2016). Font: Ajuntament de Sant Pol de Mar. Govern Obert (Tableau) (2016).

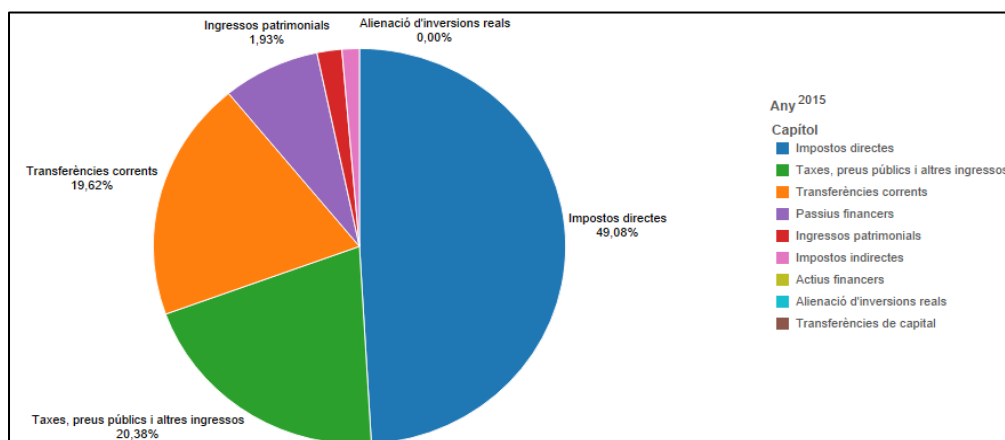


Figura 1-12: Ingressos: classificació econòmica (2015). (Font: Ajuntament de Sant Pol de Mar. Govern Obert (Tableau), 2015).

Analitzant els documents que reflecteixen el repartiment de pressupost municipal en les diferents àrees, es pot observar que en els dos últims anys, s'ha dedicat 1.360.000 € de mitjana a accions relacionades amb el medi ambient, fet que representa un 18 % del pressupost. D'aquests, uns 300.000 € (3% del pressupost) són costos variables, és a dir, despeses associades a accions puntuals, que no cal repetir any rere any (Ajuntament de Sant Pol de Mar, 2015, 2016). Això mostra una idea de la disposició de l'ajuntament a proporcionar finançament a projectes enfocats al medi ambient.

Tot i això, en els últims dos anys, s'ha destinat un 8'15 % i d'un 11'42 % del pressupost en projectes mediambientals (Seu-e.cat, 2016).

1.1.3.2. Subvencions públiques destinades a projectes ambientals

Fins ara, el municipi de Sant Pol de Mar no ha complert els requisits necessaris per tal d'obtenir subvencions de la Diputació ni de la Generalitat per a la instal·lació de renovables. Malgrat això, les bases d'aquestes subvencions són variables any rere any. Així doncs, és possible que en un futur sí que se'n puguin obtenir (Vives i Serra C., 2016).

Al llarg dels anys, al municipi, se li han proporcionat diverses subvencions en matèria d'aigua, sanejament i enllumenat (Vives i Serra C., 2016).

Malgrat això, l'ajuntament no disposa de cap document amb la quantificació d'aquestes subvencions però s'ha comunicat que el finançament en temes ambientals provenia de la Generalitat, l'ICAEN, la Diputació i l'Agència de Residus, principalment (Fernández Rodrigo E., 2016).

1.2. MARC LEGAL DEL PROJECTE

Dintre de la legislació existent és important fer referència als diferents nivells (europeu, estatal i autonòmic) que delimiten els tipus de normatives.

Així, la taula adjunta mostra quin és el marc legal, vist de forma general (Taula 1-2)

Taula 1-2: Diferents nivells del marc legal del projecte. (Font: elaboració pròpia)

	Europees	Estatals	Autonòmiques
Eficiència energètica i estalvi	<p><i>-D. 2012/27/UE:</i> reducció d'un 20% d'estalvi per al 2020</p> <p><i>-D. 2006/32/CE:</i> eficiència en l'ús final d'energia</p> <p><i>-P.C. SAVE:</i> Promoció de l'eficiència energètica</p>	<p><i>-R.D. 56/2016:</i> eficiència del sistema de subministrament d'energia</p> <p><i>-Pla d'acció d'estalvi i eficiència energètica:</i> eficiència en l'ús final d'energia</p> <p><i>-R.D. 900/2015:</i> Energia elèctrica d'autoconsum</p>	<p><i>-Pla Director Sectorial Energètic:</i> millora de l'eficiència energètica i promoció de l'estalvi</p>
Ús d'EERR	<p><i>-D. 2009/28/CE:</i> foment en l'ús energia renovable</p>	<p><i>-R.D. 413/2014:</i> regulació de la producció d'electricitat a partir de fonts renovables</p> <p><i>-Pla EERR:</i> foment en l'ús d'energia renovable</p>	<p><i>-Pla Director Sectorial Energètic:</i> foment en l'ús d'energia renovable</p>
Certificacions d'eficiència		<p><i>-R.D. 235/2013:</i> certificats d'eficiència energètica en edificis</p>	<p><i>-Des de l' 1/6/2013:</i> certificat energètic en els edificis</p>
Energia solar fotovoltaica		<p><i>-R.D. 14/2010:</i> n^ohores de funcionament de les plaques</p> <p><i>-R.D. 1003/2010:</i> liquidació de la prima equivalent a les instal·lacions de règim especial</p>	

Descripció de la taula: A la taula es mostren les principals Directives (D), Plans Comunitaris (P.C.), Reals Decrets (R.D.), plans i lleis en que s'emmarquen les energies renovables a nivell europeu, estatal i autonòmic. Les fletxes de color negre indiquen la relació entre les legislacions estatals i les europees, és a dir, les adaptacions a nivell d'estat d'aquelles directives europees més importants en termes de medi ambient.

A continuació s'expliquen, de forma més detallada, les normatives i legislacions dels diferents nivells d'actuació.

1.2.1. Normativa Europea

A nivell d'Europa destaca, en matèria d'eficiència energètica i estalvi, la Directiva 2012/27/UE del Parlament Europeu i del Consell, del 14 de novembre de 2012, relativa a l'eficiència energètica, que estableix un marc comú de mesures per al foment de l'eficiència dins de la Unió amb l'objectiu d'assegurar que els Estats membres assoleixin la reducció d'un 20% d'estalvi per al 2020.

D'altra banda, trobem la *Directiva 2006/32/CE* del Parlament Europeu i el Consell sobre l'eficiència en l'ús final de l'energia i els serveis energètics que té com a finalitat fomentar la millora rentable de l'eficiència en l'ús final d'energia en els Estats membres.

Per últim, cal fer referència també al Programa Comunitari SAVE (Decisió del Consell 91/565/CEE) que se centra en la promoció de l'eficiència energètica i l'estalvi energètic de diferents sectors tals com la indústria, el comerç, els habitatges, etc., a través de mesures polítiques, estudis i accions pilot i la creació d'Agències de gestió energètica, tant a nivell local com regional.

En matèria d'energia, existeix la *Directiva 2009/28/CE* del Parlament Europeu i del Consell, del 23 d'abril de 2009, relativa al foment de l'ús d'energia provinent de fonts renovables, que modifica i deroga tant la *Directiva 2001/77/CE* com la *Directiva 2003/30/CE*. Així, aquesta directiva actua com a incentiu a l'hora d'utilitzar altres mètodes d'obtenció d'energia més respectuosos amb el medi ambient com és el cas de les energies renovables.

1.2.2. Normativa estatal

Al nostre país existeixen multitud de lleis vigents que regulen tant en l'àmbit de l'eficiència energètica com en l'ús d'energies renovables com a font per obtenir electricitat.

En termes d'estalvi i eficiència energètica, destaca actualment el *Reial Decret 56/2016*, del 12 de febrer, que transposa la *Directiva 2012/27/UE* del Parlament Europeu i del Consell, del 25 d'octubre de 2012, relativa a l'eficiència energètica, referent a auditories energètiques, on es promou l'eficiència del sistema de subministrament d'energia. L'objectiu de la Unió Europea és poder arribar a augmentar en un 20 % l'eficiència energètica amb el 2020 com a data límit, meta que, de moment, no sembla que es pugui assolir.

D'altra banda, també trobem el *Reial Decret 235/2013*, del 5 d'abril, amb el que s'aprova el procediment bàsic per a la certificació de l'eficiència energètica dels edificis i que té com a finalitat garantir que a l'hora de construir, vendre o alquilar un edifici, aquest vagi acompanyat d'un certificat d'eficiència energètica.

També cal esmentar el *Pla d'acció d'estalvi i eficiència energètica (2011-2012)* elaborat per tal de poder complir els objectius que marca la *Directiva 2006/32/CE*, anteriorment mencionada.

Tanmateix, dintre del marc legal estatal, avui dia, la llei més actual que regula aspectes d'energia és el *Reial Decret 900/2015*, del 9 d'octubre, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica a través de l'autoconsum i de producció també amb autoconsum.

Consegüentment, aquest Decret estableix que, de forma excepcional i sempre que es garanteixin la seguretat i la sostenibilitat econòmica i financera del sistema, es podran establir reduccions de peatges, càrregues i costos per a determinades categories de

consumidors de baixa tensió de la modalitat de subministrament amb autoconsum, amb la condició que tant la potència màxima contractada (de consum) com la instal·lada (de generació) no han de ser superiors a 10 kW. Així doncs, tots aquells consumidors que superin aquesta potència i que siguin autoconsumidors d'energia elèctrica estan obligats a contribuir en el finançament dels costos i serveis del sistema de la mateixa manera que la resta dels consumidors.

Recolzant aquest Decret, existeix una llei molt important en termes d'energia que és la *Ley 24/2013*, del Sector Elèctric, que obliga a pagar als particulars (tant a nivell del sector productiu com del domèstic) per consumir energia elèctrica d'autoconsum sempre que aquesta estigui connectada a la xarxa elèctrica.

D'altra banda, trobem el *Reial Decret 413/2014*, del 6 de juny, a través del qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica a partir de fons d'energia renovables, cogeneració i residus. Aquest Decret, emmarcat dins de la llei general del Sector Elèctric, reforma el sistema d'incentius que reben les instal·lacions d'energies renovables, de manera que només les que no hagin superat la vida útil establerta per llei (20 anys en el cas de la eòlica, 30 anys en la fotovoltaica i 25 anys en la resta) seguiran rebent primes.

Cal destacar també que existeixen lleis específiques en matèria d'energia solar fotovoltaica. Així doncs, a l'estat regulen també aquest àmbit: el *Reial Decret 14/2010*, del 23 de desembre, pel qual s'estableixen límits sobre les hores equivalents de funcionament d'instal·lacions fotovoltaïques (per a aquelles instal·lacions que únicament utilitzen la radiació solar com a energia primària) i el *Reial Decret 1003/2010*, del 5 d'agost, a través del qual es regula la liquidació de la prima equivalent a les instal·lacions de producció d'energia elèctrica de tecnologia fotovoltaica de règim especial.

També, dintre la legislació energètica estatal trobem el *Pla d'energies renovables (període 2011-2020)*, objectius del qual s'han redactat d'acord a la *Directiva 2009/28/CE* i que té com a finalitat aconseguir que les fonts renovables d'energia representin al menys el 20% del consum d'energia final d'Espanya l'any 2020. Tot i això, cal destacar que avui dia el govern ha suspès de forma temporal les primes de noves instal·lacions de règim especial referents al *Pla d'Energies Renovables*.

És per això que totes aquestes lleis i d'altres com el *Reial Decret Llei 1/2012*, del 27 de gener, pel que es procedeix a la supressió dels incentius econòmics per noves instal·lacions de producció d'energia elèctrica a partir de cogeneració, fonts d'energia renovables i residus, són una prova del poc compromís que té l'estat alhora de fomentar l'ús de fonts d'energia renovables.

1.2.3. Normativa Autonòmica

Dintre del marc autonòmic no abunden les lleis relacionades amb l'eficiència ni amb l'ús d'energies renovables com a font d'obtenció d'electricitat.

Tot i això, seguint les directives europees, a Catalunya des de l'1 de juny de 2013 és obligatori disposar del certificat energètic per als edificis i habitatges ja existents que es lloguin o venguin, i per als edificis o parts d'edificis que una autoritat pública ocupi més de 250 m² i siguin freqüentats habitualment per el públic.

A més a més, a Catalunya tenim vigent el *Pla Director Sectorial Energètic* que preveu escenaris que reflecteixin un imminent creixement del consum energètic amb iniciatives per millorar l'eficiència energètica, promoure l'estalvi i l'ús d'energies renovables.

1.3. ENERGIES RENOVABLES: DESCRIPCIÓ I ABAST

1.3.1. Introducció

Les energies renovables són aquelles que s'obtenen a partir de fonts naturals inesgotables a escala humana, bé perquè el recurs disposa d'una quantitat d'energia immensa, o bé perquè té la capacitat de regenerar-se de manera natural.

La utilització d'energies renovables és molt antiga. Els molins i la navegació a vela són dos exemples clars d'aquest ús. En l'actualitat, les energies renovables constitueixen fonts de proveïment energètic autòctones i respectuoses amb el medi ambient (APPA, 2009).

Així, existeixen diferents tipus d'energies renovables segons el recurs i la tecnologia que es faci servir.

En les condicions del projecte, les estudiades en qüestió són: l'energia solar fotovoltaica, ja que Sant Pol de Mar té un gran potencial solar; l'energia hidroelèctrica, ja que es podria aprofitar el desnivell natural de la serralada litoral; i l'energia eòlica ja que Sant Pol de Mar es tracta d'una zona amb un potencial eòlic estàndard.

1.3.2. Energia solar fotovoltaica

D'energia solar, n'hi ha dos tipus principals: la tèrmica i la fotovoltaica. La tèrmica s'aplica sobretot a l'escalfament de l'aigua i la fotovoltaica a la generació d'electricitat.

Aquest projecte s'ha centrat, principalment, en l'energia solar fotovoltaica, on es produeix una transformació directa de la radiació solar en electricitat. Aquesta transformació es produeix en uns dispositius anomenats panells fotovoltaics (*Fig. 1-13*), en els quals la radiació solar excita els electrons d'un dispositiu semiconductor generant una petita diferència de potencial. La connexió en sèrie o paral·lel d'aquests dispositius permet obtenir diferències de potencial força grans.

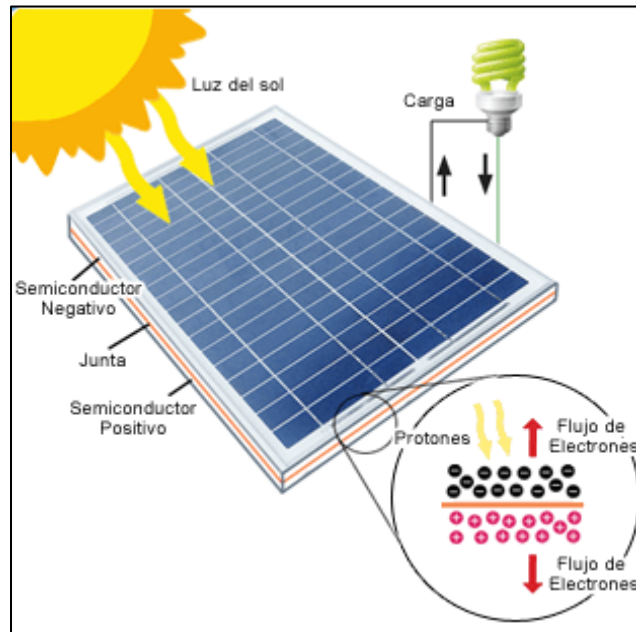


Figura 1-13: Esquema sobre com funcionen les plaques fotovoltaïques. (Font: Damiasolar, 2009)

Encara que l'efecte fotovoltaic es coneix des del segle XIX, no va ser fins la dècada dels 50, en plena cursa espacial, que els panells fotovoltaics van començar a experimentar un important desenvolupament. Inicialment van ser utilitzats per subministrar electricitat a satèl·lits geostacionaris de comunicacions, mentre que avui dia constitueixen una tecnologia de generació elèctrica renovable capdavantera.

Una de les principals virtuts de la tecnologia fotovoltaica és el seu aspecte modular, podent-se construir des d'enormes plantes fotovoltaïques en sòl fins a petits panells per a teulades.

Tanmateix, els mòduls fotovoltaics, amb un rendiment mitjà del 15%, solen generar un potencial de 5-10 Watts per metre quadrat (D.J.C. Mackay, 2008)

Recentment, Espanya ha desenvolupat una forta indústria fotovoltaica que ha crescut notablement, convertint-la en el país amb més potència instal·lada fotovoltaica a nivell mundial (APPA, 2009).

De totes maneres, el *Reial Decret 1578/2008* que regula la tecnologia fotovoltaica, ha limitat mitjançant l'assignació d'uns contingents de producció anuals la implantació d'aquesta tecnologia a Espanya. Aquests contingents, en ser menors que el ritme de creixement anual experimentat en el passat, estan provocant una contracció del sector fotovoltaic pel que es corre el risc de perdre la posició de lideratge que havia assolit en aquesta tecnologia (APPA, 2009). Per això és important potenciar també a petita escala l'ús de l'energia solar fotovoltaica.

1.3.3. Energia hidroelèctrica

L'energia hidràulica consisteix en l'aprofitament de l'energia cinètica d'una massa d'aigua. L'aigua mou una turbina i el moviment de rotació es transfereix, mitjançant un eix, a un generador d'electricitat. Fins a mitjans del segle XX, l'energia hidràulica va ser la principal font per a la producció elèctrica a gran escala (APPA, 2009).

Una central hidroelèctrica es basa en l'aprofitament del desnivell natural d'un terreny determinat (aprofitant un salt d'aigua). Requereix la construcció o reutilització de dos dipòsits d'aigua de mides iguals o similars, situats un a dalt del desnivell i el segon, a baix de tot. Des del dipòsit superior es fa passar un cabal d'aigua a través d'una canonada que la condueix fins a una turbina. La turbina, situada a la part baixa, es troba a l'edifici de la central juntament amb un generador elèctric i els seus elements auxiliars. Després, un cop l'aigua ha passat per la turbina, es descarrega al segon dipòsit i aquesta és bombejada, de nou, cap al dipòsit superior (Fig. 1-14).

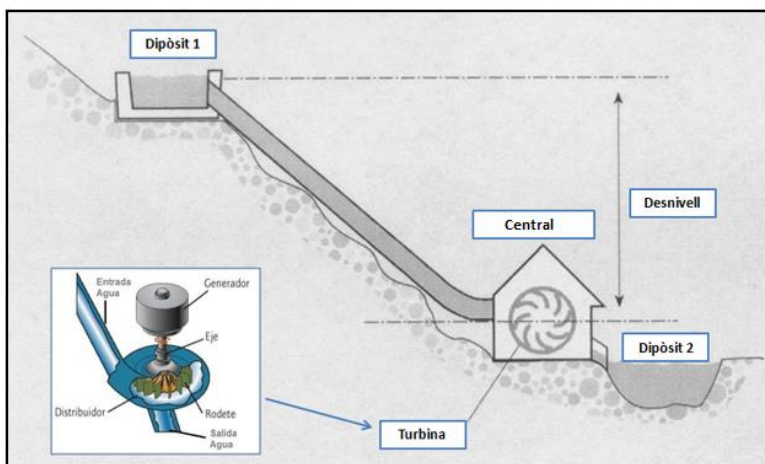


Figura 1-14: Esquema d'una central hidroelèctrica. (Font: elaboració pròpia).

La potència d'una central hidroelèctrica depèn del cabal que es pugui turbinar i del salt, és a dir, de la diferència de cotes de l'aigua a l'entrada i a la sortida de la central. En funció d'aquests paràmetres (salt i cabal) es tria el tipus de turbina més adequat.

1.3.4. Energia eòlica

L'energia eòlica es basa en l'aprofitament dels recursos eòlics mitjançant la utilització d'aerogeneradors (Fig. 1-15), amb els quals es pot obtenir una potència de 2'5 Watts per metre quadrat, aproximadament (D.J.C. Mackay, 2008).

Tanmateix, un aerogenerador és un dispositiu que converteix l'energia cinètica del vent en energia elèctrica, on la velocitat del rotor varia en funció de la velocitat del vent per aconseguir una major eficiència.



Figura 1-15: Disseny d'un aerogenerador francès. (Font: Ingenieros.es, 2011)

1.4. MUNICIPIS DE REFERÈNCIA

1.4.1. Introducció

Per al desenvolupament d'aquest projecte s'han utilitzat dos exemples com a referència: el cas del municipi de Rubí i el de la illa de El Hierro.

Les raons per les quals s'han escollit aquests casos són, en el primer cas, per les innovadores i diverses formes d'aconseguir la fita d'estalvi energètic i l'ús que el municipi n'ha fet de les renovables i, en el segon cas, per la possibilitat d'abastir una zona només amb energies renovables, a una àrea amb una quantitat d'habitants comparable a la de Sant Pol de Mar.

1.4.2. El municipi de Rubí: "Rubí Brilla"

Rubí és una ciutat de 75.000 habitants, situada al Vallès Occidental, a Catalunya. Així, tot i que és una ciutat industrial per tradició, el sector serveis ha anat prenent importància en els últims anys amb l'augment de la població (*Rubi.cat, 2016*).

Aquest municipi ha destinat molts dels seus esforços en dur a terme un projecte anomenat "Rubí Brilla", que té com a missió "fer esdevenir la ciutat un referent nacional en termes d'eficiència i l'ús d'energies renovables", anant "més enllà del compromís del Pacte d'Alcaldes", el qual consisteix en incrementar, abans de l'any 2020, un 20 % l'ús d'energies renovables i en augmentar un 20 % l'eficiència energètica a més a més de reduir un 20 % les emissions de CO₂" (*Ajuntament de Rubí, 2014*).

A hores d'ara, l'ajuntament ja ha aconseguit que tota l'energia elèctrica que es consumeix al municipi provingui de fonts d'energia renovable. Això s'ha fet a través d'un pla de licitació, que consisteix en un acord amb l'empresa Gas Natural Fenosa, per tal d'aconseguir que el 100% de l'energia subministrada a la ciutat provingui d'energies renovables (*Rubi.cat, 2013*).

Pel que fa a les empreses, l'ajuntament els proporciona bonificacions per a la producció energètica renovable sempre i quan aquesta sigui destinada a abastir almenys un 50 % del seu consum. L'ajuntament també premia a les empreses si aquestes certifiquen la compra

d'energia renovable corresponent almenys a un 80 % del seu consum total (*Ajuntament de Rubí, 2014*).

Altres accions que s'han dut a terme són: la formació dels conserges municipals en matèria d'eficiència energètica i energies renovables; el monitoratge del consum elèctric als edificis i la reducció de la potència contractada en aquests; i la instal·lació de bateries de condensadors (*Ajuntament de Rubí, 2014*).

1.4.3. Gorona del Viento, El Hierro

L'exemple per excel·lència a l'estat espanyol, en l'àmbit de les EERR, és la instal·lació de *La Central Hidroèlica de Gorona del Viento*, a la illa de El Hierro, a les Canàries, que compta amb una població de 6.800 habitants (*RTVC, 2015*).

La central hidroèlica, amb un cost de 64'7 milions d'euros, ha estat promoguda per l'empresa Gorona del Viento El Hierro S.A., i compta amb la participació del Capítol de El Hierro (60%), Endesa (30%), i l'Institut Tecnològic de Canàries (10 %). El sistema elèctric actual, que connecta el parc eòlic i la central hidroelèctrica que conformen la instal·lació, és propietat d'UNELCO-Endesa (*Goronadelviento.es, 2014*).

El sistema hidro-eòlic consta de les següents parts (Fig. 1-16):

- La instal·lació hidroelèctrica:
 - » Dipòsit superior (500.000 m³).
 - » Dipòsit inferior (150.000 m³).
 - » Conductes i canonades, amb conducció d'impulsió, d'aspiració i de turbinació.
 - » Central de bombeig.
 - » Central de turbinació.
- El parc eòlic de 5 aerogeneradors.
- La subestació elèctrica d'interconnexió.

(*Goronadelviento.es, 2014*)

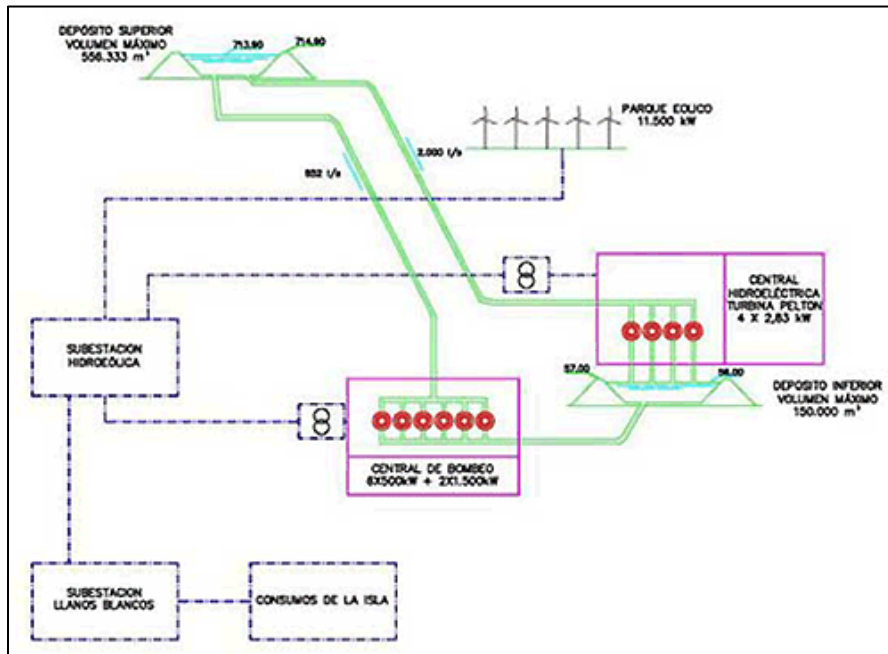


Figura 1-16: Configuració bàsica de la central hidroelèctrica. (Font: Gorona del Viento El Hierro, 2010).

A data del 9 d'agost de 2016, s'havia aconseguit una hora de subministrament elèctric provinent al 100% de fonts renovables. Al llarg del mes anterior, la mitjana de la cobertura de la demanda mitjançant l'ús de tecnologies netes a l'illa va ser del 67% (Goronadelviento.es, 2016).

-2-

JUSTIFICACIÓ



Figura 2: Logotip de la COP21 a París. (Font: European Comission, 2016.)

2. JUSTIFICACIÓ

Al desembre de 2015, a la conferència sobre el clima de París (*COP21, Fig. 2-1*) succeeix quelcom que no s'havia vist mai: 195 països adopten el primer acord climàtic universal i jurídicament vinculant a nivell mundial, que estableix un pla d'acció global per posar el món en vies d'evitar un canvi climàtic perillós, limitant així l'escalfament global per sota de 2°C (*European Commission, 2016*). L'acord entrarà en vigor el 2020 i fins al moment, els països vinculats tenen l'obligació de preparar-se per a reduir el nivell d'emissions de GEH al mínim.



Figura 2-1: Logotip de la COP21 a París. (Font: ONU, 2015)

L'acord de París no és sinó un punt i a part que ha esdevingut necessari fer en el moment actual en que es troba aquesta societat ja que, des de l'inici de l'era industrial, hi ha hagut un augment exponencial en el consum de combustibles fòssils i recursos naturals, molts dels quals tenen un impacte nociu sobre el medi i contribueixen de forma directa al canvi climàtic (*European Commission, 2016*). A més, tot aquest malbaratament de recursos ha portat a fenòmens com el *Peak Oil*, el desgel dels pols, la pèrdua en volum de glaceres i a l'augment de la temperatura superficial dels oceans, entre d'altres. S'ha arribat al moment en que s'han excedit els límits de rendibilitat i regeneració, apropant-nos cada vegada més a l'esgotament d'aquests recursos i, contradictòriament, enlloc de posar en marxa un canvi dràstic cap a energies alternatives, renovables i menys contaminants, la societat a nivell mundial continua usant de forma abusiva aquestes fonts d'energia, finites i contribuents a la producció de GEH.

Entre els efectes del canvi climàtic, n'hi ha que afectaran directament al municipi de Sant Pol de Mar. Els principals són la pujada del nivell del mar, l'increment de tempestes i inundacions i l'agreujament dels canvis en el clima, obtenint com a resultat estius més secs, hiverns més freds i ciclons més violents (*Jiménez, Dockx i Monbaliu, 2015*).

Tot i que els efectes mencionats seran probablement inevitables, l'ésser humà, responsable de la major part d'aquests, pot intentar mitigar-los duent a terme accions de reducció d'emissions, tals com les proposades en aquest treball: millores d'eficiència energètica i un sistema d'energies renovables.

Una altra conseqüència serà l'afectació de l'economia costanera, ja que Sant Pol de Mar és un poble dependent del sector serveis (ocupa a un 71'4 % de la població) i, més concretament,

del sector turístic (*Interlands, 2013*). Això, juntament amb l'afectació global de l'encariment del petroli, significarà un gran perjudici per al municipi.

Així doncs, per a poder mantenir l'estabilitat del municipi a llarg termini, és essencial crear un sistema alternatiu d'energies renovables que pugui reduir la quantitat d'emissions totals.

Fins ara, les iniciatives "santpolenques" centrades en renovables s'han enfocat en canvis menors, concretament en la instal·lació de plaques solars tèrmiques a l'Escola de Primària (actualment fora d'ús) i d'una caldera de biomassa a la Llar d'Infants. Altres iniciatives han quedat aturades, posposades o bé en un mer estat de declaració d'intencions.

Per aquesta raó, aquest treball també serà una ajuda necessària, un estudi inicial sense cost econòmic per al municipi, que mostrarà la possibilitat de fer un pas en aquesta direcció, des d'una perspectiva diferent i amb la intenció de facilitar una transició cap a una forma de vida més sostenible. Mitjançant les eines utilitzades d'anàlisi, algunes de les quals mai emprades anteriorment al municipi, com el càlcul de la petjada de carboni, poden donar peu a nous punts de vista tant a la població com a l'administració, sent una gran ajuda en la presa de decisions.

Els resultats d'aquest estudi també poden arribar a ser una important contribució a la societat, no només per als coneixements i les experiències aportades en benefici al poble, sinó també com a exemple per a altres iniciatives en municipis similars.

El punt clau, doncs, recaurà en participar, per mínima que sigui la contribució a nivell pràctic, a reduir el màxim possible l'emissió de GEH global, l'explotació de recursos no renovables i la petjada de carboni per tal de poder formar part de la iniciativa de l'acord de París perquè, si bé un municipi de 5.000 habitants no és suficient per a fer que el canvi climàtic no superi els dos graus d'augment, *“una bona idea pot ser tan contagiosa com un virus”* (*Leonardo Di Caprio a la pel·lícula “Inception”, 2010*).

-3- OBJECTIUS



Figura 3: Visió sostenibles de la Terra. (Font: Conciencia Eco, 2015)

3. OBJECTIUS

1. Dissenyar un sistema d'energies renovables capaç d'abastir els edificis públics de més consum elèctric del municipi de Sant Pol de Mar.

1.1. Estudiar el context econòmic, social, legal, polític i ambiental del municipi i de les energies renovables aplicables.

1.2. Delimitar les dimensions i l'emplaçament del sistema energètic i estudiar les diferents alternatives a l'hora de triar els equipaments que en formen part.

1.3. Proposar diferents accions de millora, en termes d'eficiència energètica, per tal de reduir al màxim el consum dels edificis públics i simplificar així la instal·lació energètica.

1.4. Dimensionar una instal·lació de mòduls fotovoltaics que, ajustada a les necessitats i condicions energètiques, abasteixi aquests nous consums dels edificis, resultants de la implementació de les mesures d'estalvi.

2. Estudiar la viabilitat del sistema energètic des d'una vessant social.

2.2 Avaluar, mitjançant la participació social a través d'enquestes, si la proposta és acceptada tant en termes ambientals com econòmics i socials.

2.4 Promoure l'aplicabilitat real mitjançant la inclusió de recomanacions i propostes de millora en termes d'eficiència i sostenibilitat, tant pel que fa al sistema de renovables com als hàbits de consum elèctric.

3. Estimar i avaluar la millora ambiental del sistema d'energies renovables.

3.1 Calcular la reducció de les emissions relacionades, tenint en compte el potencial màxim de les edificacions considerades.

-4-
METODOLOGIA



Figura 4: Sortida de camp a Sant Pol de Mar. (Font: elaboració pròpia, 2016)

4. METODOLOGIA

4.1. DIAGRAMA DE LA METODOLOGIA DE TREBALL

En aquest apartat es mostra un diagrama de la metodologia que s'ha utilitzat per a realitzar aquest treball (Fig. 4-1).

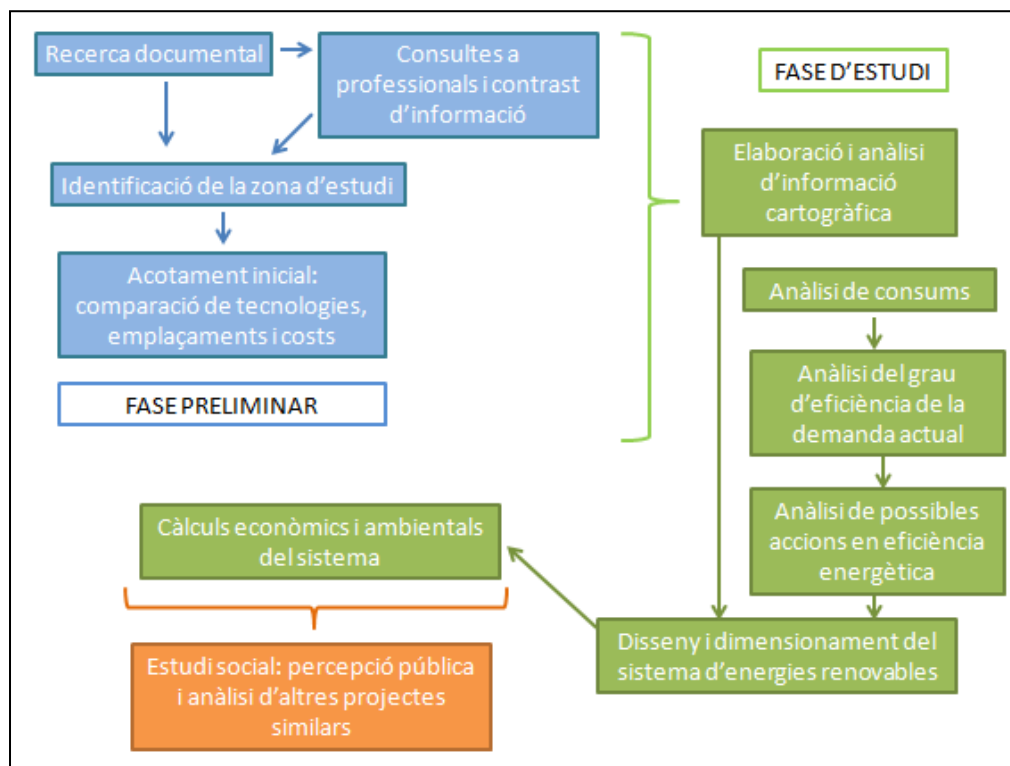


Figura 4-1: Diagrama sobre la metodologia de treball. (Font: elaboració pròpia)

En primer lloc, a la fase preliminar, s'ha dut a terme tot un recull de documentació que posteriorment ha estat contrastada a través consultes a professionals del sector, per tal d'obtenir la màxima informació possible sobre la zona d'estudi. Així, posteriorment, a través d'una visita a l'àrea de treball s'ha pogut acotar i definir el projecte en si, ja que s'han comparat diferents tecnologies i s'han delimitat els diferents emplaçaments.

En segon lloc, a la fase d'estudi, s'han utilitzat sistemes d'informació geogràfica (SIG) per tal de poder optimitzar el posicionament, l'extensió i la distribució del sistema d'energies renovables. Conseqüentment, a través d'un anàlisi dels consums, del grau d'eficiència de la demanda actual i de l'estudi de les possibles millores que es poden realitzar en termes d'eficiència en els edificis, s'ha dissenyat i dimensionat el sistema d'energies renovables, eix principal del projecte.

D'altra banda, també s'han fet tot un seguit de càlculs per estudiar l'amortització de les diferents fases del projecte així com també el càlcul de la petjada de carboni d'aquest (càlculs econòmics i ambientals del sistema).

Per últim, s'han dut a terme una entrevista i varies enquestes a una mostra significativa de la població per tal d'avaluar el grau d'acceptació del sistema de renovables al municipi.

Amb tot això, s'han obtingut un seguit de resultats que han permès dimensionar, en tot el seu conjunt, el sistema d'energies renovables.

4.2. FASE PRELIMINAR

4.2.1. Recerca documental

En aquesta fase preliminar, el primer pas ha estat iniciar tot un procés de recerca bibliogràfica sobre els antecedents i la situació actual del municipi de Sant Pol de Mar. S'ha intentat extreure sempre informació de pàgines web o de documents físics el més fiables i segurs possible. Sempre que s'ha pogut, aquesta ha estat contrastada.

Per tal de completar aquesta recerca, principalment, s'han analitzat llibres científics, documents oficials de l'administració publicats a internet i webs oficials.

4.2.2. Consultes a professionals i contrast d'informació

Un cop duta a terme la recerca documental, s'ha contrastat aquesta informació amb l'ajuda de professionals amb experiència en l'àmbit d'actuació del treball: enginyers i físics especialitzats en energies renovables, arquitectes experimentats en arquitectura sostenible i personal administratiu dedicat a temes de medi ambient i societat, entre d'altres.

Aquestes consultes s'han efectuat mitjançant trobades presencials, trucades telefòniques i/o via missatgeria electrònica.

4.2.3. Identificació de la zona d'estudi

Per a identificar la zona d'estudi, s'ha realitzar una visita de camp inicial, efectuada conjuntament amb un arquitecte habitant de Sant Pol, un enginyer mecànic especialitzat en energia solar, el tutor d'aquest treball i els tres representants d'Alista Innovation. La visita de camp ha servit per a observar i decidir quines zones incloure dins l'àrea d'estudi, avaluar la disponibilitat i les condicions del terreny on instal·lar el sistema de renovables i entendre la situació geogràfica, amb més detall, en la qual es troba el municipi.

Així, la identificació de la zona d'estudi és una fase clau dins la fase preliminar, ja que dóna una idea objectiva i real de quines són les extensions, les necessitats i les possibilitats de l'àrea de treball.

La visita de camp ha durat aproximadament dues hores, amb moments de discussió, de presa de fotografies i anotacions per tal de recollir tanta informació important com ha resultat possible. S'ha aprofitat per a fer preguntes als professionals sobre el mateix terreny d'estudi i resoldre dubtes inicials.

Després de la visita de camp, sobre un mapa digital, s'ha identificat la zona d'estudi i els edificis d'interès per a obtenir una visió més clara de quina pot arribar a ser l'extensió del projecte.

4.2.4. Acotament inicial: comparació de tecnologies, emplaçaments i costos

Gràcies a la informació recollida durant les fases prèvies s'ha procedit a realitzar l'acotament inicial en que, basant-se en les dades obtingudes amb la recerca documental, les consultes i la visita de camp, ha permès tenir una idea més simplificada i objectiva sobre les característiques del projecte.

En aquesta fase s'ha delimitat la zona d'estudi, s'han comparat les tecnologies possibles d'acord amb la disponibilitat dels recursos estudiats al municipi, s'han decidit els seus emplaçaments més estratègics.

Un cop finalitzada aquesta fase, s'ha pogut començar amb la fase d'estudi, ja que la fase preliminar dóna la base necessària per a fer un disseny del sistema de renovables i de les mesures d'eficiència aplicables al municipi de Sant Pol de Mar.

4.3. FASE D'ESTUDI

4.3.1. Elaboració i anàlisi d'informació cartogràfica

Per a poder optimitzar el posicionament, l'extensió i la distribució del sistema d'energies renovables, ha calgut utilitzar diferents programes informàtics.

- En primer lloc, s'ha usat el programa de *Google Earth* per a localitzar els equipaments i les zones d'interès, sense utilitzar el sistema de coordenades ni funcions especialitzades.
- En segon lloc, s'ha fet ús del programa de cartografia digital *Miramon*, utilitzant el sistema de coordenades, per a poder realitzar funcions més complexes i essencials pel projecte com són: els càlculs de radiació solar i la creació de polígons amb dades geogràfiques.

1. En una fase prèvia, s'han localitzat, via *Google Earth*, els equipaments públics i les zones potencials on instal·lar les fonts d'energia renovable.
2. S'ha fet un estudi de la proximitat del sistema a la xarxa de distribució elèctrica i als edificis públics considerats. El mapa resultant s'ha obtingut superposant els mapes del POUM de l'ajuntament de Sant Pol de Mar sobre el mapa de *Google Earth*.
3. Utilitzant el mateix procediment que en el pas anterior (pas 2) s'ha comprovat, també, que les zones d'estudi considerades són zones construïbles segons el POUM i segons els plànols d'inundabilitat.

4. S'ha descarregat la base topogràfica de Sant Pol de Mar (en format *.img* de 25cm de resolució), a través de la base de dades *Vissir v3.26* de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC).
5. S'han localitzat i digitalitzat, amb Miramon i sobre la base topogràfica (obtinguda en el pas 4), els polígons dels vuit equipaments públics triats per al projecte i les zones potencials on instal·lar les fonts d'energia renovable.
6. S'ha realitzat una anàlisi topogràfica (mitjançant dades LIDAR) i un càlcul d'ombres per tal de poder realitzar un mapa de radiació solar amb una resolució de 25cm. Això ha permès elaborar una fórmula (fitxer *.bat*) que s'ha utilitzat, posteriorment, per a crear els mapes corresponents a cada un dels 365 dies de l'any 2016 amb dades de radiació solar.
7. Gràcies als mapes obtinguts mitjançant el pas anterior (pas 6), s'han "sumat" els 365 mapes diaris obtenint així 12 mapes de radiació total mensual corresponents als mesos de l'any 2016. Posteriorment, s'han "sumat" aquests mapes mensuals per tal d'obtenir el mapa de radiació anual total de l'any 2016.
8. Amb aquesta informació com a base, s'ha avaluat i decidit l'extensió i el millor posicionament i distribució del sistema de renovables.
9. Gràcies a tota la informació recollida fins al moment (tots els passos anteriors), s'han creat els polígons de les cobertes de les 4 zones d'estudi en qüestió (les que més radiació solar reben i més superfície disponible útil presenten). Aquestes són: els equipaments del camp de futbol, el CEIP Sant Pau, la llar d'infants Pi del Soldat i el pàrquing.
10. Totes les dades numèriques rellevants, corresponents a les àrees útils dels equipaments i a la irradiació solar incident en aquests (en kWh/m²), han estat extretes del programa i s'han exportat a una taula de dades Excel.

**Comentaris:*

-Totes les representacions cartogràfiques han estat elaborades en capes diferents per tal de facilitar les tasques i la generació dels diversos mapes.

-Hi ha passos entremetjats de descompressió, transformació i retall de fitxers que s'han obviat per a fer la metodologia més fàcilment llegible i comprensible.

4.3.2. Anàlisi de consums

Per a poder realitzar els posteriors estudis de viabilitat, s'han analitzat els consums dels vuit equipaments municipals de més consum elèctric considerats en aquest projecte, mencionats anteriorment, en base a l'informe anual de consums del municipi més recent proporcionat per l'ajuntament (*Observatori del Maresme, 2015*).

Treball de camp dels edificis públics

Per tal de realitzar l'anàlisi posterior de l'eficiència energètica dels edificis públics, i poder decidir a on enfocar les mesures d'eficiència energètica per tal de reduir-ne el consum, s'han realitzat nombroses visites de camp concentrades entre el mes de novembre i de desembre del 2016, amb fent observacions *in-situ* dels edificis escollits per a fer l'estudi.

Aquests s'han escollit en funció al seu consum; s'ha escollit abastir els vuit edificis de major consum del municipi, segons el l'informe anual de consums del municipi més recent proporcionat per l'ajuntament (*Observatori del Maresme, 2015*):

- El camp de futbol municipal
- El CEIP Sant Pau
- L'ajuntament i la seva àrea de serveis tècnics (edifici adherit a aquest)
- El pavelló municipal d'esports (poliesportiu)
- La llar d'infants Pi del Soldat
- El centre cultural Ca l'Arturo
- La policia local

Així, s'ha recollit una sèrie de dades, consultant els treballadors i alguns usuaris dels diferents edificis, treballadors de l'ajuntament i consultant documents de l'ajuntament. A cada fitxa, es detallen les fonts concretes de la informació continguda.

S'han elaborat dues fitxes d'anàlisi (taula 4-1), complertes a l'annex I i l'annex II . La primera inclou dades generals sobre cada edifici, i la segona, incorpora una anàlisi profunda dels equips elèctrics dels quals disposa cada un, per tal d'avaluar posteriorment els àmbits de major consum respectius.

Aquí es detallen els diferents apartats de la primera fitxa (*Taula 4-1*):

- **Edifici públic.** Nom de l'edifici públic analitzat.
- **Categoria d'edifici.** Els edificis s'han classificat en quatre categories:
 - Administració i oficines
 - Educació
 - Esports
 - Socio-cultural
- **Dades generals**
 - **Persones de contacte:** persona amb la qual es pot contactar per obtenir més informació sobre l'edifici.
 - Gestor de l'edifici: entitat encarregada de la gestió de l'edifici.
 - **Tècnic de manteniment:** persona/entitat encarregada del manteniment de l'edifici.
 - **Horaris de contacte:** horaris en els quals es poden fer consultes.

- **Adreça i coordenades de localització de l'edifici:** ubicació de l'edifici.
- **Telèfon i correu electrònic:** informació de contacte.
- **Dades de l'edifici**
 - **Dades arquitectòniques**
 - **Any de construcció:** any que es va construir l'edifici. S'hi especifica si hi ha hagut alguna reforma, o alguna nova instal·lació, i la data corresponent.
 - **Superfície útil:** superfície que poden fer servir els usuaris de l'edifici. Exclou, per tant, els elements estructurals com parets o instal·lacions.
 - **Superfície coberta:** espai de les cobertes dels edificis, contemplat en dues dimensions des de sobre, sense considerar les irregularitats en la seva superfície.
 - **Coberta apta per instal·lar plaques fotovoltaïques?** Avaluat en funció del seu pendent, la seva orientació, el seu material, les seves dimensions, la seva geometria i les possibles interferències en forma d'ombres projectades.
 - **Dades d'ús**
 - **Nº personal:** nombre de persones treballadores de l'edifici.
 - **Nº usuaris:** nombre de persones que utilitzen de forma regular l'edifici, excloent el personal, i els usuaris que el fan servir de forma esporàdica.
 - **Moment de màxim consum:** moment del dia en el qual es produeix el pic de màxim consum energètic, definit de forma valorativa.
 - **Horaris (temps d'ús):** temps en el qual es fa servir l'edifici de forma habitual.
 - **Dades energètiques**
 - **Consum anual (kWh/any):** consum elèctric anual de l'any 2015, segons els documents de consum de l'ajuntament (*Observatori del Maresme, 2015*).
 - **Altres fonts d'energia:** fonts d'energia addicionals que es fan servir a l'edifici (o instal·lacions productores d'energia que s'hagin instal·lat), sense considerar l'energia elèctrica de la xarxa.
 - **Mecanismes d'eficiència energètica:** mesures d'eficiència energètica implantades a l'edifici, segons observacions personals, dels treballadors de l'edifici i els documents proporcionats per l'ajuntament.
 - **Observacions de desperdici energètic:** observacions personals o bé dels treballadors dels edificis en relació amb el desperdici energètic a l'edifici (si n'hi ha).
- **Altres observacions:** observacions addicionals diverses.

- **Data treball de camp**
- **Font de les dades**

Taula 4-1: Model de la fitxa d'anàlisi d'informació general sobre els edificis públics de Sant Pol (Font: elaboració pròpia).

Edifici públic			
Categoria d'edifici			
Dades generals			
Persones de contacte		Adreça	
Gestor de l'edifici		Telèfon	
Tècnic de manteniment		Correu electrònic	
Horaris de contacte		Coordenades de localització de l'edifici	
Dades de l'edifici			
Dades arquitectòniques		Dades d'ús	
Any de construcció		Nº personal	
Superfície útil (m²)		Nº usuaris	
Superfície coberta (m²)		Moment de màxim consum diari	
Coberta apta per instal·lar plaques fotovoltaïques?			
Dades energètiques		Horaris (Temps d'ús)	
Consum anual (kWh/any)			
Altres fonts d'energia		Altres observacions	
Mecanismes d'eficiència energètica			
Observacions de desperdici energètic			
Data treball de camp	Font de les dades		

Pel que fa a les fitxes d'anàlisi dels equips elèctrics inclosos a cada edifici, s'han inclòs els següents apartats (*Taula 4-2*):

- **Tipus d'ús:** segons la funció dels equips elèctrics, se n'ha realitzat una classificació. Aquesta pot variar segons l'edifici, ja que un mateix equip pot tenir funcions diferents depenent de l'ús emn cada cas (per exemple, un focus pot servir simplement per il·luminar, o bé com a llum d'emergència).
 - **Treball i activitat:** són els equips que serveixen de forma directa o indirecta per a que els usuaris de l'edifici treballin o realitzin activitats. Generalment, inclou dispositius com llums, ordinadors, impressores, telèfons...
 - **Nutrició:** els equips que tenen la funció de proporcionar (o conservar) aliment o beguda als usuaris de l'edifici. Aquí s'hi classifiquen els dispensadors d'aigua, les neveres, les màquines de menjar i beguda...
 - **Seguretat:** són els dispositius que en major o menor mesura proporcionen seguretat als usuaris de l'edifici. Aquests poden ser portes automàtiques, focus d'emergència (els llums d'emergència de menys consum no s'han considerat, ja que el seu consum s'ha considerat negligible)...
 - **Comoditat:** aquesta categoria inclou tots els sistemes de climatització i escalfament d'aigua calenta sanitària. Principalment, a Sant Pol, són les bombes de calor.
- **Equips:** tipus concret d'equip elèctric.
- **Quantitat:** nombre d'equips elèctrics a l'edifici comptabilitzats.
- **Potència:** potència en watts de cada equip.
- **Temps d'ús:** mitjana del temps, en minuts per dia, durant el qual s'utilitza l'equip diàriament. Aquest valor s'ha calculat en funció a les dades valoratives proporcionades pels treballadors de cada edifici concret i de l'enginyer municipal. En general, s'han extrapolat a partir de les hores d'ús per setmana, i s'han restat els caps de setmana, vacances i festius. Per cada equip, però, el càlcul ha hagut de ser diferent.
- **Consum:** el consum del conjunt de cada tipus d'equip en quilowatt - hora per any. Aquest valor s'ha obtingut mitjançant el càlcul:

$$\text{Consum } (W \cdot \text{min}/\text{dia}) = \text{Quantitat} \cdot \text{Potència } (W) \cdot \text{Temps d'ús } (\text{min}/\text{dia})$$

$$\text{Consum } (kWh/\text{any}) = \text{Consum } (W \cdot \text{min}/\text{dia}) \cdot \frac{365 \text{ dies}}{1 \text{ any}} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot \frac{1kW}{1000 W}$$

- **Consum total:** sumatori de tots els consums de tots els equips de l'edifici per un any concret, obtingut a partir de les dades anteriors de consum calculats. S'ha considerat un valor acceptable si era un 10 % major o un 10 % menor que el valor indicat per a l'edifici al document de consums de l'any 2015 proporcionat per l'ajuntament (*Observatori del Maresme, 2015*).

- **Data del treball de camp**

Taula 4-2: Model de la fitxa d'anàlisi dels equips elèctrics dels edificis públics de Sant Pol. (Font: elaboració pròpia.)

Dades dels equips analitzats (Nom de l'edifici públic)					
Tipus d'ús (per funció)	Equips	Quantitat	Potència (W)	Temps d'ús (min/dia)	Consum (kWh/any)
Treball i activitat					
Nutrició					
Seguretat					
Comoditat					
Consum total (kWh/any)					
Data de treball de camp					

4.3.3. Anàlisi del grau d'eficiència de la demanda actual

Per a dur a terme aquesta tasca, s'han analitzat els documents de consums energètics dels edificis públics de Sant Pol de Mar de l'any 2015 (*Observatori del Maresme, 2015*), i l'estudi "Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar" (*Consell Comarcal del Maresme, 2012*), proporcionats per l'ajuntament, i s'han realitzat càlculs per a poder comparar les dades entre elles, i amb l'article "Energy and environmental evaluation of municipal facilities: Case study in the province of Barcelona" (*Oliver-Solà et al., 2013*).

En concret, aquest article mostra els consums per unitat d'àrea i per usuari dels edificis de la província de Barcelona, i els classifica per categories i per tipologies d'edificis, exposant uns rangs i unes mitjanes que es poden considerar per a comparar amb els edificis de Sant Pol, ja que els municipis de l'estudi són de la mateixa zona, i hi ha edificis de totes les

categories considerades. És l'estudi més comparable en aquest sentit, tot i ser relativament antic (del 2005), que s'ha pogut aconseguir; no hi ha estudis semblants més recents.

Pel que fa a l'estudi de Sant Pol de Mar considerat, també està desactualitzat, però és l'únic estudi que hi ha a nivell dels edificis públics de Sant Pol, i la seva eficiència.

Per a que els números siguessin comparables, els càlculs respecte 2015 s'han realitzat de la següent forma:

- Per al **consum per unitat d'àrea**:

- S'ha fet una regla de tres a partir del consum de l'equipament considerat del 2007 (o del 2009, en el cas de l'escola), i el consum per unitat d'àrea del mateix any calculat per l'ajuntament, per tal d'aconseguir la superfície útil (m^2) en cada cas:

$$\text{Superfície útil (m}^2\text{)} = \frac{\text{Consum 2007 (o 2009) (kWh)}}{\text{Consum 2007 per unitat d'àrea (o 2009) (kWh/m}^2\text{)}}$$

- Per a Ca l'Arturo i Ràdio litoral, en absència de dades al respecte en el document de l'ajuntament, s'han realitzat càlculs de la superfície útil en base als plànols proporcionats per l'ajuntament.
- Aleshores, s'ha calculat el consum per unitat d'àrea de 2015 dividint els consums proporcionats per l'ajuntament (*Observatori del Maresme, 2015*) entre les superfícies calculades:

$$\text{Consum 2015 per unitat d'àrea (kWh/m}^2\text{)} = \frac{\text{Consum 2015 (kWh)}}{\text{Superfície útil (m}^2\text{)}}$$

- També s'han calculat sumatoris de les superfícies útils i dels consums de cada any, i s'ha calculat la mitjana dels consums per unitat d'àrea respectius.
- Finalment, s'ha elaborat una taula comparativa amb totes les dades per poder-les analitzar i discutir.

- Per al **consum per usuari de l'edifici**:

- S'ha calculat també el nombre d'usuaris mitjançant una regla de tres, a partir de les dades de consum per usuari i de consums del 2007 (i de 2009 per l'escola), i s'han comparat amb la dada del nombre d'usuaris i de treballadors proporcionada al mateix document, per tal de determinar en quin criteri s'havien basat des de l'ajuntament per fer aquests càlculs en cada cas, per obtenir el consum per usuari. Els resultats obtinguts es reflecteixen a l'apartat de resultats (apartat 5.3.2).

$$N^{\circ} \text{ usuaris} = \frac{\text{Consum 2007 (o 2009) (kWh)}}{\text{Consum 2007 per usuari (o 2009) (kWh/usuari)}}$$

- Per al càlcul de cada edifici respectiu, s'ha seguit el mateix criteri que l'ajuntament, per poder fer comparables els números.
- En el cas de Ca l'Arturo i Ràdio Litoral, en absència de dades, s'ha utilitzat el sumatori dels usuaris regulars dels edificis i el personal.
- Les dades del nombre d'usuaris utilitzat pel càlcul de 2015 s'han obtingut mitjançant la consulta a treballadors dels edificis i a l'enginyer municipal, i es recullen a les fitxes d'anàlisi de l'annex I

S'ha contrastat la informació obtinguda, també, amb aquella recollida en les nombroses visites de camp realitzades als diferents edificis, i a través de consultes a treballadors d'aquests i de l'ajuntament. Aquesta informació s'ha recollit en unes fitxes d'elaboració pròpia incloses a l'annex I d'aquest treball.

4.3.4. Anàlisi de possibles accions en eficiència energètica

A partir de la informació obtinguda a l'anàlisi de camp i recopilada a les fitxes d'anàlisi incloses a l'annex I del treball, respecte els equips de cada edifici i els seus consums, s'han determinat els àmbits de major consum, d'aquells detallats anteriorment (apartat 4.3.2) , mitjançant l'elaboració de diagrames circulars, que representen els percentatges respecte el valor total de consum de l'edifici.

En base als resultats obtinguts, s'han plantejat diverses accions que es podrien aplicar a tots els edificis (horitzontals), per tal de facilitar els càlculs, enfocades als àmbits de major consum identificats.

L'anàlisi s'ha fet amb l'ajuda del document "Guia bàsica d'eficiència energètica en edificis municipals" (*Agència d'Energia de Barcelona, 2011*), que defineix una sèrie de mesures d'eficiència energètica aplicables als edificis públics. S'han escollit unes d'aplicabilitat més fàcil a Sant Pol, i s'han adaptat a les condicions actuals. Una de les mesures, de reducció de les hores d'ús dels aparells i treure'n els innecessaris, no s'ha extret d'aquest document sinó que ha estat idea pròpia.

Estalvi energètic aconseguit mitjançant les mesures d'eficiència energètica

A partir d'aquí, s'ha realitzat una estimació de l'estalvi suposat per la implantació d'aquestes mesures.

Per a aconseguir el valor del consum nou aplicant les mesures d'eficiència, s'han dut a terme aquests càlculs, fent ús d'un document Excel:

- **Reduir les hores d'ús dels aparells i desconnectar aquells que no es fan servir:**
Al document Excel, s'ha ajustat el temps d'ús de diversos aparells inclosos dins dels àmbits considerats, i s'ha reduït a 0 el temps per aquells que es considerava que s'havien de desconnectar, és a dir, aquells prescindibles.

- **Regular de forma més eficient la temperatura de la calefacció i de l'aire condicionat:** per a tots els sistemes de climatització s'ha aplicat un percentatge de reducció de consum, extret de la *Guia* mencionada més amunt, que s'ha restat del consum inicial. En aquest, es considera que per cada grau que s'augmenta la temperatura de refrigeració, s'estalvia un 10 % de l'energia, i per cada grau que es disminueix la temperatura de la calefacció, se n'estalvia un 8 %:

- Per a la calefacció:

$$\begin{aligned} \text{Consum nou (kWh/any)} \\ = \text{Consum vell (kWh/any)} - \text{Consum vell (kWh/any)} \cdot 0'08 \end{aligned}$$

- Per a l'aire condicionat:

$$\begin{aligned} \text{Consum nou (kWh/any)} \\ = \text{Consum vell (kWh/any)} - \text{Consum vell (kWh/any)} \cdot 0'1 \end{aligned}$$

- Així doncs, en aquest treball es considera que s'augmenta la temperatura de l'aire condicionat un grau, i es disminueix la temperatura de la calefacció en un grau.
- Cal tenir en compte que aquesta mesura no s'ha pogut aplicar en tots els edificis, ja que la climatització no funciona amb energia elèctrica en tots (la llar d'infants té un sistema de biomassa, tot i que té una aparell petit mixte d'aire condicionat combinat amb estufa, la climatització del poliesportiu funciona amb gasoil, i la majoria de la climatització de l'escola s'abasteix mitjançant gas natural).
- **Substituir els focus, fluorescents i les bombetes halogenades/incandescent per bombetes més eficients (LEDs).** Aquí s'han buscat les potències corresponents als LEDs substituïbles en cada cas, segons les taules de les fitxes 5 i 7 de l'apartat d'il·luminació de la *Guia* de l'Agència d'Energia de Barcelona (*Agència d'Energia de Barcelona, 2011*). Aleshores s'han substituït les potències de les bombetes instal·lades actualment amb les potències dels LEDs que hipotèticament s'instal·larien, i s'han recalculat els consums corresponents:

$$\text{Consum nou (kWh/any)} = \text{Potència nova (kW)} \cdot \text{Temps d'ús (h/any)}$$

S'han calculat els estalvis per a cada mesura implementada i per cada edifici, restant els consums.

$$\begin{aligned} \text{Estalvi edifici amb mesura } x \text{ (kWh/any)} \\ = \text{Consum vell edifici (kWh/any)} \\ - \text{Consum nou edifici amb mesura } x \text{ (kWh/any)} \end{aligned}$$

Aleshores s'han sumat tots els estalvis per cada mesura per aconseguir l'estalvi per cada mesura per tots els edificis:

$$\text{Estalvi 8 edificis mesura } x \text{ (kWh/any)} = \Sigma \text{ Estalvi edificis amb mesura } x \text{ (kWh/any)}$$

i s'han sumat també tots els estalvis per mesura per tots els edificis per obtenir-ne l'estalvi total:

$$\begin{aligned} & \text{Estalvi 8 edificis (kWh/any)} \\ & = \text{Estalvi 8 edificis amb mesura 1 (kWh/any)} \\ & + \text{Estalvi 8 edificis amb mesura 2 (kWh/any)} \\ & + \text{Estalvi 8 edificis amb mesura 1 (kWh/any)} \end{aligned}$$

Finalment, s'han calculat els valors dels percentatges dels consums elèctrics estalviats respecte el consum elèctric de 2015:

$$\% \text{ econsum elèctric estalviat} = \frac{\text{Estalvi (kWh/any)}}{\text{Consum vell (kWh/any)}} \cdot 100$$

La instal·lació de plaques solars fotovoltaïques s'ha dimensionat en base als consums nous obtinguts mitjançant tots aquests càlculs.

Relació de costos i estalvis econòmics obtinguts després de la implementació les mesures d'eficiència energètica

Primerament s'han calculat els costos econòmics relacionats amb la instal·lació dels LEDs abans mencionats, en implementar la tercera mesura d'eficiència: "Substituir els focus, fluorescents i les bombetes halogenades/incandescent per bombetes més eficients (LEDs)". Com que les dues altres mesures d'eficiència no impliquen cost, no s'ha hagut de calcular cap càlcul de costos relacionats.

El document *Guia bàsica d'eficiència energètica en edificis municipals (Agència d'Energia de Barcelona, 2011)* considera els preus de LEDs en el moment de redacció del document, significativament més cars que el preu dels LEDs actuals. Per aquesta raó s'ha escollit consultar els preus d'un distribuïdor de LEDs a Catalunya, amb preus més actualitzats. Segons la seva web (*Fabricaled.com, 2017*), el cost mitjà dels LEDs de diferents potències que es necessitarien als edificis públics de Sant Pol considerats són:

- Bombeta LED 7 W: 7 €
- Tub LED 10 W: 16 €
- Tub LED 16 W: 17 €
- Tub LED 20 W: 19 €
- Focus LED 27 W: 26 €
- Focus LED 50 W: 44 €

Aleshores s'ha elaborat una taula en el qual s'ha reflectit el cost de la instal·lació dels LEDs, multiplicant el nombre de LEDs plantejats per instal·lar pel preu dels LEDs indicats aquí.

Pel que fa als estalvis econòmics assolits mitjançant les mesures d'eficiència energètica, s'ha calculat la relació preu-consum de cada edifici en base al document de consums de 2015 proporcionat per l'ajuntament de Sant Pol de Mar:

$$\text{Relació preu – consum (€/kWh)} = \frac{\text{Preu per l'electricitat consumida 2015 (€/any)}}{\text{Consum 2015 (kWh/any)}}$$

A partir d'aquest valor, s'ha calculat l'estalvi econòmic:

$$\begin{aligned} \text{Estalvi econòmic (€/any)} \\ = \text{Relació preu – consum (€/kWh)} \cdot \text{Estalvi de consum (kWh/any)} \end{aligned}$$

I el percentatge corresponent respecte el cost econòmic inicial:

$$\text{Estalvi econòmic \%} = \frac{\text{Estalvi econòmic (€/any)}}{\text{Cost inicial 2015 (€/any)}}$$

Aleshores s'ha restat del cost inicial pagat per al subministrament elèctric dels 8 edificis, per tal de saber el preu nou pagat:

$$\text{Cost nou (€/any)} = \text{Cost inicial (€/any)} - \text{Estalvi econòmic (€/any)}$$

Aquests càlculs s'han aplicat per cada mesura d'eficiència aplicada i per a l'estalvi total de consum en cada cas.

4.3.4.1. Amortització

Per calcular l'amortització relacionada amb la instal·lació dels LEDs, s'ha aplicat la següent fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Amortització (anys)} \\ = \frac{\text{Cost LEDs (€)}}{\text{Cost electricitat estalviat mitjançant les mesures d'eficiència} \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right)} \end{aligned}$$

on es divideix el cost dels LEDs plantejats per instal·lar, calculat anteriorment, pel cost estalviat de l'electricitat mitjançant les mesures d'eficiència energètica.

4.3.5. Disseny i dimensionament del sistema d'energies renovables

Atenent als nous consums dels equipaments, resultants de la implementació de les mesures d'eficiència, s'ha escollit el model de placa amb el que s'ha dimensionat el nostre sistema, en funció del seu grau d'eficiència i el seu potencial.

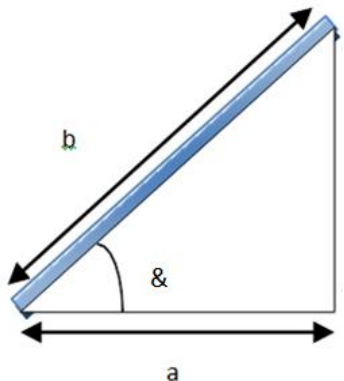
- En primer lloc, s'ha fet una avaluació sobre el nombre de plaques que es poden posar dintre de l'àrea útil disponible, a través de la informació obtinguda gràcies a la cartografia (pas 10 de l'apartat "Elaboració i anàlisi d'informació cartogràfica"). Per fer-ho, s'ha dividit el valor de cada àrea d'espai útil entre l'àrea total ocupada per un mòdul més la seva ombra.

D'aquesta manera, l'àrea total ocupada per un mòdul més la seva ombra s'ha obtingut gràcies a la suma dels valors de l'àrea del mòdul i l'àrea de separació entre les plaques.

A continuació, es mostra com s'han dut a terme aquests càlculs.

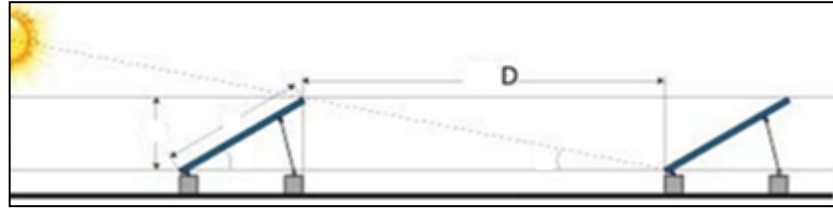
1. **Àrea del mòdul:** és la superfície ocupada pels mòduls. S'ha calculat a partir de la fórmula següent (taula 4-3).

Taula 4-3: Fórmula i representació de l'àrea del mòdul. (Font: elaboració pròpia)

Àrea del mòdul	$(A_{\text{mòdul}}) = a \times k$
	<p>$a =$ longitud del mòdul $k = b \times \cos \&$ (on b és l'amplada del mòdul i $\&$ l'angle d'inclinació del mòdul)</p>

2. **Àrea de separació entre els mòduls:** Aquesta ve determinada a través de la suma de k (pas 1) i de la longitud màxima que pot assolir l'ombra generada pel panell solar al llarg de l'any (D), ja que aquesta és la distància que hi ha d'haver entre fila i fila de mòduls solars per tal que no es facin ombra entre ells en cap moment de l'any (taula 4-4).

Taula 4-4 Fórmula i representació de l'àrea de separació entre mòduls. (Font: elaboració pròpia)

Àrea de separació entre els mòduls	$A_{sm} = k + D$
	<p>$D =$ distància de separació entre les plaques (m) o longitud de l'ombra</p>

Així doncs, la longitud de l'ombra (D) es calcula a través dels valors dels angles de l'altitud solar (α , Fig.4-2) i de la correcció de l'azimut solar (Ψ , Fig.4-3) i a través d'un seguit d'equacions trigonomètriques.

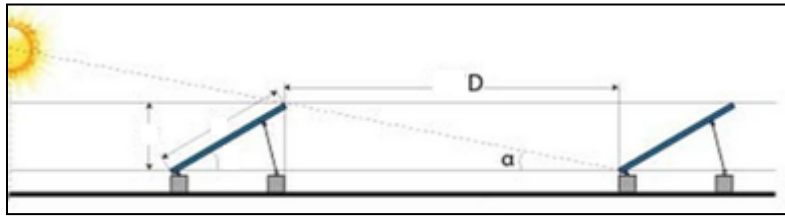


Figura 4-2: Vista lateral dels mòduls inclinats mostrant l'angle d'altitud solar (α). (Font: elaboració pròpia a partir de Teaching Engineering, 2015)

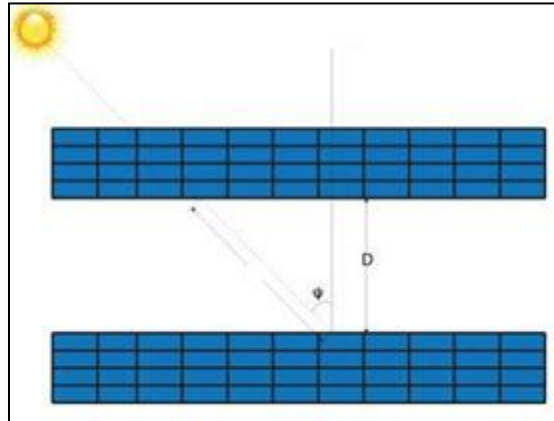


Figura 4-3: Vista superior mostrant la correcció de l'azimut solar (Ψ). (Font: elaboració pròpia a partir de Teaching Engineering, 2015)

D'aquesta manera, per obtenir els valors d'aquests angles s'ha utilitzat l'aplicació “National Oceanic & Atmospheric Administration Solar Calculator de l'Earth System Research Laboratory”, la qual ha permès calcular la màxima ombra d'un mòdul en hores d'aprofitament solar (D).

3. **Àrea total d'un mòdul i la seva ombra:** obtinguda a través de la suma dels valors obtinguts en els dos apartats anteriors (passos 1 i 2), s'ha pogut obtenir la superfície total ocupada per un mòdul solar i la seva màxima ombra. Aquesta expressió es calcula a través de la fórmula següent:

$$A (\text{mòdul+ombra}) = a \times (D + k)$$

4. **Nombre de mòduls fotovoltaics en funció de l'àrea útil disponible:** calculat a partir de la divisió dels metres quadrats d'àrea útil disponible per instal·lar-hi plaques (informació extreta del pas 10 de l'apartat “Elaboració i anàlisi d'informació cartogràfica”) entre l'àrea total d'un mòdul i la seva ombra (pas anterior d'aquest capítol, pas 3).

$$N^{\circ} \text{mòduls} = \frac{A(\text{útil disponible})}{A(\text{mòdul} + \text{ombra})}$$

- En segon lloc, atenent al nombre de mòduls fotovoltaics que es poden instal·lar dintre de les àrees útils de les diferents zones d'estudi (pas 4 de l'apartat "Disseny i dimensionament del sistema d'energies renovables"), s'ha determinat el nombre total de mòduls solars del nostre sistema energètic.

En aquesta part, s'ha fet ús de la següent equació general, que mostra la relació entre el nombre de plaques i tot un seguit de paràmetres:

$$n^{\circ} \text{ mòduls} = \frac{\text{Energia per abastir}}{\text{HSP} \cdot \text{rendiment de treball} \cdot \text{Potència pic del mòdul}}$$

Tant els valors referents al rendiment de treball de la placa com al de la potència pic del mòdul són constants. Tanmateix, el valor de l'energia que s'ha d'abastir també ho és, ja que depèn de cada equipament. Així doncs, l'únic valor variable són les HSP.

5. Nombre d'hores sol pic (HSP): aquest concepte fa referència al nombre d'hores equivalent que hauria de brillar el sol a una intensitat de 1 kW/m² per a obtenir la insolació total d'un mes.

Així, per tal de determinar els valors de les HSP s'han utilitzat els valors que expressen la irradiació global mensual per metre quadrat rebuda pels mòduls del sistema (kWh/m²) en les diferents zones on es poden instal·lar les plaques (pas 10 de l'apartat "Elaboració i anàlisi d'informació cartogràfica") i el valor de la radiació solar incident que s'ha fet servir per calibrar els mòduls (1kW/m²). La següent fórmula expressa aquesta relació:

$$HSP = \frac{\text{irradiació mensual per metre quadrat rebuda per les plaques (kWh/m}^2\text{)}}{1 \text{ kW/m}^2}$$

Els resultats obtinguts s'han efectuat per a cadascuna de les àrees d'estudi.

6. Nombre de mòduls en funció de l'àrea d'estudi: calculat a partir de l'equació general, tenint en compte els diferents valors de les HSP (pas anterior d'aquest capítol, pas 5) i l'energia a abastir de cada equipament, a més a més dels altres paràmetres.

Així doncs, a través de tots aquests passos, s'ha dimensionat el sistema energètic renovable basat en mòduls solars fotovoltaics.

4.3.6. Estudi social: percepció pública i anàlisi d'altres projectes similars

Per a qualsevol estudi, és important l'avaluació social, ja que les interaccions i reaccions humanes, respecte a aquest, són clau. És per aquesta raó que s'han realitzat enquestes per a conèixer la percepció sobre el projecte de la població del municipi. També s'ha realitzat una entrevista amb la responsable tècnica de Rubí Brilla per tal de comprendre com s'ha dut a terme el projecte, sobretot, pel que fa a la part social d'aquest

4.3.6.1. Enquestes a la població

Per tal d'avaluar el grau d'acceptació de la instal·lació de renovables al municipi, s'han realitzat enquestes a la població, via l'eina *Google Forms*, per a conèixer el nivell d'afinitat i/o preferència que senten, els habitants del municipi, respecte diferents temes relacionats amb el projecte. Les preguntes, a més, s'han centrat a l'entorn de quina opinió i coneixement es té sobre allò que s'ha portat a terme a Sant Pol de Mar en termes de medi ambient, eficiència energètica i energies renovables fins al moment. També s'ha qüestionat als participants sobre quin grau d'interès tindrien en que Sant Pol de Mar comencés un procés de transició cap a un model energètic més sostenible, quina disposició tindrien a acceptar canvis i quina a participar en un projecte com aquest. Després, s'ha exposat el projecte i s'han fet preguntes en relació a aquest: sobre la seva opinió al respecte, sobre quina afinitat mostrarien cap a cada una de les fases i sobre quin benefici creuen que aportarà al municipi.

Per a realitzar les enquestes s'ha escollit una mostra de la població en relació al nombre d'habitants, segons la fórmula (Suárez, M., 2004 i 2011):

$$n = \frac{N\sigma^2 Z_\alpha^2}{e^2(N-1) + \sigma^2 Z_\alpha^2}$$

on:

n = mida de mostra

σ = desviació estàndard de la població. Se n'ha escollit un valor de 0,5, ja que és el valor habitual usat en estudis sociològics en absència de dades al respecte

Z_α = valor obtingut mitjançant els nivells de confiança, que s'obtenen de la taula estadística de la *Normal*. Aquí s'agafa un nivell de confiança del 75 %, que correspon a un valor d' 1'15.

E = error mostral. En aquest cas s'escull un error del 9 %.

Així s'obté:

$$n = \frac{5.000 \cdot 0'5^2 \cdot 1'15^2}{0'09^2(5.000 - 1) + 0'5^2 \cdot 1'15^2} \approx 40 \text{ persones}$$

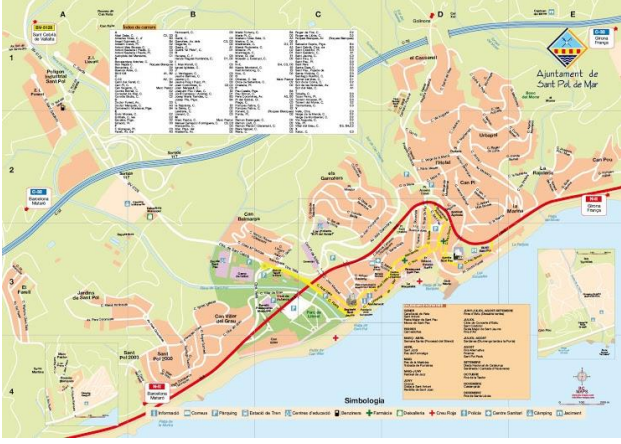
Cal mencionar que de cara a futurs estudis, s'ha d'escollir un marge d'error menor i un nivell de confiança major, per tal d'aconseguir una mostra més significativa.

S'ha realitzat l'enquesta en català i en castellà, i s'han ajuntat totes les respostes per a fer-ne una anàlisi.

El model de l'enquesta és el següent (taula 4-5):

Taula 4-5: Model d'enquesta sobre energies renovables i eficiència energètica a Sant Pol de Mar. (Font: Elaboració pròpia.)

Enquesta treball de fi de grau Sant Pol de Mar: energies renovables i eficiència energètica		
<p><i>Benvolgut/da,</i></p> <p><i>Som un grup de tres estudiants de la Universitat Autònoma de Barcelona cursant, en aquest moment, el 4rt curs del grau de Ciències Ambientals. Tots tres ens hem unit per realitzar un Treball de Fi de Grau amb l'objectiu d'idear un sistema d'energies renovables, incloent mesures d'eficiència energètica, per al municipi de Sant Pol de Mar. És per això que ens interessa fer, també, un petit estudi social sobre l'afinitat que presenten els habitants del municipi en relació al projecte i al món de les energies renovables, l'eficiència energètica i l'autosuficiència energètica.</i></p> <p><i>El següent qüestionari ens aportarà informació sobre aquesta afinitat i és per això que volem qualificar les respostes en graus d'afinitat/preferència sentida en relació amb cada punt de l'enquesta.</i></p> <p><i>Consta de 3 seccions: la primera és d'informació general de l'enquestat, la segona valora el punt de vista general, i la tercera, l'opinió sobre el projecte plantejat.</i></p>		
Pregunta		Resultats
Secció 1: Informació sobre l'enquestat/ada		
Pregunta 1	1.A Sexe	<input type="radio"/> Dona <input type="radio"/> Home
	1.B Edat	<input type="radio"/> 0 - 19 <input type="radio"/> 20 - 39 <input type="radio"/> 40 - 59 <input type="radio"/> 60 - 79 <input type="radio"/> 80 +
	1.3 És resident al municipi des de sempre?	<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
	1.4 Àrea de residència (barri) on resideix l'enquestat	<input type="radio"/> Nucli Urbà <input type="radio"/> L'Hotel

		<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> El Morer <input type="radio"/> Can Balmanya <input type="radio"/> Els Garrofers <input type="radio"/> Can Pi <input type="radio"/> Urbapol <input type="radio"/> La Marina <input type="radio"/> La Rajoleria <input type="radio"/> El Cassarell <input type="radio"/> Can Vilar del Grau <input type="radio"/> Golinons <input type="radio"/> Jardins de Sant Pol <input type="radio"/> Sant Pol 2000 <input type="radio"/> Sant Pol 2003 <input type="radio"/> El Farrell <input type="radio"/> Roques Blanques <input type="radio"/> Can Rata <input type="radio"/> Altres
--	--	---

Secció 2: Coneixement i opinió sobre les accions ambientals realitzades a Sant Pol de Mar i coneixement general sobre el món de l'eficiència energètica i les energies renovables.

<p>Pregunta 2</p>	<p>Coneix bé les alternatives a les fonts d'energia comunes que s'utilitzen actualment?</p>	<table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gens</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td>Molt bé</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5		Gens	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt bé
	1	2	3	4	5											
Gens	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt bé										
<p>Pregunta 3</p>	<p>Creu que és important una transició de model energètic (ser més eficients energèticament i passar a energies renovables) en petits municipis com Sant Pol?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No <input type="radio"/> No ho sé 														
<p>Pregunta 4</p>	<p>Coneix quines podrien ser les capacitats de Sant Pol de Mar quant a energies renovables?</p>	<table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ni idea</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td>Sí, molt bé</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5		Ni idea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sí, molt bé
	1	2	3	4	5											
Ni idea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sí, molt bé										
<p>Pregunta 5</p>	<p>5. A. Quin coneixement té sobre les innovacions/propostes,</p>	<table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cap</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> <td>Molt</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5		Cap	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt
	1	2	3	4	5											
Cap	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt										

	realitzades al municipi (per iniciativa de l'ajuntament), referents a les energies renovables ?															
	5. B. I respecte a les millores d'eficiència energètica realitzades?	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Cap</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>Molt</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5		Cap	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt
	1	2	3	4	5											
Cap	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt										
	5. C. Quines en coneix?	(Pregunta oberta)														
Pregunta 6	6. A. Creu que Sant Pol és un municipi capdavanter pel que fa a temes de medi ambient en general?	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Gens</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>Molt</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5		Gens	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt
		1	2	3	4	5										
	Gens	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt									
	6. B. Creu que Sant Pol és un municipi capdavanter pel que fa a eficiència energètica ?	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Gens</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>Molt</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5		Gens	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt
	1	2	3	4	5											
Gens	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt										
6. C. Creu que Sant Pol és un municipi capdavanter pel que fa a temes d' autosuficiència ?	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Gens</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>Molt</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5		Gens	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt	
	1	2	3	4	5											
Gens	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt										
6. D. Creu que Sant Pol és un municipi capdavanter pel que fa a energies renovables ?	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Gens</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>Molt</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5		Gens	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt	
	1	2	3	4	5											
Gens	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molt										
Pregunta 7	Creu que l' ajuntament hauria d'involucrar-se més en el procés de fer una transició de model energètic ?	<ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Potser 														
Pregunta 8	Quina disposició tindria a acceptar canvis en el model energètic del municipi?	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">4</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Gens</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td>Molta</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5		Gens	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molta
	1	2	3	4	5											
Gens	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Molta										
Secció 3: Sobre el projecte plantejat d'un sistema de renovables a Sant Pol de Mar																

Per a les següents preguntes, proporcionarem informació una mica més detallada sobre el projecte.

El projecte se centra en una proposta d'implementació d'un sistema d'energies renovables que potencii l'autosuficiència energètica i l'ús d'energies renovables a Sant Pol de Mar. Es pot dividir en diverses fases:

- Fase 1: implementar mesures d'eficiència energètica per reduir el volum de consum energètic del municipi, reduint despeses innecessàries tant energètiques com econòmiques.
- Fase 2: Aprofitar un cert espai disponible com pàrquings i les cobertes d'alguns edificis públics per a la instal·lació de plaques solars fotovoltaïques que subministraran energia per a abastir els edificis públics de més consum energètic (escola, llar d'infants, poliesportiu, camp de futbol, Ca l'Arturo, ajuntament, policia local i serveis tècnics de l'ajuntament). Objectiu: estalviar una part de l'energia provinent de la xarxa, produïda a través d'energies no renovables.
- Fase 3 (Escenari de futur): estendre del projecte a l'ús individual dels residents de Sant Pol de Mar, promocionant l'autosuficiència del municipi sencer. Aquesta fase podria incloure accions com: recerca de noves zones on instal·lar plaques fotovoltaïques, implementació de noves mesures d'eficiència, etc.

Pregunta 9	Quant benefici creu que proporcionaria per al poble, la implementació del projecte?	<p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>Menys beneficis <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Més beneficis</p>
Pregunta 10	Quanta voluntat creu que els habitants del municipi tindrien per participar en el projecte, en mesura de les possibilitats de cadascú?	<p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>Menys voluntat <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Més voluntat</p>
Pregunta 11	A. Quina afinitat sent cap a la fase d'implementació de mesures d'eficiència energètica per a reduir el volum de consum del municipi, reduint despeses innecessàries tant energètiques com econòmiques?	<p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>Menys voluntat <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Més voluntat</p>
	11. B. Quina afinitat sent cap a la fase d'instal·lació de plaques solars en espais com: el pàrking, el camp de futbol, l'escola i la llar d'infants per a subministrar energia elèctrica, provinent d'una font renovable, als	<p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>Menys voluntat <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Més voluntat</p>

	edificis públics de més consum del municipi?	
	11. C. Quina afinitat sent cap a un escenari de futur en el qual es pretendria estendre el projecte a l'ús individual o industrial dels residents i de les empreses del municipi, promocionant l'autosuficiència del municipi sencer?	<p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p style="text-align: center;">Menys voluntat <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Més voluntat</p>
Pregunta 12	Creu que aquest projecte faria de Sant Pol de Mar un municipi millor i de referència quant a eficiència energètica?	<p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p style="text-align: center;">No milloraria i no serviria de referència <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Milloraria molt i seria un exemple en eficiència energètica</p>
Pregunta 13	Té alguna proposta per a millorar el projecte plantejat, o algun altre comentari al respecte?	(Pregunta oberta)

Per tal de fer una avaluació de l'opinió general sobre el projecte i extreure'n conclusions que posteriorment s'han utilitzat per a plantejar més solucions de millora, s'han representat i analitzat les dades referents a les respostes dels enquestats/des en forma de diagrames 3D, tal i com es pot observar a l'apartat de resultats (apartat 5.5.1). Les respostes de les preguntes per desenvolupar es troben als annexos (annex III)

4.3.6.2. *Entrevista amb Rubí Brilla*

Per entendre el funcionament d'un projecte similar al plantejat en aquest treball, s'ha realitzat una entrevista amb la Marta Morera Marcè, responsable tècnica del projecte Rubí Brilla. La intenció d'aquesta entrevista ha estat comparar i recollir informació per entendre millor com fer realitat un projecte d'aquest tipus.

El model de preguntes de l'entrevista ha estat el següent:

Bon dia, som tres estudiants de la Universitat Autònoma de Barcelona i estem realitzant el projecte de final de carrera. Aquest consisteix en estudiar la potencial instal·lació d'un sistema d'energies renovables al municipi de Sant Pol de Mar, per tal d'abastir una part dels edificis públics del municipi. Per a realitzar un projecte com aquest, cal tenir en compte la part social, les posicions i la influència dels diferents actors involucrats en el tema, per tal de conduir la transició de la millor forma possible. Això inclou tant l'Ajuntament com la resta d'habitants del poble als quals podria afectar la instal·lació.

Per investigar això, voldríem saber com s'ha tractat aquest tema al projecte de Rubí Brilla i, així, avaluar la seva aplicabilitat al municipi de Sant Pol. Aquest és un poble petit de la costa del Maresme, d'uns 5.000 habitants, amb un ajuntament petit i amb un pressupost limitat.

1. *Com va començar la iniciativa de Rubí Brilla?*
2. *Quants anys van passar fins que el projecte va començar a agafar forma?*
3. *A l'inici, quin era el context legal, econòmic, polític...? Era relativament més fàcil començar la iniciativa en aquell moment, que si s'hagués iniciat actualment?*
4. *Es podria aplicar aquest projecte a un municipi petit de 5.000 habitants?*
5. *Pel que fa al projecte, quina és l'actuació que ha proporcionat més estalvi en termes energètics?*
6. *Quins inconvenients s'han esdevingut a l'hora d'implementar el projecte?*
7. *Com es van fer atractives les propostes en ulls dels diferents actors?*
8. *A nivell de població local, s'ha vist que no hi ha massa difusió del projecte en aquests moments. Quins són els propers passos que té plantejat l'ajuntament en aquesta direcció?*
9. *Quantes persones es dediquen al projecte, i en particular, a la comunicació i difusió del projecte?*
10. *Quin opineu que ha estat el major triomf del Rubí Brilla?*
11. *Podríeu detallar el moment clau en que es va veure un canvi de perspectiva? Com es va aconseguir? La participació ciutadana va influir?*

Cal destacar que aquestes preguntes, a la transcripció de l'annex (annex IV), pateixen certes variacions en funció de l'entrevistador i l'entrevistat, ja que algunes preguntes s'han contestat abans d'haver-les de preguntar i d'altres no s'han formulat exactament igual. Això és degut a que, en el moment de l'entrevista, s'ha prioritzat la fluïdesa i l'espontaneïtat de la conversa.

A l'apartat de resultats d'aquest treball (apartat 5.5.2), es resumeix l'entrevista i se'n realitza l'anàlisi corresponent.

4.3.7. Càlculs econòmics i ambientals del sistema

4.3.7.1. *Impacte ambiental evitat*

Tot i que es podria calcular l'impacte ambiental del sistema de renovables en si mateix (fabricació de les plaques, transport, instal·lació, etc.) en aquest projecte només s'analitzen aquelles emissions de gasos d'efecte hivernacle produïdes en la fase d'operació d'aquest sistema, ja que és la part en la qual s'enfoca aquest estudi: l'eficiència energètica i el consums d'electricitat.

Per tal d'avaluar l'impacte ambiental evitat en la implantació de les mesures d'eficiència considerades, s'han calculat els kg de CO₂ equivalent anuals de les emissions aplicant el factor de conversió corresponent del document anual publicat per WWF "Observatorio de la Electricidad Año 2015" (García i Monzón, R., 2015):

$$Emissions (kg CO_2 eq./any) = Consum (o estalvi) (kWh/any) \cdot 0'237 kg/kWh$$

En aquest factor de conversió ja queda incorporat el mix espanyol associat a l'electricitat proporcionada al poble, per a l'any 2015.

Els càlculs de les emissions evitades s'han realitzat restant la potència produïda pel sistema d'energies renovables, considerant també aquella estalviada aplicant mesures d'eficiència energètica si és el cas, de la potència total consumida pels edificis públics i l'enllumenat considerats.

Així, es pot calcular, mitjançant un factor de conversió, la quantitat de CO₂ a la qual correspon les emissions per la producció d'energia elèctrica que abasteix el municipi, i aquella que s'estalvia mitjançant l'ús de la instal·lació de plaques solars, . Amb la mateixa correlació, es calcularan les emissions estalviades a partir del valor de producció del sistema.

4.3.7.2. Càlcul de l'amortització

Pel que fa a l'amortització del sistema de plaques solars fotovoltaïques, s'ha aplicat la següent fórmula, la qual relaciona el preu del total de plaques solars per instal·lar amb l'estalvi econòmic aconseguit mitjançant el seu ús.

$$Amortització total (anys) = \frac{Cost plaques solars (\text{€})}{Cost electricitat estalviat per l'ús de les plaques solars \left(\frac{\text{€}}{\text{any}}\right)}$$

Càlcul de l'amortització total

Finalment s'ha realitzat un càlcul per tal d'averiguar si aplicant les mesures d'eficiència energètica abans de la instal·lació de renovables, es pot arribar a amortitzar abans la instal·lació de renovables. Això s'ha calculat mitjançant la fórmula:

$$Amortització (anys) = \frac{Cost LEDs (\text{€}) + Cost plaques solars (\text{€})}{Cost estalviat (mesures d'eficiència) \left(\frac{\text{€}}{\text{any}}\right) + Cost estalviat (ús d'energia solar) \left(\frac{\text{€}}{\text{any}}\right)}$$

-5- RESULTATS



Figura4-4. Resultats (Font: ExcelNegocios, 2015)

5. RESULTATS I DISCUSSIÓ

5.1. INTRODUCCIÓ

En aquesta part del treball s'exposen tots els resultats obtinguts, a través dels quals, mitjançant el seu estudi i la seva valoració corresponent, han permès dimensionar el sistema energètic renovable, resultant d'una caracterització de la zona d'estudi i d'haver dut a terme un estudi sobre el grau d'eficiència dels equipaments.

5.2. ÀNALISI CARTOGRÀFIC: CARACTERITZACIÓ DE LA ZONA D'ESTUDI

La cartografia, en aquest treball, ha servit per a localitzar i conèixer més a fons la zona d'estudi, és a dir, per comprovar que el projecte és possible i realitzable. Aquesta tasca ha estat possible mitjançant el programari de cartografia digital anomenat *Miramon* i l'ajuda de la visió 3D proporcionada per *Google Earth*.

5.2.1. Localització i situació

A través de l'anàlisi del mapa topogràfic de Sant Pol de Mar, s'han delimitat els diferents polígons corresponents a les àrees d'interès del nostre estudi.

Així doncs, aquestes zones d'interès són: els vuit equipaments de major consum del municipi i el pàrquing del parc del Litoral. Aquests edificis han estat triats per certes característiques, de les quals destaquen: les seves mides i consums i la proximitat tant entre ells, dins el poble, com respecte a les zones vulnerables i als possibles punts de producció d'energia neta. Tanmateix, el pàrquing s'ha escollit per les seves dimensions i per l'aplicabilitat que mostra per a instal·lar-hi plaques fotovoltaïques.

Els polígons resultants són els que es mostren a continuació (*Fig. 5-1*).

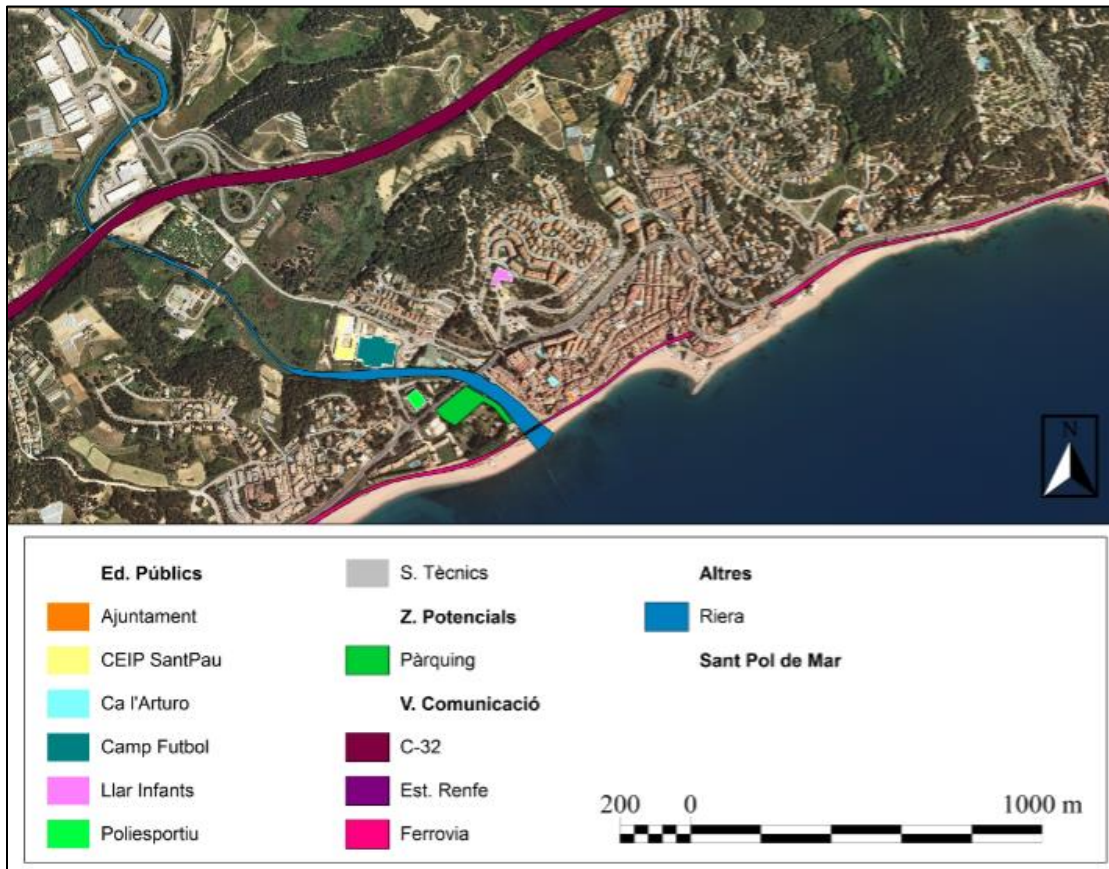


Figura 5-1: Localització dels vuit equipaments públics i el pàrquing, de les principals vies de comunicació, i la riera de Sant Pol de Mar. (Font: elaboració pròpia a partir de Miramon).

Cal esmentar que la situació dels edificis és idònia, ja que aquests són pròxims entre ells i es troben localitzats dins del nucli urbà del municipi. A més a més, com es pot veure a través de la figura anterior, Sant Pol de Mar es veu afectat pel curs fluvial de la Riera de Sant Pol. És per això que més endavant s'ha estudiat també el risc d'inundabilitat del terreny.

Adicionalment, la fase cartogràfica anterior permet també conèixer quines són les àrees (en termes de superfície 2D, vistes des de dalt) dels edificis i de les zones potencials per a instal·lar les plaques solars (taula 5-1). Aquestes àrees totals són les que es mostren a la taula adjunta (tala 5-1) i corresponen a tota la seva extensió plana (no només a la de les cobertes).

Taula 5-1: Àrees corresponents als vuit equipaments públics i el pàrquing. (Font: elaboració pròpia a partir de Miramon).

Zones d'estudi	Àrea
Pàrquing	9713.2 m ² (1.0 ha)
Ajuntament i policia	327.5 m ² (0.0 ha)
S. Tècnics	190.4 m ² (0.0 ha)
Ca l'Arturo	456.8 m ² (0.0 ha)
Pi del Soldat	1681.4 m ² (0.2 ha)
Poliesportiu	1711.1 m ² (0.2 ha)
C. Futbol	7934.8 m ² (0.8 ha)
CEIP Sant Pau	2993.7 m ² (0.3 ha)

A través d'aquestes dades, s'ha fet una primera estimació de les zones potencials per ubicar els mòduls, ja que són aquestes àrees (requadres blaus de la taula 5-1) algunes de les quals proporcionen més superfície per dur a terme la instal·lació d'energia renovable.

5.2.2. Xarxes i serveis

En segon lloc, per tal d'estudiar la proximitat del sistema d'energies renovables a la xarxa de distribució elèctrica i als equipaments públics considerats, s'ha usat el Plànol de Xarxes i Serveis de Sant Pol proporcionat per l'ajuntament (Fig. 5-2). Aquest s'ha sobreposat a una imatge de *Google Earth*. En concret, s'ha prestat especial atenció a les xarxes elèctriques, ja que és el tipus de xarxa de servei que ens interessa pel projecte, mentre que els altres serveis no són rellevants per al nostre estudi.

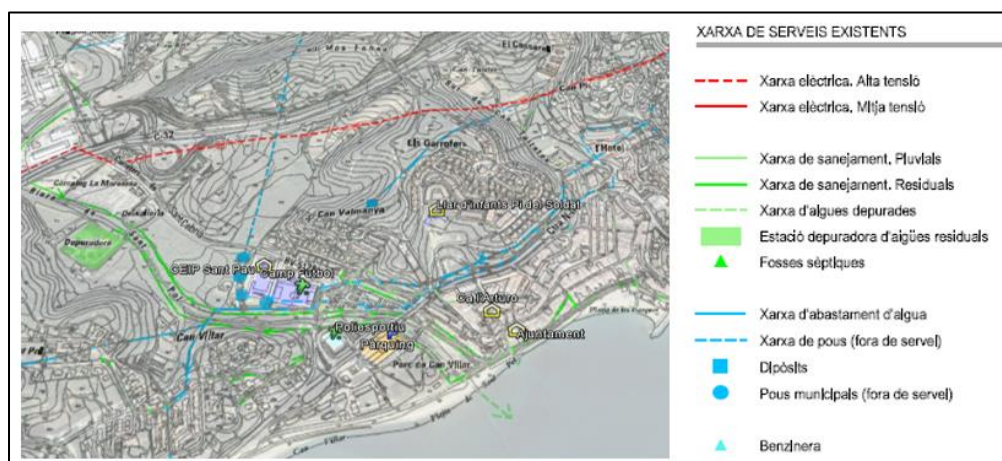


Figura 5-2 Xarxes i Serveis de Sant Pol de Mar. (Font: elaboració pròpia mitjançant Google Earth i el POUM de Sant Pol de Mar)

Com es pot observar a través del mapa anterior (Fig. 5-2), la principal xarxa elèctrica (d'alta tensió) passa just per sobre del nucli urbà de Sant Pol de Mar, més o menys paral·lela a la C-32. A partir d'ella, tot i que no surt al mapa, en surten les diferents línies de baixa i mitja tensió que abasteixen el municipi.

En el mapa següent (Fig 5-3), més detallat, s'observen les principals xarxes de mitja tensió que travessen el municipi per a abastir-lo elèctricament.



Figura 5-3: Xarxes de mitja tensió de Sant Pol de Mar. (Font: elaboració pròpia mitjançant Google Earth i el POUM de Sant Pol de Mar)

Així, s'ha determinat que tant els edificis a abastir com les zones potencials de producció d'energia (p.e. el parking) estan situats prop de la xarxa, fet que permet una perfecta connexió entre aquests.

Aquest fet facilita la implementació del projecte a Sant Pol de Mar.

5.2.3. Risc d'inundació

En aquest apartat s'ha tractat el risc d'inundació de l'àrea d'estudi, tenint en compte la ubicació dels vuit equipaments públics a abastir i de les zones potencials on instal·lar les fonts d'energia renovable.

Per tal d'estudiar-ho, s'ha fet ús del plànol de l'estudi d'inundabilitat actual pertanyent al POUM de Sant Pol de Mar. Els diferents colors pertanyen als diferents períodes de retorn de la Riera de Sant Pol, és a dir, "la freqüència estadística amb la que es produeix una inundació, calculada en base a la probabilitat que un esdeveniment d'un determinat període de retorn, pugui ocórrer com a mínim un vegada en un interval de temps determinat" (ACA, 2016). El color blau es refereix a un període de retorn de 10 anys, el taronja de 100 anys i finalment, el groc, a un de 500 anys.

A continuació, s'ha efectuat la superposició de capes, altra vegada, per a veure si els punts on hi ha previst ubicar-hi les fonts d'energia renovable es poden veure afectats pel risc d'inundació o no (Fig. 5-4).



Figura 5-4: Superposició d'imatges on s'ha utilitzat el mapa de la planta d'inundació de la Riera de Sant Pol. (Font: elaboració pròpia mitjançant Google Earth)

D'aquesta manera, s'ha observat que alguns dels edificis sí que es troben en zones de risc.

- Risc alt (període de retorn de 10 anys): camp de futbol, CEIP Sant Pau.
- Risc mig (període de retorn de 100 anys): cap.
- Risc baix (període de retorn de 500 anys): part del poliesportiu i part del pàrquing.

Segons el POUM, però, “es proposa fer una mota en el marge esquerra de la riera de Sant Pol a l'alçada del camp de futbol, que donaria continuïtat a la protecció del CEIP Sant Pol, fins arribar al viaducte situat aigües avall de l'equipament esportiu. Aquesta mota evitaria la inundació fins al període de retorn de 500 anys” (Greccat, 2014).

Així doncs, s'ha vist que en cas de rierada, els edificis que pateixen més risc de ser perjudicats per una inundació (actualment) són el camp de futbol i el CEIP Sant Pau. Tot i això, si s'acaba construint la mota de la que es parla al POUM, es podrà afirmar que totes les instal·lacions corren un risc gairebé nul i que només tres d'elles presenten un risc d'inundació baix. A més a més, tenint en compte que està previst que les instal·lacions productores d'energia elèctrica estiguin ubicades a la zona del pàrquing i a les diferents cobertes dels edificis, ambdues superfícies situades en alçada, fa que el risc d'afectació per inundació d'aquestes sigui improbable.

5.2.4. Radiació solar

A través de la suma dels 365 mapes diaris de radiació solar de l'any 2016 s'han obtingut 12 mapes de radiació total mensual i un de radiació total anual.

Aquests han permès determinar la viabilitat de les diferents àrees potencials per a instal·lar-hi mòduls fotovoltaics (a través del mapa de radiació anual) i han permès també obtenir una base de dades corresponent a la radiació total mensual (kWh/m²) rebuda per les

diferents cobertes (a través dels mapes de radiació mensual). Aquests valors han estat necessaris per dimensionar el sistema d'energia renovable.

5.2.4.1. Radiació solar anual

En aquest apartat, a partir de l'anàlisi cartogràfic, s'han extret les dades referents a la radiació solar anual que arriba a cada punt de les cobertes de les zones potencials on instal·lar les plaques fotovoltaïques (Fig. 5-5). Consegüentment, s'ha elaborat un mapa on s'aprecien els valors d'irradiació anuals del municipi, en general, i s'han digitalitzat les cobertes de: el CEIP Sant Pau, la Llar d'Infants (Pi del Soldat), els equipaments del Camp de futbol i la zona del pàrquing, que són les diferents àrees disponibles, útils i potencialment aptes per a ubicar-hi els mòduls.

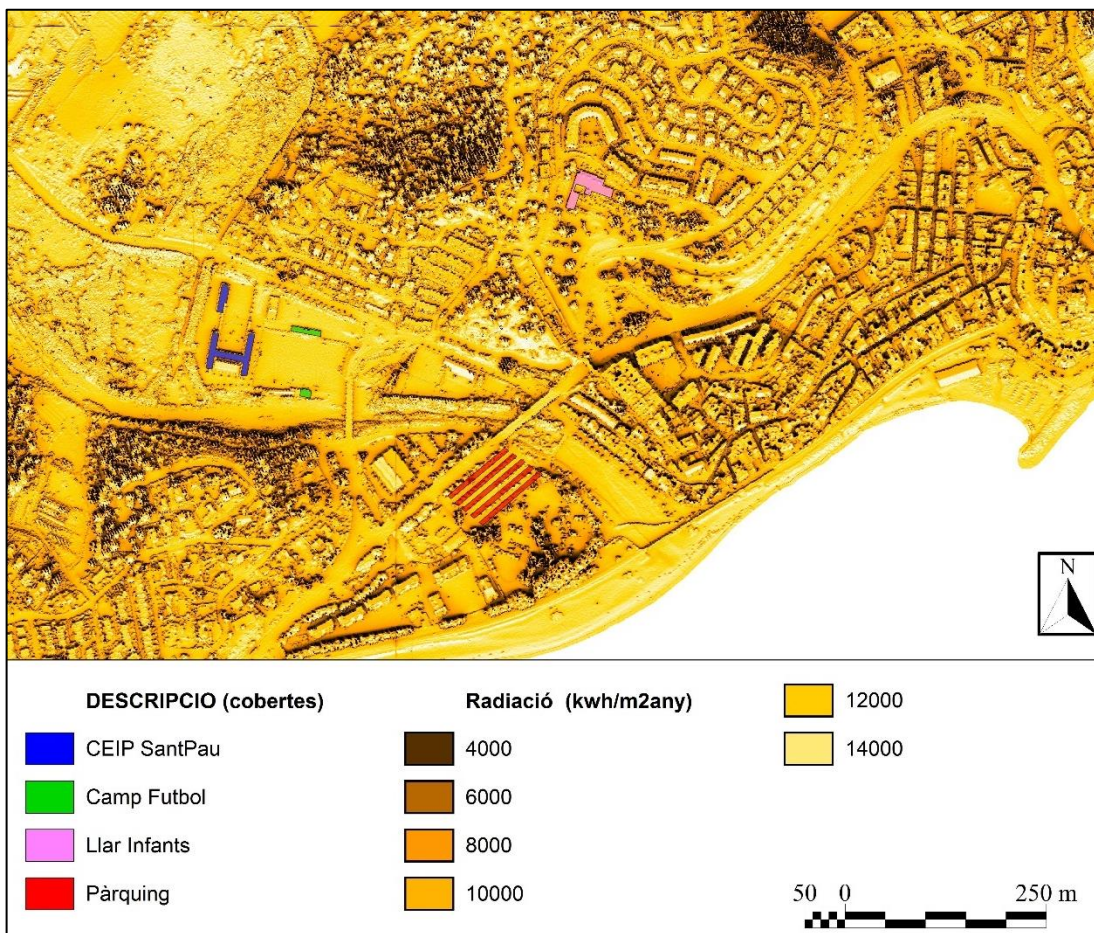


Figura 5-5: Mapa de radiació solar anual i dels polígons corresponents a les cobertes de les zones potencials on posar plaques fotovoltaïques. (Font: elaboració pròpia a partir de Miramon).

A través del mapa anterior s'han extret les dades de radiació anual que afecten a les àrees útils d'estudi (cobertes). A continuació, es pot observar la taula amb aquestes dades (Taula 5-2).

Taula 5-2: Valors de radiació corresponents a les àrees d'estudi. (Font: elaboració pròpia).

	Espai disponible (m ²)	Espai útil: cobertes (m²)	Radiació anual mitjana (kWh/m ²)	Radiació anual màxima (kWh/m ²)
Pàrquing	9.713'20	2.700	12.400	15.120
Camp Futbol	7.934'8	364'7	11.984	12.800
CEIP	2.993'7	1.333	13.000	15.000
Llar infants	1.681'4	1.135,3	12.200	15.550
Total	22.323'10 m²	5.533 m²	49.584 kWh/m²	58.470 kWh/m²

Descripció de la taula: a través d'aquesta es mostren els valors de: l'Àrea d'espai disponible (àrea del polígon sencer); l'Àrea de l'espai útil per a ubicar les plaques fotovoltaïques (àrea aprofitable de cada coberta); la Radiació anual mitjana (radiació que predomina sobre aquella coberta en concret) i la Radiació anual màxima (radiació que predomina en els punts de la coberta que estan orientats de la manera més òptima a l'hora de captar el màxim grau de radiació solar).

D'aquesta manera, s'ha visualitzat quines són aquelles zones més òptimes per a la instal·lació de les plaques solars.

En primer lloc, gràcies a les dades de radiació anual total, s'ha vist que aquells llocs amb més elevació (altitud) respecte el nivell del mar són, alhora, aquells que més radiació solar reben i que les ombres (d'arbres, per exemple, i d'altres edificis més alts) també són un factor important que perjudica el flux d'energia solar que arriba a cada punt.

A més a més, s'ha comprovat que en totes les cobertes on hi s'havia previst instal·lar-hi les plaques, hi arriben valors de radiació adequats i aptes per a produir energia elèctrica, excepte per a la zona del poliesportiu que, per temes que s'exposen a continuació, no ho és.

Així doncs, el Camp de Futbol, la Llar d'Infants, el CEIP Sant Pau i la zona del pàrquing, són les zones amb valors més alts de radiació solar i amb les cobertes més aptes per a instal·lar-hi plaques fotovoltaïques. D'aquesta manera, aquestes quatre zones d'estudi han estat escollides per les següents raons:

- En primer lloc, s'ha determinat que les cobertes del Camp de Futbol són aptes degut a la seva localització: el camp, a l'estar força aïllat d'altres edificis, gairebé no rep l'efecte d'ombres, tot i que la seva reduïda superfície (365m² aproximadament) fa que aquest equipament no sigui el més productiu.

- En segon lloc, i de la mateixa manera que en el cas del camp de futbol, les cobertes del CEIP Sant Pau també són molt aptes. Això és degut a la seva àmplia superfície útil i a la llunyania que presenta aquest equipament respecte a obstacles generadors d'ombres.

A més a més, observant de prop les cobertes d'aquests dos equipaments (Fig. 5-6) s'ha vist que tant les de l'escola com les del camp de futbol són planes i no presenten obstacles ni claraboies en la seva superfície, a excepció d'una sortida de gasos a l'escola (la xemeneia), la qual no obstaculitza gaire la instal·lació de plaques solars.

- En tercer lloc, la llar d'infants es troba a bastanta altitud en comparació a la resta dels edificis, fet que no produeix problemes derivats de la poca superfície disponible ni de l'efecte d'ombres. Aquest compta amb 1135m² aproximadament de superfície útil on instal·lar plaques solars.

Cal esmentar que a la seva coberta hi ha 4 claraboies, tot i que aquestes no suposen un gran problema per a la instal·lació de les plaques, ja que no estan situades al mig de la teulada ni són obstacles que puguin produir ombra sobre els mòduls, tal i com es pot observar a la figura adjunta a continuació (Fig. 5-6).



Figura 5-6: Imatges ampliades de les cobertes dels edificis del CEIP Sant Pau, el camp de futbol i la llar d'infants. (Font: elaboració pròpia)

En darrer lloc, la zona que compta amb la superfície més gran i útil és el pàrquing (2700m²). A més a més, aquesta rep alts valors d'irradiació solar. Cal dir però que caldria reubicar alguns dels arbres per tal d'evitar les ombres que aquests poden produir sobre aquesta zona d'estudi (Fig. 5-7).



Figura 5-7: Imatge ampliada de les possibles cobertes del pàrquing. (Font: elaboració pròpia)

Per últim, cal comentar també que no s'han escollit altres edificis per a la instal·lació de plaques fotovoltaïques perquè o bé l'espai era insuficient o les característiques d'altitud, inclinació de les cobertes, ombres i impacte paisatgístic no eren òptimes. Un exemple clar el trobem en el cas del poliesportiu, en el qual la coberta està inclinada cap al nord, dificultant així el màxim aprofitament de la radiació rebuda pels mòduls situats sobre la seva coberta. És per aquest motiu que aquest equipament s'ha descartat com a zona potencial on instal·lar mòduls fotovoltaïcs.

5.2.4.2. Radiació solar mensual

Finalment, en aquest apartat i a partir dels mapes de radiació mensual, s'han extret les dades corresponents a la radiació mensual màxima rebuda sobre les cobertes (kWh/m²) de les quatre àrees escollides per a la instal·lació dels mòduls solars.

Així, no s'han adjuntat els mapes degut a que l'única informació rellevant respecte a aquests ha estat el valor de les radiacions mensuals màximes de les zones d'estudi. Aquests, es mostren a la taula següent (taula 5-3).

Taula 5-3: Radiació mensual rebuda pels mòduls del sistema en les diferents zones d'estudi. (Font: Elaboració pròpia)

Zones	kWh/m ²					
	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY
Pàrquing	94'8	97'8	125'8	144'8	169'0	170'6
Equipaments del camp de futbol (bar, vestuaris, etc.)	79'6	97'3	116'6	139'4	168'8	176'0
CEIP Sant Pau	82'9	93'6	122'2	147'4	167'9	175'6
Llar d'Infants (Pi del Soldat)	74'9	99'0	130'1	147'9	167'3	172'3

Zones	kWh/m ²					
	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE
Pàrquing	179'3	166'1	149'9	130'8	112'3	93'4
Equipaments del camp de futbol (bar, vestuaris, etc.)	182'1	167'5	148'3	132'6	104'1	85'4
CEIP Sant Pau	183'0	166'6	150'6	130'6	112'4	91'3
Llar d'Infants (Pi del Soldat)	180'4	165'1	150'6	133'0	110'6	87'6

Cal recalcar en el fet que aquestes dades han estat utilitzades posteriorment a l'hora de dur a terme el dimensionament, ja que són valors imprescindibles i necessaris per a determinar un dels paràmetres que condiciona el nombre de mòduls fotovoltaics del sistema, les hores sol pic (HSP) (apartat 5.4.4.2).

Tanmateix, només s'ha prestat atenció als valors de *radiació anual màxims*, ja que aquesta és la radiació que predomina en els punts de la coberta que estan orientats de la manera més òptima a l'hora de captar el màxim grau de radiació solar. Així, per al dimensionament s'ha fet ús d'aquestes dades, ja que les plaques s'instal·laran buscant la orientació i la inclinació òptimes de cada lloc, aconseguint així captar la màxima radiació possible.

Tanmateix, s'ha comprovat que aquestes dades obtingudes són fiables a través de la comparació d'aquestes amb el valor mensual de la mitjana catalana.

Se sap que “a Catalunya, la mitjana anual de radiació solar diària disponible es situa al voltant dels 4,16 kWh/m², tot i que es produeixen diferències importants en els nivells de radiació diària mitjana rebuda, segons l'època de l'any i la zona estudiada” (ICAEN, 2000).

Atenent a aquest valor, 4,16 kWh/m² s'ha multiplicat pels 31 dies que té un mes, aproximadament, obtenint així un valor mitjà mensual de radiació equivalent a **128,96 kWh/m²** (valor mitjà mensual de radiació de Catalunya).

Per tal de comparar-ho amb els valors obtinguts, s'han escollit les dades de radiació mensual dels mesos de més i menys radiació mensual total rebuda de la zona del pàrquing (una de les potencials àrees d'ubicació de plaques del nostre estudi). A través de la següent taula s'exposen aquests valors (taula 5-4).

Taula 5-4: Radiació solar dels mesos de desembre i juliol del 2016. (Font: elaboració pròpia)

Mes de radiació mínima (Desembre)	Mes de radiació màxima (Juliol)
93'4 kWh/m ²	179'3 kWh/m ²

Així doncs, s'ha observat que les dades de radiació mensual obtingudes i que s'han pres com a exemple (dades corresponents a l'àrea del pàrquing) són fiables, ja que aquests valors es situen al voltant del valor de referència esmentat anteriorment (valor mitjà mensual de radiació català).

5.3. EFICIÈNCIA ENERGÈTICA ALS EDIFICIS PÚBLICS

5.3.1. Comparació de les dades d'eficiència energètica

Per tal de tenir una visió global de la situació energètica dels edificis considerats i d'altra informació rellevant per als objectius d'aquest treball, s'ha realitzat una anàlisi. Els vuit edificis públics considerats es poden dividir en (Fig. 5-8):

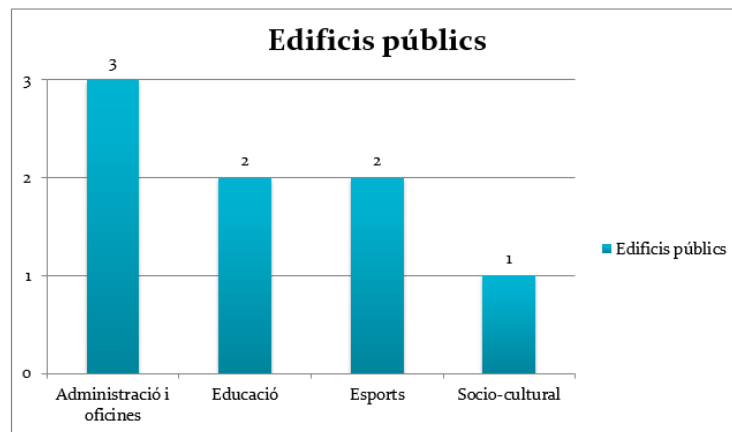


Figura 5-8: Distribució dels edificis públics considerats en realitzar l'estudi d'eficiència. (Font: elaboració pròpia).

Es pot observar que on hi ha més edificis és dins la categoria d'*administració i oficines*. Això es deu a que els equipaments de la policia local, de l'ajuntament i dels serveis tècnics, en realitat s'inclouen en el mateix edifici.

En aquest apartat s'han dut a terme les següents accions:

1. Una anàlisi en detall de cada edifici públic considerat al treball elaborant dues fitxes descriptives (*Annex I i II*).
2. Càlculs, a partir de les fitxes, per avaluar l'eficiència dels edificis i els àmbits de major consum.
3. Una comparació entre els valors obtinguts de l'estudi d'eficiència energètica realitzat a Sant Pol de Mar el 2007, per 7 dels 8 edificis actuals, dels indicadors consum/àrea (kWh/ m²) i consum/usuari de l'edifici (kWh/usuari), amb un estudi realitzat el 2005 a nivell de la província de Barcelona, amb valors mitjans i rangs de referència. Aquests valors també es comparen amb càlculs propis, utilitzant consums del 2015, que s'han pogut fer amb les dades disponibles.

5.3.2. Anàlisi de la funcionalitat dels edificis públics

Per tal d'avaluar si l'energia es reparteix de forma eficient als edificis públics considerats, s'ha fet una comparació dels consums per unitat d'àrea i del consum per usuari de cada edifici.

5.3.2.1. Avaluació del consum energètic per unitat d'àrea dels equipaments

Considerant els valors de l'estudi d'eficiència energètica registrats al document "Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar" (*Consell Comarcal del Maresme, 2012*), i contrastant amb la informació de l'article "Energy and environmental evaluation of municipal facilities: Case study in the province of Barcelona" (*Oliver-Solà et al., 2013*), per al **consum per unitat d'àrea de l'equipament** s'obté la taula següent (*Taula 5-5*). Aquest article, a partir d'un estudi en diferents edificis públics a la província de Barcelona, exposa:

- Uns rangs de valors de consum per unitat d'àrea resultants per a cada **categoria** d'edifici públic **segons el nombre d'habitants** del municipi, per a l'any 2005. Per a realitzar la comparació amb les dades de Sant Pol de Mar, s'han escollit les dades per un municipi d'entre 1.000 i 5.000 habitants. Les categories incloses són:
 - Administració i oficines
 - Instal·lacions d'educació
 - Instal·lacions esportives
 - Instal·lacions socio-culturals
- Un **rang i una mitjana per a cada tipologia d'edifici concret**, en relació amb tots els municipis inclosos a l'estudi. Per aquestes dades, no hi apareix una separació per número d'habitants del municipi. Les tipologies incloses al document i que s'exposen a la taula són:

- Ajuntaments
- Oficines municipals
- Llars d'infants
- Escoles
- Camps de futbol
- Pavellons esportius
- Centres cívics

Aquestes dades també s'han comparat amb càlculs propis efectuats a partir de dades de superfície útil (obtingudes a partir de càlculs realitzats amb l'ajuda dels plànols proporcionats per l'ajuntament, en el cas de Ca l'Arturo i de l'edifici de Ràdio Litoral), i de càlculs a partir dels valors dels consums dels edificis i dels seus consums per unitat d'àrea del 2007 (i del 2009, en el cas de l'escola), i utilitzant els valors dels consums energètics als edificis públics de Sant Pol de Mar de l'any 2015 (*Observatori del Maresme, 2015*). Els càlculs realitzats s'expliquen més detalladament a la metodologia d'aquest treball (apartat 4.3.3).

Taula 5-5: Comparació de les dades de consum per unitat d'àrea dels edificis públics de Sant Pol de Mar. (Font: elaboració pròpia a partir de Consell Comarcal del Maresme (2012), Oliver-Solà et al., (2013), Observatori del Maresme (2015), plànols de l'ajuntament de Sant Pol de Mar i càlculs propis.)

Edificis públics de Sant Pol de Mar	Superfície útil (m²)	Dades 2007 (Consell Comarcal del Maresme, 2012)		Dades 2015 (Càlculs propis)		Dades de referència 2005 (Oliver-Solà et al., 2013)		
		Consum 2007 (kWh/any)	Consum/àrea (kWh/ m²)	Consum 2015 (kWh/any) (Observatori del Maresme, 2015)	Consum/àrea (kWh/ m²·any)	Rang consum/ d'àrea (kWh/ m²) (municipis d'entre 1.000 i 5.000 hab., per categories d'edificis)	Rang consum/ d'àrea (kWh/ m²) (municipis en general, per tipologia d'edifici)	Mitjana consum/ d'àrea (kWh/m²) (municipis en general, per tipologia d'edifici)
Camp de futbol municipal	630	59.744	95	84.314	134	[0-5.272]	[0-1.902]	148
CEIP Sant Pau	3.217	366.622 (any 2009)	114 (any 2009)	223.071	69	[11-1.372]	[0-1.374]	85
Ajuntament + serveis tècnics + policia local	1.110 + 84 + 168	38.809 + 13.830 + 26.002	35 + 10% + 15%	43.310 + 5.765 + 18.324	39 + 69 + 109	[16-399]	[0-436] + [0-712] + [0-712]	116 + 80 + 80
Poliesportiu	1.653	26.002	23	26.462	16	[0-5.272]	[0-1.752]	132
Llar d'infants Pi del Soldat	1.193	22.219	19	30.685	26	[11-1.372]	[0-422]	123
Centre cultural Ca l'Arturo	473 (plànols de l'ajuntament)	-	-	22.536	48	[0-266]	[1-1.937]	154
	Total superfície útil (m²)	Total consum 2007 (kWh/any)	Consum/àrea mitjà (kWh/ m²)	Total consum 2015 (kWh/any)	Consum/àrea mitjà (kWh/ m²)			
	8.528	553.228 (sense incloure el consum de Ca l'Arturo)	87	454.467	64			

Cal tenir en compte les següents anotacions:

- A l'estudi "Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar" (*Consell Comarcal del Maresme, 2012*), no hi ha dades sobre el centre cultural de Ca l'Arturo (ni a l'edifici de Ràdio Litoral – una part dels consums de Ca l'Arturo hi pertanyen). Malgrat això, s'han afegit els càlculs propis corresponents a aquest equipament per realitzar-ne la comparació amb *Oliver-Solà et al. (2013)* també.
- Els càlculs de l'estudi del 2012 es relacionen amb dades del 2007; els consums d'aquell any eren molt diferents als actuals.
- El CEIP Sant Pau estava en construcció l'any 2007, per tant a l'estudi "Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar" (*Consell Comarcal del Maresme, 2012*), els indicadors es refereixen a l'any 2009.
- El consum calculat per unitat d'àrea es refereix no tan sols a energia elèctrica sinó també a altres fonts d'energia. Cal mencionar, però, que com que el consum corresponent al gasoil del poliesportiu i a la biomassa de la llar d'infants no es comptabilitzen des de l'ajuntament en els documents de consum de 2015, aquí tampoc es compten.

Tenint en compte aquest últim punt, s'han considerat en els càlculs propis els valors de consum d'energia total de cada edifici l'any 2015, i no només el de l'energia elèctrica, com s'ha fet a la resta del document (només varia respecte el consum elèctric en el cas de CEIP Sant Pau).

Es pot observar que en en tots els casos presentats, els edificis se situen dins la **part baixa** del rang de consum/àrea de l'equipament trobat per *Oliver-Solà et al., (2013)*, respecte les dades de municipis d'entre 1.000 i 5.000 habitants. El consum mitjà de tots els edificis públics per un municipi d'aquest rang d'habitants, segons aquest estudi, és de 205 kWh/m² per a l'any 2005, i el dels edificis considerats aquí és d'un valor de consum per unitat d'àrea inferior a aquest (87 kWh/m² el 2007, i 64 kWh/m² el 2015). Comparant els edificis segons aquest criteri, es pot considerar que els edificis són (2015) i han estat (2007) eficients respecte la seva distribució energètica per unitat d'àrea, en relació a altres poblacions amb un número d'habitants semblant a la província de Barcelona.

Malgrat això, si es considera el rang i la mitjana per tipologia concreta d'edifici a nivell de tots els municipis considerats a l'estudi de *Oliver-Solà et al., (2013)*, tot i que tots els valors pels edificis de Sant Pol de Mar se situen a la part baixa dels rangs, hi ha uns quants valors majors a les mitjanes corresponents (marcats en vermell a la taula):

Valors edificis de Sant Pol Mitjanes (*Oliver-Solà et al., 2013*)

- Dades del 2007:
 - Serveis tècnics 165 kWh/m²·any > 80
kWh/m²·any
 - CEIP Sant Pau 114 kWh/m²·any > 85
kWh/m²·any
 - Policia local 155 kWh/m²·any > 80
kWh/m²·any

- Dades del 2015:
 - Policia local 109 kWh/m²·any > 80 kWh/m²·any

Així, s'observa que els serveis tècnics han millorat en eficiència des del 2007, passant de tenir un consum major de la mitjana (165 kWh/m²·any), a un per sota (69 kWh/m²·any). Ha succeït el mateix pel CEIP Sant Pau (ha passat de 114 kWh/m²·any a 69 kWh/m²·any). En aquest cas, es podria atribuir a algunes petites millores en establir una sectorialització de la il·luminació de l'edifici (*Navas, A., 2016*).

Pel que fa a la policia local, també hi ha hagut una reducció, tot i que continua situant-se damunt de la mitjana.

Comparant els valors entre ells per als edificis de Sant Pol considerats el 2015, es pot veure que **l'edifici de major consum és el CEIP Sant Pau** (223.071 kWh/any). Això pot ser a causa del gran nombre d'equips que té (*Annex II*), i el gran nombre d'usuaris que ha d'abastir (*Annex I*). Tot i això, es pot dir que ha estat l'edifici en què el consum ha disminuït de forma més dràstica en el mateix interval de temps, en relació amb els altres edificis de Sant Pol.

Malgrat això, l'edifici de **major consum per unitat d'àrea és el camp de futbol** (134 kWh/m²·any). Tot i això, aquest valor és menor a la mitjana pels edificis públics en un municipi d'aquesta quantitat d'habitants (205 kWh/m²·any), per tant es podria considerar eficient, i al valor mitjà si es considera en relació a altres camps de futbol a nivell de tota la província de Barcelona (148 kWh/m²·any). Mirant els rangs ([0–5.272] kWh/m²·any, per a un municipi d'entre 1.000 i 5.000 habitants, per categoria d'edifici, i [0–1.902] kWh/m²·any, per qualsevol municipi de la província de Barcelona, per tipologia d'edifici), el seu consum se situa a la part baixa en ambdós casos, com ja s'ha mencionat anteriorment. Tot considerat, es pot afirmar que malgrat l'elevat consum per unitat d'àrea és un edifici bastant eficient energèticament.

Això pel que fa als números. Si es considera l'estudi de camp realitzat en aquest treball, però, s'observa que més que eficient, la causa d'aquests resultats podria ser més aviat el fet que els focus del camp de futbol s'han espatllat, i per tant no hi ha tota la il·luminació que potencialment hi podria haver (*Annex I*).

5.3.2.2. Avaluació del consum energètic per usuari dels equipaments

A la taula detallada a continuació (*Taula 5-6*) apareixen els valors de "Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar" (2012) pel que fa al **consum de 2007 per usuari de cada edifici considerat**, i es mostren els càlculs propis al respecte usant les dades de l'*Observatori del Maresme (2015)* per als consums. Pel que fa al nombre d'usuaris, els valors utilitzats s'han realitzat seguint el mateix criteri que el document de l'ajuntament abans mencionat (*Consell Comarcal del Maresme, 2012*), per tal d'obtenir un valor comparable amb aquest document. És a dir, s'han considerat en general el nombre de persones que utilitzen de forma regular l'edifici, sense comptar aquells que en fan ús de forma esporàdica:

- Per al camp de futbol, s'ha fet servir el nombre de personal més els jugadors que regularment utilitzen l'equipament.
- Per al CEIP Sant Pau, i a la llar d'infants, a la taula s'han considerat només els estudiants.

- A l'ajuntament, als serveis tècnics i a la policia local, només s'ha considerat el personal.
- Al poliesportiu només s'han considerat els jugadors que regularment utilitzen l'equipament.
- A Ca l'Arturo, s'han considerat els treballadors, i els usuaris regulars: estudiants que utilitzen regularment la sala d'estudi, i els grups que regularment hi realitzen activitats.

Taula 5-6: Comparació de les dades de consum per usuari dels equipaments de Sant Pol de Mar respecte l'any 2015 i l'any 2007. (Font: elaboració pròpia a partir de *Consell Comarcal del Maresme (2012)*, *Observatori del Maresme (2015)*, i càlculs propis).

Edificis públics de Sant Pol de Mar	Dades 2007 (Consell Comarcal del Maresme, 2012)			Dades 2015 (Càlculs propis)		
	Consum 2007 (kWh/any)	Nº usuaris	Consum/usuari (kWh/usuari)	Consum 2015 (kWh/any) (Observatori del Maresme, 2015)	Nº usuaris	Consum/usuari (kWh/usuari-any)
Camp de futbol municipal	59.744	351	170	84.314	361	234
CEIP Sant Pau	366.622 (any 2009)	528	694 (any 2009)	223.071	528	422
Ajuntament	38.809	14	2.772	43.310	15	2.887
+ serveis tècnics	+	+	+	+	+	+
+ policia local	13.830	6	2.305	5.765	6	961
	+	+	+	+	+	+
	26.002	22	1.238	18.324	17	1.078
Poliesportiu	26.002	200	192	26.462	280	95
Llar d'infants Pi del Soldat	22.219	86	212	30.685	80	384
Centre cultural Ca l'Arturo	-	-	-	22.536	141	160
	Total consum 2007 (kWh/any)	Nº total d'usuaris	Consum/usuari mitjà (kWh/usuari)	Total consum 2015 (kWh/any)	Nº total d'usuaris	Consum/usuari mitjà (kWh/usuari)
	553.228 (sense incloure el consum de Ca l'Arturo)	1.207 (sense incloure els usuaris de Ca l'Arturo)	1.083	454.467	1.428	778

Segons l'estudi d'*Oliver-Solà et al.*, (2013), pel que fa al consum energètic per usuari, només hi ha informació a nivell de la província de Barcelona per la mitjana de consum de 48 escoles analitzades, amb un valor de **173 kWh/estudiant**. L'estudi a l'escola de Sant Pol dona un valor de **694 kWh/estudiant** (*Consell Comarcal del Maresme, 2012*), un valor per sobre de la mitjana.

Aquest valor calculat manualment amb les dades obtingudes durant la recerca, dona un valor de **422 kWh/estudiant** (*Taula 5-6*), que continua estant per sobre la mitjana, tot i que no tant com al 2009, i si es calcula per tenint en compte tots els usuaris incloent el personal (528 estudiants i 63 treballadors), **394 kWh/usuari**.

Considerant aquests valors, i contrastant amb les dades de més amunt, l'escola ja no sembla tan eficient. A priori, es pot dir, per tant, que és l'edifici menys eficient respecte els altres edificis municipals de la mateixa tipologia (*Taula 5-6*), tot i que s'hauria de verificar els valors amb altres centres educatius del municipi, com l'institut i l'escola de música, per afirmar això de forma més contundent.

Però cal destacar que la mostra usada per la obtenció de dades a l'estudi era relativament petita (*Oliver-Solà et al.*, 2013), i caldria més estudis per a poder contrastar millor aquesta informació.

A la mateixa taula (*Taula 5-6*), s'observa que **l'edifici de més consum per usuari és l'ajuntament** (2.887 kWh/usuari), seguit dels altres edificis de l'administració considerats (961 kWh/usuari [serveis tècnics] i 1.078 kWh/usuari [policia local]), ja que hi ha relativament poques persones utilitzant l'edifici regularment en comparació amb la resta dels edificis (15, 6 i 17 persones, respectivament), en tractar-se d'oficines. El 2007, en aquests edificis el valor també és major. Per tant, es pot considerar lògic que el consum per usuari sigui major, i no necessàriament significa que siguin poc eficients.

Si s'analitzen les mitjanes dels edificis, es veu que en general hi ha hagut una disminució en el consum per usuari (de 1.083 kWh/usuari el 2007, a 778 kWh/usuari el 2015) indicant un **augment d'eficiència general**. Això es deu principalment a un gran descens en el consum, de 553.228 kWh de consum total dels edificis el 2007 (sense incloure el consum de Ca l'Arturo), a 454.467 kWh de consum total dels edificis el 2015.

Com que a l'estudi de *Oliver-Solà et al.*, (2013) només s'estudia aquest valor per a les escoles i no per a la resta de tipologies d'edifici, no s'ha pogut contrastar la informació en relació amb aquestes dades, per falta d'informació addicional prou fiable sobre el tema.

S'ha realitzat un estudi dels vuit edificis públics considerats en aquest treball, registrant el nombre i el tipus d'equips a cada un, i els seus temps d'ús, per tal de determinar posteriorment els àmbits de major consum respectius. Les fitxes d'anàlisi s'inclouen a l'annex II.

A la taula (*Taula 5-7*) que apareix a continuació es recopilen diversos gràfics circulars on es divideixen els equips segons l'àmbit de consum. Els àmbits considerats són (com ja s'ha descrit a l'apartat de metodologia 4.3.2.):

- **Treball i activitat:** són els equips que serveixen de forma directa o indirecta per a que els usuaris de l'edifici treballin o realitzin activitats. Generalment, inclou dispositius com llums, ordinadors, impressores, telèfons...

- **Nutrició:** els equips que tenen la funció de proporcionar (o conservar) aliment o beguda als usuaris de l'edifici. Aquí s'hi classifiquen els dispensadors d'aigua, les neveres, les màquines de menjar i beguda...
- **Seguretat:** són els dispositius que en major o menor mesura proporcionen seguretat als usuaris de l'edifici. Aquests poden ser portes automàtiques, focus d'emergència (els llums d'emergència de menys consum no s'han considerat, ja que el seu consum s'ha considerat negligible)...
- **Comoditat:** aquesta categoria inclou tots els sistemes de climatització i escalfament d'aigua calenta sanitària. Principalment, a Sant Pol, són les bombes de calor.

Els equips concrets considerats en cada àmbit es detallen de forma més concreta en les taules de l'annex. Cal mencionar, també, que els valors de consum total no són exactament aquells del document de consums de 2015 de l'ajuntament. Això és perquè s'ha considerat, a l'hora de fer l'anàlisi, que era suficientment fiable el resultat del total final obtingut, si aquest era comprès entre un 10 % més i un 10 % menys del valor representat al document de consums de l'ajuntament (*Observatori del Maresme, 2015*).

Taula 5-7: Comparació dels percentatges de consum associats a diferents àmbits dels equipaments de Sant Pol de Mar. (Font: elaboració pròpia a partir dels càlculs propis de consums dels equips realitzats mitjançant les dades recopilades de potències i hores d'ús de cada equip dels edificis respectius.)



Comparant els edificis i considerant-los a nivell general, els dos àmbits de major consum elèctric són:

- **Treball i activitat:** el percentatge de consum en aquest àmbit als edificis considerats varia del 83 % respecte els altres àmbits, al 34 %.
- **Comoditat:** en aquest cas, varia del 37 % al 16 %, als edificis on no hi ha cap font d'energia alternativa per a l'abastiment d'aquesta part del consum (gas natural, biomassa, gasoil...).

Cal considerar que hi ha tres edificis on una part del consum s'abasteix mitjançant fonts d'energia que no són electricitat: la llar d'infants Pi del Soldat (en què s'utilitza una caldera de biomassa per la calefacció i ACS [Aigua Calenta Sanitària]), el poliesportiu municipal (en què la calefacció i l'ACS funcionen amb gasoil), i el CEIP Sant Pau (que abasteix part de la calefacció utilitzant gas natural) (*Consell Comarcal del Maresme, 2012*). Per aquesta raó, en aquests edificis l'àmbit de comoditat no és una de major consum com en els altres, ja que aquí només es considera el consum elèctric.

5.3.3. Accions d'eficiència energètica proposades

Per tal de reduir el consum dels edificis en consideració, s'han ideat tres accions d'eficiència energètica horitzontals quantificables principals, enfocades en els dos **àmbits de consum majoritaris** identificats en la majoria dels edificis públics considerats: **treball i activitat**, i **comoditat**. Precisament, la raó per la qual s'han escollit aquests dos àmbits per enfocar les mesures d'eficiència és perquè s'hi consumeix una quantitat d'energia major que en els altres àmbits considerats (seguretat i nutrició).

Les accions d'eficiència energètica aplicades són, doncs:

- **Reduir les hores d'ús dels aparells i desconnectar aquells que no es fan servir.** Tot i que en la majoria dels edificis públics les persones estan ben conscienciades en aspectes d'estalvi d'energia, s'han identificat alguns edificis on es podrien realitzar canvis menors d'ús dels aparells, reduint el seu temps de funcionament. Aquesta és una acció sense cost addicional per part de l'ajuntament.

Els càlculs de consum nou realitzats en aquest cas són variables en funció de l'edifici considerat.

- **Regular de forma més eficient la temperatura de la calefacció i de l'aire condicionat.** La climatització és allò que en general consumeix més energia als edificis públics, per tant s'ha de parar especial atenció en aquesta part a l'hora de prendre mesures d'eficiència energètica. Segons la **Guia bàsica d'eficiència energètica en edificis municipals** redactada per l'Agència d'Energia de Barcelona (*Agència d'Energia de Barcelona, 2011*), per cada grau que s'augmenta la temperatura de refrigeració, s'estalvia aproximadament un 10 % de l'energia consumida anteriorment, i per cada grau que es disminueix la temperatura de la calefacció, se n'estalvia un 8 %. Aquesta acció tampoc suposaria un cost addicional per part de l'ajuntament.

En els càlculs, s'han aplicat els percentatges esmentats anteriorment al valor del consum de la calefacció i de l'aire condicionat en cada edifici on aquests tenien l'electricitat com a font d'energia, augmentant en un grau la temperatura de refrigeració, i disminuint en un grau la temperatura de calefacció.

- **Substituir els focus, fluorescents i les bombetes halogenades/incandescent per bombetes més eficients (LEDs).** Aquesta acció ja ha estat considerada per part de l'ajuntament, i està en curs (*Fernández Rodrigo E., 2016*). Enfocada en l'altre punt de consum majoritari dels edificis públics considerat, la part de treball i activitat, constitueix una forma fàcil i eficient d'estalvi energètic, tot i que suposa certa inversió econòmica.

Per tal de calcular el consum nou en aquest punt, s'ha considerat la potència nova obtinguda en substituir les bombetes anteriors per LEDs, a partir de les dades de potències de la taula de les fitxes d'acció 5 i 7 per il·luminació de **Guia bàsica d'eficiència energètica en edificis municipals** (*Agència d'Energia de Barcelona, 2011*) i s'ha re-calculat el valor del consum amb les dades noves.

5.3.4. Estalvis energètics, econòmics i ambientals implementant les mesures d'eficiència energètica

Per poder realitzar una avaluació general sobre els beneficis energètics, econòmics i ambientals resultants de la implantació de les mesures d'eficiència energètica detallades a l'apartat anterior, s'ha realitzat un estudi d'aquests tres vectors.

5.3.4.1. Estalvi energètic implementant les mesures d'eficiència energètica

Per obtenir un valor aproximat del consum nou que es podria aconseguir aplicant les mesures d'estalvi energètic, s'han restat els estalvis elèctrics aconseguits en cada cas (en kWh/any) de les dades de consum més recents proporcionades per l'ajuntament (*Observatori del Maresme, 2015*).

Les accions mencionades s'han classificat en una taula per a facilitar la visió de l'estalvi aconseguit mitjançant la seva aplicació (*Taula 5-8*). Aquest és un estalvi mínim que es podria aconseguir, ja que es podrien realitzar moltes més mesures: si prèviament es fa una bona monitorització dels edificis i del consum de tots els equips al llarg de l'any per aconseguir informació més acurada, es poden identificar i avaluar més fàcilment.

Endesa actualment està duent a terme un estudi de monitorització del consum en quatre dels edificis considerats: el poliesportiu, l'ajuntament, Ca l'Arturo i la llar d'infants Pi del Soldat (*Marré i Mir, N. 2016, Fernández Rodrigo E., 2016*). Els resultats d'aquell que s'està realitzant al poliesportiu només s'obtidran a finals de febrer de 2017, posteriorment a l'entrega final d'aquest treball (*Fernández Rodrigo E., 2016*).

No s'ha pogut obtenir els detalls concrets d'aquests estudis, ja que estan en procés, i per tant no es pot avaluar si són estudis adequats per a obtenir les dades necessàries per a aquest treball de fi de grau.

Taula 5-8: Estalvis obtinguts mitjançant les mesures d'eficiència energètica en els edificis públics de Sant Pol de Mar considerats. (Font: elaboració pròpia a partir de les dades de les taules d'elaboració pròpia d'anàlisi dels edificis públics, i d'Observatori del Maresme (2015).)

- **Mesura 1:** Reduir les hores d'ús dels aparells i desconnectar aquells que no es fan servir.
- **Mesura 2:** Regular de forma més eficient la temperatura de la calefacció i de l'aire condicionat (augmentant en 1°C la temperatura de refrigeració i disminuint en 1°C la temperatura de calefacció).
- **Mesura 3:** Substituir els fluorescents i les bombetes halogenades/incandescent per bombetes més eficients (LEDs).

Edifici públic	Consum electricitat 2015 (kWh/any) (Observatori del Maresme, 2015)	Estalvi mesura 1 (kWh/any)	Estalvi mesura 2 (kWh/any)	Estalvi mesura 3 (kWh/any)	Estalvi per edifici (kWh/any)	% consum elèctric estalviat	Consum nou (kWh/any)
Camp de futbol municipal	84.314	29	0	54.044	54.073	18	30.241
CEIP Sant Pau	74.705	9.023	990	10.251	20.265	7	54.440
Ajuntament + serveis tècnics + policia local	43.310 + 5.765 + 18.324	222 + 280 + 0	1.221 + 357 + 700	2.581 + 707 + 4.302	4.023 + 1.344 + 5.002	1 + 1 + 1	39.287 + 4.421 + 13.322
Poliesportiu	26.462	2.068	0	16.974	19.041	6	7.421
Llar d'infants Pi del Soldat	30.685	361	332	1.447	2.139	1	28.546
Centre cultural Ca l'Arturo (i Ràdio Litoral)	22.536	343	808	1.786	2.937	1	19.599
	Consum total electricitat 2015 (kWh/any)	Estalvi total mesura 1 (kWh/any)	Estalvi total mesura 2 (kWh/any)	Estalvi total mesura 3 (kWh/any)	Estalvi total edificis públics (kWh/any)	Total % consum elèctric estalviat	Consum nou total edificis públics (kWh/any)
	306.101	12.325	4.408	92.091	108.824	36	197.277

5.3.4.2. Estalvi econòmic implementant les mesures d'eficiència energètica

Hi ha dos càlculs econòmics realitzables respecte les mesures d'eficiència energètica. El primer és el del cost econòmic associat a la implementació d'aquestes mesures, i el segon és el de l'estalvi econòmic suposat respecte la contractació de l'energia elèctrica de la xarxa. Perquè les mesures siguin viables econòmicament, cal que el cost sigui compensat per l'estalvi aconseguit.

Pel que fa al cost d'aplicació de les mesures d'eficiència energètica "reduir les hores d'ús dels aparells i desconnectar aquells que no es fan servir" i "regular de forma més eficient la temperatura de la calefacció i de l'aire condicionat", com ja s'ha afirmat a l'apartat anterior, són dues mesures sense cost.

En relació amb la tercera mesura, que consisteix en "substituir els focus, fluorescents i les bombetes halogenades/incandescent per bombetes més eficients (LEDs)", es calcularà el cost associat tan sols considerant el preu aproximat dels nous LEDs instal·lats. El document *Guia bàsica d'eficiència energètica en edificis municipals (Agència d'Energia de Barcelona, 2011)* considera els preus de LEDs en el moment de redacció del document, significativament més cars que el preu dels LEDs actuals. Per aquesta raó s'ha escollit consultar els preus d'un distribuïdor de LEDs a Catalunya, amb preus més actualitzats. Segons la seva web (*Fabricaled.com, 2017*), el cost mitjà dels LEDs de diferents potències que es necessitarien als edificis públics de Sant Pol considerats són:

- Bombeta LED 7 W: 7 €
- Tub LED 10 W: 16 €
- Tub LED 16 W: 17 €
- Tub LED 20 W: 19 €
- Focus LED 27 W: 26 €
- Focus LED 50 W: 44 €

En relació amb aquests càlculs (*Taula 5-9*), cal fer esment que:

- No es contemplen el preu de la mà d'obra, ni altres possibles costos associats a la instal·lació.
- No es contempla la possibilitat d'ofertes especials en bombetes, ni contractes especials amb empreses concretes encarregades de tota la instal·lació, amb preu rebaixat.
- No es considera la baixada de preus (molt probable) dels LEDs en el futur. El factor temps (quan s'instal·len els LEDs) és important.

Taula 5-9: Número i tipus de LEDs per substituir implementant la mesura d'eficiència 3, "substituir els focus, fluorescents i les bombetes halogenades/incandescent per bombetes més eficients (LEDs)", i cost dels LEDs que caldria comprar. Font: elaboració pròpia (costos obtinguts a partir de la web del distribuïdor de LEDs *Fabricaled.com* (2017)).

Edifici públic	Nº LEDs instal·lats (Mesura 3)	Cost LEDs per edifici (€)
Camp de futbol municipal	26 de 27 W 12 de 20 W 14 de 16 W 2 de 7 W	1.026
CEIP Sant Pau	470 de 20 W 90 de 16 W	10.460
Ajuntament	32 de 20 W 2 de 16 W 60 de 7 W	1.062
Serveis tècnics	8 de 20 W 48 de 10 W	920
Polícia local	28 de 20 W 1 de 7 W	539
Poliesportiu	18 de 50 W 27 de 20 W 8 de 16 W 4 de 7 W	1.469
Llar d'infants Pi del Soldat	25 de 20 W 4 de 7 W	503
Centre cultural Ca l'Arturo (i Ràdio Litoral)	90 de 16 W 14 de 7 W	1.628
	Total LEDs	Total cost LEDs (€)
	961	17.607

Pel que fa al cost associat a l'estalvi en energia elèctrica de la xarxa, considerem els preus actuals de l'energia elèctrica contractada al municipi. L'empresa encarregada del subministrament elèctric actual és Endesa.

Es pot calcular a partir del document de consums proporcionat per l'ajuntament de Sant Pol de Mar el preu en euros per kWh mitjà durant l'any 2015 que es va pagar per proporcionar electricitat a cada un dels edificis públics.

La relació preu-consum calculada varia ja que depèn de si l'energia elèctrica es fa servir en hores punta o hores vall, i la seva distribució al llarg del dia, entre altres factors. Durant les hores punta, la companyia elèctrica cobra més que durant les hores vall. Per aquesta raó, entre d'altres, es pot

observar a la taula (*Taula 5-10*) que per un consum major, tenim un preu menor associat que en un altre edifici (per exemple, comparant l'ajuntament i el poliesportiu, veiem que es paga més al poliesportiu tot i tenir un consum menor que el de l'ajuntament). Així, mitjançant el càlcul propi per a cada edifici, s'obté una relació més ajustada al temps d'ús al llarg de l'any.

Amb aquests valors aproximats obtinguts, es pot calcular l'estalvi monetari corresponent a l'estalvi energètic, en cada edifici. A partir d'aquí, aquest es pot restar al valor del preu associat al consum del 2015, per tenir un valor pel preu nou aplicant mesures d'eficiència energètica a preus de 2015.

En aquests càlculs, cal tenir present:

- No s'hi consideren les fluctuacions econòmiques futures, és a dir, l'increment o disminució de preus en el moment futur d'aplicació de les mesures d'estalvi.
- No es té en compte el cas d'un futur canvi de companyia elèctrica, amb preus diferents cobrats.

Taula 5-10: Obtenció de la relació preu/consum elèctric per a calcular l'estalvi econòmic associat amb la implementació de les mesures d'eficiència considerades. Font: elaboració pròpia, a partir de les dades del document de consums de 2015 de l'ajuntament de Sant Pol de Mar (*Observatori del Maresme, 2015*).

Edifici públic	Consum 2015 (kWh/any) (Observatori del Maresme, 2015)	Preu per l'electricitat consumida 2015 (€/any) (Observatori del Maresme, 2015)	Relació preu-consum (€/any/kWh)	Estalvi aplicant les mesures d'eficiència (€/any)	% estalvi econòmic	Preu nou (€/any)
Camp de futbol municipal	84.314	20.104	0,23	12.893	19	7.211
CEIP Sant Pau	74.705	16.942	0,24	4.596	7	12.346
Ajuntament	43.310	7.818	0,18	726	1	7.092
Serveis tècnics	5.765	1.443	0,25	336	1	1.107
Polícia local	18.324	3.543	0,30	967	2	2.576
Poliesportiu	26.462	8.025	0,22	5.774	8	2.251
Llar d'infants Pi del Soldat	30.685	6.843	0,23	477	1	6.366
Centre cultural Ca l'Arturo (i Ràdio Litoral)	22.536	5.119	0,19	667	1	4.452
	Consum total 2015 (kWh/any)	Preu total per l'electricitat consumida 2015 (€)		Estalvi total (€/any)	% estalvi econòmic total	Preu nou total (€/any)
	306.101	69.837		26.438	38	43.399

Si es desglossa l'estalvi monetari, s'obté (Taula 5-11):

Taula 5-11: Relació dels estalvis energètics amb els estalvis econòmics per mesura i per edifici, desglossada.
Font: elaboració pròpia a partir de les dades dels estalvis en energia elèctrica calculats anteriorment per a cada mesura d'eficiència enegètica aplicada. Mesures d'estalvi considerades:

- **Mesura 1:** Reduir les hores d'ús dels aparells i desconnectar aquells que no es fan servir.
- **Mesura 2:** Regular de forma més eficient la temperatura de la calefacció i de l'aire condicionat (augmentant en 1°C la temperatura de refrigeració i disminuint en 1°C la temperatura de calefacció).
- **Mesura 3:** Substituir els fluorescents i les bombetes halogenades/incandescent per bombetes més eficients (LEDs).

Edifici públic	Relació preu-consum (€/any/kWh)	Mesura 1		Mesura 2		Mesura 3	
		Estalvi (kWh/any)	Estalvi aplicant la mesura (€/any)	Estalvi (kWh/any)	Estalvi aplicant la mesura (€/any)	Estalvi (kWh/any)	Estalvi aplicant la mesura (€/any)
Camp de futbol municipal	0,23	29	7	0	0	54.044	12.887
CEIP Sant Pau	0,24	9.023	2.046	990	225	10.251	2.325
Ajuntament + serveis tècnics + policia local	0,18 + 0,25 + 0,30	222 + 280 + 0	40 + 70 + 0	1.221 + 357 + 700	220 + 89 + 135	2.581 + 707 + 4.302	466 + 177 + 832
Poliesportiu	0,22	2.068	627	0	0	16.974	5.147
Llar d'infants Pi del Soldat	0,23	361	80	332	74	1.447	323
Centre cultural Ca l'Arturo (i Ràdio Litoral)	0,19	343	78	808	184	1.786	406
		Estalvi total (kWh/any)	Estalvi total (€/any)	Estalvi total (kWh/any)	Estalvi total (€/any)	Estalvi total (kWh/any)	Estalvi total (€/any)
		12.325	2.949	4.408	927	92.091	22.562

Comparant les dues primeres taules (Taula 5-10 i 5-11), es pot observar que l'estalvi aconseguit (26.438 €/any, cosa que representa un 38 % del cost inicial de l'electricitat als equipaments considerats) és bastant major que el preu dels LEDs que es volen instal·lar (17.607 €). Fins i tot, l'estalvi només de la mesura 3 ja és superior a aquest valor (22.562 €/any) (Taula 7). D'aquesta

forma, es compensa la inversió en LEDs amb les mesures d'eficiència, si es tenen en compte els preus de 2015, i sense considerar costos addicionals. És a dir, s'amortitza en menys d'un any:

$$\text{Amortització (anys)} = \frac{\text{Cost LEDs (€)}}{\text{Cost electricitat estalviat} \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right)}$$

$$\text{Amortització (anys)} = \frac{17.607 \text{ €}}{26.438 \text{ €/any}} = 0'66 \text{ anys} \approx 1 \text{ any}$$

Cal tenir en compte aquí també que el cost d'instal·lació dels LEDs és puntual, per tant, l'any en què s'instal·lin els LEDs l'estalvi net només serà del 15%:

$$\text{Estalvi econòmic net any d'instal·lació dels LEDs (\%)} = 40\% - 25\% = \mathbf{15\%}$$

En canvi, quan s'hagin instal·lat els LEDs, l'estalvi econòmic net anual serà major, ja que el cost de manteniment (no calculat en aquest treball) és relativament baix comparat amb el manteniment d'altres tipus de bombetes, i els la durada de les bombetes és molt llarga (Barroso, F., 2016).

Cal recalcar que en aquest treball no s'ha arribat a un nivell de detall prou elevat com per a poder avaluar l'aplicació de certes mesures d'eficiència addicionals. Amb una bona monitorització dels edificis, a llarg termini, es podrien identificar nous objectes en els quals enfocar noves mesures.

Allò ideal seria poder aplicar mesures d'eficiència addicionals sense cost, abans d'instal·lar els LEDs, així aconseguint estalviar l'equivalent al cost d'aquests abans d'invertir en la seva instal·lació. A grans trets, aquest és el mètode *Rubí Brilla* (el projecte de referència mencionat als antecedents d'aquest treball): estalviar energia sense cost addicional, i fer servir allò estalviat per a implantar noves mesures d'eficiència. Després, en aconseguir estalvis mitjançant les mesures amb inversió, s'arriba a poder invertir en energies renovables.

5.3.4.3. Minimització de l'impacte ambiental implementant les mesures d'eficiència energètica

Per tal d'avaluar l'impacte ambiental evitat en la implantació de les mesures d'eficiència considerades, s'han calculat els kg de CO₂ equivalent anuals de les emissions aplicant la conversió corresponent del document anual publicat per WWF "Observatorio de la Electricidad Año 2015" (García i Monzón, R., 2015):

$$\text{Emissions (kg CO}_2 \text{ eq./any)} = \text{Consum (o estalvi) (kWh/any)} \cdot 0'237 \text{ kg/kWh}$$

Així, considerant l'estalvi de consum ja calculat (Taula 5-10), s'ha obtingut l'estalvi en emissions corresponent a cada edifici i al total de les mesures d'eficiència aplicades a tots els edificis (Taula 5-12).

Taula 5-12: Relació dels consums, preus i emissions inicials, amb els estalvis aconseguits i els consums, preus i emissions nous amb els estalvis aplicats, per cada edifici considerat. (Font: elaboració pròpia).

- **Mesura 1:** Reduir les hores d'ús dels aparells i desconnectar aquells que no es fan servir.
- **Mesura 2:** Regular de forma més eficient la temperatura de la calefacció i de l'aire condicionat (augmentant en 1°C la temperatura de refrigeració i disminuint en 1°C la temperatura de calefacció).
- **Mesura 3:** Substituir els fluorescents i les bombetes halogenades/incandescent per bombetes més eficients (LEDs).

Edifici públic	Dades 2015 (Observatori del Maresme, 2015)			Estalvi aconseguït				Dades noves amb estalvi		
	Consum electricitat (kWh/any)	Preu per l'electricitat consumida (€/any)	Emissions anuals (kg CO ₂ eq.)	Estalvi per edifici (kWh/any)	Estalvi aplicant les mesures d'eficiència (€/any)	Emissions estalviades per edifici (kg CO ₂ eq.)	% CO ₂ eq. estalviat	Consum (kWh/any)	Preu (€/any)	Emissions anuals (kg CO ₂ eq.)
Camp de futbol municipal	84.314	20.104	19.982	54.073	12.893	12.815	18	30.241	7.211	7.167
CEIP Sant Pau	74.705	16.942	17.705	20.265	4.596	4.803	7	54.440	12.346	12.902
Ajuntament + serveis tècnics + policia local	43.310	7.818	10.264	4.023	726	953	1	39.287	7.092	9.311
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	5.765	1.443	1.366	1.344	337	319	1	4.421	1.107	1.048
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18.324	3.543	4.343	5.002	967	967	1.185	1	13.322	2.576	3.157
Poliesportiu	26.462	8.025	6.271	19.041	5.775	4.513	6	7.421	2.251	1.759
Llar d'infants Pi del Soldat	30.685	6.843	7.272	2.139	477	507	1	28.546	6.366	6.765
Centre cultural Ca l'Arturo (i Ràdio Litoral)	22.536	5.119	5.341	2.937	667	696	1	19.599	4.452	4.645
	Consum total electricitat (kWh/any)	Preu total per l'electricitat consumida (€)	Emissions anuals totals (kg CO₂ eq.)	Estalvi total edificis públics (kWh/any)	Estalvi total (€/any)	Emissions estalviades totals (kg CO₂ eq.)	Total % CO₂ eq. estalviat	Consum total edificis públics (kWh/any)	Preu total (€/any)	Emissions anuals totals (kg CO₂ eq.)
	306.101	69.837	72.546	108.824	26.438	25.791	36	197.277	43.399	46.755

Es pot observar, per tant, que l'estalvi en emissions és considerable (**25.791 kg CO₂ equivalents anuals**, cosa que representa un **36 %** de les emissions associades al consum inicial), fins i tot aplicant mesures mínimes com aquelles proposades en aquest treball. Si s'apliquessin mesures encara més estrictes, fins i tot es podria arribar a un estalvi major.

Aquí es poden observar els estalvis en emissions desglossats per mesura d'eficiència energètica aplicada (*Taula 5-13*):

Taula 5-13: Relació dels estalvis energètics amb els estalvis en emissions per mesura i per edifici, desglossada. Font: elaboració pròpia).

- **Mesura 1:** Reduir les hores d'ús dels aparells i desconnectar aquells que no es fan servir.
- **Mesura 2:** Regular de forma més eficient la temperatura de la calefacció i de l'aire condicionat (augmentant en 1°C la temperatura de refrigeració i disminuint en 1°C la temperatura de calefacció).
- **Mesura 3:** Substituir els fluorescents i les bombetes halogenades/incandescents per bombetes més eficients (LEDs).

Edifici públic	Mesura 1			Mesura 2			Mesura 3		
	Estalvi (kWh/any)	Estalvi aplicant la mesura (€/any)	Emissions estalviades (kg CO ₂ eq.)	Estalvi (kWh/any)	Estalvi aplicant la mesura (€/any)	Emissions estalviades (kg CO ₂ eq.)	Estalvi (kWh/any)	Estalvi aplicant la mesura (€/any)	Emissions estalviades (kg CO ₂ eq.)
Camp de futbol municipal	29	7	7	0	0	0	54.044	12.887	12.808
CEIP Sant Pau	9.023	2.046	2.138	990	225	235	10.251	2.325	2.430
Ajuntament	222	40	52	1.221	220	289	2.581	466	612
+ serveis tècnics	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+ policia local	280	70	66	357	89	85	707	177	167
	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0	0	0	700	135	166	4.302	832	1.020
Poliesportiu	2.068	627	490	0	0	0	16.974	5.147	4.023
Llar d'infants Pi del Soldat	361	80	85	332	74	79	1.447	323	343
Centre cultural Ca l'Arturo (i Ràdio Litoral)	343	78	81	808	184	192	1.786	406	423
	Estalvi total (kWh/any)	Estalvi total (€/any)	Emissions estalviades totals (kg CO ₂ eq.)	Estalvi total (kWh/any)	Estalvi total (€/any)	Emissions estalviades totals (kg CO ₂ eq.)	Estalvi total (kWh/any)	Estalvi total (€/any)	Emissions estalviades totals (kg CO ₂ eq.)
	12.325	2.949	2.921	4.408	927	1.045	92.091	22.562	21.825

Considerant aquesta taula, es pot veure que la mesura 3 suposa el major estalvi energètic (92.091 kWh/any), econòmic (22.562 €/any) i d'emissions (21.825 kg CO₂ eq.). Tot i això, cal recordar que suposa una inversió inicial considerable, per a la instal·lació de LEDs (17.607 €).

Aquesta última mesura, però, és l'única fixa, ja que el nombre de LEDs per substituir és invariable. Pel que fa a la mesura 1, es podrien detectar segurament més equips per desconnectar o reduir-ne el temps d'ús, amb una anàlisi més acurada. En relació amb la mesura 2, també es podria optimitzar la quantitat d'energia utilitzada encara més, després d'haver realitzat un estudi més detallat sobre el consum de la climatització. Com a una de les propostes de millora d'aquest treball, es considera la monitorització dels edificis públics al llarg de l'any per tal d'obtenir la informació necessària per a millorar aquestes mesures, entre d'altres coses, i així aconseguir un estalvi major.

Per tant, de moment es podria dir que la mesura 3 és la millor mesura en termes d'estalvi energètic i d'emissions, però s'ha de tenir en compte que les altres dues mesures es podrien optimitzar més, i potser arribar a uns estalvis encara majors que els obtinguts amb aquesta.

5.3.4.4. Relacions totals finals d'estalvi

Resumint totes les dades d'estalvi totals (de consums, econòmics i d'emissions), s'obté la taula següent (*Taula 5-14*):

Taula 5-14: Relació dels consums, preus i emissions inicials, amb els estalvis aconseguits i els consums, preus i emissions nous amb els estalvis aplicats. (Font: elaboració pròpia)

- **Mesura 1:** Reduir les hores d'ús dels aparells i desconnectar aquells que no es fan servir.
- **Mesura 2:** Regular de forma més eficient la temperatura de la calefacció i de l'aire condicionat (augmentant en 1°C la temperatura de refrigeració i disminuint en 1°C la temperatura de calefacció).
- **Mesura 3:** Substituir els fluorescents i les bombetes halogenades/incandescent per LEDs.

Resultats finals dels càlculs associats a les mesures d'estalvi als edificis públics					
Dades 2015 (Observatori del Maresme, 2015)			Estalvi aconseguït		
Consum electricitat (kWh/any)	Preu per l'electricitat consumida (€/any)	Emissions anuals (kg CO ₂ eq.)	Estalvi per edifici (kWh/any)	Estalvi aplicant les mesures d'eficiència (€/any)	Emissions estalviades per edifici (kg CO ₂ eq.)
306.101	69.837	72.546	108.824	26.438	25.791
Dades noves amb estalvi			% d'estalvi		
Consum (kWh/any)	Preu (€/any)	Emissions anuals (kg CO ₂ eq.)	% consum elèctric estalviat	% estalvi econòmic	% CO ₂ eq. estalviat
197.277	43.399	46.755	36	40	36

A partir d'aquí, es pot observar que el percentatge d'estalvi és bastant considerable, tant des del punt de vista energètic, com de l'ambiental i l'econòmic.

5.4. DIMENSIONAMENT

5.4.1. Equipaments públics: consums energètics a abastir

En aquest últim apartat, s'ha dimensionat el sistema energètic renovable capaç d'abastir energèticament els 8 equipaments públics de major consum de Sant Pol de Mar: el sistema de mòduls fotovoltaics.

Això ha estat possible gràcies al recull de les dades procedents de:

-l'anàlisi cartogràfica (apartat 5.2), mitjançant la qual s'han obtingut els valors de radiació mensuals de les diferents àrees d'estudi i s'han detectat els espais útils disponibles per instal·lar les plaques del sistema.

- i l'estudi sobre l'eficiència energètica (apartat 5.3) a través del qual s'han realitzat els càlculs dels nous consums mensuals dels equipaments que cal abastir, resultants de la implementació de les mesures d'estalvi i eficiència energètica.

Així doncs, en primer lloc, abans de començar a dissenyar el sistema, s'ha estudiat la variació del consum elèctric, al llarg dels diferents mesos de l'any, dels diferents equipaments estudiats.

Per fer-ho, s'han pres com a punt de partida els nous valors dels consums anuals dels 8 equipaments públics, obtinguts després d'haver fet l'estudi d'eficiència energètica (apartat 5.3.4.1). Gràcies a aquests, s'ha fet una estimació dels valors dels nous consums mensuals dels equipaments que cal abastir (*consums mensuals a abastir*).

La taula següent mostra els diferents resultats obtinguts (*taula 5-15*):

Taula 5-15: Consums mensuals per abastir dels equipaments, obtinguts després d'haver implementat les mesures d'eficiència energètica. (Font: Elaboració pròpia.)

<i>Equipaments públics</i>	Consums anuals a abastir (kWh/any)	Consums mensuals a abastir (kWh/mes)
Camp de futbol municipal	30.241	2.520
CEIP Sant Pau	54.440	4.537
Ajuntament + serveis tècnics + policia local	$39.287 + 4.421 + 13.322 = 57.030$	4.753
Poliesportiu	7.421	618
Llar d'infants Pi del Soldat	28.546	2.379
Centre cultural Ca l'Arturo (i Ràdio Litoral)	19.599	1.633
Total	197.277	16.440

Per consegüent, s'ha dissenyat el sistema de mòduls fotovoltaics atenent a aquests consums mensuals obtinguts (quadres verds de la *taula 5-15*), ja que són aquests nous kWh els que es volen abastir cada mes.

5.4.2. Elecció dels mòduls fotovoltaics

Per tal de poder dimensionar el sistema energètic basat en energia solar, és necessari escollir el model de placa fotovoltaica que es vol utilitzar. Així doncs, a través de l'estudi de diferents models de plaques i l'anàlisi de les seves fitxes tècniques, s'ha fet un estudi comparatiu del grau d'eficiència i la capacitat de generació (potència generada) inherent al tipus de mòdul (*Taula 5-16*).

Taula 5-16: Mòduls solars fotovoltaics: Potències i eficiències. (Font: Albasolar, 2014)

Model	Potència	Eficiència
<i>ATERSA A-300P</i>	300 W	15'42%
<i>ATERSA A-240P</i>	240 W	14'70%
<i>SCL-190P</i>	Policristal·lí 190 W	14'88%
<i>SCL-140P</i>	Policristal·lí 140 W	14'11%
<i>SCL-250P</i>	Policristal·lí 250 W	15'39%
<i>Amur Leopard Recom 250Wp</i>	250 W	15'36%
<i>Canadian solar module P-260</i>	260 W	16'16%
<i>Canadian solar module P-265</i>	265 W	16'47%
<i>Canadian solar module P-270</i>	270 W	16'79%
<i>AC-310P/156-72S</i>	310 W	15,98%
<i>AC-315P/156-72S</i>	315 W	16,24%
<i>AC-320P/156-72S</i>	320 W	16,49%
<i>REC260PE</i>	260 W	15'80%
<i>REC265PE</i>	265 W	16'10%
<i>MSPPmaxAS-30</i>	Policristal·lí 265 W	16'29%
<i>AS-6P30</i>	Policristal·lí 265 W	16'29%
<i>SolarWorld 280</i>	280 W	16'70%
<i>SolarWorld 285</i>	285 W	17'00%
<i>SolarWorld 290</i>	290 W	17'30%

Així, el model escollit ha estat el AC-320P/156-72S (*AXITEC, high quality german solar brand*) degut a que es caracteritza per ser un mòdul fotovoltaic de 320 W de potència amb un alt grau d'eficiència de conversió d'energia solar a electricitat (16'49%), ja que aquesta sol estar compresa entre el 12% i el 20%, en la majoria de models de plaques solars.

5.4.2.1. Característiques del mòdul fotovoltaic AC-320P/156-72S

El mòdul fotovoltaic AC-320P/156-72S és un mòdul format per 72 cèl·lules policristal·lines d'alt rendiment (156 mm x 156 mm). A més a més, aquest producte disposa de 12 anys de garantia i conté una caixa de connexió (sistemes d'endoll) d'alta qualitat.

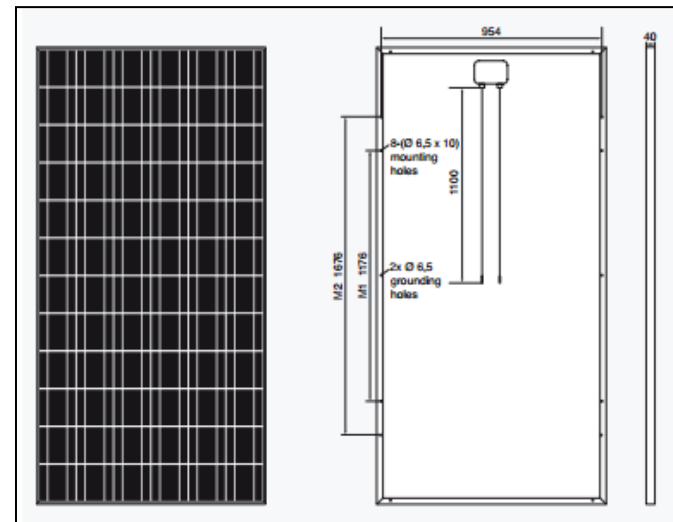
Així, la seva fitxa tècnica (en condicions estàndard de prova (STC), irradiació de 1000 W/m² en l'espectre AM 1.5 a una temperatura de cèl·lula de 25°C) és la següent (*Taula 5-17 i Fig. 5-9*):

Taula 5-17: Fitxa tècnica de l'AC-320P/156-72S.(Font: elaboració pròpia a partir de les dades d'Albasolar.com)

	<i>Potència</i>	<i>Voltatge en el punt de màxima potència</i>	<i>Intensitat en el punt de màxima potència</i>	<i>Intensitat de curtcircuit</i>	<i>Tensió de circuit obert</i>	<i>Coefficient de rendiment del mòdul</i>
AC-320P/156-72S	320 W	37'39 V	8'58 A	9'18 A	45'59 V	16'49 %

<i>Dades mecàniques</i>				
<i>Número de cel·les en sèrie</i>	<i>Longitud</i>	<i>Amplada</i>	<i>Gruix</i>	<i>Pes</i>
72	1956 mm	992 mm	40 mm	23 kg (amb el marc)

Figura 5-9: Esquema de les dimensions i representació de la cara frontal on hi ha les cel·les fotovoltaïques en sèrie. (Font: Albasolar, 2014)



5.4.3. Mòduls fotovoltaics i àrees útils disponibles

En aquest apartat s'ha calculat el nombre de mòduls fotovoltaics que caben dintre de les àrees útils de les cobertes estudiades.

Per fer-ho, s'ha utilitzat tot un seguit d'informació que s'exposa a continuació.

5.4.3.1. Càlcul de la superfície ocupada pels mòduls

És necessari saber la superfície total d'un mòdul ja que aquesta determina l'espai que ocupa cada placa.

Atenent a l'esquema adjunt (Fig. 5-10) i sabent que l'àrea del mòdul es calcula a través de l'equació exposada a la metodologia (apartat 4.3.5), s'ha determinat que el valor de l'àrea que ocupa un mòdul és d'1'49 m², tal i com es mostra a continuació:

$$\text{Àrea del mòdul } (A_{\text{mòdul}}) = a \times k$$

$$\text{on } a = 1'956 \text{ m, } b = 0'992 \text{ i } k = b \cdot [\cos(40)] = 0'76 \text{ m}$$

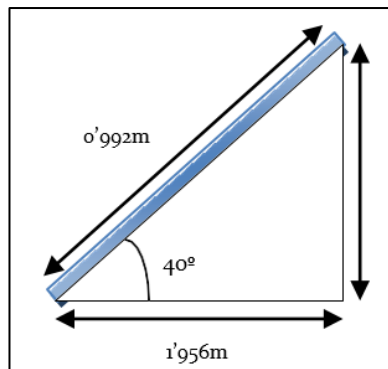


Figura 5-10: Esquema de les parts i mides del mòdul fotovoltaic escollit. (Font: elaboració pròpia.)

$$\text{Llavors: } A_{\text{mòdul}} = 1'96 \times 0'76 = \mathbf{1'49 \text{ m}^2}$$

5.4.3.2. Càlcul de l'àrea de separació entre mòduls

L'àrea de separació entre els mòduls és un factor important a tenir en compte a l'hora de dimensionar el sistema de plaques, ja que determina la distància que hi ha d'haver entre fila i fila de mòduls solars per tal que aquests no es facin ombra entre ells, en cap moment de l'any.

Així, en primer lloc, s'han dut a terme, en base a un model trigonomètric senzill, els càlculs corresponents a la distància de separació que hi ha d'haver entre els mòduls per tal d'esbrinar la longitud màxima que pot assolir l'ombra generada pel panell solar al llarg de l'any.

D'aquesta manera, i com s'ha explicat a la metodologia (apartat 4.3.5), el primer pas ha estat determinar el valor dels angles d'altitud solar (α) i de la correcció de l'azimut solar (Ψ) en el moment del solstici d'hivern (21 de desembre) en que es resta la meitat de les hores de la finestra solar al valor de l'hora en la qual s'arriba al migdia solar, per tal d'obtenir així el moment de l'any on la llargària de l'ombra del mòdul serà més gran.

Tanmateix, per fer aquests càlculs s'ha utilitzat l'aplicació *National Oceanic & Atmospheric Administration Solar Calculator de l'Earth System Research Laboratory*.

D'aquesta manera, i prenent els paràmetres següents com a dada, s'han calculat els angles esmentats anteriorment:

- Latitud: $41^{\circ}36'7.15''\text{N}$
 - Longitud: $2^{\circ}37'18.89''\text{E}$
- } Les coordenades escollides corresponen al punt més cèntric del municipi
- Data (dia, mes i any del qual es vol fer el càlcul): 21 de desembre del 2015
 - Zona horària: GW +1 (horari d'hivern)
 - Hora local: moment del solstici d'hivern (21 de desembre) en que es resta la meitat de les hores de la finestra solar al valor de l'hora en la qual s'arriba al migdia solar. Atenent que no ha estat possible calcular exactament les hores de finestra solar, degut a la falta de dades i que en zones properes a Sant Pol de Mar aquesta sol estar compresa en valors d'entre 5 i 6 hores, s'ha utilitzat una finestra solar de 6 hores.
- Per tant, tenint en compte que el migdia solar es produeix a les 12:47 h, l'hora local utilitzada ha estat:

$$12\text{h } 47' - (1/2) \cdot 6 = 12\text{h } 47' - 3\text{h} = 9\text{h } 47' = \mathbf{9:47\text{ h}}$$

Per tant, al introduir aquestes dades a l'aplicació, s'han obtingut els següents valors referents als angles d'altitud i a l'azimut solars: $\alpha=12'80^{\circ}$ i $\Psi=138,22^{\circ}$.

Les següents figures mostren d'una forma gràfica aquests resultats obtinguts (Fig. 5-11 i 5-12)

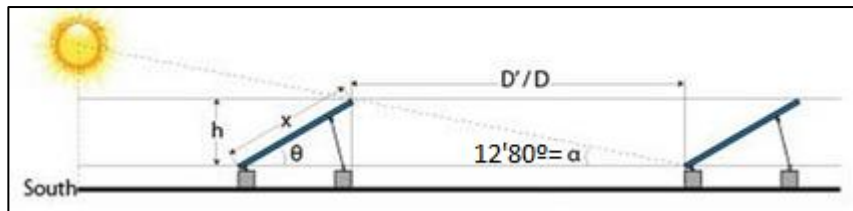


Figura 5-11 Vista lateral dels mòduls inclinats mostrant el valor de l'angle d'altitud solar ($\alpha=12'80^{\circ}$) (Font: elaboració pròpia a partir de Teaching Engineering, 2015)

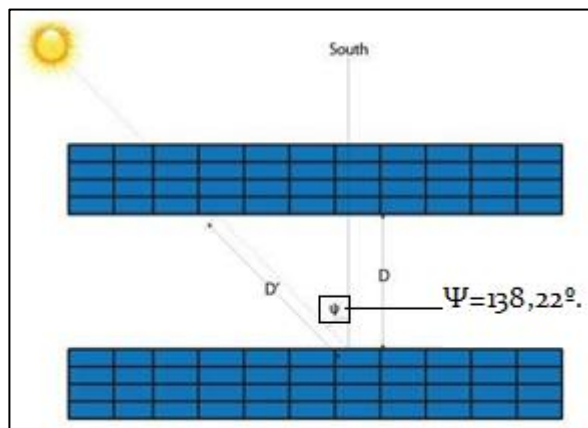


Figura 5-12: Vista superior mostrant el valor de l'angle de la correcció de l'azimut solar ($\Psi=138,22^{\circ}$). (Font: elaboració pròpia a partir de Teaching Engineering, 2015)

Així, introduint aquestes dades al següent model trigonomètric s'ha obtingut el valor de la distància que hi ha d'haver entre els mòduls.

$$h = x \cdot \sin\theta \quad \text{on} \quad \theta = 40^\circ \quad \text{i} \quad x = 0'992 \text{ m}$$

$$D' = h / \operatorname{tg}(\alpha) \rightarrow D' = (x \cdot \sin\theta) / \operatorname{tg}(\alpha) \quad \text{on} \quad \alpha = 12'80^\circ$$

$$D = D' \cdot \operatorname{Icos}(180 - \Psi) \rightarrow D = (x \cdot \operatorname{Isin}(\theta)) / \operatorname{tg}(\alpha) \cdot \operatorname{Icos}(180 - \Psi) \quad \text{on} \quad \Psi = 138'22^\circ$$

$$D = 0'992 \cdot \operatorname{Isin}(40) / \operatorname{tg}(12'80) \cdot \operatorname{Icos}(180 - 138'22)$$

$$\text{Per tant:} \quad D = 2'084 \text{ m}$$

D és doncs la distància que hi ha d'haver entre fila i fila de mòduls solars per tal que no es facin ombra entre ells en cap moment de l'any.

Tanmateix, a través de la fórmula exposada a la metodologia (apartat 4.3.5), el valor de l'àrea de separació entre els mòduls és d'**2'84 m²** [$A_{sm} = 2'08 (D) + 0'76 (k)$]

5.4.3.3. Càlcul de l'àrea total ocupada per un mòdul i la seva ombra

Per a estimar la superfície total ocupada per un mòdul solar i la seva màxima ombra en hores d'aprofitament solar s'ha utilitzat també l'equació mencionada a la part de la metodologia (apartat 4.3.5) i s'ha obtingut un valor de **5'55 m²**.

$$A (\text{mòdul+ombra}) = 1'96 \cdot (2'08 + 0'76) = 5'55 \text{ m}^2$$

Així, els 5'55 m² corresponen a la superfície que cadascuna de les plaques necessita per obtenir el seu màxim rendiment de treball, sempre i quan hi hagi una absència d'objectes que puguin produir ombres sobre aquestes.

5.4.3.4. Càlcul del nombre de mòduls en funció de les àrees útils disponibles

El nombre de plaques fotovoltaïques a instal·lar depèn també de la superfície de la qual es disposa. Així doncs, a través de les dades extretes de la cartografia digital (apartat 5.2.4.1), s'ha calculat el nombre màxim de mòduls que es pot ubicar atenent a les àrees útils (m²) de cadascuna de les zones d'estudi.

La taula següent mostra els espais útils per situar-hi plaques en cadascuna de les zones d'estudi (Taula 5-18):

Taula 5-18: Espais útils per situar els mòduls del sistema energètic en les diferents zones d'estudi.
(Font: Elaboració pròpia)

Zones d'estudi	m ²	
	Espai disponible	Espai útil (cobertes)
Pàrquing	9.713'20	2.700
Equipaments del camp de futbol (bar, vestuaris, etc.)	7.934'8	364'7
CEIP Sant Pau	2.993'7	1.333
Llar d'Infants (Pi del Soldat)	1.681'4	1.135'3
Àrea total (m²)	22.323'10	5.533

D'aquesta manera, s'ha calculat el nombre màxim de plaques que es poden posar dintre de les àrees útils disponibles dividint el valor de cada espai útil entre l'àrea ocupada pel mòdul més la seva ombra, valor obtingut a l'apartat anterior (5'55 m², apartat 5.4.3.3).

Tanmateix, el nombre màxim de plaques que es pot instal·lar en cadascuna de les diferents àrees útils s'ha representat a la següent taula (Taula 5-19):

Taula 5-19: Nombre de mòduls fotovoltaics en funció de l'àrea útil disponible. (Font: Elaboració pròpia.)

Zones d'estudi	Nº mòduls
Pàrquing	486
Equipaments del camp de futbol (bar, vestuaris, etc.)	66
CEIP Sant Pau	240
Llar d'Infants (Pi del Soldat)	205
Nº mòduls total	997

5.4.4. El sistema de mòduls fotovoltaics

En aquest apartat final s'ha calculat el nombre total de mòduls que conformen la instal·lació de mòduls solars fotovoltaics.

5.4.4.1. Equació general del nombre de mòduls

Tal i com s'ha explicat a la metodologia (apartat 4.3.5), per dimensionar el sistema energètic s'ha utilitzat una equació que mostra la relació entre el nombre de mòduls fotovoltaics i tot un seguit de paràmetres a l'hora de dimensionar el sistema energètic renovable:

$$n^{\circ} \text{ mòduls} = \frac{\text{Energia per abastir}}{\text{HSP} \cdot \text{rendiment de treball} \cdot \text{Potència pic del mòdul}}$$

En conseqüència, els valors dels factors que determinen el nombre de mòduls fotovoltaics, d'acord amb l'equació, són:

- Energia a abastir: valor que difereix en funció del consum de cada equipament
- HSP: valor que varia segons la zona d'estudi
- Rendiment de treball: **0'8**. Aquest és el factor que té en compte les pèrdues produïdes pel possible embrutiment i / o deteriorament dels panells fotovoltaics i que normalment oscil·la entre valors de 0'7 - 0'8.
- Potència pic del mòdul: **0'32 kW**. Determinada pel tipus de placa (320 W en el cas plantejat).

5.4.4.2. Càlcul del nombre d'hores sol pic (HSP)

El següent pas, doncs, ha consistit en calcular les hores de sol pic (HSP), és a dir, el nombre d'hores equivalent que hauria de brillar el sol a una intensitat de 1 kW/m² per a obtenir la insolació total d'un mes (ja que en realitat el sol varia la intensitat al llarg d'aquest).

És important determinar aquest valor ja que és una de les variables per tenir en compte a l'hora de determinar el nombre de mòduls fotovoltaics del nostre sistema, com s'ha mostrat a l'apartat anterior (apartat 5.4.4.1).

Així, per tal de determinar els valors de les HSP és necessari conèixer tant els valors que expressen la irradiació global mensual per metre quadrat rebuda pels mòduls del sistema (kWh/m²) en les diferents zones on es poden instal·lar les plaques com el valor de la radiació solar incident que fem servir per calibrar els mòduls (1kW/m²).

La següent fórmula, adjunta a l'apartat de metodologia (apartat 4.3.5), expressa aquesta relació:

$$HSP = \frac{\text{irradiació global mensual per metre quadrat rebuda per les plaques (kWh/m}^2\text{)}}{1 \text{ kW/m}^2}$$

Conseqüentment, s'han utilitzat les dades obtingudes amb la cartografia digital (apartat 5.2.4.2), ja que amb aquesta s'ha obtingut tot un seguit de valors que expressen la irradiació global mensual per metre quadrat rebuda pels mòduls del sistema (kWh/m²) en les diferents àrees on s'ubiquen les plaques fotovoltaïques del nostre sistema energètic: el pàrquing, els equipaments del camp de futbol (bar, vestuaris, etc.), el CEIP Sant Pau i la Llar d'Infants (Pi del Soldat).

Així doncs, per a cadascuna d'aquestes àrees d'ubicació dels mòduls fotovoltaics s'han escollit les HSP del més mes desfavorable (pitjor escenari possible: quadres vermells de la taula 5-20) per tal que el nostre sistema energètic renovable sigui capaç de cobrir la demanda energètica dels equipaments durant tot l'any.

A través de la següent taula, es mostren els valors de les HSP corresponents a les diferents zones on es situen les plaques (taula 5-20):

Taula 5-20: valors d'HSP en les diferents zones d'estudi. (Font: Elaboració pròpia)

Zones	HSP					
	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY
Pàrquing	94'8	97'8	125'8	144'8	169'0	170'6
Equipaments del camp de futbol (bar, vestuaris, etc.)	79'6	97'3	116'6	139'4	168'8	176'0
CEIP Sant Pau	82'9	93'6	122'2	147'4	167'9	175'6
Llar d'Infants (Pi del Soldat)	74'9	99'0	130'1	147'9	167'3	172'3

Zones	HSP					
	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE
Pàrquing	179'3	166'1	149'9	130'8	112'3	93'4
Equipaments del camp de futbol (bar, vestuaris, etc.)	182'1	167'5	148'3	132'6	104'1	85'4
CEIP Sant Pau	183'0	166'6	150'6	130'6	112'4	91'3
Llar d'Infants (Pi del Soldat)	180'4	165'1	150'6	133'0	110'6	87'6

Consegüentment, s'ha vist que el valors més baixos d'HSP de les àrees d'estudi on es poden ubicar plaques es concentren sobretot en el mes de Gener, en el cas del camp de futbol, l'escola i la llar d'infants, i en el mes de desembre en el cas de del pàrquing.

D'aquesta manera, la següent taula exposa els diferents valors de les HSP utilitzats per dimensionar el sistema energètic renovable (Taula 5-21).

Taula 5-21: Valors d'HSP utilitzats per dimensionar el sistema energètic renovable. Font: Elaboració pròpia

Zones	HSP
Pàrquing	93'4
Equipaments del camp de futbol (bar, vestuaris, etc.)	79'6
CEIP Sant Pau	82'9
Llar d'Infants (Pi del Soldat)	74'9

5.4.4.3. Estimació del nombre total de mòduls solars del sistema energètic

Per acabar, a través de la recopilació de totes les dades obtingudes, s'ha calculat el nombre total de plaques del sistema de mòduls fotovoltaics.

Tanmateix, per tal de visualitzar de forma esquemàtica els diferents valors dels paràmetres que s'han fet servir per a efectuar aquest càlcul, s'ha elaborat la següent taula (taula 5-22):

Taula 5-22: recull de les dades necessàries per calcular el nombre total de mòduls del sistema. (Font: elaboració pròpia)

<i>Equipaments públics</i>	Consums mensuals a abastir (kWh/mes)				
Camp de futbol municipal	2.520				
CEIP Sant Pau	4.537	Zones	HSP		
Ajuntament + serveis tècnics + policia local	4.753	Pàrquing	93'4		
Poliesportiu	618	Equipaments del camp de futbol (bar, vestuaris, etc.)	79'6	Rendiment de treball	Potència pic del mòdul
Llar d'infants Pi del Soldat	2.379	CEIP Sant Pau	82'9	0'8	0'32
Centre cultural Ca l'Arturo (i Ràdio Litoral)	1.633	Llar d'Infants (Pi del Soldat)	74'9		
Total	16.440				

Així, en funció de la proximitat dels equipaments amb les zones d'instal·lació de mòduls fotovoltaics, s'ha calculat el nombre de plaques necessàries per a abastir cadascun dels consums energètics dels diferents equipaments. Paral·lelament, s'ha comprovat que aquests tinguin cabuda dintre de les diferents superfícies d'estudi atenent al nombre de mòduls que es poden ubicar dins les àrees útils disponibles (apartat 5.4.3.4) .

D'aquesta manera, a continuació s'han adjuntat els càlculs realitzats.

- ❖ **Perímetre del pàrquing:** mòduls fotovoltaics destinats a cobrir el consum de l'ajuntament (a més dels serveis tècnics i la policia local), el poliesportiu i el centre cultural Ca l'Arturo (i Ràdio Litoral). A més a més, en aquesta zona s'han ubicat també les plaques destinades a abastir el 50% del consum dels equipaments del camp de futbol.

Això és degut al fet que l'àrea útil disponible per instal·lar mòduls a l'estadi municipal mateix és molt reduïda, d'acord amb el consum total d'aquest (àrea disponible < àrea necessària per abastir el consum).

- *Ajuntament + serveis tècnics + policia local:*

$$n^{\circ} \text{ mòduls} = \frac{4.753}{93'4 \cdot 0'8 \cdot 0'32} = \mathbf{199 \text{ mòduls fotovoltaics}}$$

- *Poliesportiu:*

$$n^{\circ} \text{ mòduls} = \frac{618}{93'4 \cdot 0'8 \cdot 0'32} = \mathbf{26 \text{ mòduls fotovoltaics}}$$

- *Centre cultural Ca l'Arturo (i Ràdio Litoral):*

$$n^{\circ} \text{ mòduls} = \frac{1.633}{93'4 \cdot 0'8 \cdot 0'32} = \mathbf{68 \text{ mòduls fotovoltaics}}$$

- *Camp de futbol municipal: 50% del consum = 2.520*0'5 = 1.260 kWh/mes*

$$n^{\circ} \text{ mòduls} = \frac{1.260}{93'4 \cdot 0'8 \cdot 0'32} = \mathbf{53 \text{ mòduls fotovoltaics}}$$

Així, a la zona del pàrquing s'han ubicat 346 mòduls (199+26+68+53), 140 menys dels que es poden situar (486-346=140).

- ❖ **Perímetre dels equipaments del camp de futbol:** mòduls fotovoltaics destinats a cobrir el 50% restant del consum dels equipaments del camp de futbol municipal (bar, vestuaris, etc.):

- *Camp de futbol municipal: 50% del consum = 2.520*0'5 = 1.260 kWh/mes*

$$n^{\circ} \text{ mòduls} = \frac{1.260}{79'6 \cdot 0'8 \cdot 0'32} = \mathbf{62 \text{ mòduls fotovoltaics}}$$

Així, al perímetre útil per posar plaques del camp de futbol s'han ubicat 62 mòduls, 4 menys dels que es poden situar (66-62=4).

- ❖ **Perímetre del CEIP Sant Pau:** mòduls fotovoltaics destinats a cobrir el consum de l'escola CEIP Sant Pau:

- *CEIP Sant Pau:*

$$n^{\circ} \text{ mòduls} = \frac{4.537}{82'9 \cdot 0'8 \cdot 0'32} = \mathbf{214 \text{ mòduls fotovoltaics}}$$

Tanmateix, al perímetre útil per posar plaques de l'escola s'ha decidit ubicar 214 mòduls, 26 menys dels que es poden situar (240-214=26).

- ❖ **Perímetre de la Llar d'Infants (Pi del Soldat):** mòduls fotovoltaics destinats a cobrir el consum de la Llar d'Infants:

$$n^{\circ} \text{ mòduls} = \frac{2.379}{74'9 \cdot 0'8 \cdot 0'32} = \mathbf{124 \text{ mòduls fotovoltaics}}$$

En aquest cas, al perímetre útil per posar plaques de la llar d'infants s'han ubicat 124 mòduls, 81 menys dels que es poden situar ($205-124=81$).

Per tant, s'ha determinat que el nombre de mòduls totals necessaris per abastir el consum dels 8 equipaments de major consum de Sant Pol de Mar és de 746 (Taula 5-23).

Taula 5-23: Nombre de mòduls fotovoltaics instal·lats capaços de cobrir la demanda energètica.

Font: Elaboració pròpia.

Zones d'estudi	Nº mòduls instal·lats
<i>Pàrquing</i>	346
<i>Equipaments del camp de futbol (bar, vestuaris, etc.)</i>	62
<i>CEIP Sant Pau</i>	214
<i>Llar d'Infants (Pi del Soldat)</i>	124
Nº mòduls total	746

En conseqüència, i a través dels diferents càlculs, s'ha pogut comprovar que el municipi, actualment, disposa de la superfície necessària per instal·lar-hi el nombre suficient de mòduls fotovoltaics destinats a cobrir la demanda energètica dels 8 equipaments públics de major consum. S'ha assegurat també que tècnicament fos possible la instal·lació, a l'hora de fer els càlculs, utilitzant un mòdul de plaques existent, i considerant valors d'irradiació solar bastant propers a les reals.

Així, les àrees disponibles del pàrquing, dels equipaments del camp de futbol, de l'escola CEIP Sant Pau i de la llar d'infants Pi del Soldat permeten ubicar-hi la quantitat exacta de plaques solars fotovoltaïques capaces d'abastir els 16.440 kWh/mensuals, tal i com es pot apreciar a la següent taula (taula 5-24), ja que el nombre potencial de mòduls que es podrien instal·lar dintre les àrees d'estudi escollides no supera el nombre total de mòduls necessaris per cobrir el consums dels equipaments.

Zones d'estudi	Nº total de mòduls instal·lats	Nº total de mòduls amb possibilitat de ser instal·lats
<i>Pàrquing</i>	346	486
<i>Equipaments del camp de futbol (bar, vestuaris, etc.)</i>	62	66

CEIP Sant Pau	214	240
Llar d'Infants (Pi del Soldat)	124	205
Nº mòduls total	746	997

A més a més, així també s'ha vist que, en cas que es volguessin instal·lar més mòduls en un futur, hi ha encara espai disponible dintre dels diferents perímetres estudiats per situar-ne.

Per tant, Sant Pol de Mar podria, avui dia, abastir els seus 8 equipaments públics de major consum amb energia solar fotovoltaica, amb l'espai disponible considerat. No caldria, doncs, buscar espais alternatius per tal de fer-ho, segons els càlculs de dimensionament realitzats.

5.4.5. Avaluació energètica, econòmica i ambiental final

Per tal d'avaluar els beneficis econòmics, energètics i ambientals associats a l'ús del sistema d'energies renovables plantejat, també se n'ha realitzat un estudi.

5.4.5.1. Estalvi i substitució energètica total quantificada

Mitjançant el dimensionament realitzat, s'ha arribat a una proposta en el qual l'abastiment elèctric dels vuit edificis públics és total, en el cas d'haver aplicat prèviament les mesures d'eficiència energètica explicades al subapartat "Accions d'eficiència energètica considerades", de l'apartat d' "Eficiència energètica als edificis públics".

Per tant, l'estalvi energètic és total (s'estalvien els 306.101 kWh/any consumits pels edificis públics abans de la instal·lació de les plaques solars fotovoltaïques), respecte el consum de la xarxa.

Considerat respecte el consum abans d'implementar les mesures d'eficiència (306.101 kWh/any), es pot observar que un 36 % d'aquest (108.824 kWh/any) s'estalvia mitjançant les mesures d'eficiència energètica, i el 64 % restant (197.227 kWh/any), se substitueix per energia renovable mitjançant la instal·lació plantejada (Fig. 5-13).

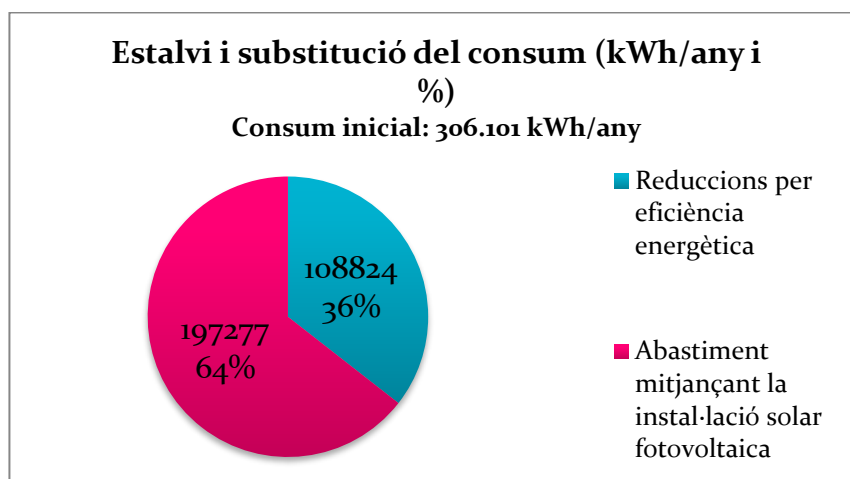


Figura 5-13: Percentatge de l'energia elèctrica estalviada mitjançant les mesures d'eficiència respecte l'energia substituïda utilitzant energia solar de la instal·lació plantejada. Font: elaboració pròpia.

Es podria dir que aplicant mesures d'eficiència energètica addicionals, o bé optimitzant aquelles ja proposades, hi hauria la possibilitat d'augmentar el percentatge estalviat mitjançant aquestes. Així es podria destinar encara més de l'energia sobrant a altres edificis.

5.4.5.2. Estalvi econòmic total quantificat

Per a calcular els costos econòmics associats a les **mesures d'eficiència energètica**, es consideraran dos factors. El primer és el del cost econòmic associat a la **implementació** d'aquestes mesures, i el segon és el de l'**estalvi** econòmic suposat respecte la contractació de l'energia elèctrica de la xarxa. Perquè les mesures siguin viables econòmicament, cal que el cost sigui compensat per l'estalvi aconseguit.

Costos associats a l'aplicació de les mesures d'eficiència energètica

Pel que fa al cost d'aplicació de les mesures d'eficiència energètica "reduir les hores d'ús dels aparells i desconnectar aquells que no es fan servir" i "regular de forma més eficient la temperatura de la calefacció i de l'aire condicionat", com ja s'ha afirmat a l'apartat anterior, són dues mesures sense cost.

En relació amb la tercera mesura, que consisteix en "substituir els focus, fluorescents i les bombetes halogenades/incandescent per bombetes més eficients (LEDs)", es calcularà el cost associat tan sols considerant el preu aproximat dels nous LEDs instal·lats. El document *Guia bàsica d'eficiència energètica en edificis municipals (Agència d'Energia de Barcelona, 2011)* considera els preus de LEDs en el moment de redacció del document, significativament més cars que el preu dels LEDs actuals. Per aquesta raó s'ha escollit consultar els preus d'un distribuïdor de LEDs a Catalunya, amb preus més actualitzats. Segons la seva web (*Fabricaled.com, 2017*), el cost mitjà dels LEDs de diferents potències que es necessitarien als edificis públics de Sant Pol considerats són:

- Bombeta LED 7 W: 7 €
- Tub LED 10 W: 16 €
- Tub LED 16 W: 17 €
- Tub LED 20 W: 19 €
- Focus LED 27 W: 26 €
- Focus LED 50 W: 44 €

En relació amb aquests càlculs (*Taula 5-24*), cal fer esment que:

- No es contemplen el preu de la mà d'obra, ni altres possibles costos associats a la instal·lació.
- No es contempla la possibilitat d'ofertes especials en bombetes, ni contractes especials amb empreses concretes encarregades de tota la instal·lació, amb preu rebaixat.

- No es considera la baixada de preus (molt probable) dels LEDs en el futur. El factor temps (quan s'instal·len els LEDs) és important.

Taula 5-24: Número i tipus de LEDs per substituir implementant la mesura d'eficiència 3, i cost dels LEDs que caldria comprar. Font: elaboració pròpia (costos obtinguts a partir de la web del distribuïdor de LEDs Fabricaled.com (2017)).

Edifici públic	Nº LEDs instal·lats (Mesura 3)	Cost LEDs per edifici (€)
Camp de futbol municipal	26 de 27 W 12 de 20 W 14 de 16 W 2 de 7 W	1.026
CEIP Sant Pau	470 de 20 W 90 de 16 W	10.460
Ajuntament	32 de 20 W 2 de 16 W 60 de 7 W	1.062
Serveis tècnics	8 de 20 W 48 de 10 W	920
Polícia local	28 de 20 W 1 de 7 W	539
Poliesportiu	18 de 50 W 27 de 20 W 8 de 16 W 4 de 7 W	1.469
Llar d'infants Pi del Soldat	25 de 20 W 4 de 7 W	503
Centre cultural Ca l'Arturo (i Ràdio Litoral)	90 de 16 W 14 de 7 W	1.628
	Total LEDs	Total cost LEDs (€)
	961	17.607

Estalvi econòmic suposat per les mesures d'eficiència

Pel que fa al cost associat a l'estalvi en energia elèctrica de la xarxa, es prenen els consums elèctrics dels edificis actuals i es realitza una estimació del seu cost econòmic estalviat, considerant els preus de l'energia elèctrica contractada actualment, segons els valors reflectits al document de consums de 2015 (*Observatori del Maresme, 2015*). L'empresa encarregada del subministrament elèctric actual és Endesa.

Es pot calcular a partir del document de consums proporcionat per l'ajuntament de Sant Pol de Mar el preu en euros per kWh mitjà durant l'any 2015 que es va pagar per proporcionar electricitat a cada un dels edificis públics.

La relació preu-consum calculada varia ja que depèn de si l'energia elèctrica es fa servir en hores punta o hores vall, i la seva distribució al llarg del dia, entre altres factors. Durant les hores punta, la companyia elèctrica cobra més que durant les hores vall. Per aquesta raó, entre d'altres, es pot observar a la taula (*Taula 5-25*) que per un consum major, tenim un preu menor associat que en un altre edifici (per exemple, comparant l'ajuntament i el poliesportiu, veiem que es paga més al poliesportiu tot i tenir un consum menor que el de l'ajuntament). Així, mitjançant el càlcul propi per a cada edifici, s'obté una relació més ajustada al temps d'ús al llarg de l'any.

A més, aquí cal destacar que el preu a partir del qual es calcula la relació inclou no tan sols el preu del kWh establert per la companyia elèctrica, sinó també altres costos associats, ja que al document de l'ajuntament (*Observatori del Maresme, 2015*), apareixen els preus finals pagats de l'electricitat per a cada edifici.

Taula 5-25: Obtenció de la relació preu/consum elèctric per a calcular l'estalvi econòmic associat amb la implementació de les mesures d'eficiència considerades. Font: elaboració pròpia, a partir de les dades del document de consums de 2015 de l'ajuntament de Sant Pol de Mar (Observatori del Maresme, 2015).

Edifici públic de Sant Pol de Mar	Consum 2015 (kWh/any) (Observatori del Maresme, 2015)	Preu per l'electricitat consumida 2015 (€/any) (Observatori del Maresme, 2015)	Relació preu-consum (€/any/kWh)
Camp de futbol municipal	84.314	20.104	0,23
CEIP Sant Pau	74.705	16.942	0,24
Ajuntament	43.310	7.818	0,18
Serveis tècnics	5.765	1.443	0,25
Polícia local	18.324	3.543	0,30
Poliesportiu	26.462	8.025	0,22
Llar d'infants Pi del Soldat	30.685	6.843	0,23
Centre cultural Ca l'Arturo (i Ràdio Litoral)	22.536	5.119	0,19
	Consum total 2015 (kWh/any)	Preu total per l'electricitat consumida 2015 (€)	
	306.101	69.837	

Amb aquests valors aproximats obtinguts en cada cas, es pot calcular l'estalvi monetari corresponent a l'estalvi energètic, en cada edifici (Taula 5-26). A partir d'aquí, es pot realitzar un sumatori dels estalvis monetaris corresponents a les tres mesures d'eficiència per a cada edifici, i restar al valor obtingut del preu inicial, associat al consum del 2015, per tenir un valor pel preu nou aplicant mesures d'eficiència energètica, a preus de 2015.

En aquests càlculs, cal tenir present:

- No s'hi consideren les fluctuacions econòmiques futures, és a dir, l'increment o disminució de preus en el moment futur d'aplicació de les mesures d'estalvi.

- No es té en compte el cas d'un futur canvi de companyia elèctrica, amb preus diferents cobrats.

Taula 5-26: Relació dels estalvis energètics amb els estalvis econòmics per mesura i per edifici. Font: elaboració pròpia a partir de les dades dels estalvis en energia elèctrica calculats anteriorment per a cada mesura d'eficiència energètica aplicada.

Edificis públics de Sant Pol de Mar	Mesura 1		Mesura 2		Mesura 3		Mesures 1, 2 i 3		
	Estalvi (kWh/any)	Estalvi aplicant la mesura (€/any)	Estalvi (kWh/any)	Estalvi aplicant la mesura (€/any)	Estalvi (kWh/any)	Estalvi aplicant la mesura (€/any)	Estalvi total aplicant les mesures (€/any)	% estalvi econòmic	Preu nou (€/any)
Camp de futbol municipal	29	7	0	0	54.044	12.887	12.893	19	7.211
CEIP Sant Pau	9.023	2.046	990	225	10.251	2.325	4.596	7	12.346
Ajuntament	222	40	1.221	220	2.581	466	726	1	7.092
+ serveis tècnics	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+ policia local	280	70	357	89	707	177	336	1	1.107
	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0	0	700	135	4.302	832	967	2	2.576
Poliesportiu	2.068	627	0	0	16.974	5.147	5.774	8	2.251
Llar d'infants Pi del Soldat	361	80	332	74	1.447	323	477	1	6.366
Centre cultural Ca l'Arturo (i Ràdio Litoral)	343	78	808	184	1.786	406	667	1	4.452
	Estalvi total (kWh/any)	Estalvi total (€/any)	Estalvi total (kWh/any)	Estalvi total (€/any)	Estalvi total (kWh/any)	Estalvi total (€/any)	Estalvi total final (€/any)	% estalvi econòmic total	Preu nou total (€/any)
	12.325	2.949	4.408	927	92.091	22.562	26.438	38	43.399

Mesures d'estalvi considerades:

- **Mesura 1:** Reduir les hores d'ús dels aparells i desconnectar aquells que no es fan servir.
- **Mesura 2:** Regular de forma més eficient la temperatura de la calefacció i de l'aire condicionat (augmentant en 1°C la temperatura de refrigeració i disminuint en 1°C la temperatura de calefacció).
- **Mesura 3:** Substituir els fluorescents i les bombetes halogenades/incandescent per bombetes més eficients (LEDs)

Amortització econòmica associada a l'aplicació de les mesures d'eficiència energètica

Comparant les *taules 5 i 7*, es pot observar que l'estalvi aconseguit (**26.438 €/any**, cosa que representa un **38 %** del cost inicial de l'electricitat als equipaments considerats) és bastant major que el preu dels LEDs que es volen instal·lar (**17.607 €**). Fins i tot, l'estalvi només de la mesura 3 ja és superior a aquest valor (**22.562 €/any**) (*Taula 7*). D'aquesta forma, es compensa la inversió en LEDs amb les mesures d'eficiència, si es tenen en compte els preus de 2015, i sense considerar costos addicionals. És a dir, s'amortitza en menys d'un any:

$$\text{Amortització (anys)} = \frac{\text{Cost LEDs (€)}}{\text{Cost electricitat estalviat} \left(\frac{\text{€}}{\text{any}} \right)}$$

$$\text{Amortització (anys)} = \frac{17.607 \text{ €}}{26.438 \text{ €/any}} = 0'66 \text{ anys} \approx \mathbf{1 \text{ any}}$$

Cal tenir en compte aquí també que el cost d'instal·lació dels LEDs és puntual, per tant, l'any en què s'instal·lin els LEDs l'estalvi net només serà del 15%:

$$\text{Estalvi econòmic net any d'instal·lació dels LEDs (\%)} = 40\% - 25\% = \mathbf{15\%}$$

En canvi, quan s'hagin instal·lat els LEDs, l'estalvi econòmic net anual serà major, ja que el cost de manteniment (no calculat en aquest treball) és relativament baix comparat amb el manteniment d'altres tipus de bombetes, i els la durada de les bombetes és molt llarga (*Barroso, F., 2016*).

Si es volgués millorar aquest apartat, cosa que es planteja en les propostes de millora d'aquest treball, allò ideal seria poder aplicar mesures d'eficiència addicionals sense cost, abans d'instal·lar els LEDs, així aconseguint estalviar l'equivalent al cost d'aquests abans d'invertir en la seva instal·lació. A grans trets, aquest és el mètode *Rubí Brilla* (el projecte de referència mencionat als antecedents d'aquest treball): estalviar energia sense cost addicional, i fer servir allò estalviat per a implantar noves mesures d'eficiència. Després, en aconseguir estalvis mitjançant les mesures amb inversió, s'arriba a poder invertir en energies renovables.

Estalvi econòmic total quantificat

Els càlculs econòmics relacionats amb la instal·lació es calculen aquí en funció del preu de les plaques solars instal·lades i de l'estalvi econòmic en utilitzar energia de producció pròpia.

Estalvi econòmic assolit mitjançant l'ús de les plaques solars fotovoltaïques

Per a la connexió a la xarxa del sistema de plaques fotovoltaïques plantejat, cal tenir en compte el *Real Decret 900/2015 d'Autoconsum* (*Ministerio de Industria, Energía y Turismo*,

2015), ja que comptaria com a instal·lació per a l'autoconsum. Segons aquesta, hi ha dos tipus d'"autoconsumidors":

- Consumidors tipus 1:
 - La potència contractada és de 100 kW, com a màxim.
 - La potència generada no pot superar la contractada, ha de ser igual o inferior.
 - No pot vendre l'energia produïda en excés.
- Consumidors tipus 2:
 - La potència contractada és de més de 100 kW.
 - Aquests podran revendre a la xarxa, però hauran de pagar un peatge per la generació (0'5 €/MWh) i un impost del 7% sobre la producció.
- Altres consideracions:
 - Cada "consumidor" correspon a un edifici.
 - Cada edifici ha d'estar registrat al registre administratiu d'autoconsum, si no, pot ser sancionat per un valor de més de 60.000.000 €.
 - S'haurien de pagar uns preus variables segons les disposicions transitòries del Real Decret, però a hores d'ara ningú no les està pagant (*Campaña i Noguera, A., 2017*), ja que eren vàlides fins el 31 de desembre de 2015, i no s'ha previst com es s'haurien de contemplar actualment.
 - Pel que fa a altres costos aplicables, en el cas de connexió a la xarxa, s'ha de pagar per un primer estudi de connexió del sistema de renovables a la xarxa, a més del preu habitualment pagat per l'ús de la xarxa.

En relació a aquest últim preu, es pagaria, sobre el total de la factura elèctrica original, aquests costos:

- 21 % IVA
- 15 % Distribució
- 5 % Transport
- 9 % Amortització del dèficit
- 20 % Subvencions de règim especial
- 8 % Altres costos (subvencions a determinats consumidors i empreses)

Això representa un total d'un 78 %.

- Si s'instal·len bateries, s'aplica un cost anual per la potència instal·lada, enlloc d'aquest pagament últim a la xarxa. El cost depèn de les hores d'autoconsum.

En aquest treball, doncs, es considera que es registrarà cada edifici per separat, per tant, la potència contractada per edifici serà menor als 100 kW per edifici, i es classificaran en edificis corresponents a consumidors tipus 1. Per tant, no es revindrà l'energia produïda en excés.

Es considera també que no hi haurà bateries, ni els preus variables abans mencionats, ja que actualment no s'estan pagant i les previsions futures de com s'aplicaran són poc

definitos (Campañà i Noguera, A., 2017). Així, respecte el preu que s'estaria pagant a la xarxa en el cas de no instal·lació del sistema, se'n continuaria pagant el 78 % corresponent als costos d'ús de la xarxa, a més d'un pagament inicial de connexió del sistema, el qual aquí no es quantifica per falta d'informació facilitada per Endesa al respecte.

Si es considera doncs, el preu pagat a la xarxa després d'haver aplicat les mesures d'eficiència energètica (43.399 €/any):

$$\text{Preu nou amb solar fotovoltaica (€)} = 43.399 \text{ €/any} \cdot 0'78 = 33.852 \text{ €/any}$$

Cosa que significa que mitjançant la instal·lació solar fotovoltaica s'estalvien:

$$\text{Estalvi amb solar fotovoltaica (€)} = 43.399 \text{ €/any} - 33.851 \text{ €/any} = \mathbf{9.548 \text{ €/any}}$$

Representat en funció del preu total inicial pagat el 2015 per al subministrament dels edificis en consideració (Fig. 5-14):

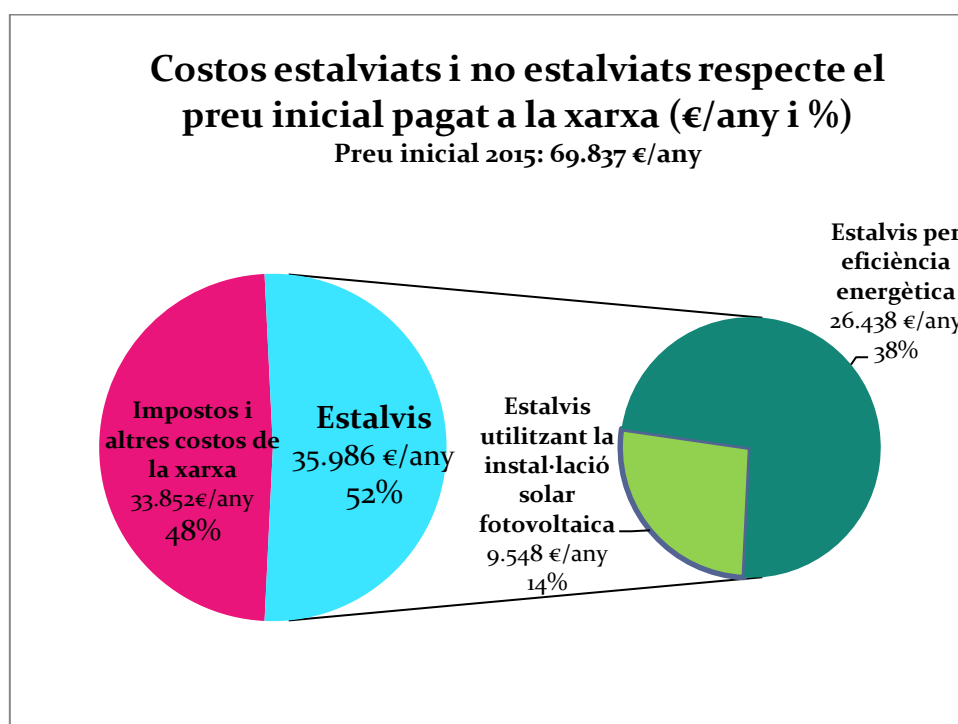


Figura 5-14: Percentatge de l'estalvi monetari mitjançant les mesures d'eficiència respecte l'estalvi utilitzant energia solar de la instal·lació plantejada. Font: elaboració pròpia.

Així s'observa que un 48 % (33.852 €/any) del preu total del consum inicial (69.837 €/any) es continua havent de pagar.

Per tant, si se sumen l'estalvi econòmic mitjançant la instal·lació, més l'estalvi mitjançant les mesures d'eficiència energètica, l'estalvi total anual resultant és de:

$$\text{Estalvi econòmic anual (€)} = 9.548 \text{ €/any} + 26.438 \text{ €/any} = \mathbf{35.986 \text{ €/any}}$$

Costos associats al dimensionament

Pel que fa a la inversió inicial que s'hauria d'aplicar per a la instal·lació, aquí es calcula en funció del preu dels mòduls de placa fotovoltaica pel número de plaques totals per instal·lar. No es consideren, doncs, en aquest treball, la resta de costos possibles implicats.

El model de placa escollit, AC-320P/156-72S (AXITEC), d'una potència de 320 W, segons les tarifes de desembre 2016 d'*albasolar.com* (2016), valen 326 €/mòdul.

Si això es multiplica pel número de plaques estimades necessàries per a cobrir la demanda (746 mòduls), calculades a l'apartat de dimensionament del sistema, s'obté el preu del total de plaques.

$$\text{Preu total mòduls (€)} = \text{Preu per mòdul (€/mòdul)} \cdot N^{\circ} \text{ total de mòduls}$$

$$\text{Preu total mòduls (€)} = 326 \text{ €/mòdul} \cdot 746 \text{ mòduls} = \mathbf{243.196 \text{ €}}$$

Amortització econòmica final

Per a l'amortització econòmica en aquest cas, considerant el preu estalviat mitjançant el sistema de plaques solars fotovoltaïques, s'obté:

$$\text{Amortització (anys)} = \frac{243.196 \text{ €}}{9.548 \text{ €/any}} = 25'47 \text{ anys} \approx 26 \text{ anys}$$

$$\text{Amortització (anys)} = \frac{243.196 \text{ €} + 17.607 \text{ €}}{9.548 \text{ €/any} + 26.438 \text{ €/any}} = 7'25 \text{ anys} \approx \mathbf{8 \text{ anys}}$$

Per aquesta raó, es considera la possibilitat d'utilitzar l'estalvi econòmic mitjançant les plaques solars, en addició a l'estalvi generat en implantar les mesures d'eficiència energètica, per mostrar que en realitat, s'arriba a una amortització **abans**, si s'implanten mesures d'eficiència energètica previs a la instal·lació de renovables.

on els 243.196 € són allò invertit per la instal·lació solar, els 17.607 € són allò invertit en els LEDs, 9.548 €/any és el cost anual estalviat mitjançant el sistema de renovables, i 26.438 €/any és el cost anual estalviat mitjançant la implantació de les mesures d'eficiència energètica.

Així es veu que surt a compte reinvertir l'estalvi aconseguit anteriorment, amb la realització de les mesures d'eficiència energètica, en el sistema d'energia solar considerat.

Cal destacar alguns punts importants en relació amb els càlculs realitzats:

- **No** s'ha considerat la potencial **baixada de preu** de les plaques solars fotovoltaïques.
- **Tampoc** s'ha considerat l'**estalvi** potencial obtingut mitjançant la **instal·lació de les plaques solars**, que **anirà augmentant** a mesura que aquestes es posen en funcionament.

- Per altra banda, **no s'han inclòs els costos addicionals** de mà d'obra, altres equips necessaris per a la instal·lació de les plaques, el manteniment, etc. Aquests factors poden augmentar el preu.
- Un possible **canvi en la legislació** podria fer variar els costos fixos de connexió a la xarxa, augmentant-los o bé disminuint-los.

5.4.5.3. Minimització de l'impacte ambiental total quantificada

L'impacte ambiental evitat corresponent a la disminució de les emissions associades es pot calcular aplicant el mateix factor de conversió utilitzat per calcular la l'impacte evitat mitjançant les mesures d'estalvi aplicades (0'237 kg/kwh).

Les emissions corresponents seran aquelles associades a la resta del consum per cobrir després d'haver aplicat les mesures d'eficiència (197.227 kwh/any).

$$Emissions \left(\frac{kg \text{ CO}_2 \text{ eq.}}{\text{any}} \right) = 197.227 \text{ kWh/any} \cdot 0'237 \text{ kg/kWh} = 46.755 \frac{kg \text{ CO}_2 \text{ eq.}}{\text{any}}$$

Per tant, com que el factor de conversió és el mateix, els percentatges corresponents a les emissions estalviades mitjançant les mesures d'eficiència i les estalviades mitjançant l'ús de l'energia provinent de la instal·lació fotovoltaica seran els mateixos (Fig. 5-15):

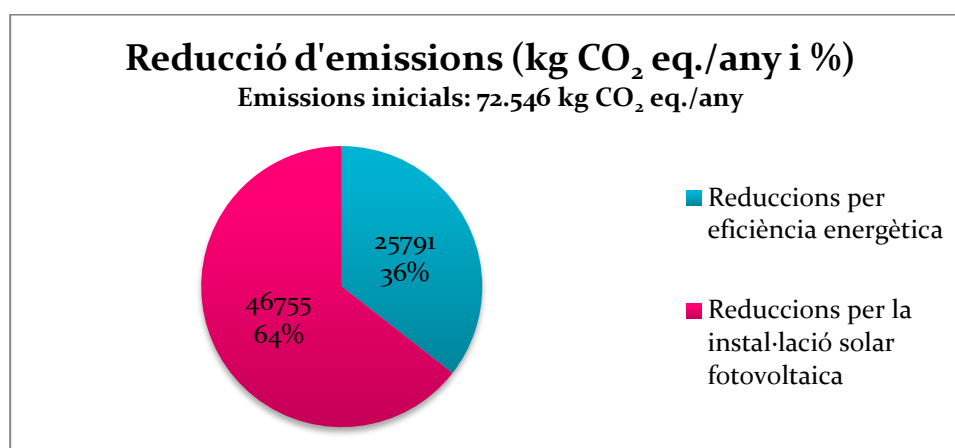


Figura 5-15: Reducció d'emissions aconseguida mitjançant les mesures d'eficiència respecte la reducció fent servir energia solar de la instal·lació plantejada. Font: elaboració pròpia.

No s'han considerat en aquest treball l'impacte associat al procés d'instal·lació del sistema de panells solars, ni a la producció dels seus components.

Així, sense considerar aquests, es pot afirmar (considerant el consum inicial dels equipaments considerats, de 306.101 kwh/any) que s'arriba a una reducció d'emissions total de:

$$Emissions \left(\frac{kg \text{ CO}_2 \text{ eq.}}{\text{any}} \right) = 306.101 \text{ kWh/any} \cdot 0'237 \text{ kg/kWh} = 72.546 \frac{kg \text{ CO}_2 \text{ eq.}}{\text{any}}$$

L'estalvi en emissions, per tant, és molt elevat, i contribuiria a reduir l'impacte ambiental del municipi de forma molt considerable.

5.5. ESTUDI SOCIAL

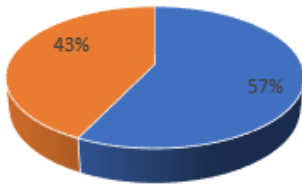
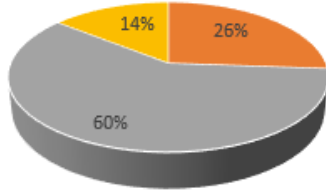
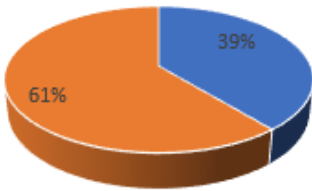
5.5.1. Percepció social del projecte (enquestes)

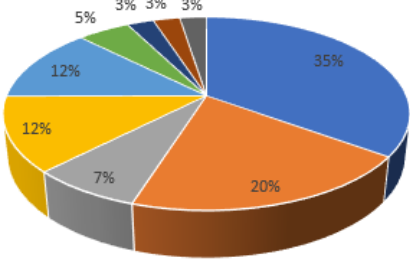
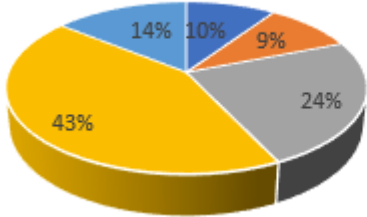
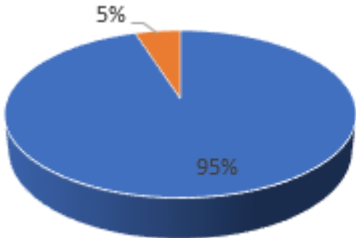
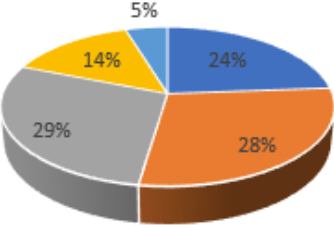
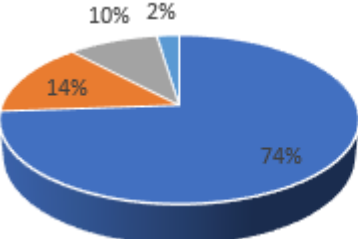
A continuació es mostren els resultats de les enquestes realitzades via *Google Forms* (Taula 5-27), el model de les quals es pot trobar a l'annex.

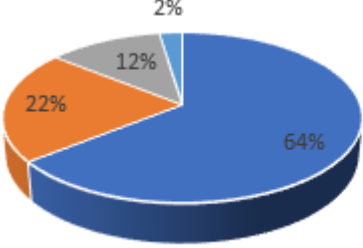
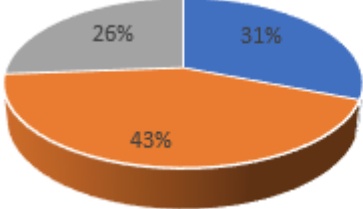
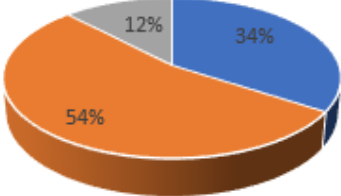
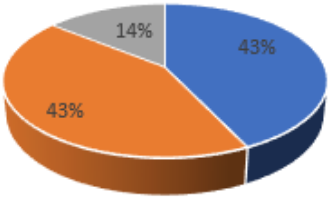
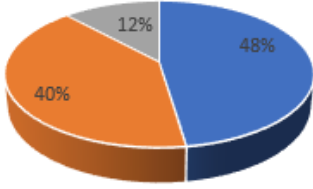
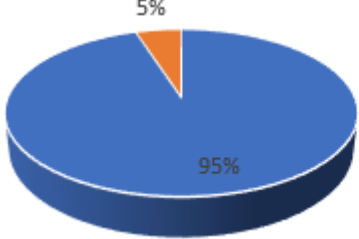
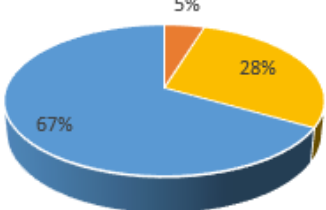
Els resultats es mostren en diagrames 3D (tercera columna) on es pot visualitzar el percentatge de cada resposta respecte a l'afinitat o preferència que l'enquestat/da sentia envers a cada qüestió. La moda (segona columna) es refereix a la resposta de cada pregunta que predomina sobre les altres i, per tant, aquella més rellevant pels resultats.

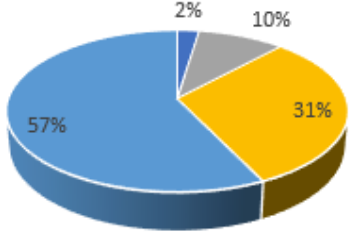
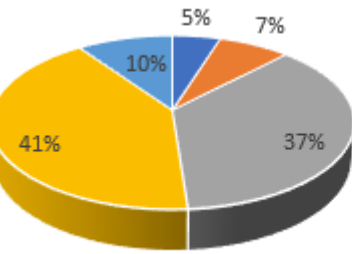
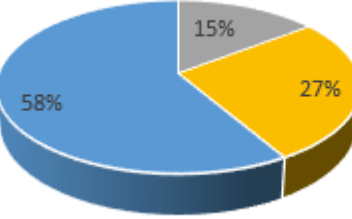
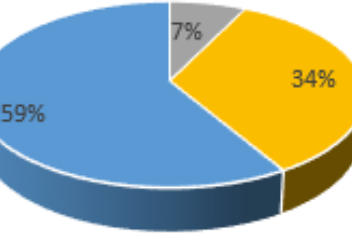
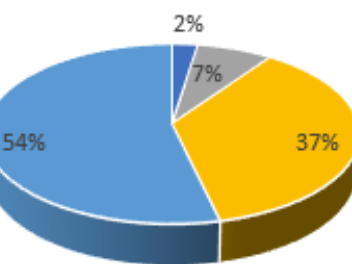
Número de respostes, és a dir, de persones enquestades ha estat de: 37 en català i 5 en castellà. El total és de 42 enquestes realitzades i, per tant, de 42 respostes obtingudes en cada pregunta. Aquest és un valor major al valor calculat com a mostra mínima de població (40 persones), a la metodologia d'aquest projecte.

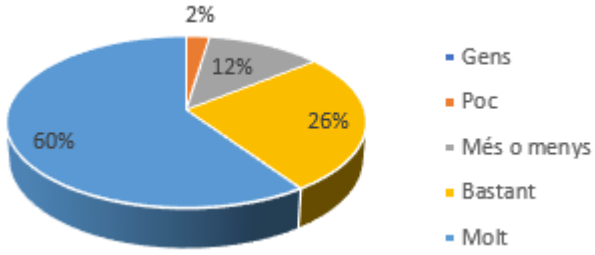
Taula 5-27. Resultats de l'enquesta realitzada als habitants de Sant Pol de Mar. Font: elaboració pròpia.

Pregunta	Moda	Resultats
Secció 1: Informació sobre l'enquestat/da:		
Pregunta 1. 1.A. Sexe	Dona (57%)	 <p>■ dona ■ home</p>
1.B. Edat	40-59 anys (60%)	 <p>■ 0-19 ■ 20-39 ■ 40-59 ■ 60-79 ■ 80+</p>
1.C. És resident al municipi des de sempre?	No (61%)	 <p>■ sí ■ no</p>

<p>1.4 Àrea de residència (barri) on resideix l'enquestat</p>	<p>Nucli Urbà (35%) L'Hotel (20%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Nucli urbà ■ L'Hotel ■ El Morer ■ Els garrofers ■ Urbapòl ■ La marina ■ Can vil·lar del grau ■ Can Rata ■ Altres
<p>Secció 2: Coneixement i opinió sobre les accions ambientals realitzades a Sant Pol de Mar i coneixement general sobre el món de l'eficiència energètica i les energies renovables.</p>		
<p>Pregunta 2. Coneix bé les alternatives a les fonts d'energia comunes que s'utilitzen actualment?</p>	<p>Bastant (43%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Gens ■ Poc ■ Més o menys ■ Bastant ■ Molt
<p>Pregunta 3. Creu que és important una transició de model energètic (ser més eficients energèticament i passar a energies renovables) en petits municipis com Sant Pol?</p>	<p>Sí (95%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Sí ■ No ■ No ho sé
<p>Pregunta 4. Coneix quines podrien ser les capacitats de Sant Pol de Mar quant a energies renovables?</p>	<p>Més o menys (29%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Gens ■ Poc ■ Més o menys ■ Bastant ■ Molt
<p>Pregunta 5. A. Quin coneixement té sobre les innovacions/propostes, realitzades al municipi (per iniciativa de l'ajuntament), referents a les energies renovables?</p>	<p>Gens (74%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Gens ■ Poc ■ Més o menys ■ Bastant ■ Molt

<p>5. B. I respecte a les millores d'eficiència energètica realitzades?</p>	<p>Gens (64%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Gens ■ Poc ■ Més o menys ■ Bastant ■ Molt
<p>Pregunta 6. A. Creu que Sant Pol és un municipi capdavanter pel que fa a temes de medi ambient en general?</p>	<p>Poc (43%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Gens ■ Poc ■ Més o menys ■ Bastant ■ Molt
<p>6. B. Creu que Sant Pol és un municipi capdavanter pel que fa a eficiència energètica?</p>	<p>Poc (54%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Gens ■ Poc ■ Més o menys ■ Bastant ■ Molt
<p>6. C. Creu que sant pol és un municipi capdavanter pel que fa a temes d'autosuficiència?</p>	<p>Poc (43%) i Gens (43%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Gens ■ Poc ■ Més o menys ■ Bastant ■ Molt
<p>6. D. Creu que Sant Pol és un municipi capdavanter pel que fa a energies renovables?</p>	<p>Gens (48%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Gens ■ Poc ■ Més o menys ■ Bastant ■ Molt
<p>Pregunta 7. Creu que l'ajuntament hauria d'involucrar-se més en el procés de fer una transició de model energètic?</p>	<p>Sí (95%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Sí ■ No ■ No ho sé
<p>Pregunta 8. Quina disposició tindria a acceptar canvis en el model energètic del municipi?</p>	<p>Molt (67%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Gens ■ Poc ■ Més o menys ■ Bastant ■ Molt
<p>Secció 3: Sobre el projecte plantejat d'un sistema de renovables a Sant Pol de Mar</p>		

<p>Pregunta 9. Quant benefici creu que proporcionaria per al poble, la implementació del projecte?</p>	<p>Molt (57%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Gens ■ Poc ■ Més o menys ■ Bastant ■ Molt
<p>Pregunta 10. Quanta voluntat creu que els habitants del municipi tindrien per participar en el projecte, en mesura de les possibilitats de cadascú?</p>	<p>Bastant (41%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Gens ■ Poc ■ Més o menys ■ Bastant ■ Molt
<p>Pregunta 11. A. Quina afinitat sent cap a la fase d'implementació de mesures d'eficiència energètica per a reduir el volum de consum del municipi, reduint despeses innecessàries tant energètiques com econòmiques?</p>	<p>Molt alta (58%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Gens ■ Poc ■ Més o menys ■ Bastant ■ Molt
<p>11. B. Quina afinitat sent cap a la fase d'instal·lació de plaques solars en espais com: el pàrquing, el camp de futbol, l'escola i la llar d'infants per a subministrar energia elèctrica, provinent d'una font renovable, als edificis públics de més consum del municipi?</p>	<p>Molt alta (59%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Gens ■ Poc ■ Més o menys ■ Bastant ■ Molt
<p>11. C. Quina afinitat sent cap a un escenari de futur en el qual es pretendria estendre el projecte a l'ús individual o industrial dels residents i de les empreses del municipi, promocionant</p>	<p>Molt alta (54%)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Gens ■ Poc ■ Més o menys ■ Bastant ■ Molt

l'autosuficiència del municipi sencer?														
Pregunta 12. Creu que aquest projecte faria de Sant Pol de Mar un municipi millor i de referència quant a eficiència energètica?	Molt (60%)	 <table border="1"> <caption>Data for Pie Chart: Responses to Question 12</caption> <thead> <tr> <th>Opinió</th> <th>Porcentatge</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gens</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Poc</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Més o menys</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>Bastant</td> <td>26%</td> </tr> <tr> <td>Molt</td> <td>60%</td> </tr> </tbody> </table>	Opinió	Porcentatge	Gens	2%	Poc	2%	Més o menys	12%	Bastant	26%	Molt	60%
Opinió	Porcentatge													
Gens	2%													
Poc	2%													
Més o menys	12%													
Bastant	26%													
Molt	60%													

RESUM I DISCUSSIÓ

Analitzant les respostes dels enquestats, s'observa que la major part d'aquests pertanyen al grup d'edat d'entre els 40 i els 59 anys i predominen, lleugerament, les dones. Sobre la primera part de l'enquesta, referent a la informació sobre l'enquestat/da, s'observa que la majoria no són residents des de sempre al municipi (61%) i que habiten, majoritàriament, la zona del nucli urbà (més del 55%, ja que molts dels barris mencionats corresponen també a l'àrea del nucli urbà).

En la segona part de l'enquesta interessa entendre el coneixement i la opinió que tenen els enquestats/des sobre les accions ambientals realitzades a Sant Pol de Mar i quin és el seu coneixement general sobre el món de l'eficiència energètica i les energies renovables, així com les capacitats de Sant Pol de Mar en quant a aquests dos termes.

En primer lloc, s'observa com els enquestats tenen una idea bastant clara del que venen a ser les alternatives a les fonts d'energia comunes i opinen en un 95% que és molt important fer una transició de model energètic en petits municipis com Sant Pol de Mar. Contràriament, al preguntar-los si coneixen quin és el potencial de Sant Pol de Mar per a fer aquesta transició o quines en són les seves capacitats en quant a energies renovables, predomina la incertesa i la varietat de respostes, prevalent la de "més o menys", amb un 29% de les respostes. Les següents preguntes s'enfoquen cap a l'opinió que mostra l'enquestat en referència a totes les accions relacionades amb medi ambient, energies renovables i eficiència energètica, que s'han dut a terme al municipi, dirigides per l'ajuntament. S'observa com les respostes són bastant negatives: predominen respostes com "gens" (74% i 64%) i "poc" (43% i 54%) quan se'ls pregunta, també, si creuen que l'ajuntament s'ha involucrat prou o si consideren Sant Pol un municipi capdavanter pel que fa als temes mencionats. La penúltima pregunta d'aquesta part, qüestiona si creuen que l'ajuntament hauria d'involucrar-se més en promocionar un canvi de model energètic per a un de més sostenible i les respostes indiquen que sí, en un 95%. La darrera pregunta qüestiona si els enquestats estarien disposats a acceptar canvis en el model energètic del municipi i, altra vegada, la resposta indica que sí, "molt", en una majoria del 67%.

Aquí, tenint en compte les dues primeres parts de l'enquesta, es pot relacionar el fet que la majoria dels enquestats no són residents a Sant Pol des de sempre com a possible causa per la qual tampoc saben massa cosa sobre allò que fa l'ajuntament i, alhora, pot ser la raó del desinterès que en puguin tenir també. Però per afirmar això amb contundència, caldria avaluar el temps de residència dels habitants enquestats també. D'altra banda, l'alt interès

que mostren tots els enquestats cap a una transició de model energètic indica que la mostra de població enquestada té coneixement sobre els problemes actuals mediambientals i que s'interessa per a afegir el seu gra de sorra en la solució o mitigació d'aquests. Això sembla estar relacionat amb el grup predominant d'edat, ja que es tracta de gent adulta que podria estar acostumada a llegir els diaris o escoltar les telenotícies i estar al corrent de l'actualitat.

La darrera part de l'enquesta se centra en el projecte plantejat, ja que interessa saber quina opinió en té la població. Primer, es pregunta sobre quin creuen que serà el benefici d'implementar-lo i la majoria conclou que serà molt alt (57%). Després, quan se'ls pregunta quina seria la seva disposició a participar-hi en mesura de les possibilitats de cadascú ens trobem una resposta una mica menys convincent i amb més varietat de respostes altra vegada, predominant la de "bastant" amb només un 41%. Seguidament se'ls qüestiona sobre quina és la seva opinió directa de cada una de les fases o parts del projecte i es veu el següent:

-Fase 1: implementació de mesures d'eficiència energètica: els enquestats hi presenten una afinitat molt alta en un 58%.

-Fase 2: instal·lació de plaques solars fotovoltaïques al pàrquing, camp de futbol, CEIP Sant Pau i a la llar d'infants per a reduir el consum elèctric provinent d'energies convencionals i, alhora, potenciar les energies renovables i l'autosuficiència dels edificis amb més consum elèctric de Sant Pol de Mar: els enquestats tornen a respondre amb una alta afinitat (59%).

-Fase 3: es planteja un escenari de futur en que s'estendria el projecte buscant noves zones on instal·lar plaques solars i d'altres alternatives per a seguir promocionant l'autosuficiència del municipi sencer: predomina, de nou, una molt alta afinitat (54%).

Per a acabar, se'ls pregunta si creuen que el projecte farà de Sant Pol un municipi millor i de referència en quant a autosuficiència i sostenibilitat i les respostes resulten ser molt positives, dient que sí, "molt" en un 60%.

Per tant el **grau d'acceptació del projecte d'energies renovables plantejat en aquest projecte és bastant elevat**. S'ha de tenir en compte, però, que no han contestat persones de totes les franges d'edats ni barris del poble, i que agafant una mostra major es podria obtenir un resultat més significatiu.

5.5.2. Rubí Brilla: d'una idea a la realitat.

Amb la intenció de determinar la millor forma de realitzar una transició energètica, trobar maneres de promocionar les idees del sistema de renovables dins de l'ajuntament, i obtenir idees per a fer difusió i comunicació als habitants del municipi de Sant Pol de Mar sobre les idees plantejades, s'ha dut a terme una entrevista a la Marta Morera Marcè, responsable tècnica de Rubí Brilla, per tal de tenir una visió de com s'ha tractat el tema administratiu en aquest municipi referent.

A més d'aquesta informació, a partir de l'entrevista, s'ha obtingut una descripció del projecte, un esquema general del procediment que se segueix, els resultats que s'han obtingut, i alguna barrera que s'ha presentat.

A continuació es presenta el resum de la informació obtinguda a partir de l'entrevista. L'entrevista sencera es pot llegir a l'Annex

El projecte de Rubí Brilla va començar el 2011, amb l'impuls de dues persones dins l'ajuntament, que volien anar més enllà dels objectius del Pla d'Acció per a l'Energia Sostenible. Així, es va enfocar no tan sols al nivell domèstic sinó a tots els sectors: administratiu, industrial, serveis...

El projecte s'organitza mitjançant grups de treball, dedicats a diferents actuacions dins d'aquests sectors. El nombre de components d'aquests grups ha anat variant de dues a vuit persones, depenent de les necessitats, les persones que les componen poden tractar diversos temes, pertànyer a diferents grups, i realitzar diverses activitats i funcions diferents.

El mètode Rubí Brilla s'estructura de la següent forma, si s'aplica als edificis públics:

- 1. Es recullen dades municipals per identificar els àmbits de major consum.*
- 2. S'intenta optimitzar el consum:*
 - a. Convencent l'administració i la resta de la població de la idea, demostrant amb casos d'èxit que l'estalvi pot ser molt gran implementant mesures d'eficiència.*
 - b. Ordenant els edificis públics segons el seu consum, de més a menys, per poder prioritzar les actuacions.*
 - c. Identificant i implementant mesures d'estalvi que s'hi poden realitzar directament, amb retorn menor d'un any (havent creat un compromís polític de reinversió de l'estalvi, des de l'ajuntament).*
 - d. Invertint l'estalvi assolit en una monitorització dels edificis duta a terme per agents energètics.*
 - e. Reinvertint l'estalvi en mesures d'eficiència més cares.*
- 3. Eventualment l'estalvi generat, quan s'ha optimitzat el consum al màxim, s'inverteix en instal·lar renovables.*

El mètode, per tant, permet reduir el consum progressivament, sense haver de demanar la contribució econòmica del ciutadà, ja que és un sistema que es va retroalimentant.

S'ha de tenir present, però, que s'han de seguir els passos ordenadament, així les instal·lacions de renovables no hauran de ser tan grans, i surt més a compte econòmicament.

De moment, a Rubí s'ha aconseguit un estalvi de 2 milions d'euros des de l'inici de la implementació d'aquest mètode. Els dos projectes de més èxit han estat:

- Projecte 50/50 a les escoles: consisteix en un projecte d'estalvi energètic de les escoles usant el mètode Rubí Brilla, en el qual el 50% dels beneficis va a l'escola directament, i l'altre 50% a l'ajuntament, per reinvertir-ho en mesures d'eficiència a l'escola. A més, s'incideix sobre sensibilització dels nens, els quals al seu torn, han estat una gran ajuda en conscienciar més gent. És el projecte que ha portat més estalvi: un total d'uns 300.000 € en quatre anys. Va ser el projecte que va provocar el canvi de perspectiva més gran, i l'augment de motivació va ser més notable.*

- Mobilitat: mitjançant la planificació urbanística, i la instal·lació de fotolineres per a la mobilitat elèctrica alimentada per fonts renovables, entre altres actuacions.

També s'ha posat molt èmfasi en l'estalvi a les indústries, ja que és un dels àmbits de major consum de Rubí. S'hi ha plantejat la instal·lació de renovables, però és un procés lent. A hores d'ara, el municipi encara no ha arribat a ser autosostenible, tot i que és l'objectiu final.

Pel que fa a la promoció del projecte, un dels objectius és difondre i facilitar la informació al major nombre de municipis possible, i s'ha realitzat molta acció directa en aquest sentit, ja que és la millor forma d'arribar a la població.

Per tant, s'han realitzat moltes activitats de difusió arreu d'Espanya, i l'antic coordinador del projecte ha començat a implantar el mètode en nombrosos municipis, ja que és aplicable en qualsevol, independentment de la seva mida. Molts municipis no tenen controlat els seus pressupostos, i no han optimitzat el consum. Només fent això, el benefici seria enorme.

Demostrant els beneficis econòmics, i la viabilitat del projecte, és el camí que més èxit ha tingut, ja que s'entén més l'estalvi econòmic (euros) que l'energètic (kWh), en general.

A nivell local, la millor manera d'arribar a la gent també és l'actuació directa, anant directament a parlar amb les persones, i no tant a través de tríptics o altres mètodes informatius. Tot i això, des del departament de comunicació de Rubí Brilla, s'han creat vídeos, escrit notes de premsa, realitzat publicacions al Twitter, organitzat congressos... que han ajudat a difondre informació al respecte.

Encara queda molta feina per fer, però. Encara hi ha una part important de persones de Rubí desinformada sobre el projecte, i a nivell general manca molta conscienciació de la ciutadania pel que fa al malbaratament energètic. Per això, paral·lelament al mètode, s'han de dur a terme moltes activitats de conscienciació, deixant clar els conceptes per evitar possibles confusions.

Una altra barrera ha estat la legislativa, en el sentit del real decret d'autoconsum, però més que la seva aprovació, ha estat l'amenaça de la seva aprovació, aquella que ha provocat més problemes, i la confusió que provoca pel que fa a què és legal i què no. S'ha de demostrar que en realitat, l'autoconsum és rentable, per a convèncer a la població.

És difícil que tothom estigui d'acord tant a dins com a fora de l'ajuntament, per això important no polititzar el projecte. Tot i això, el s'ha venut bé en general, ja que interessa socialment i políticament.

Analitzant l'entrevista, s'ha descobert que el mètode seguit en aquest treball, des de l'anàlisi energètica dels edificis públics fins al dimensionament, és molt semblant, tot i que és una versió bastant més simplificada que aquella plantejada a Rubí.

El mètode de Rubí Brilla és molt efectiu per a la transició energètica dels municipis, implantant mesures d'eficiència energètica sense cost, que es tradueixen a estalvis que es poden reinvertir en projectes futurs. Els projectes implementats tenen una estreta relació amb la societat, i hi ha molta consciència de les diferents repercussions que poden haver-hi en resultat a les diferents accions, de forma que s'ha aconseguit un mètode rigorosament

estudiat en tots els aspectes. Així, seria un mètode beneficiós per al municipi de Sant Pol de Mar, tant socialment, com econòmicament i ambientalment.

Un aspecte per destacar del projecte de Rubí és que no s'ha necessitat un nombre elevat de persones treballant-hi per aconseguir grans resultats, i no importa la mida del poble, sinó que allò important ha estat la bona comunicació i organització. La mostra de resultats econòmics directes també ha estat important, per tal de promocionar les idees i incentivar l'ús del mètode. Per tant, l'aplicació a Sant Pol d'un mètode semblant és factible, però caldria apuntar els responsables amb un bon criteri, treballadors, amb una bona organització, i un cert talent a l'hora de comunicar.

L'entrevista també ha estat útil en el sentit d'aportar moltes idees que s'han inclòs a les propostes de millora del final del treball.

-6-

CONCLUSIONS



Figura 16. Conclusions (Font: Time Universal, 2015)

6. CONCLUSIONS

6.1. CONCLUSIONS SOBRE LA METODOLOGIA

En relació a la metodologia emprada en aquest treball, es pot concloure que:

Ha servit per a fer un estudi de viabilitat de caire més general, però que per a un estudi real, caldria ser encara més rigorosos i disposar de més temps. Això sí, ha servit per a trobar punts inicials en els quals un estudi posterior es podria basar per a realitzar un anàlisi més profund.

La metodologia utilitzada, si es perfecciona i s'ordena millor en el temps, seria aplicable a altres estudis.

Les enquestes i les entrevistes han estat molt útils per a identificar qüestions no considerades. L'abundant treball de camp també ha estat un pas imprescindible per a l'obtenció de dades fiables, ja que la documentació disponible era moltes vegades insuficient.

L'experiència ha demostrat que, els processos d'anàlisi de consums i recerca de possibilitats energètiques d'un municipi, requereixen d'una millor gestió del temps i, per tant, amb el temps determinat del que es disposava per a aquest projecte (5 mesos) es podria haver reduït el treball per a centrar més esforços en abastir menys part del consum, facilitant així la precisió i aplicabilitat dels resultats del projecte.

6.2. CONCLUSIONS EN L'ÀMBIT TÈCNIC

6.2.1. Sobre la zona d'estudi (cartografia)

En primer lloc, mitjançant l'anàlisi cartogràfica, s'ha vist que els vuit equipaments públics de més consum de Sant Pol de Mar i la zona del pàrquing estan ben connectats entre ells i a les xarxes elèctriques del municipi. Així mateix, s'ha comprovat també que cap dels equipaments està en risc greu de patir una inundació que pugui perjudicar les instal·lacions de les plaques fotovoltaïques.

En segon lloc s'ha conclòs que Sant Pol de Mar consta del potencial solar necessari per aprofitar l'energia solar com a font d'energia elèctrica i, amb l'estudi realitzat, s'han establert les zones potencials per a instal·lar els mòduls fotovoltaïcs. Aquestes són: la zona del pàrquing del Litoral, les cobertes del camp de futbol, la de la llar d'infants Pi del Soldat i la del CEIP Sant Pau.

A més a més, aquestes zones potencials presenten característiques òptimes d'inclinació i ombres així com l'absència d'obstacles que impossibilitin la instal·lació.

En últim lloc, es conclou que amb l'espai disponible al pàrquing, sobre les cobertes del camp de futbol, de l'escola i de la llar d'infants existeix la possibilitat d'instal·lar suficients panells fotovoltaïcs com per a abastir elèctricament el consum dels 8 equipaments públics de més consum del municipi amb energia fotovoltaïca.

6.2.2. Sobre l'eficiència energètica

6.2.2.1. Consum energètic dels edificis

Els edificis públics considerats en aquest estudi, en relació amb altres edificis semblants a la província de Barcelona (*Oliver-Solà et al., 2013*), es poden considerar, en general, eficients pel que fa al seu consum per unitat d'àrea (64 kWh/m² el 2015, en comparació amb els 205 kWh/m²·any de l'estudi). Tot i això, s'hi han diagnosticat diverses oportunitats per a la reducció de consum i, per tant, actualment, no són tan eficients com podrien arribar a ser. En concret, s'han identificat alguns equips elèctrics prescindibles o que no requereixen un temps d'ús tan elevat com l'actual, il·luminació antiquada (no tan eficient com els LEDs) i la possibilitat d'una millora en la regulació de les temperatures de calefacció i d'aire condicionat.

L'edifici de major consum (223.071 kWh/any el 2015) és el CEIP Sant Pau. Pel que fa al consum per estudiant (**422 kWh/estudiant**), és més ineficient que el de les altres escoles analitzades per *Oliver-Solà et al., (2013)* (**173 kWh/estudiant**). Per tant, malgrat els esforços realitzats per ser una escola verda, no tan eficient com ho podria ser.

L'equipament de major consum per unitat d'àrea és el camp de futbol (134 kWh/m²·any). Malgrat això, és eficient comparat amb altres equipaments semblants segons *Oliver-Solà et al., (2013)* (la mitjana per equipaments de la mateixa tipologia a la província de Barcelona és de 148 kWh/m²·any).

L'edifici de major consum per usuari i any, però, és l'ajuntament (2.887 kWh/usuari·any). Això és en conseqüència al menor nombre d'usuaris regulars (15 persones). En general, observant les mitjanes dels edificis per aquest paràmetre per a 2007 i 2015, s'observa un augment d'eficiència (de 1.083 kWh/usuari·any a 778 kWh/usuari·any), que podria ser conseqüència de la disminució de consum (de 553.228 kWh/any a 454.467 kWh/any).

6.2.2.2. Accions en eficiència energètica

Aplicant mesures correctores simples (reduint les hores de consum dels equips, traient-ne els innecessaris, substituint bombetes per LEDs i regulant les temperatures de la climatització) es pot aconseguir una reducció de consum considerable (del 36 %), respecte el consum del 2015 (306.101 kWh/any), que es tradueix a un estalvi econòmic que tampoc es pot menysprear (d'un 40%, respecte els 69.837 €/any del 2015). Es pot destacar que la mesura d'eficiència mitjançant la qual s'estalvia més en consum i emissions és la instal·lació de LEDs però, alhora, és l'única de les tres que implica una inversió econòmica inicial.

6.2.3. Sobre el dimensionament

Pel que fa a les dimensions del sistema energètic destinat a cobrir el consum dels equipaments (la instal·lació de mòduls solars fotovoltaics), s'ha determinat que aquest està compost per 746 plaques: 346 de les quals es troben situades a la zona del pàrquing, 62 al camp de futbol, 214 al CEIP Sant Pau i 124 a la Llar d'Infants (Pi del Soldat).

La següent taula (Taula 6-1) mostra de forma esquemàtica els resultats obtinguts, els quals expressen el nombre de mòduls totals en cada zona d'estudi i el nombre de plaques que abasteixen cada equipament (en cadascuna d'aquestes àrees).

Taula 6-1: nombre de mòduls totals en cada zona d'estudi i del nombre de plaques que abasteixen cada equipament. (Font: elaboració pròpia)

Zones d'estudi	Nº mòduls necessaris
Pàrquing	346
Equipaments del camp de futbol (bar, vestuaris, etc.)	62
CEIP Sant Pau	214
Llar d'Infants (Pi del Soldat)	124
Nº mòduls total	746

• Ajuntament (+ serveis tècnics + policia local):	199
• Poliesportiu	26
• Ca l'Arturo	68
• 50% consum equipaments del camp de futbol	53

• 50% consum equipaments del camp de futbol

• CEIP Sant Pau

• Llar d'Infants

Tanmateix, els mòduls fotovoltaics de la zona del pàrquing estan destinats a cobrir el consum de l'Ajuntament (i els serveis tècnics i la policia local), el poliesportiu i el Centre cultural Ca l'Arturo (i Ràdio Litoral) i el 50% del consum dels equipaments del camp de futbol.

D'altra banda, les plaques que es troben dintre del perímetre del camp de futbol abasteixen el 50% restant del consum dels equipaments del camp de futbol municipal (bar, vestuaris, etc.).

Per últim, els mòduls situats dintre l'àrea de l'escola i de la llar d'infants són els encarregats de cobrir els consums respectius d'aquests equipaments.

Per tant, Sant Pol de Mar pot, avui dia, abastir els seus 8 equipaments públics de major consum amb energia solar fotovoltaica.

6.3. CONCLUSIONS EN L'ÀMBIT SOCIAL

Gràcies a l'estudi realitzat, mitjançant les entrevistes i les enquestes, s'han extret certes conclusions importants per al projecte:

La percepció general és que l'ajuntament del municipi ha realitzat poques accions de millora d'eficiència i d'implementació d'energies renovables de les quals, a més, els habitants del municipi en són vagament conscients (p.e. els enquesats/des responen "gens" en un 74% quan se'ls pregunta pel coneixemen que tenen de les accions medi ambientals realitzades al municipi per l'ajuntament). Aquesta pot ser la raó, també, per la qual la seva participació hi és pràcticament nul·la. En això també hi influeix el fet que la major part dels enquestats no són residents de Sant Pol de Mar des de sempre (61%) i, per tant, pot ser que no en coneguin les dinàmiques amb precisió.

Tot i així, la major part dels habitants enquestats voldria que l'ajuntament s'involucrés més en el procés de fer una transició de model energètic (95% a favor de sí) i demostra una alta disposició a acceptar canvis pel que fa al model energètic de Sant Pol. No obstant això, no es mostren gaire interessats en participar i involucrar-se a nivell individual per a fer que el projecte sigui possible (41% "bastant" i 37% "més o menys").

Respecte al projecte plantejat, els resultats de les enquestes mostren entusiasme pel que fa a totes les “fases del projecte”, i per tant, en demostren la seva acceptació, de forma general (el 86% dels enquestats/ades afirmen que el projecte faria de Sant Pol un municipi millor i de referència). Creuen que tant les mesures d’eficiència energètica com la instal·lació de plaques solars fotovoltaïques serien altament beneficioses pel municipi. Consideren com a molt positiu, també, un escenari de futur en que el projecte s’estengués fins a l’ús individual i que participés en una millora exponencial de l’autosuficiència del municipi.

Addicionalment, s’ha conclòs gràcies a l’entrevista amb la responsable tècnica de Rubí Brilla, que l’aplicabilitat d’un projecte com el de Rubí Brilla, amb plantejaments semblants als inclosos en aquest treball de fi de grau, és possible.

6.4. CONCLUSIONS EN L’ÀMBIT AMBIENTAL

6.4.1. Eficiència energètica

S’han reconegut dues categories de més impacte (més consum energètic, i per tant, amb més emissions associades) en analitzar els edificis públics considerats: treball i activitat, i comoditat. Les mesures correctores abans mencionades, per tant, s’han enfocat en aquests àmbits. Així, mitjançant la seva implementació, es pot aconseguir una reducció d’emissions no menyspreable (d’un 36%, és a dir, d’uns 25.791 kg CO₂ eq./any), respecte les emissions inicials de 72.546 kg CO₂ eq./any, associades al consum del 2015 dels equips considerats.

Com s’ha mencionat anteriorment, es podria aconseguir un estalvi major optimitzant les mesures d’eficiència o bé afegint-ne de noves.

6.4.2. Dimensionament

Mitjançant el dimensionament final, el consum total inicial s’abasteix enterament. Per tant, totes les emissions associades s’aconsegueixen estalviar. Per tant, el 64 % de les emissions, és a dir 45.755 kg CO₂ eq./any, queden estalviades mitjançant la instal·lació dels mòduls fotovoltaïcs, així evitant un gran impacte ambiental.

-7-
PROPOSTES DE MILLORA

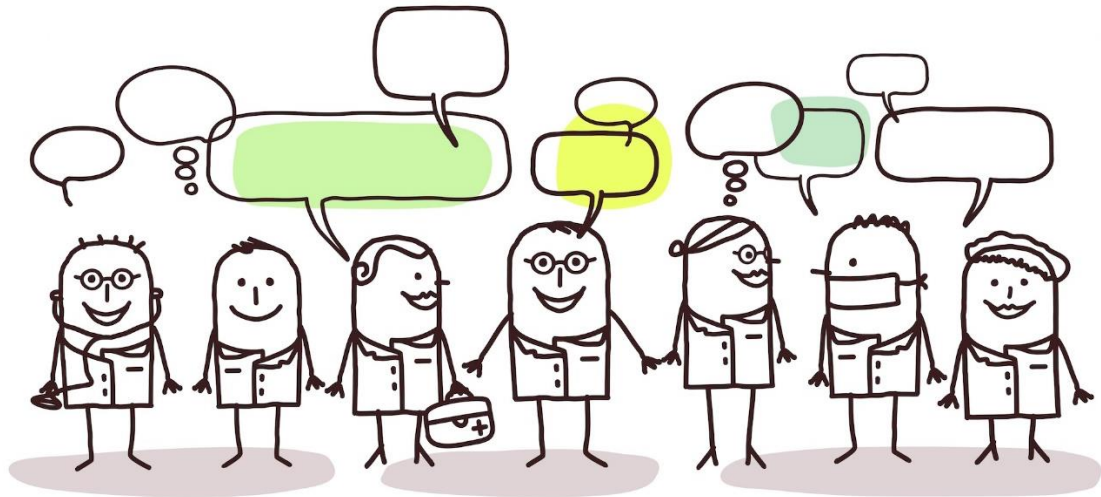


Figura6-1. Propostes de millora. (Font: EdTech, 2016)

7. PROPOSTES DE MILLORA

7.1. INTRODUCCIÓ

7.2. FITXES DE LES ACCIONS

Al llarg de les següents pàgines es presenten una sèrie de propostes de millora per al projecte, per tal de poder aplicar-lo a la realitat de la millor manera possible. Aquestes es classifiquen dins de programes més generals que, a la vegada, s'agrupen dins unes línies estratègiques (*Taula 21*).

Taula 7-1: Resum de les accions o propostes de millora classificades en programes i en línies estratègiques. (Font: elaboració pròpia.)

Línia estratègica	Programa	Acció
A. Comunicació i estudis socials	A.1. Intercanvi de coneixements	A.1.1. Intercanvi d'experiències amb el projecte Rubí Brilla
	A.2. Divulgació i comunicació	A.2.1. Campanya de sensibilització
B. Abastiment energètic sostenible dels edificis públics	B.1. Eficiència energètica als edificis públics	B.1.1. Auditories energètiques
		B.1.2. Monitorització
		B.1.3. Implantació de noves mesures d'eficiència energètica
	B.2. Instal·lació d'un projecte de renovables amb plaques solars	B.2.1. Instal·lació de plaques fotovoltaïques
		B.2.2. Estudi ambiental sobre l'impacte de les plaques
C. Extensió a altres espais i àmbits	C.1. Instal·lacions de solar fotovoltaica addicional	C.1.1. Creació de "fotolineres" per a un taxi elèctric municipal
		C.1.2. Instal·lació de plaques solars fotovoltaïques a la part superior de les faroles
	C.2. Instal·lacions d'energies renovables addicionals	C.2.1. Abastiment del consum de l'enllumenat públic a través d'instal·lacions d'energia renovable

Pel que fa a les fitxes mateixes (*Taula 22*), s'hi inclouen diversos apartats, inspirats en els apartats típics que apareixen als PAES:

- **Codi:** número identificatiu de l'acció.
- **Línia estratègica:** títol de la línia estratègica.
- **Programa:** títol del programa.
- **Acció:** títol de l'acció.
- **Objectiu (s):** meta que es vol aconseguir mitjançant la implantació de l'acció.
- **Descripció:** resum de l'acció proposada.
- **Tipologia:** s'ha utilitzat la nomenclatura de les tipologies incloses en diferents PAES (). Segons aquests, les tipologies es classifiquen en:
 - **AM:** ambientalització. L'assessorament, la motivació i l'efecte demostració de les accions municipals (a través de campanyes, pactes, accions d'educació ambiental i el paper d'exemplificació del propi ajuntament).
 - **CP:** consums propis. La gestió dels consums propis i de la prestació de serveis al municipi (edificis públics, enllumenat, transport públic, elaboració de plec de condicions per a la contractació d'altres serveis...). Inclou accions com d'ús racional de l'energia, millora de l'eficiència...
 - **ER:** energies renovables. La producció i el subministrament amb energies renovables (com a productors o bé donant suport a la ciutadania per promoure la instal·lació de renovables, o contractar una empresa subministradora d'energia d'origen renovable).
 - **PDR:** la planificació, el desenvolupament i la regulació (a través del planejament, la redacció d'ordenances i mesures fiscals...).
- **Termini d'implantació:** període màxim abans del qual l'acció s'hauria d'haver realitzat (en el cas d'una acció puntual) o implantat (en el cas d'una acció continuada o periòdica).
 - **Curt:** menys de 2 anys. (abans del 2019)
 - **Mitjà:** entre 2 i 5 anys. (abans del 2022)
 - **Llarg:** més de 5 anys. (abans del 2027)
- **Període d'execució:** periodicitat de l'acció. Poden ser:
 - **Puntuals:** l'acció té un inici i un final definits (per exemple, la instal·lació de plaques solars).
 - **Continuats:** quan té un període d'aplicació (per exemple, programes de monitoratge dels equipaments).
 - **Periòdics:** quan es realitza l'acció de forma puntual, cada cert temps (per exemple, el manteniment dels edificis públics).
- **Prioritat:** es defineix segons els nivells anomenats a continuació.
 - **Alta:**
 - És essencial per a la implementació d'altres accions.
 - Suposa un cost baix o nul.
 - Redueix molt els impactes ambientals.
 - O bé, aporta majors beneficis socials.
 - **Mitjana:**
 - És un ajut per a la implementació d'altres accions.
 - Suposa un cost considerable.
 - Redueix bastant els impactes ambientals.

- O bé, aporta bastants beneficis socials.
 - **Baixa:**
 - No és essencial per a la implementació d'altres accions.
 - Suposa un cost molt elevat.
 - Ni augmenta ni disminueix els impactes ambientals.
- **Cost econòmic:** cost estimat d'inversió en l'acció en euros.
- **Responsables:** inclou el departament, l'àrea o el càrrec tècnic responsables de liderar l'execució de l'acció.
- **Altres agents implicats:** entitats, administracions i altres àrees o departaments de l'ajuntament implicats, malgrat no ser responsables directes.
- **Sinèrgies:** altres accions amb els quals es podria relacionar o realitzar de forma simultània l'acció plantejada.
- **Beneficis esperats:** aportació de l'acció en tres àmbits diferents.
 - **Ambientals:** estalvi energètic, reducció d'emissions...
 - **Econòmics:** estalvi o benefici econòmic, amortització...
 - **Socials:** millores en la qualitat de vida, aport educatiu, millor comunicació amb l'administració i entre els habitants del poble...
- **Indicadors de seguiment:** indicadors específics que avaluen la consecució de l'acció.

Taula 7-2: Model de les fitxes d'accions de millora. (Font: elaboració pròpia.)

Codi	Acció	
Línia estratègica		
Programa		
Objectiu (s)		
Descripció		
Tipologia	Termini d'implantació	Període d'execució
Cost econòmic	Responsables	
Prioritat	Altres agents implicats	
Sinèrgies		
Beneficis esperats		
Indicadors de seguiment		

Codi	A.1.1.	Acció	Intercanvi d'experiències amb el projecte Rubí Brilla
Línia estratègica		Comunicació i estudis socials	
Programa		Intercanvi de coneixements	
Objectiu (s)	Obtenir punts de referència per a detallar adequadament el mètode per obtenir major eficiència energètica als edificis públics i aconseguir, a la llarga, la instal·lació d'energies renovables.		
Descripció	<p>Convidar la responsable tècnica del projecte Rubí Brilla a Sant Pol de Mar per tal de compartir la seva experiència amb els components de l'ajuntament i els habitants del municipi.</p> <p>Un dia diferent, convidar el coordinador del projecte Ecooolocal per fer una reunió explicativa sobre aquest, també amb el personal de l'ajuntament i els habitants del municipi. Es tracta d'un projecte a través del qual l'empresa dirigeix la implantació de l'estratègia Rubí Brilla a diferents municipis arreu del país.</p> <p>A partir d'aquesta acció, es definiran més clarament els següents passos per seguir per obtenir major eficiència energètica als edificis públics i aconseguir, a la llarga, la instal·lació d'energies renovables.</p>		
Tipologia AM		Termini d'implantació	Període d'execució
		Curt	Puntual
Cost econòmic: 0 €		Responsables: Ajuntament	
Prioritat	Altres agents implicats		
Alta	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable tècnica de Rubí Brilla • Coordinador del projecte Ecooolocal • Habitants del municipi 		
Sinèrgies			
<ul style="list-style-type: none"> • Auditories energètiques • Monitorització • Implantació de noves millores d'eficiència energètica 			
Beneficis esperats			
<ul style="list-style-type: none"> • Ambientals: coneixements per tasques futures d'estalvi i d'energies renovables. • Econòmics: coneixements per tasques futures d'estalvi i d'energies renovables. • Socials: coneixement i involucrament en temes ambientals al municipi. 			
Indicadors de seguiment			
<ul style="list-style-type: none"> • Realització/no realització de les trobades 			

Codi	A.2.1	Acció	Campanya de sensibilització	
Línia estratègica	A. Comunicació i estudis socials			
Programa	A.2. Divulgació i comunicació			
Objectiu (s)	Fomentar la co-responsabilitat ciutadana en la preservació i millora de l'entorn mitjançant campanyes divulgatives i de sensibilització ambiental.			
Descripció	<p>Es tracta de crear una campanya de sensibilització de la població per tal de conscienciar als habitants del municipi de les necessitats de l'entorn que els envolta.</p> <p>Aquesta campanya s'haurà de dur a terme sobretot a les escoles, mitjançant activitats lúdiques i projectes realitzats pels propis alumnes que els ajudin a entendre i a voler involucrar-se en solucionar els problemes ambientals principals que preocupen a la societat actualment.</p> <p>Cal destinar també un esforç a fer que aquesta campanya arribi a les empreses del municipi fent que aquestes, junt amb les escoles, col·laborin en projectes comuns com poden ser: el reciclatge, el coneixement i la conservació de la flora de Sant Pol, projectes d'eficiència energètica o fins i tot, d'energies renovables, entre d'altres.</p>			
Tipologia	Termini d'implantació		Període d'execució	
AM	Mig - Llarg		Continuat	
Cost econòmic	Variable		Responsables	Ajuntament
Prioritat	Altres agents implicats			
Alta	<ul style="list-style-type: none"> • Professors de l'escola de primària 			
Sinèrgies				
Intercanvi d'experiències amb el projecte Rubí Brilla				
Beneficis esperats				
<ul style="list-style-type: none"> • Ambientals: possibilitat d'estalvi energètic i de reducció d'emissions. • Socials: conscienciació de la població. 				
Indicadors de seguiment		<ul style="list-style-type: none"> • Accions/projectes realitzats per les escoles • Accions/projectes realitzats per les empreses 		

Codi	B.1.1.	Acció	Auditories energètiques	
Línia estratègica		Abastiment energètic sostenible dels edificis públics		
Programa		Eficiència energètica dels edificis públics		
Objectiu (s)		Obtenir una bona base de dades per poder analitzar els equips de major consum, fer una bona monitorització i definir mesures d'eficiència específiques.		
Descripció		<p>Realitzar noves auditories energètiques detallades en cada un dels 8 edificis de major consum esmentats en aquest projecte, i posteriorment, realitzar-les en els altres edificis públics de Sant Pol de Mar. Aquesta acció seria desenvolupada per dos agents energètics, formats específicament.</p> <p>S'obtindria una base de dades amb el registre de tots els equips dels edificis, la seva potència, i el seu estat, de forma detallada.</p>		
Tipologia		Termini d'implantació		Període d'execució
CP		Curt		Periòdica
Cost econòmic		Responsables		
Per consultar		Ajuntament		
Prioritat		Altres agents implicats		
Alta		Agents energètics		
Sinèrgies				
<ul style="list-style-type: none"> • Intercanvi d'experiències amb el projecte Rubí Brilla • Monitorització • Implantació de noves millores d'eficiència energètica 				
Beneficis esperats				
<ul style="list-style-type: none"> • Ambientals: coneixements per tasques d'estalvi futures. • Econòmics: coneixements per tasques d'estalvi futures. • Socials: - 				
Indicadors de seguiment				
<ul style="list-style-type: none"> • N^o d'auditories energètiques complertes • N^o d'equips registrats 				

Codi	B.1.2	Acció	Monitorització
Línia estratègica		Abastiment energètic sostenible dels edificis públics	
Programa		Eficiència energètica dels edificis públics	
Objectiu (s)	Obtenir valors de consum i de temps d'ús més exactes dels subministraments elèctric, de gas i aigua per tal de poder reduir els sobreconsums i ajudar a decidir les mesures d'eficiència energètica que més estalvi suposin.		
Descripció	<p>Monitoritzar el consum energètic i d'aigua dels edificis públics de Sant Pol de Mar, mitjançant un seguiment continu realitzat a cada edifici, realitzat per dos agents energètics, seguint el mètode de Rubí Brilla. Cada agent energètic, format específicament per realitzar la tasca, és capaç de controlar diversos edificis diferents.</p> <p>Primerament, aquesta anàlisi es durà a terme en els 8 edificis de major consum esmentats en aquest projecte, i posteriorment, s'anirà implementant en els altres edificis.</p> <p>El control del consum es realitzaria al llarg de l'any mitjançant la instal·lació de hardware de monitorització dels consums de cada edifici, que s'aniran controlant mitjançant un software específic. Cada mes s'elaborarà un document on es recopilarà la informació respectiva en forma de gràfiques de consum.</p>		
Tipologia CP	Termini d'implantació		Període d'execució
	Curt		Continuat
Cost econòmic		Responsables	
<ul style="list-style-type: none"> • 3.000 €/edifici (hardware) • 15.000 €/any (software) 		Ajuntament	
Prioritat: Alta		Altres agents implicats: Agents energètics	
Sinèrgies			
<ul style="list-style-type: none"> • Intercanvi d'experiències amb el projecte Rubí Brilla • Auditories energètiques • Implantació de noves millores d'eficiència energètica 			
Beneficis esperats			
<ul style="list-style-type: none"> • Ambientals: coneixements per tasques d'estalvi futures. • Econòmics: coneixements per tasques d'estalvi futures. 			
Indicadors de seguiment			
<ul style="list-style-type: none"> • N° d'edificis monitoritzats 			

Codi	B.1.3.	Acció	Implantació de noves millores d'eficiència energètica		
Línia estratègica		Abastiment elèctric sostenible dels edificis públics			
Programa		Eficiència energètica dels edificis públics			
Objectiu (s)		Aconseguir la màxima eficiència energètica possible als edificis públics.			
Descripció		<p>A partir de la monitorització dels edificis, identificar i implantar una sèrie de millores en eficiència addicionals a aquells plantejats en aquest treball, que s'aniran realitzant de forma paral·lela.</p> <p>Els agents energètics, a través de la monitorització i la representació gràfica dels consums i d'altra informació rellevant, i comparant amb l'auditoria energètica, identificaran punts d'ineficiència i malbaratament energètic. Per mitjà de la recerca per part d'aquests, dels serveis tècnics de l'ajuntament i de l'ajuda d'estudiants universitaris, es definiran les mesures d'eficiència concretes.</p> <p>Per a la implementació de les mesures, els responsables dependrien de cada mesura en si: treballadors de l'edifici, empreses externes...</p>			
Tipologia CP		Termini d'implantació		Període d'execució	
		Curt		Puntual/Periòdic/Continuat	
Cost econòmic		Variable		Responsables	
				Ajuntament	
Prioritat Alta		Altres agents implicats		<ul style="list-style-type: none"> • Agents energètics • Serveis tècnics de l'ajuntament • Estudiants universitaris • Empreses externes especialitzades 	
Sinèrgies		<ul style="list-style-type: none"> • Intercanvi d'experiències amb el projecte Rubí Brilla • Auditories energètiques • Monitorització 			
Beneficis esperats		<ul style="list-style-type: none"> • Ambientals: estalvi energètic i reducció d'emissions (d'almenys un 10%/edifici). • Econòmics: estalvi econòmic (d'almenys un 10%/edifici). • Socials: ocupació, experiència laboral i coneixements sobre estalvi energètic. 			
Indicadors de seguiment		<ul style="list-style-type: none"> • N^o de mesures d'eficiència realitzades • Estalvi elèctric assolit (en kWh i €) • Estalvi de gas (en Nm³ i €) • Estalvi d'aigua (en m³ i €) • Emissions reduïdes (en kg de CO₂ eq.) 			

Codi	B.2.1.	Acció	Instal·lació de plaques fotovoltaïques	
Línia estratègica		Abastiment energètic sostenible dels edificis públics		
Programa		Instal·lació d'un projecte de renovables amb plaques solars		
Objectiu (s)		Proporcionar energia neta al municipi de Sant Pol de Mar per a abastir els edificis de més consum.		
Descripció		Instal·lació de plaques solars fotovoltaïques sobre les cobertes de tres edificis públics (el camp de futbol, la llar d'infants i l'escola de primària) juntament amb la creació d'unes cobertes amb panells solars a la zona del pàrquing del Litoral per tal d'abastir elèctricament els vuit equipaments de més consum del municipi.		
Tipologia		Termini d'implantació		Període d'execució
ER		Mig		Puntual
Cost econòmic		Variable	Responsables	
			Ajuntament	
Prioritat		Altres agents implicats		
Mitja		<ul style="list-style-type: none"> • Tècnics de Rubí Brilla 		
Sinèrgies				
Estudi ambiental sobre l'impacte de les plaques				
Beneficis esperats				
<ul style="list-style-type: none"> • Ambientals: estalvi energètic, reducció d'emissions. • Econòmics: estalvi econòmic a llarg termini. • Socials: ocupació, experiència laboral i coneixements sobre energies renovables. 				
Indicadors de seguiment		<ul style="list-style-type: none"> • Construcció de les instal·lacions de plaques fotovoltaïques • Estalvi elèctric assolit (en kWh i €) • Emissions reduïdes (en kg de CO₂ eq.) 		

Codi	B.2.2	Acció	Estudi ambiental sobre l'impacte de les plaques	
Línia estratègica		Abastiment energètic sostenible dels edificis públics		
Programa		Instal·lació d'un projecte de renovables amb plaques solars		
Objectiu (s)		Realitzar un estudi tècnic, objectiu, de caràcter pluridisciplinari, que permeti la presa de decisions sobre la viabilitat ambiental del projecte en qüestió.		
Descripció		<p>Es tracta de redactar el document resultant de l'anàlisi, prèvia a la seva execució, de les possibles conseqüències ambientals de la implementació de les plaques fotovoltaïques plantejades en el projecte. Aquest document ha de tenir en compte tots els aspectes sobre la salut del medi ambient i de la integritat dels ecosistemes abans i després de la realització del projecte.</p> <p>Caldrà contractar a dos ambientòlegs que facin aquest estudi exhaustiu mitjançant diferents tècniques i l'ús del software conegut com a "Anàlisi de vida".</p> <p>Sense aquest document, el projecte plantejat no serà legalment realitzable i és per això essencial realitzar aquesta acció.</p>		
Tipologia		Termini d'implantació		Període d'execució
PDR		Curt		Puntual
Cost econòmic		-2 x 13€/h per al treball de dos ambientòlegs -2000€/any per el software d'anàlisi de cicle de vida		Responsables Ajuntament
Prioritat		Altres agents implicats		
Alta		-		
Sinèrgies				
Instal·lació del sistema de plaques fotovoltaïques				
Beneficis esperats				
<ul style="list-style-type: none"> Ambientals: Fer possible la posada en marxa del sistema de renovables de Sant Pol de Mar. 				
Indicadors de seguiment		<ul style="list-style-type: none"> Finalització del document Obtenció del permís de posada en marxa del projecte Posada en marxa del sistema 		

Codi C.1.1.	Acció:	Creació de “fotolineres” per a un taxi municipal elèctric	
Línia estratègica:		Extensió a altres espais i àmbits	
Programa:		Instal·lacions de solar fotovoltaica addicional	
Objectiu (s)	Proporcionar un mitjà de transport, impulsat elèctricament i que s’abasteix amb energia 100% renovable, per al municipi i que sigui, parcialment, d’ús comunitari.		
Descripció	<p>Consisteix en la implementació de dues accions secundàries complementàries: la creació d’un nou mitjà de transport semi-públic per al municipi i una font d’abastiment per a aquests vehicles en qüestió i altres (com bicicletes elèctriques).</p> <p>La idea del taxi municipal es basa en que s’invertirien diners per a la compra d’un, o més, vehicles impulsats únicament amb energia elèctrica que servirien per a l’ús comunitari. Per a que realment sigui una proposta verda cal, aleshores, que la font d’energia amb la que s’abastirà aquests vehicles ho sigui i per això és necessària la construcció d’una “fotolinera” en què el mateix punt d’abastiment sigui el de producció de l’energia i no hi hagi pèrdues.</p>		
Tipologia	Termini d’implantació	Període d’execució	
ER	Llarg	Puntual	
Cost econòmic	Responsables		
-800€/punt de recàrrega -25.000€/cotxe elèctric o taxi	Ajuntament		
Prioritat	Altres agents implicats		
Mitjana - Baixa	Empreses externes		
Sinèrgies -			
Beneficis esperats			
<ul style="list-style-type: none"> • Ambientals: reducció de la contaminació local deguda al transport. • Econòmics: l’energia solar és gratuïta, contràriament al dièsel o la gasolina. • Socials: oferta d’ocupació, oportunitat de nou mitjà de transport i connectivitat. 			
Indicadors de seguiment	Instal·lació/no instal·lació de la fotolinera Nivell d’ús (h/setmana) Nº de taxis o altres vehicles elèctrics a Sant Pol		

Codi	C.1.2.	Acció	Instal·lació de plaques solars fotovoltaïques a la part superior de les faroles	
Línia estratègica		Extensió a altres espais i àmbits		
Programa		Instal·lacions de solar fotovoltaica addicional		
Objectiu (s)		Cobrir part de la demanda energètica nocturna de l'enllumenat mitjançant energia renovable.		
Descripció		<p>Situar a la part superior d'alguns dels fanals que actualment conformen el municipi, un captador d'energia solar fotovoltaica capaç d'autoabastir el consum d'aquestes faroles.</p> <p>Així, caldria fer un estudi de viabilitat per a cada una, atenent al grau d'irradiació solar que aquestes reben i a les ombres que en limiten la seva màxima eficiència, per tal de determinar si les plaques instal·lades sobre elles són capaces o no de cobrir el seu consum.</p> <p>D'altra banda, també es podria plantejar l'opció de canviar els fanals amb bombetes de sodi d'alta pressió, que encara hi són a la zona dels Jardins de Sant Pol (als Annexos), per ecofaroles: fanals que recullen la radiació solar gràcies a una placa fotovoltaica durant el dia i, a la nit, la transformen en llum que emeten des de la part inferior de les fulles emissores. Aquestes tenen autonomia pròpia i es poden posar on es vulgui sense necessitat d'infraestructures ni de xarxa elèctrica.</p>		
Tipologia ER		Termini d'implantació		Període d'execució
		Mig		Puntual
Cost econòmic	Variable	Responsables		Ajuntament
Prioritat	Baixa	Altres agents implicats		Empreses externes especialitzades
Sinèrgies				
Abastiment del consum de l'enllumenat públic a través d'instal·lacions d'energia renovable				
Beneficis esperats				
<ul style="list-style-type: none"> • Ambientals: substitució energètica i reducció d'emissions (d'almenys un 40 %). • Econòmics: estalvi econòmic (d'almenys un 30 %). 				
Indicadors de seguiment				
<ul style="list-style-type: none"> • N° de fanals rehabilitats • N° de fanals substituïts • Consum elèctric cobert (en kWh) • Estalvi econòmic aconseguit (en €) • Emissions reduïdes (en kg de CO₂ eq.) 				

Codi	C.1.3.	Acció	Abastiment del consum de l'enllumenat públic a través d'instal·lacions d'energia renovable		
Línia estratègica		Extensió a altres espais i àmbits			
Programa		Instal·lacions diverses			
Objectiu (s)		Cobrir la demanda energètica nocturna de l'enllumenat			
Descripció		<p>Després d'haver realitzat l'estudi cartogràfic, que permet determinar l'àrea de les diferents superfícies on es podrien instal·lar sistemes renovables d'abastiment (<i>Annex V</i>), i d'haver dut a terme un estudi sobre la reducció del consum a través de mesures d'eficiència energètica (<i>Annex V</i>), s'ha vist que, avui dia, abastir el consum sencer de l'enllumenat públic és inviable.</p> <p>Tanmateix, s'han presentat dos alternatives possibles per tal que, en un futur i en el cas que es localitzin noves àrees, l'enllumenat públic pugui ser abastit amb energia renovable.</p> <p>Així doncs, els sistemes energètics renovables capaços de cobrir el consum de l'enllumenat que es proposen són: la central hidroelèctrica (<i>Annex V</i>) i els aerogeneradors (<i>Annex V</i>).</p> <p>Es proposa, també, realitzar estudis més detallats sobre altres alternatives possibles per a l'abastiment de l'enllumenat. Aquests podrien ser desenvolupats pels serveis tècnics de l'ajuntament, tècnics del projecte Rubí Brilla, estudiants universitaris i empreses especialitzades.</p>			
Tipologia		Termini d'implantació		Període d'execució	
ER		Mig - Llarg		Puntual	
Cost econòmic		Variable		Responsables	
				Ajuntament	
Prioritat		Altres agents implicats			
Baixa		<ul style="list-style-type: none"> • Tècnics de Rubí Brilla • Estudiants universitaris • Empreses externes especialitzades 			
Sinèrgies					
Instal·lació de plaques solars fotovoltaïques a la part superior de les faroles					
Beneficis esperats					
<ul style="list-style-type: none"> • Ambientals: estalvi energètic, reducció d'emissions. • Econòmics: estalvi econòmic. • Socials: ocupació, experiència laboral i coneixements sobre energies renovables. 					
Indicadors de seguiment		<ul style="list-style-type: none"> • % de l'enllumenat abastit • Estalvi elèctric assolit (en kWh i €) • Emissions reduïdes (en kg de CO₂ eq.) 			

7.3. BENEFICIS DE LES PROPOSTES DE MILLORA

Per tal d'avaluar i donar prioritat a les propostes de millora, s'ha realitzat una anàlisi dels beneficis esperats d'aquests en relació amb el medi, els habitants i l'economia del municipi.

Per a realitzar aquesta avaluació, s'han definit diferents categories representades per les icones que es mostren a continuació.

BENEFICI AMBIENTAL:



Redueix molt els impactes ambientals.



Redueix bastant els impactes ambientals.



Ni augmenta ni disminueix els impactes ambientals.

BENEFICI SOCIAL:



Aporta majors beneficis socials.



Aporta algun benefici social.



No aporta benefici social.

BENEFICI ECONÒMIC:



Suposa estalvis econòmics.



Suposa un cost baix o nul.




Suposa un cost elevat.

Figura 7-1: Icones de beneficis de cada categoria de les propostes de millora. (Font: elaboració pròpia)

Figura 7-2: Classificació de les propostes de millora segons els beneficis econòmics, ambientals i socials. (Font: elaboració pròpia.)

	Benefici ambiental	Benefici econòmic	Benefici social
--	---------------------------	--------------------------	------------------------

Intercanvi d'experiències amb el projecte Rubí Brilla			
Auditories energètiques			
Monitorització			
Implantació de noves millores d'eficiència energètica			
Creació de "fotolineres" per a un taxi municipal elèctric			
Instal·lació de plaques solars fotovoltaïques a la part superior de les faroles			
Abastiment del consum de l'enllumenat públic a través d'instal·lacions d'energia renovable			

-8-
REFERÈNCIES

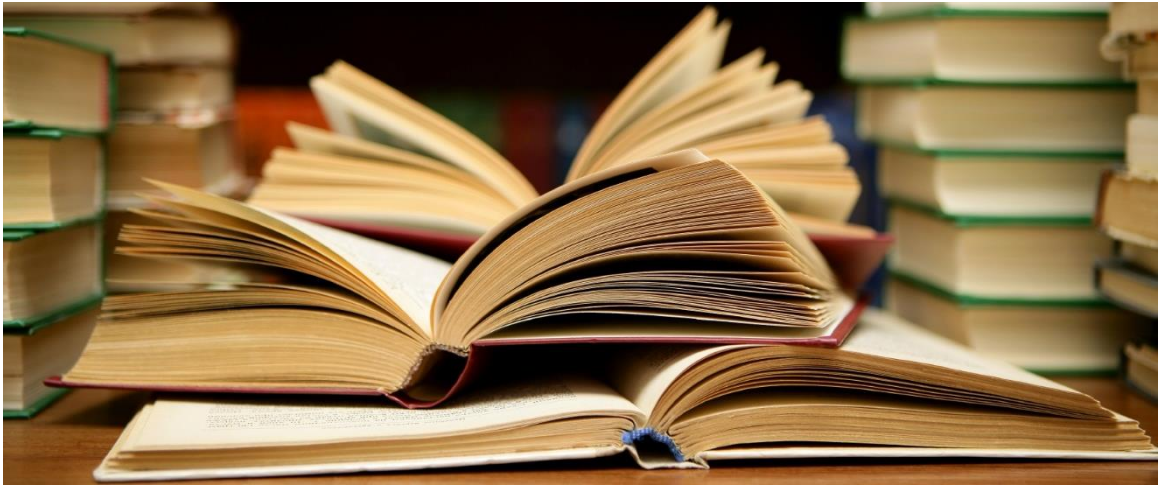


Figura8.: Referències (University of Sussex, 2013)

REFERÈNCIES

Consultes

Fernández Rodrigo, E. (2016). Consulta a l'Elena Fernández Rodrigo (Tècnica de Medi Ambient de Sant Pol de Mar).

Navas, A. (2016). Consulta a Anna Navas (Conserge del CEIP Sant Pau).

Roca, X. (2016). Consulta a Xavier Roca (Director del CEIP Sant Pau en el moment de construcció de la nova escola, actualment professor).

Vives i Serra, C. (2016). Consulta a la Carme Vives i Serra (Arquitecta Tècnica Municipal de Sant Pol de Mar).

Documents oficials

Ajuntament de Rubí, (2014). Àmbits d'Actuació. Accions Realitzades i Previstes. Rubí Brilla. Rubí: Ajuntament de Rubí, pp.7 - 8.

Ajuntament de Rubí, (2014). Àmbits d'Actuació. Accions Realitzades i Previstes. Rubí Brilla. Rubí: Ajuntament de Rubí, pp.7 - 8.

Ajuntament de Sant Pol de Mar, (2016). Pressupost despeses: classificació econòmica. Sant Pol de Mar: Ajuntament de Sant Pol de Mar

Ajuntament de Sant Pol de Mar, (2016). Pressupost despeses: classificació econòmica. Sant Pol de Mar: Ajuntament de Sant Pol de Mar

Barcelona Regional, (2002). Balanç de recursos i problemes. A E. R. Folch, Atles Ambiental de l'Àrea de Barcelona. Barcelona: MCRIT S.L.

Barcelona Regional, (2002). Balanç de recursos i problemes. A E. R. Folch, Atles Ambiental de l'Àrea de Barcelona. Barcelona: MCRIT S.L.

Consell Comarcal del Maresme, (2012). Pla d'Acció per a l'Energia Sostenible de Sant Pol de Mar. Sant Pol de Mar: Consell Comarcal del Maresme, p.p. 7

Consell Comarcal del Maresme, (2012). Pla d'Acció per a l'Energia Sostenible de Sant Pol de Mar. Sant Pol de Mar: Consell Comarcal del Maresme, p.p. 7

Generalitat de Catalunya, (2003). DECRET LEGISLATIU 2/2003, de 28 d'abril, pel qual s'aprova el Text refós de la Llei municipal i de règim local de Catalunya. Barcelona: Departament de la Presidència, p.p. 15.

Generalitat de Catalunya, (2003). DECRET LEGISLATIU 2/2003, de 28 d'abril, pel qual s'aprova el Text refós de la Llei municipal i de règim local de Catalunya. Barcelona: Departament de la Presidència, p.p. 15.

Greccat, (2006). Auditoria Ambiental de Sant Pol de Mar (Agenda 21). Síntesi. Sant Pol de Mar: Diputació de Barcelona, p.p. 11 - 19.

Greccat, (2006). Auditoria Ambiental de Sant Pol de Mar (Agenda 21). Document III: Pla d'Acció Ambiental. Sant Pol de Mar: Diputació de Barcelona, p.p. 7, 10-11, 125 - 131.

Greccat, (2006). Auditoria Ambiental de Sant Pol de Mar (Agenda 21). Síntesi. Sant Pol de Mar: Diputació de Barcelona, p.p. 11 - 19.

Greccat, (2006). Auditoria Ambiental de Sant Pol de Mar (Agenda 21). Document III: Pla d'Acció Ambiental. Sant Pol de Mar: Diputació de Barcelona, p.p. 7, 10-11, 125 - 131.

Greccat, (2013). Informe de Sostenibilitat Ambiental de Sant Pol de Mar (POUM). Sant Pol de Mar: Ajuntament de Sant Pol de Mar, p.p. 30-31, 39.

Greccat, (2013). Informe de Sostenibilitat Ambiental de Sant Pol de Mar (POUM). Sant Pol de Mar: Ajuntament de Sant Pol de Mar, p.p. 30-31, 39.

Greccat, (2013). Normes Urbanístiques (POUM). Sant Pol de Mar: Ajuntament de Sant Pol de Mar, p.p. 92 -93.

Greccat, (2013). Normes Urbanístiques (POUM). Sant Pol de Mar: Ajuntament de Sant Pol de Mar, p.p. 92 -93.

Interlands, (2013). Pla d'Ordenació Urbanística Municipal de Sant Pol de Mar. Avanç. Sant Pol de Mar: Ajuntament de Sant Pol de Mar, p.p. 18-19.

Interlands, (2013). Pla d'Ordenació Urbanística Municipal de Sant Pol de Mar. Avanç. Sant Pol de Mar: Ajuntament de Sant Pol de Mar, p.p. 18-19.

Webgrafia

AEMET. (Gener / 2016). Climatologia AEMET. Recollit de Resumen anual climatológico: http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes_climat/anuales/res_anual_clim_2015.pdf

Agència d'Energia de Barcelona, (2011). Guia bàsica d'eficiència energètica en edificis municipals. Barcelona: Ajuntament de Barcelona, pp.61 - 62, 94 - 95, 97 - 98.

Ajuntament de Sant Pol de Mar, (s/d). Agenda 21. [web] Accessible a: <http://santpol.cat/seu-electronica/informacio-municipal/plans-i-programes/agenda-21> [Consultada 16 Oct. 2016].

Ajuntament de Sant Pol de Mar, (s/d). Regidoria de Medi Ambient. [web] Accessible a: <http://santpol.cat/ajuntament/regidories/medi-ambient> [Consultada 12 Oct. 2016].

Ajuntament Sant Pol de Mar, (2014). El Poble. [web] Accessible a: <http://santpol.cat/el-poble> [Consultada 10 Oct 2016]

Albasolar, (2016). Tarifa PVP. Edición 14 diciembre 2016. Madrid: Albasolar España.

APPA, (2009). Renovables, tipos y ventajas. [web] Accessible a: <http://appa.es/oienergias/o8tiposfuentes.php> [Consultada 8 Oct. 2016].

Barroso, F. (2016). Consulta a la Francesc Barroso (Delegat d'Electricitat Boquet S.L.).

Consell Comarcal del Maresme, (2012). Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar. Mataró: Consell Comarcal del Maresme.

Damia Solar, (2012). Energía Solar. [web] Accessible a: http://www.damiasolar.com/productos/placas_solares/painel-solar-fotovoltaico-luxor-120w-policristalino_da0054_15 [Consultada 7 Oct. 2016].

Energías Renovables Rurales, (2013). Energías Renovables Rurales. [web] Accessible a: <http://renovablesrurales.energia-rural.com/2013/11/26/placas-solares-fotovoltaicas-otermicas/> [Consultada 8 Oct. 2016].

European Comission, (2016). Paris Agreement. [web] Accessible a: http://ec.europa.eu/clima/politicas/international/negotiations/paris/index_en.htm [Consultada 17 Oct. 2016].

Fabricaled.com, (2017). Fàbrica LED. [web] Accessible a: <https://www.fabricaled.com/ca/> [Consultada 5 Gen. 2017].

Fernández Rodrigo, E. (2016). Consulta a l'Elena Fernández Rodrigo (Tècnica de Medi Ambient de Sant Pol de Mar).

García i Monzón, R. (2015). Observatorio de la Electricidad Año 2015. Informes anuales WWF España. Madrid: WWF España.

Goronadelviento.es, (2014). El proyecto. [web] Accessible a: <http://www.goronadelviento.es/index.php?accion=articulo&IdArticulo=70&IdSeccion=85> [Consultada 18 Oct. 2016].

Goronadelviento.es, (2016). La Central Hidroelèctrica de El Hierro acelera. [web] Accessible a: <http://www.goronadelviento.es/index.php?accion=articulo&IdArticulo=177&IdSeccion=89> [Consultada 18 Oct. 2016].

IGCG, (2010). Cartografia temàtica: Geotreballs. Mapa de sòls. [web] Accessible a: http://www.igc.cat/web/ca/igc_cataleg.html#geotrebals4 [Consultada 20 Set. 2016].

IDAE, (2009). Atlas Eòlic de Catalunya. [web] Accessible a: <http://atlaseolico.idae.es/> [Consultada 3 Oct. 2016].

Idescat.cat, (2015). Territori. El municipi en xifres. Sant Pol de Mar. [web] Accessible a: <http://www.idescat.cat/emex/?id=082359> [Consultada 12 Oct. 2016].

Marré i Mir, N. (2016). Consulta a la Narcís Marré i Mir (Enginyer Municipal de Sant Pol de Mar).

Ministerio de Industria, Energía y Turismo, (2015). Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.. Madrid: Consejo de Ministros.

Morera i Marcé, M. (2016). Entrevista amb la Marta Morera i Marcé (Responsable tècnica de Rubí Brilla).

Observatori del Maresme, (2014, 2015). Sistema d'Informació Energètica: Informe Anual. Sant Pol de Mar: Ajuntament de Sant Pol de Mar.

Palomo i Trigo, A. (2013). Factura de la luz: qué y cuánto nos cobran. [web] Eroski Consumer. Disponible a: http://www.consumer.es/web/es/economia_domestica/servicios-y-hogar/2013/01/14/215327.php [Consultada 16 Gen. 2017].

RTVC, (2015). El censo de El Hierro se reduce a 6.800 habitantes. [web] Accessible a: <http://www.rtv.es/noticias/el-censo-de-el-hierro-se-reduce-a-6-800-habitantes-130861.aspx#.WAXaiQsrFI> [Consultada 18 Oct. 2016].

Rubi.cat, (2013). Subministrament elèctric. 100% de la llum municipal procedent d'energia renovable — Ajuntament de Rubí. [web] Accessible a: <https://www.rubi.cat/ca/ajuntament/projectes-estrategics/rubibrilla/rubi-brilla-ajuntament/subministrament-electric-100-de-la-llum-municipal-procedent-2019energia-renovable> [Consultada 18 Oct. 2016].

Rubi.cat, (2016). El municipi — Ajuntament de Rubí. [web] Accessible a: <https://www.rubi.cat/ca/la-teva-ciutat> [Consultada 18 Oct. 2016].

Seu-e.cat, (2016). Despeses: classificació econòmica. [web] Accessible a: <https://seu-e.cat/web/santpoldemar/govern-obert-i-transparencia/gestio-economica/pressupost/pressupost/despeses-classificacio-economica> [Consultada 16 Oct. 2016].

Seu-e.cat, (2016). Ingressos: classificació econòmica. [web] Accessible a: <https://seu-e.cat/web/santpoldemar/govern-obert-i-transparencia/gestio-economica/pressupost/pressupost/ingressos-classificacio-economica> [Consultada 16 Oct. 2016].

Suárez, M., (2004), Interaprendizaje Holístico de **Matemática**, Ed. **Gráficas Planeta**, Ibarra, Ecuador.

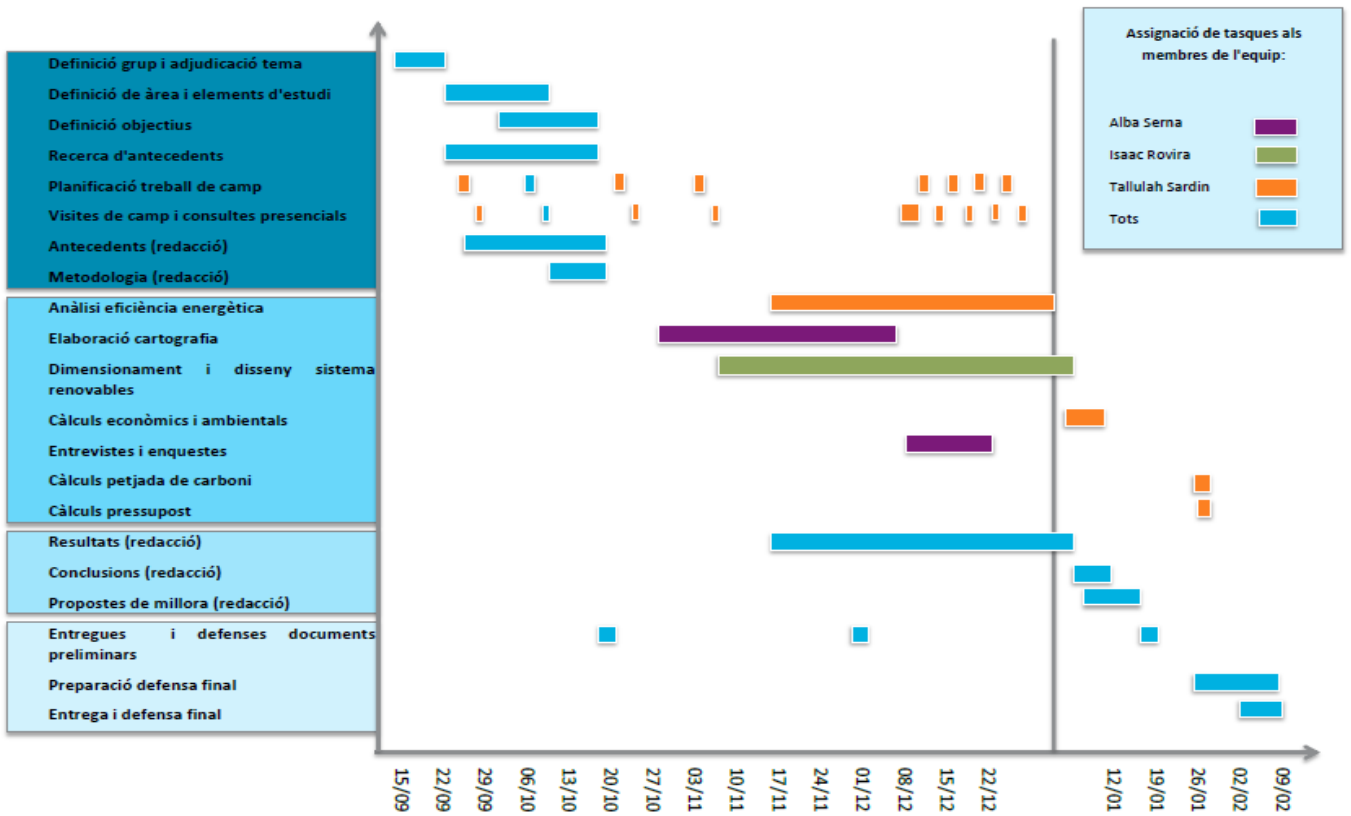
SUÁREZ, M., (2011), Interaprendizaje de **Estadística** Básica,

TAPIA , Fausto Ibarra, **Ecuador**.

UPC, ICAEN, (2015). Atlas de Radiació Solar a Catalunya. [web] Accessible a: http://icaen.gencat.cat/web/.content/migracio_automatica/documents/activitats_i_dades_energetiques/arxius/monografic12.pdf [Consultada 22 Ago. 2016].

Xtec, (2014). La Petjada Ecològica. [web] Accessible a: http://www.xtec.cat/~jherna24/6_la%20petjada%20ecologica.htm [Consultada 18 Oct. 2016].

PROGRAMACIÓ



PRESSUPOST

La taula representada a continuació (*Taula ...*) mostra el pressupost del projecte, desglossat en despeses directes i indirectes, i tenint en compte el valor de l'impost sobre el valor afegit (IVA) actual (21%). Les despeses indirectes es calculen segons l'estàndard de la Universitat Autònoma de Barcelona, valorat a un 20% de les despeses directes.

Pel que fa als costos relacionats amb el personal intern, s'han calculat els salaris en funció de les dades proporcionades pel Col·legi d'Ambientòlegs de Catalunya (COAMB) (*Col·legi d'Ambientòlegs de Catalunya, 2016*).

Els viatges s'han calculat en funció dels preus dels bitllets de tren utilitzats en cada cas, i en base a la quantitat de gasolina gastada per al viatge en cotxe. El punt de partida considerat per a fer els càlculs dels viatges ha estat la Universitat Autònoma, a Bellaterra, menys el viatge de Sant Pol de Mar a Canet de Mar (i la tornada), pel qual s'ha aprofitat el viatge a Sant Pol de Mar (aquest últim ha estat un viatge per a realitzar consultes a l'oficina d'*Electricitat Boquet*).

- Preu del *Bonotren* de 5 zones i 10 viatges (Autònoma - Sant Pol de Mar): 33'50 €. El preu per un viatge és, per tant:

$$\text{Preu per 1 viatge (€)} = \frac{33'50 \text{ €}}{10 \text{ viatges}} = 3'35 \text{ €/viatge}$$

- Preu de la *T-10* d'1 zona i 10 viatges (Autònoma - Rubí, i Canet de Mar - Sant Pol de Mar):

$$\text{Preu per 1 viatge (€)} = \frac{9'95 \text{ €}}{10 \text{ viatges}} = 0'99 \text{ €/viatge} \approx 1 \text{ €/viatge}$$

- Preu del viatge en cotxe:
 - Preu de la gasolina *sense plom 95* a data del 20 de desembre 2016 (quan es va fer el viatge de Sant Pol de Mar a Canet de Mar): 1'24 €/L (*Dieselogasolina.com, 2016*).
 - Ús de la gasolina del cotxe *Renault 5*: 7L/100km.

$$\text{Preu per 1 viatge (€)} = 1'24 \frac{\text{€}}{\text{L}} \cdot 7 \frac{\text{L}}{100\text{km}} = 0'09 \frac{\text{€}}{\text{km}}$$

Pel que fa als materials fungibles, els preus de les còpies en paper i l'enquadernació s'han calculat en funció dels preus de la copisteria *Alfambra* de Barcelona. Els preus dels CDs s'han basat en els preus de la botiga *FNAC*.

Les capsas dels CD no s'han comprat sinó que s'han reciclat de CDs ja usats, per la qual cosa no s'han comptabilitzat.

PRESSUPOST TREBALL DE FI DE GRAU

DESPESES DIRECTES

Concepte		Preu unitari	Unitats	Personal	Preu	
Recursos Humans	Personal Intern	Treball de camp	14 €/h	30 h	3	1.260'00 €
		Desenvolupament del projecte i redacció	12 €/h	420 h	3	15.120'00 €
Viatges i dietes	Transport	Viatge amb tren (<i>Renfe</i>) a Sant Pol de Mar	3,35 €/viatge	18 viatges		60'30 €
		Viatge amb tren (<i>Ferrocarrils de la Generalitat</i>) a Rubí	1 €/viatge	2 viatges		2'00 €
		Tren de tornada de Canet de Mar (<i>Renfe</i>)	1 €/viatge	1 viatge		1'00 €
		Cotxe a Canet de Mar	0'09 €/km	5 km		0'45 €
Dietes	Dinar a Sant Pol de Mar	4 €/plat	3 plats		12'00 €	
Recursos Materials	Materials Fungibles	Impressió memòria	0,15 €/pàg. (color)	200 pàg. en color		30'00 €
			0,05 €/pàg. (blanc i negre)	200 pàg. en blanc i negre		10'00 €
	Enquadernació memòria	3,5 €	2 documents		7'00 €	
	CD	0'90 €/CD	6		5,40 €	
	Portada CD	0'10 €/impressió	6		0,60 €	
	Material Inventariable	Ordinadors	1.189 €	1 ordinador		1.189'00 €
			600 €	1 ordinador		600'00 €
580 €			1 ordinador		580'00 €	
Paquet Office	9 €/mes	4 mesos	3	108'00 €		
Total despeses directes					18.985'75 €	
DESPESES INDIRECTES (20% de les despeses directes)					3.797'15 €	
TOTAL (Despeses directes + indirectes)					22.782'90 €	
IVA (21%)					4.784'41 €	
PRESSUPOST FINAL (TOTAL + IVA)					27.567'31 €	

PETJADA DE CARBONI

La petjada de carboni és un indicador ambiental que serveix per calcular les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) associades al cicle de vida d'un producte, servei o organització. Es quantifica en emissions de CO₂ equivalent que són alliberades a l'atmosfera. Tanmateix, el seu càlcul es basa en estàndards com el Protocol de gasos amb efecte hivernacle, la ISO 14064 i PAS 2050.

La següent taula (Taula 10) mostra la petjada de carboni del projecte, en funció de les emissions de CO₂ equivalents associades al **transport** i a l'**ús d'electricitat** al llarg del seu desenvolupament.

Per al càlcul de les emissions relacionades amb el transport, s'han utilitzat les dades dels factors de conversió de 2016 disponibles a la web de la Generalitat de Catalunya (Gencat.cat, 2016):

- **Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC):** 0'03 kg CO₂ eq./km
- **Renfe Rodalies:** 0'04 kg CO₂ eq./km
- **Gasolina 95:** 2'20 kg CO₂ eq./L

El cotxe utilitzat gasta 7 L de combustible cada 100 km, per la qual cosa es pot obtenir el factor de conversió:

$$\begin{aligned} \text{Factor de conversió cotxe (kg CO}_2 \text{ eq./km)} &= 2'20 \text{ kg CO}_2 \text{ eq./L} \cdot 7\text{L}/100 \text{ km} \\ &= 0'15 \text{ kg CO}_2 \text{ eq./km} \end{aligned}$$

En cada cas, es multiplica el factor de conversió corresponent per la distància recorreguda en cada cas:

$$\text{Emissions (kg CO}_2 \text{ eq.)} = \text{Distància (km)} \cdot \text{Factor de conversió (kg CO}_2 \text{ eq./km)}$$

- En el cas del tren, es multiplica el valor obtingut d'emissions pel nombre de viatges:

$$\text{Emissions tren (kg CO}_2 \text{ eq.)} = n^{\circ} \text{ viatges} \cdot \text{Emissions (kg CO}_2 \text{ eq.)}$$

- En el cas del cotxe es divideix per la quantitat de passatgers.

$$\text{Emissions tren (kg CO}_2 \text{ eq.)} = \frac{\text{Emissions (kg CO}_2 \text{ eq.)}}{N^{\circ} \text{ passatgers}}$$

Pel que fa a les emissions relacionades amb el consum elèctric (el temps d'ús dels ordinadors utilitzats i de la il·luminació), s'han calculat aplicant el factor de conversió corresponent del document anual publicat per WWF (World Wildlife Fund) "Observatorio de la Electricidad Año 2015" (García i Monzón, R., 2015):

$$\begin{aligned} \text{Emissions (kg CO}_2 \text{ eq.)} &= \text{Potència bombeta/ordinador (kW)} \cdot \text{Hores treballades (h)} \\ &\cdot 0'24 \text{ kg CO}_2 \text{ eq./kWh} \end{aligned}$$

Aquest incorpora ja el mix elèctric espanyol corresponent a l'energia elèctrica utilitzada.

Per a les bombetes, s'ha fet l'aproximació que durant totes les hores treballades s'han fet servir dues bombetes de baix consum de 45 W cada un, per persona.

En relació amb els ordinadors, s'ha fet l'aproximació que tots els ordinadors que s'han utilitzat al llarg del treball eren de 75 W (un valor estàndard per un ordinador portàtil).

Taula 10: Pejada de carboni del treball de fi de grau. (Font: elaboració pròpia.)

Pejada de carboni del treball de fi de grau						
Transport		Distància (km)	Viatges	Passatgers	Factor de conversió	Emissions (kg CO ₂ eq.)
Tren	Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC)	8	2		0'03 kg CO ₂ eq./km	0'48
	Renfe Rodalies	56	18		0'04 kg CO ₂ eq./km	40'32
		3	1			0'12
Cotxe	Renault 5	5		2	0'15 kg CO ₂ eq./km	0'38
Consum elèctric		Potència (kW)	Unitats	Temps treballat (h)	Factor de conversió	Emissions (kg CO ₂ eq.)
Bombetes		0'045	6	400	0'24 kg CO ₂ eq./kWh	25'92
Ordinadors		0'075	3	420		22'68
Total emissions (kg CO₂ eq.)						89'90

GLOSSARI

Gota freda: és més coneguda pels meteoròlegs com a DANA (depressió aïllada en nivells alts), és una pertorbació atmosfèrica extratropical no frontal que pot provocar precipitacions violentes i intenses durant unes hores o dies, acompanyada de llamps i de calamarsa. Afecta superfícies molt reduïdes i segueix trajectòries imprevisibles, causant fortes pluges i vents. El seu origen està íntimament relacionat amb el corrent polar o jet stream.

Fitxer “.img”: és un fitxer que es pot visualitzar com a una imatge.

Fitxer “.bat”: és un arxiu de processament per lots. Es tracta d'arxius de text sense format, guardats amb l'extensió .BAT que contenen un conjunt d'instruccions MS-DOS. Quan s'executa aquest arxiu, les ordres contingudes són executades en grup, de forma seqüencial, permetent automatitzar diverses tasques.

Dades LIDAR: La paraula LIDAR ve de l'anglès (Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging), que és una tecnologia òptica de teledetecció que mesura la distància des d'un punt emissor a qualsevol objecte o superfície mitjançant l'ús d'un làser polsat. El sistema és molt semblant al del radar, però en lloc d'utilitzar l'emissió de freqüències sonores es fa servir un làser. La distància a l'objecte es calcula mesurant el retard en temps des de l'emissió de l'impuls de llum làser fins a la seua reflexió. Les dades LIDAR són aquelles obtingudes mitjançant aquest procediment. En el cas del projecte, es tracta de dades topogràfiques.

Gestor energètic: especialista en tot allò relacionat amb l'energia que consumeix una empresa o una entitat.

Afinitat: el grau d'afinitat és aquella preferència, en sentit positiu, que sent l'enquestat respecte als diferents temes introduïts en les preguntes de l'enquesta.

La “normal” (estadística): es refereix a la distribució normal, també coneguda com a distribució gaussiana, és una important família de distribucions de probabilitat contínues i és aplicable a molts camps.

AGRAÏMENTS

Agraïments

Ens agradaria donar les gràcies a tots aquells que han participat en major o menor mesura en al llarg de la gran aventura que ha estat aquest treball.

Entre d'altres, volem agrair:

Almudena Hierro	Marc Sardin
Àngels Nadal	Maria Cataña
Anna Navas	Maria Dulsat
Anna Petit	Marta Llobet
Carme Vives	Marta Morera
Conxi Blànquez	Mina Intihar
Daniel Campos	Miquel Samper
Darko Brajnovich	Montse Pagès
Deniz Kizildag	Narcís Marré
Elena Fernández	Neus
Emma Olasz	Nico Guitérrez
Francesc Barroso	Pere Font
Gus Romero	Personal de neteja de CEIP Sant Pau
Inèz Sardin	Rocío Galindo
Isa Nieto	Sam Clarke
Joan Raravall	Santi Avila
Jordi Sauleda	Teresa
Laura Aragonés	Xavier Roca
Laura González	Yaneth Avila
Lluís Arcusa	
Lucy Banham	

ANNEX I

INTRODUCCIÓ

Aquí es mostren les fitxes d'anàlisi dels edificis públics a partir dels quals s'ha extret informació que s'ha anat fent servir en diferents parts del treball (*taules 1-9*) . Són d'elaboració pròpia a partir de l'anàlisi de camp, de consultes i de documents diversos proporcionats per l'ajuntament. Els diferents apartats inclosos a les fitxes s'expliquen amb detall a l'apartat de metodologia d'aquest treball.

Cal mencionar que la superfície útil i la superfície de les cobertes de Ca l'Arturo i la de l'edifici de Ràdio Litoral no s'han pogut extrapolar de les dades de les *Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar (Consell Comarcal del Maresme, 2012)*, com en el cas dels altres edificis, per la qual cosa s'han extret de l'anàlisi dels plànols respectius proporcionats per l'ajuntament.

Taula 1: Fitxa d'anàlisi del camp de futbol municipal. Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Edifici públic		Camp de futbol municipal	
Categoria d'edifici		Esports	
Dades generals			
Persones de contacte	Manel Artero	Adreça	C/ Sot del Bagueny, S/N
Gestor de l'edifici	Ajuntament	Telèfon	93 760 33 77
Tècnic de manteniment	Brigada municipal	Correu electrònic	atcsantpol.adm@gmail.com
Horaris de contacte	Dimecres, dijous i divendres, de 17.45h a 19.45h.	Coordenades de localització de l'edifici	41º 36' 05" N 2º 36' 53" E
Dades de l'edifici			
Dades arquitectòniques		Dades d'ús	
Any de construcció	1910 (noves instal·lacions 2012)	Nº personal	1
Superfície útil (m²)	630	Nº usuaris	360
Superfície coberta (m²)	365	Moment de màxim consum diari	Vespre, entre setmana.
Coberta apta per instal·lar plaques fotovoltaïques?	Sí		
Dades energètiques		Horaris (Temps d'ús)	Dilluns, i de dimecres a divendres, de 16.30h a 23h. Dimarts, de 17.30h a 23h. Dissabte i diumenge, variable en funció dels partits. Es tanca una setmana al Nadal i una setmana a l'estiu.
Consum anual (kWh/any)	84.314 (2015)		
Altres fonts d'energia	-		
Mecanismes d'eficiència energètica	-	Altres observacions	
Observacions de desperdici energètic	<ul style="list-style-type: none"> Pèrdues de calor pels tancaments de les portes dels vestuaris. 	Al PAES es planteja la instal·lació de captadors solars tèrmics, però no s'ha realitzat. No han funcionat mai els 32 focus que hi ha. La companyia Electricitat Boquet, S.L. està fent un estudi per reemplaçar els focus per LEDs, i reduir-ne el nombre.	
Data treball de camp	Font de les dades		
7.12.16 + 16.12.16	Jordi Sauleda, Francesc Barroso, usuaris del camp de futbol i observacions personals. Superfície de la coberta: calculada a partir de l'anàlisi cartogràfic amb el programa Miramon. Coordenades: Google Earth. Consum anual: Observatori del Maresme (2015). Pla d'Acció per a l'Energia Sostenible de Sant Pol de Mar (Consell Comarcal del Maresme, 2012). Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar (Consell Comarcal del Maresme, 2012). Web de l'ajuntament de Sant Pol de Mar (Ajuntament de Sant Pol de Mar, 2016).		

Taula 2: Fitxa d'anàlisi del CEIP Sant Pau. Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Edifici públic	CEIP Sant Pau
Categoria d'edifici	Educació

Dades generals			
Persones de contacte	Anna Navas i Xavier Roca	Adreça	Camp Balmanya Zona Esportiva, S/N
Gestor de l'edifici	Equip directiu	Telèfon	93 760 00 58
Tècnic de manteniment	Brigada municipal	Correu electrònic	a8027225@xtec.cat
Horaris de contacte	Dimarts de 15 a 16.h Dimecres de 9 a 10h.	Coordenades de localització de l'edifici	41° 36' 06" N 2° 33' 49" E
Dades de l'edifici			
Dades arquitectòniques		Dades d'ús	
Any de construcció	2007 - 2009	Nº personal	63
Superfície útil (m²)	3.217	Nº usuaris	528
Superfície coberta (m²)	1.333	Moment de màxim consum diari	Entre novembre i febrer, de 16.30h a 18h.
Coberta apta per instal·lar plaques fotovoltaïques?	Sí		
Dades energètiques		Horaris (Temps d'ús)	<u>Durant el curs:</u> de 8h a 24h. <u>Del 22 al 30 de juny i de l'1 al 12 de setembre:</u> de 9h a 18h. <u>Juliol i Agost - Casal d'estiu:</u> de 13h a 18h. Tancat els dies de festiu.
Consum anual (kWh/any)	74.705 (2015)		
Altres fonts d'energia	Gas i plaques solars tèrmiques (inutilitzades)		
Mecanismes d'eficiència energètica	Finestres especials que deixen circular l'aire i permeten un estalvi en aire condicionat. Cortines gruixudes per evitar l'entrada excessiva de calor. Encesa sectorialitzada de fluorescents. Sistemes d'aïllament en la construcció. Relloges horaris als sistemes de climatització.	Altres observacions	
Observacions de desperdici energètic	Algun ordinador queda encès durant la nit depenent del dia, per descuit.	La construcció ja estava plantejada per ser eficient, una escola verda. Molta i lluminació natural: finestres grans i claraboies. Els llums artificials s'usen poc en general. S'hi duen a terme moltes activitats de conscienciació, tant per als alumnes, com per als professors i altres treballadors, i per als pares. En general, la gent està ben conscienciada. Les plaques solars tèrmiques del gimnàs es van sobrecarregar abans de poder-se fer servir (no s'han utilitzat mai). Es van intentar relocalitzar per poder fer-ne ús, però no va tenir èxit.	
Data treball de camp	Font de les dades		
18.11.16 + 21.11.16 + 7.12.16 + 16.12.16	Anna Navas, Àngels Nadal, Xavier Roca, Conxi Blànquez, Marta Llobet, personal de neteja de l'edifici i observacions pròpies. Superfície de la coberta: calculada a partir de l'anàlisi cartogràfic amb el programa Miramon. Coordenades: Google Earth. Consum anual: Observatori del Maresme (2015). Pla d'Acció per a l'Energia Sostenible de Sant Pol de Mar (Consell Comarcal del Maresme, 2012). Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar (Consell Comarcal del Maresme, 2012).		

	Web de l'ajuntament de Sant Pol de Mar (Ajuntament de Sant Pol de Mar, 2016).
--	---

Taula 3: Fitxa d'anàlisi de l'ajuntament. Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Edifici públic	Ajuntament		
Categoria d'edifici	Administració i oficines		
Dades generals			
Persones de contacte	Elena Fernández	Adreça	Plaça de la Vila, 1
Gestor de l'edifici	Ajuntament	Telèfon	93 760 04 51
Tècnic de manteniment	Brigada municipal	Correu electrònic	digueslateva@santpol.cat
Horaris de contacte	Dilluns a divendres de 13 a 14h.	Coordenades de localització de l'edifici	41° 36' 01" N 2° 37' 16" E
Dades de l'edifici			

Dades arquitectòniques		Dades d'ús	
Any de construcció	1932	Nº personal	15
Superfície útil (m²)	1.110	Nº usuaris	-
Superfície coberta (m²)	433	Moment de màxim consum diari	Homogeni al llarg de l'horari laboral.
Coberta apta per instal·lar plaques fotovoltaïques?	No		
Dades energètiques		Horaris (Temps d'ús)	Dilluns a divendres de 8h a 14h. Dijous de 8h a 18h. Dissabte de 10h a 13h. Agost: només dilluns a divendres de 8h a 14h. Tancat els dies de festiu.
Consum anual (kWh/any)	43.310 (2015)		
Altres fonts d'energia	-	Altres observacions	
Mecanismes d'eficiència energètica	<ul style="list-style-type: none"> • Els aparells d'oficina estan dotats de dispositius d'estalvi d'energia en repòs. <ul style="list-style-type: none"> • Finestres: <ul style="list-style-type: none"> ○ Vidres aïllants a la planta baixa. ○ A la segona planta, dobles vidres. 		
Observacions de desperdici energètic	Mala costum de deixar els llums encesos.	La climatització es fa servir poc. El dispensador d'aigua només es connecta a l'estiu, quan es vol aigua freda.	
Data treball de camp	Font de les dades		
15.12.16 + 22.12.16 + 27.12.16	Narcís Marré, personal de l'Oficina d'Atenció al Ciutadà i observacions personals. Coordenades: <i>Google Earth</i> . Consum anual: <i>Observatori del Maresme (2015)</i> . <i>Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar (Consell Comarcal del Maresme, 2012)</i> . Web de l'ajuntament de Sant Pol de Mar (<i>Ajuntament de Sant Pol de Mar, 2016</i>).		

Taula 4: Fitxa d'anàlisi de l'edifici de serveis tècnics. Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Edifici públic		Serveis tècnics	
Categoria d'edifici		Administració i oficines	
Dades generals			
Persones de contacte	Elena Fernández	Adreça	Plaça de la Vila, 3
Gestor de l'edifici	Ajuntament	Telèfon	93 760 04 51
Tècnic de manteniment	Brigada municipal	Correu electrònic	mediambient@santpol.cat carne.vives@santpol.cat
Horaris de contacte	Dilluns a divendres de 13 a 14h.	Coordenades de localització de l'edifici	41º 36' 01" N 2º 37' 16" E
Dades de l'edifici			
Dades arquitectòniques		Dades d'ús	
Any de construcció	1932 (reformat el 1997)	Nº personal	6

Superfície útil (m²)	84	Nº usuaris	-
Superfície coberta (m²)	84	Moment de màxim consum diari	Homogeni al llarg de l'horari laboral.
Coberta apta per instal·lar plaques fotovoltaïques?	No		
Dades energètiques		Horaris (Temps d'ús)	Dilluns a divendres de 7.30h a 14h. Tancat els dies de festiu.
Consum anual (kWh/any)	5.765 (2015)		
Altres fonts d'energia	-		
Mecanismes d'eficiència energètica	Els aparells d'oficina estan dotats de dispositius d'estalvi d'energia en repòs.	Altres observacions	
Observacions de desperdici energètic	-	Habitacions petites, ben aïllades. Es poden escalfar o refredar ràpidament. La climatització es fa servir poc. El dispensador d'aigua només es connecta a l'estiu, quan es vol aigua freda.	
Data treball de camp	Font de les dades		
15.12.16 + 22.12.16 + 27.12.16	Narcís Marré, Elena Fernández, personal de secretaria i observacions personals. Coordenades: <i>Google Earth</i> . Consum anual: <i>Observatori del Maresme (2015)</i> . <i>Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar (Consell Comarcal del Maresme, 2012)</i> . <i>Web de l'ajuntament de Sant Pol de Mar (Ajuntament de Sant Pol de Mar, 2016)</i> .		

Taula 5: Fitxa d'anàlisi de l'edifici de la policia local. Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Edifici públic	Policia local		
Categoria d'edifici	Administració i oficines		
Dades generals			
Persones de contacte	Elena Fernández	Adreça	Carrer de la Plaça, 1
Gestor de l'edifici	Ajuntament	Telèfon	93 760 04 51
Tècnic de manteniment	Brigada municipal	Correu electrònic	policia@santpol.cat
Horaris de contacte	Dilluns a divendres de 9h a 13h i de 15h a 18h (OAC). Emergències 24h.	Coordenades de localització de l'edifici	41º 36' 01" N 2º 37' 16" E
Dades de l'edifici			
Dades arquitectòniques		Dades d'ús	
Any de construcció	1932 (reformat l'any 2010)	Nº personal	17
Superfície útil (m²)	168	Nº usuaris	-
Superfície coberta (m²)	84	Moment de màxim consum diari	-
Coberta apta per instal·lar plaques fotovoltaïques?	No		

Dades energètiques		Horaris (Temps d'ús)	24h, cada dia.
Consum anual (kWh/any)	18.324 (2015)		
Altres fonts d'energia	-		
Mecanismes d'eficiència energètica	Els aparells doten de mecanismes d'estalvi d'energia en repòs. Porta amb tancament hermètic.	Altres observacions	
Observacions de desperdici energètic	-		
Data treball de camp	Font de les dades		
15.12.16	Narcís Marré. Coordenades: Google Earth. Consum anual: Observatori del Maresme (2015). <i>Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar (Consell Comarcal del Maresme, 2012).</i> Web de l'ajuntament de Sant Pol de Mar (Ajuntament de Sant Pol de Mar, 2016).		

Taula 6: Fitxa d'anàlisi del poliesportiu. Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Edifici públic		Poliesportiu	
Categoria d'edifici		Esports	
Dades generals			
Persones de contacte	Daniel Comas i Emma Olasz	Adreça	Parc del Litoral, S/N
Gestor de l'edifici	Ajuntament	Telèfon	93 760 09 12 / 93 760 30 06
Tècnic de manteniment	Brigada municipal	Correu electrònic	esports@santpol.cat
Horaris de contacte	Dimarts, dimecres i divendres de 9h a 14h.	Coordenades de localització de l'edifici	41° 36' 00" N 2° 36' 58" E
Dades de l'edifici			
Dades arquitectòniques		Dades d'ús	
Any de construcció	1985	Nº personal	1
Superfície útil (m ²)	1.653	Nº usuaris	280
Superfície coberta (m ²)	1.652	Moment de màxim consum diari	De 17 a 23h.
Coberta apta per instal·lar plaques fotovoltaïques?	No		
Dades energètiques		Horaris (Temps d'ús)	Durant el curs: Matins de dilluns, dijous i divendres, de 10.15h a 12.15h. Matins de dimarts de 8h a 12.15h. Matins de dimecres de 8h a 10h. Tardes de dilluns a dissabte, de 15.30h a 23h. Horaris de cap de setmana variables en funció dels partits. Tancat a l'agost.
Consum anual (kWh/any)	26.462 (2015)		
Altres fonts d'energia	Gasoil		

Mecanismes d'eficiència energètica	Encesa i apagada automàtica dels llums LED dels lavabos de l'entrada. Possibilitat d'encesa sectoritzada dels focus de la pista.	Altres observacions
Observacions de desperdici energètic	El treballador encèn tots els llums en arribar al poliesportiu i no els apaga fins marxar, encara que no hi hagi més gent en aquell moment.	Aïllament tèrmic molt pobre, s'escapa fàcilment la calor. Molts focus trencats. Sostre trencat i d'un material poc aïllant. S'està realitzant un estudi energètic de l'edifici, els resultats s'obtindran aquest any. Poca entrada de llum natural. Al PAES hi ha la proposta d'instal·lació de plaques solars tèrmiques, però no s'ha realitzat. Les instal·lacions són utilitzades per l'Institut de Sant Pol de Mar - La Vallalta per a les classes d'educació física als matins.
Data treball de camp	Font de les dades	
16.12.16 + 21.12.16	Miquel Samper, Elena Fernández i observacions personals. Coordenades: Google Earth. Consum anual: Observatori del Maresme (2015). <i>Pla d'Acció per a l'Energia Sostenible de Sant Pol de Mar (Consell Comarcal del Maresme, 2012).</i> <i>Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar (Consell Comarcal del Maresme, 2012).</i> Web de l'ajuntament de Sant Pol de Mar (<i>Ajuntament de Sant Pol de Mar, 2016</i>). Web de l'Institut de Sant Pol de Mar - La Vallalta (<i>Institut Sant Pol de Mar - La Vallalta, 2017</i>).	

Taula 7: Fitxa d'anàlisi de la llar d'infants Pi del Soldat. Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Edifici públic	Llar d'Infants Pi del Soldat		
Categoria d'edifici	Educació		
Dades generals			
Persones de contacte	Elena Fernández	Adreça	C/ Sot de la Coma, 1
Gestor de l'edifici	Ajuntament	Telèfon	93 760 10 72
Tècnic manteniment	Brigada municipal	Correu electrònic	elpidelsoldat@santpol.cat
Horaris de contacte	Dilluns a divendres de 8h a 17h.	Coordenades de localització de l'edifici	41° 36' 11" N 2° 37' 07" E
Dades de l'edifici			
Dades arquitectòniques		Dades d'ús	
Any de construcció	2007	Nº personal	17
Superfície útil (m²)	1.193	Nº usuaris	80
Superfície coberta (m²)	1.135	Moment de màxim consum diari	Homogeni al llarg de l'horari laboral.
Coberta apta per instal·lar plaques fotovoltaïques?	Sí		
Dades energètiques		Horaris (Temps d'ús)	Dilluns a divendres de 7.45h a 18h. Dilluns a divendres de 8h a 17h (Juliol). Tancat durant l'agost, principis de setembre, i festius.
Consum anual (kWh/any)	30.685 (2015)		
Altres fonts d'energia	Caldera de biomassa		
Mecanismes d'eficiència energètica	Els aparells doten de mecanismes d'estalvi d'energia en repòs. Tancaments amb alumini i doble vidre aïllant. Cortines exteriors tèrmicament aïllants. Relotges horaris als sistemes de climatització. Ventilació creuada.		Altres observacions

Observacions de desperdici energètic	-	<p>Molta il·luminació natural. Generalment, s'encenen poc els llums.</p> <p>Per qüestions de sanitat, cal fer servir bastant la rentadora i l'assecadora.</p> <p>Bastanta consciència en general, especialment entre el personal.</p> <p>La majoria dels llums s'han substituït per il·luminació més eficient, però encara hi ha fluorescents a la cuina i a l'habitació de la rentadora.</p>
Data treball de camp	Font de les dades	
21.11.16	<p>Montse Pagès, Rocío Galindo i observacions personals.</p> <p>Coordenades: Google Earth.</p> <p>Consum anual: Observatori del Maresme (2015).</p> <p>Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar (Consell Comarcal del Maresme, 2012).</p> <p>Web de l'ajuntament de Sant Pol de Mar (Ajuntament de Sant Pol de Mar, 2016).</p>	

Taula 8: Fitxa d'anàlisi del centre cultural Ca L'Arturo (sense l'edifici de Ràdio Litoral). Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Edifici públic	Centre Cultural Ca l'Arturo		
Categoria d'edifici	Socio-cultural		
Dades generals			
Persones de contacte	Pere Font	Adreça	C/ Ignasi Mas Morell, 9
Gestor de l'edifici	Ajuntament	Telèfon	93 760 30 06
Tècnic de manteniment	Brigada municipal i altra contractació diversa	Correu electrònic	pij@santpol.cat
Horaris de contacte	Dilluns a divendres, de 10h a 13h i de 16 a 19h.	Coordenades de localització de l'edifici	41° 36' 02" N 2° 37' 14" E
Dades de l'edifici			
Dades arquitectòniques		Dades d'ús	
Any de construcció	1918 (reforma 2012)	Nº personal	3
Superfície útil (m²)	420	Nº usuaris	135
Superfície coberta (m²)	121	Moment de màxim consum diari	Tardes entre setmana.
Coberta apta per instal·lar plaques fotovoltaïques?	Sí	Horaris (Temps d'ús)	<u>Planta baixa:</u> cada tarda de 16 a 19h - Sala d'estudi. <u>Plantes superiors:</u> Dilluns i dijous al vespre de 21 a 23 h o de 22 a 24 h - Cursos/grups regulars. Poca activitat el cap de setmana.
Dades energètiques			
Consum anual (kWh/any)	22.536 (2015)	Altres observacions	
Altres fonts d'energia	-		
Mecanismes d'eficiència energètica	<p>Temporitzador als llums dels passadissos, de l'escala, i d'un dels dos lavabos.</p> <p>Aïllament en la construcció adaptada parcialment a la normativa recent: càmares d'aire a les finestres, aïllament al sostre (però parets antics sense aïllament).</p> <p>Bombetes de baix consum, fluorescents (el millor que hi havia en el moment de la reforma).</p>	<p>Finestres grans i abundants (cara N-E de l'edifici, majoritàriament, menys finestres a la cara oposada): molta llum provinent de l'exterior. Possibilitat de bona ventilació.</p>	

Observacions de desperdici energètic	Alguns grups als quals se cedeix l'espai deixen els llums encesos, a vegades tota la nit o durant un cap de setmana sencer. Llums encesos quan realment no es necessita - il·luminació suficient entrant per les grans finestres.	No hi ha hagut queixes de les mesures d'eficiència.
Data treball de camp	Font de les dades	
18.11.16 + 23.11.16 + 25.11.16	Pere Font, Carme Vives i observacions personals. Superfícies: calculades a partir dels plànols adjunts. Coordenades: <i>Google Earth</i> . Consum anual: <i>Observatori del Maresme (2015)</i> . <i>Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar (Consell Comarcal del Maresme, 2012)</i> . <i>Web de l'ajuntament de Sant Pol de Mar (Ajuntament de Sant Pol de Mar, 2016)</i> .	

Taula 9: Fitxa d'anàlisi de l'edifici de Ràdio Litoral. Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Edifici públic	Edifici Ràdio Litoral		
Categoria d'edifici	Socio-cultural		
Dades generals			
Persones de contacte	Laura Aragonés	Adreça	C/ Ignasi Mas Morell, 9
Gestor de l'edifici	Ajuntament	Telèfon	93 760 30 06
Tècnic de manteniment	Josep Dalmau, i brigada municipal.	Correu electrònic	pjj@santpol.cat
Horaris de contacte	Dilluns a divendres, de 9h a 20h.	Coordenades de localització de l'edifici	41º 36' 02" N 2º 37' 14" E
Dades de l'edifici			
Dades arquitectòniques		Dades d'ús	
Any de construcció	1918 (reforma 2012)	Nº personal	3
Superfície útil (m²)	53	Nº usuaris	-
Superfície coberta (m²)	20	Moment de màxim consum diari	Homogeni al llarg de l'horari laboral.
Coberta apta per instal·lar plaques fotovoltaïques?	No		
Dades energètiques		Horaris (Temps d'ús)	De dilluns a divendres, de 9h a 20h.
Consum anual (kWh/any)	Part dels 22.536 (2015) de Ca L'Arturo (2015)		
Altres fonts d'energia	-	Altres observacions	
Mecanismes d'eficiència energètica	-	Hi ha una claraboia que deixa entrar una mica de llum. Habitacions petites, ben aïllades. Es poden escalfar o refredar ràpidament.	
Observacions de desperdici energètic	Equips endollats que no es fan servir. El dispensador l'aigua potser no és tan necessari. Bombetes massa nombroses per un espai tan petit.		
Data treball de camp	Font de les dades		
18.11.16 + 25.11.16	Laura Aragonés i observacions personals. Superfícies: calculades a partir dels plànols adjunts.		

	<p>Coordenades: <i>Google Earth.</i></p> <p>Consum anual: <i>Observatori del Maresme (2015).</i></p> <p><i>Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar (Consell Comarcal del Maresme, 2012).</i></p> <p><i>Web de l'ajuntament de Sant Pol de Mar (Ajuntament de Sant Pol de Mar, 2016).</i></p>
--	---

ANNEX II

INTRODUCCIÓ

Aquí es mostren les fitxes d'anàlisi dels equips (dispositius) elèctrics dels edificis públics estudiats en aquest treball. La descripció dels apartats de les fitxes es realitza en detall a l'apartat de metodologia.

En absència de dades per a molts paràmetres estudiats, s'han fet algunes aproximacions, que s'han indicat amb asteriscs, en el cas de les quantitats i potències. La resta de les dades han estat comprovades a les etiquetes trobades sobre els aparells mateixos, s'han obtingut buscant el model concret del dispositiu a internet, o bé s'han obtingut de les fitxes del document de l'ajuntament, "Visites d'Avaluació energètica a Sant Pol de Mar" (*Consell Comarcal del Maresme, 2012*). Per les dades de quantitats, aquelles no marcades amb asterisc o bé s'han extret d'aquest document mencionat, o bé s'han observat *in situ*, durant l'anàlisi de camp.

Pel que fa a les aproximacions de quantitats i potències:

(*): Indica que s'ha realitzat una aproximació pròpia al respecte. Això s'ha realitzat tenint en compte aparells semblants a altres edificis estudiats, o bé buscant aparells semblants a internet, en el cas de les potències.

(**): Indica que les aproximacions han estat realitzades o bé per professionals, o bé per treballadors dels edificis o de l'ajuntament. S'ha consultat a un professional de muntatge d'ascensors per a saber la potència aproximada dels ascensors considerats a l'estudi. Els altres treballadors consultats per a cada edifici respectiu són aquells consultats per a la resta de la informació recopilada a les fitxes d'anàlisi de l'annex

Pel que fa a les dades del temps d'ús, també s'han obtingut en base a les aproximacions dels treballadors mencionats.

Taula 1: Fitxa d'anàlisi dels equips elèctrics del camp de futbol municipal. Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Dades dels equips analitzats (Camp de futbol)					
Tipus d'ús (per funció)	Equips	Quantitat	Potència (W)	Temps d'ús (min/dia)	Consum (kWh/any)
Treball i activitat	Fluorescents	12	58	171	726
		14	36	171	526
	Bombetes incandescents	2	60	43	32
	Focus d'halogenurs	18**	2.000	240	52.611
	Ordinadors	1**	75*	77	35
	Telèfon	1	4*	1.440	35
	Router wifi	1	6*	1.440	53
	Rentadora	1**	370*	51	116
	Assecadora	1**	740*	51	232
	Altaveus	2**	30*	9	3
Nutrició	Nevera	2**	180*	1.440	3.154
	Congelador	1**	200*	1.440	1.752
	Màquina de cafè	1*	1.260*	214	1.643
Seguretat	Focus de seguretat	1	2.000*	120	1.460
Comoditat	Estufa	1	1.500	107	326
	Termos elèctrics (ACS)	2	2.000	129	1.043
		1	1.800	129	1.408
	Caldera mural (ACS)	1	21.600	86	11.263
	Bombes de calor (calefacció i aire condicionat)	1**	2.700*	21	352
1**		43		704	
Consum total (kWh/any)					77.471
Data de treball de camp					7.12.16 + 16.12.16

Taula 2: Fitxa d'anàlisi dels equips elèctrics del CEIP Sant Pau. Font: elaboració pròpia (...)

Dades dels equips analitzats (CEIP Sant Pau)					
Tipus d'ús (per funció)	Equips	Quantitat	Potència (W)	Temps d'ús (min/dia)	Consum (kWh/any)
Treball i activitat	Fluorescents	470	58	86	14.214
		90**	36	86	1.689
	Focus LED	15	20*	43	78
	Ordinadors	38	140*	140	4.517
		6		80	408
	Portàtils	20	75*	140	1.274
		8	43*	140	292
	Impressores	1	1.840	140	1.562
		1		59	659
		1		57	261
	Pissarres digitals	23**	125*	57	999
	Projectors	5*	150*	57	261
	Telèfons	6	6*	1.200	263
	Altaveus	54*	10*	57	188
Routers wifi	2*	6*	1.200	88	
Megafonia	1	120**	57	42	
Nutrició	Marmita	1	8.000**	60	2.920
	Fregidora	1	5.000**	30	913
	Renta-vaixelles	1	2.000**	60	730
	Neveres	1	1.000**	1.440	8.760
		1	180*	1.440	1.577
	Congeladors	2	1.000**	1.440	17.520
	Pela-patates	1	700**	30	128
	Microones	1	800	12	58
	Màquina de cafè	1	1.260	12	92
	Tetera	1	575	12	42
	Màquina de begudes	1	430*	1.440	3.767
Màquina de menjar	1	600*	1.440	5.256	
Seguretat	Ascensor	1	9.000**	1	78
Comoditat	Termoreguladors (ACS)	3	2.000	120	4.380
		1	1.200	120	876
	Aire condicionat /calefacció	3**	1.800	168	5.502
Consum total (kWh/any)					79.393
Data de treball de camp					18.11.16 + 21.11.16 + 7.12.16 + 16.12.16

Taula 3: Fitxa d'anàlisi dels equips elèctrics de l'ajuntament. Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Dades dels equips analitzats (Ajuntament)

Tipus d'ús (per funció)	Equips	Quantitat	Potència (W)	Temps d'ús (min/dia)	Consum (kWh/any)
Treball i activitat	Fluorescents	2	36	386	169
		22	58	180	1.397
		10		60	212
	Bombetes de baix consum	50	10	386	1.173
		4		180	44
	Bombetes incandescents	8	60	180	525
		52		60	1.139
	Ordinadors	18	140*	201	3.075
	Impressores	1	1.680	60	613
		1	726	60	265
		1	190	60	69
		2	120*	60	88
	Router wifi	1	6*	1.440	53
Servidor	1	10.000**	504	30.660	
Telèfons	9	4*	1.440	315	
Nutrició	Dispensadors d'aigua	2	60*	514	375
Seguretat	Porta automàtica	1	120**	7	5
Comoditat	Bombes de calor (calefacció i aire condicionat)	4	2.600**	39	3.519
		1	4.005	39	940
		1	324	39	76
		2	3.050	39	1.432
		1	7.200**	39	610
	Aire condicionat (cortina d'aire)	1	12.500	19	1.467
Consum total (kWh/any)					47.611
Data de treball de camp					15.12.16 + 22.12.16 + 27.12.16

Taula 4: Fitxa d'anàlisi dels equips elèctrics de l'edifici de serveis tècnics. Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Dades dels equips analitzats (Serveis tècnics)					
Tipus d'ús (per funció)	Equips	Quantitat	Potència (W)	Temps d'ús (min/dia)	Consum (kWh/any)
Treball i activitat	Fluorescents	8	58	180	508
		44		180	867

		8	18**	120	105
		4		60	26
	Ordinadors	7	140*	180	1.073
	Impressores	1	1.584	60	578
		1	150	60	55
		1	25	60	9
	Telèfons	7	4*	1.440	245
Nutrició	Dispensador d'aigua	1	60*	50	18
Seguretat	Porta automàtica	1	120**	15	11
Comoditat	Bombes de calor (calefacció i aire condicionat)	3	3.200	17	1.001
		1	7.100	17	740
	Aire condicionat (cortina d'aire)	1	5.600	13	438
Consum total (kWh/any)					5.676
Data de treball de camp					15.12.16 + 22.12.16 + 27.12.16

Taula 5: Fitxa d'anàlisi dels equips elèctrics de l'edifici de la policia local. Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Dades dels equips analitzats (Policia local)					
Tipus d'ús (per funció)	Equips	Quantitat	Potència (W)	Temps d'ús (min/dia)	Consum (kWh/any)
Treball i activitat	Fluorescents	17	58	900	5.398
		11		240	931
	Bombeta incandescent	1	60	480	175
	Ordinadors	2	140*	480	818

		6		120	613
	Impressores	1	1.700	120	1.241
		1	1.580	120	1.153
	Switch 8 ports	2	12*	1.440	210
	Servidor de càmeres	1	100**	1.440	876
	Telèfons	3	6*	1.440	158
Nutrició	Nevera	1	180*	1.440	1.577
	Forn	1	1.400*	12	102
	Microones	1	1.250	60	456
	Dispensador d'aigua	1	60*	75	27
Comoditat	Termo elèctric (ACS)	1	1.500	36	329
	Bombes de calor (calefacció i aire condicionat)	1	4.200	90	2.300
		1	2.900	90	1.588
Consum total (kWh/any)					17.953
Data de treball de camp					15.12.16

Taula 6: Fitxa d'anàlisi dels equips elèctrics del poliesportiu. Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Dades dels equips analitzats (Poliesportiu)					
Tipus d'ús (per funció)	Equips	Quantitat	Potència (W)	Temps d'ús (min/dia)	Consum (kWh/any)
Treball i activitat	LEDs	10	20**	313	348
		12	7**	110	51
	Fluorescents	15	58	373	1.806
		8		321	830
		2		201	130
		2		261	169

		2	36	321	129
		6		261	315
	Bombetes halogenades	4	46	321	329
	Focus halogenurs	18	500	321	16.104
	Ordinador	1	140*	321	251
	Router wifi	1	6*	1.440	48
	Reproductor de CD	1	25**	17	2
	Taula de mescla	1	55	17	5
	Fax (utilitzat com a telèfon)	1	220	1.440	1.764
	Marcador elèctric	1	100*	60	33
	Altaveus	4	250	17	95
Nutrició	Màquina de begudes	1	750	1.440	6.012
	Màquina de cafè	1	1.300	60	434
Consum total (kWh/any)					28.855
Data de treball de camp					16.12.16 + 21.12.16

Taula 7: Fitxa d'anàlisi dels equips elèctrics de la llar d'infants Pi del Soldat. Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Dades dels equips analitzats (Llar d'infants)					
Tipus d'ús (per funció)	Equips	Quantitat	Potència (W)	Temps d'ús (min/dia)	Consum (kWh/any)
Treball i activitat	Fluorescents	25	58	171	1.508
	LEDs	34	7*	342	495
	Bombetes de baix consum	200	18*	256	5.616
	Focus	20	42	171	874
	Làmpades d'halogenurs metàl·lics	4	70	299	510
	Ordinadors	5	140*	299	1.274
	Servidor	1	100**	1.440	876
	Impressora	1	1.680	3	31
	Router wifi	1	6*	1.440	53
	Telèfons	3	6*	1.440	158
	Megafonia	1	200*	39	48

	Relotge de marcatge	1	200*	1.440	1.752
Nutrició	Nevera	1	180	1.440	1.577
		1	250*	1.440	2.190
	Microones	3	700	30	383
	Dispensador d'aigua	1	340	540	1.117
	Màquina de cafè	1	1.300*	420	3.322
	Tetera elèctrica	1	1.200*	60	438
	Cuina	1	1.200*	60	438
Seguretat	Rentadora	1	450*	120	329
	Assecadora	1	740*	120	540
	Rentavaixelles	1	2.170	120	1.584
Comoditat	Estufa / Aire condicionat	1	2.000	151	1.842
Consum total (kWh/any)					26.952
Data de treball de camp					21.11.16

Taula 8: Fitxa d'anàlisi dels equips elèctrics del centre cultural Ca L'Arturo (sense l'edifici de Ràdio Litoral). Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Dades dels equips analitzats (centre cultural Ca l'Arturo)					
Tipus d'ús (per funció)	Equips	Quantitat	Potència (W)	Temps d'ús (min/dia)	Consum (kWh/any)
Treball i activitat	Fluorescents	24	36	343	1.802
		20		120	526
		28		86	526
		8		43	75
		2		9	4
		4		3	3
	Bombetes de baix consum (temporitzador)	3	18	300	99
		5		60	33
		7		43	33
		4		24	11
	Focus	8	20**	60	58
	Bombetes halogenades	1	50	300	30
		4		3	1
	Ordinadors	4	140*	321	1.095
		4		86	292
	Impressora	1	1680	17	175
	Telèfon	4	4*	1440	140
Router wifi	2**	6*	1440	105	

	Switch 24 ports	1**	15*	1440	131
	Servidor de còpies	1**	200*	1440	1752
	Altaveus grans	1	110	34	23
	Altaveus petits	4	30*	4	3
	Projectors	2	150*	4	8
Nutrició	Dispensador d'aigua	1	60*	1440	526
	Frigorífic	1	180*	1440	1.577
Seguretat	Bombetes de baix consum (enceses permanentment)	3	18	1440	473
Comoditat	Aire condicionat (cortina d'aire)	1	5.600	90	1.022
	Bombes de calor (calefacció i aire condicionat)	3**	4.900	90	2.683
	Ascensor	1	9.000**	3	156
Consum total (kWh/any)					13.361
Data de treball de camp					18 - 23 - 25.11.16

Taula 9: Fitxa d'anàlisi dels equips elèctrics de l'edifici de Ràdio Litoral. Font: elaboració pròpia a partir de les fonts detallades sota la taula.

Dades dels equips analitzats (Ràdio Litoral)					
Tipus d'ús (per funció)	Equips	Quantitat	Potència (W)	Temps d'ús (min/dia)	Consum (kWh/any)
Treball i activitat	Fluorescents	4	36	4	4
	Bombetes halogenades	3	50	171	156
		4		17	21
		9		86	235
		1		3	1
		1		4	1
	Ordinadors	3	140*	471	1.205
	Ordinador central	3	200*	1.440	1.752
	Impressora	1	40	257	63
	Telèfons	4	4	1.440	140
	Router wifi	1	6*	1.440	53
	Receptor de ràdio	1	100*	1.440	876
	Amplificador	1	80*	471	229
	Reproductor de DVD	2	15*	471	86
	Reproductor de minidisks	1	15*	471	43
	Sintetitzador de freqüència/sintonitzador	1	8*	1.440	70
	Adaptador de telèfon	1	14*	257	22
	Micròfons	4	10*	17	140
	Taules de mescla	3	100*	471	5

	Altaveus	2	40*	257	860
Nutrició	Dispensador d'aigua (aigua freda)	1	60*	720	125
	Dispensador d'aigua (aigua calenta)		200*	11	13
Comoditat	Deshumidificador	1	300*	1.440	2.628
	Calefacció (bomba de calor)	1	2.700	60	986
	Aire condicionat (bomba de calor)		2.640	90	1.445
Consum total (kWh/any)					9.832
Data de treball de camp					18 - 23 - 25.11.16

ANNEX III

RESPOSTES OBERTES DE LES ENQUESTES

Pregunta oberta 1: Quines millores d'eficiència energètica o accions relacionades amb energies renovables coneix, que hagi realitzat l'ajuntament?

Canvi de bombetes a l'enllumenat públic

Plaques solars a algunes administracions municipals.

Faig reaprofitament d'aigües pluvials a casa i sóc soci de som energia.

Cap :(

Plaques solars tèrmiques

Solar

Cap

Posar leds

Deixallaria, depuradora

Fanals de carrer que no gasten tant

Aerotermita en alguns habitatges unifamiliars

Control de semafors carretera sant cebrà

Cambio de las lámparas del alumbrado público a led calefacción del centro de enseñanza público mediante caldera de biomasa

Pregunta oberta 2: Té alguna proposta per a millorar el projecte plantejat, o algun altre comentari al respecte?

No acabo de tenir clara la proposta de la central hidroelèctrica. D'on sortiria l'aigua que ha de produir l'electricitat ?

No crec que l'aprofitament hidroelèctric sigui viable

Actuar a tant petita escala, al meu parer, pot millorar l'eficiència però s'hauria de pagar un cert cost (paisatgístic, cultural, social...). Potser ja el teniu contemplat però, a part de la viabilitat ambiental que pugui tenir la presa hidroelèctrica, pot suposar un impacte negatiu per a molts que ens agrada la muntanya. Ànims i força que te molt bona pinta aquest treball!

Contractar l'enllumenat públic i de les instal·lacions municipals a una empresa d'energia verda com ara som energia o goiener. Reaprofitar les aigües pluvials dels edificis per a ús sanitari i de reg. Promoure aquests canvis a particulars, creant exempcions d'impostos relacionats.

Plantes elèctriques maremotrius, petits aerogeneradors a la zona de la baixada de la riera

Veig molt interessant el projecte i espero que tingui suficient visibilitat al poble per acabar-se implementades al menys algunes de les mesures proposades.

Em preocupa l'impacte (visual, etc) d'una central hidroelèctrica sobre l'autopista, tot i que segurament és per ignorància, ja que no sé què representaria realment. Quan diem "central hidroelèctrica" tots (la gent que no sap coses del tema) imaginem grans edificis de ciment... Així que de cara al futur jo especificaria molt, de manera que per la gent sigui fàcil d'imaginar. Per exemple: petit edifici i petita canalització d'aigua, que funcionen com a central hidroelèctrica, etc.etc.

Estalvi d'aigua: renovar la xarxa de distribució. Participar en xarxes amb altres petits municipis per la remunicipalització de l'aigua. La regeneració dels boscos (neteja de plàstics i deixalles de l'agricultura). Neteja de boscos per produir biomassa per a calefaccions. Promoure d'iniciatives locals per l'autoabastiment de productes alimentaris d'agricultura i ramaderia ecològica. Promoure el car-sharing per disminuir el consum de combustible. Etc, etc, etc.

Jo sempre em fixo en l'enllumenat públic (poc eficient, contaminant lumínic), caldria invertir en fanals amb disseny més respectuós amb l'entorn i de led's, i controlar millor els horaris d'encesa. La construcció de la central em sembla bastant inviable, a més que suposaria un impacte ambiental considerable. Potser caldria, com a base del projecte, elaborar una campanya de conscienciació per aconseguir una reducció del consum actual, intentant que s'hi impliquin tant organismes oficials (local, autonòmic) com entitats del poble, empresaris i ciutadans particulars. Sóc ambientòloga (treballant de profe a un institut) i el projecte em sembla molt interessant! Enhorabona i sort! M'encantaria veure el vostre projecte final, us deixo el meu correu: titaestol@gmail.com

Desconec el cost mediambiental de la construcció de la central hidroelèctrica... I penso que potser seria millor posar petites plaques solars per cada fanal...

Complementar les fases proposades amb sistemes de climatització més eficients, amb bomba de calor. Com per exemple sistemes aerotermics.

Ànims que aquest és el bon camí!

Crec que seria molt important convocar reunions a la població per tal de que les persones que no estan familiaritzades amb aquests temes, vagin aprenent totes les possibilitats que ofereixen i persones que no s'interessen en absolut per aquests temes puguin incrementar el seu interès a través d'informació completa, honesta i aclaridora. També crec que seria útil buscar l'exemple d'algun poble petit de la mida de Sant Pol que sigui ja autosuficient energèticament i posar-ho d'exemple (explicant l'abans i el després o l'opinió dels seus habitants). Seria una manera útil per tal que la gent desconixedora d'aquests temes, que normalment els fa mandra pensar-hi perquè ho veuen molt complicat, veiés amb més claredat les opcions i les possibilitats. Fins i tot, en aquesta línia, podrieu posar-vos en contacte amb algun poble d'aquestes característiques i organitzar una taula rodona per compartir les seves experiències amb un projecte ja en funcionament, a fi d'optimitzar el vostre projecte i recollir arguments per informar millor als nostres conciutadans.

Amb aquestes de moment

No

Adaptar la depuradora per produir biogàs i instal·lar un grup de cogeneració si així fos necessari. Aprofitar la energia calorífica del fang per produir aigua calenta per enviar-la a l'escola i camp de futbol i altres serveis socials que estenguin a prop.

Yo creo que se debería dejar claro cómo y quién pagaría ese proyecto porque Sant Pol se mueve por dinero y el ayuntamiento lo gestiona muy mal. Intentaron usar el parque como parking en verano para alojar más visitantes. Así que el pensamiento del ayuntamiento es casi contrario

Hay que prever muy bien el sistema de construcción de la central hidráulica en la fase 2, para que pueda ser ampliable en un escenario futuro. ¡¡¡ mucha suerte con este trabajo !!!

***Nota: en aquesta fase del projecte encara es considerava construir una central hidroelèctrica, que corresponia a la Fase 2.**

ANNEX IV

TRANSCRIPCIÓ DE L'ENTREVISTA

Informació prèvia

Entrevistada: Marta Morera Marcé, la responsable tècnica del projecte "Rubí Brilla"

Data de l'entrevista: 20 de desembre de 2016

L'entrevista

Aquí es presenta la transcripció de l'entrevista realitzada el dia 20 de desembre de 2016, a l'edifici de Rubí Formació, al municipi de Rubí. La persona entrevistada és la Marta Morera Marcé, responsable tècnica del projecte Rubí Brilla, que actualment s'encarrega de coordinar i divulgar el projecte.

Bon dia, som tres estudiants de la Universitat Autònoma de Barcelona, i estem realitzant un projecte de final de carrera que consisteix en estudiar la potencial instal·lació d'energies renovables al municipi de Sant Pol de Mar, per tal d'abastir una part dels edificis públics. Per realitzar un projecte com aquest, cal tenir en compte la part social, les posicions i la influència dels diferents actors involucrats en el tema, per tal de saber com conduir la transició de la millor forma possible. Això inclou tant l'Ajuntament com la resta d'habitants del poble, als quals podria afectar la instal·lació.

Per investigar això, voldríem saber com s'ha tractat aquest tema al projecte de Rubí Brilla, i avaluar la seva aplicabilitat al poble de Sant Pol. Aquest és un poble petit de la costa del Maresme, d'uns 5.000 habitants, amb un ajuntament petit i amb un pressupost limitat.

1. Com va començar la iniciativa de Rubí Brilla?

Va començar a finals del 2011. L'inici va ser al PAES [*Pla d'Acció per a l'Energia Sostenible*], amb la diagnosi de consum energètic i emissions, i es va veure que si aplicaven la metodologia del PAES no podríem assolir els objectius pel 2020 (de reduir el 20 % de les emissions), ja que les mesures que es proposaven influïen només sobre el 2 % del consum energètic de la part municipal, i a Rubí hi ha un 40 % de consum energètic procedent de la part industrial.

Llavors, el que es va fer va ser traslladar el PAES a la part industrial, amb l'objectiu de poder acostar-nos més als objectius a nivell de municipi.

D'altra banda, un punt clau és vendre bé el tema de reduir els costos energètics a les empreses (com a factor de competitivitat), ja que jugant amb aquest concepte, es pot aconseguir bastant pel que fa a la reducció d'emissions i del consum energètic, que és l'objectiu final.

Tot va començar amb només dues/tres persones. Primer, es va dur a terme una recollida de dades.

El primer any es van mirar quines mesures es podien fer directament, que no requerissin inversions importants sinó que proporcionessin bàsicament un estalvi, com: la

comptabilitat energètica, la reducció de la factura, etc. És a dir, mesures que van permetre tenir un estalvi net, el primer any, sense haver invertit res.

Després, va caler sumar-li un compromís polític que assegurés que d'aquest estalvi generat durant aquest primer any, una part fóra invertida el següent any a través de processos de monitorització en aquests edificis.

Monitoritzar costa uns 3.000 euros per edifici, però el potencial d'estalvi que té és impressionant.

Un exemple el trobem, sobretot, a l'escola. La monitorització ens dona el consum real (a temps real) de llum, gas, i aigua de l'equipament (fuites, caps de setmana, nit, etc) i ens permet veure les pèrdues innecessàries, és a dir, tenir un control dels paràmetres (informació) que ens permeten generar molt més estalvi.

Evidentment, cal un personal especialitzat: els agents energètics, que cada dia van comprovant tots aquests consums dels edificis i per tal que el següent any, l'estalvi encara sigui major que la inversió obtinguda.

I així és com funciona el projecte de Rubí Brilla. L'estalvi obtingut, de cada any, s'utilitza per a fer una nova inversió l'any següent per tal d'anar així reduint el consum progressivament, sense haver de demanar diners al ciutadà, ja que dins el mateix pressupost, optimitzant-lo, estàs generant una bossa d'estalvi que es va retroalimentant.

D'aquesta manera, d'aquí 4 anys i si no s'hagués començat a fer el projecte Rubí Brilla, el pressupost de consum seria de 2 milions d'euros més del que és ara. Per tant, s'ha aconseguit un estalvi de 2 milions sense demanar un euro més a ningú. I això resulta molt atractiu tant per a l'administració com per al públic.

El producte es ven bé per si sol; interessa socialment i políticament.

També cal dir que tenim altres projectes com el "Projecte 50/50" a les escoles, que també és interessant, ja que ha estat una acció integral en la que incideixes sobre els nens amb la sensibilització, la cultura energètica, el tema educatiu, etc. En 4 anys, a Rubí hem estalviat uns 300.000 euros només amb les escoles.

Bàsicament és canviar els hàbits: optimitzar horaris de calefacció, saber quan hem de tenir oberts o tancats els llums, etc. Tanmateix, de l'estalvi aconseguit a les escoles, el 50 % va per a aquestes i l'altre 50 % s'inverteix per part de l'ajuntament per millorar l'eficiència energètica de l'escola en si, generant més estalvi i reduint també el consum. És un projecte rodó; l'escola es motiva genialment.

2. *Començar-lo aleshores, en el context legal, econòmic i polític del moment, era relativament més fàcil que si s'hagués començat ara?*

No. Sempre hi ha hagut com l'amenaça de l'aprovació del decret d'autoconsum, no? Que fins i tot ha fet més mal aquesta amenaça que si realment l'haguessin aprovat, perquè era allò que, com que hi havia la sospita que s'aprovaria, doncs ja ningú invertia. Amb això van aconseguir realment un bon efecte.

Una mica com el que va passar amb el Brexit, no?

Sí, sí... Amb l'amenaça s'aconsegueixen moltes coses. És això, l'autoconsum és rentable, t'ho miris com t'ho miris, i per més que hi hagi aquest impost de més, el que estan complicant és tot aquest procés d'autorització, de donar d'alta, de... diríem tota la burocràcia vinculada, que hauria de ser "jo faig una instal·lació, la comunico, i adéu", i permetre el balanç net, això sí.

Llavors nosaltres del que ens encarreguem en cada congrés és de dir: "a veure, l'autoconsum és legal, una altra cosa és que sigui fàcil". Perquè en algun moment es deia, "està prohibit!" i l'impost al Sol, que no és ben bé un impost, també...

Bé, tot plegat és una situació que és més o menys la mateixa; la situació de partida que nosaltres teníem el 2011 segur que en molts ajuntaments era igual.

De fet, ara, la persona que era el coordinador del projecte en el seu moment, està treballant a una empresa sense ànim de lucre de Madrid, i estan implantant el "Mètode Rubí Brilla" a molts altres municipis d'Espanya, que era realment l'objectiu. Ells estan treballant amb el que nosaltres estàvem treballant al 2011: agafar consums del pressupost municipal, ordenar-los i veure on s'han de centrar les accions, per a aconseguir aquests estalvis inicials sense inversió que t'he explicat abans.

El mètode és impressionant si es segueixen els passos ordenadament. No es pot començar dient: "aquí, instal·lacions de fotovoltàica", en una escola on encara no s'ha optimitzat el consum. No pots fer-ho així perquè aquell consum, primer, el pots optimitzar de manera que el redueixes a la meitat, com moltes escoles han fet amb el projecte 50/50, i després dimensiones una instal·lació que seria la meitat, per entendre'ns.

Per a nosaltres és important això, seguir els passos ordenadament i no començar la casa per la teulada, i dir primer: "anem a optimitzar, sense inversió". Després comencem a fer petites inversions, de retorn inferior a un any, i ja després arribarem a altres inversions que tinguin un retorn d'inversió més elevat, però amb tot això, fins que arribes aquí, ja has aconseguit un gran estalvi.

L'estalvi que generes sempre ha de ser més gran que la inversió que puguis fer. Llavors és posar-hi el llindar. Si ja de per si és important posar l'èmfasi en l'eficiència energètica i les energies renovables, doncs d'aquesta manera és molt més rentable.

3. *Llavors el projecte està enfocat més aviat en l'eficiència energètica que en cap altra cosa. Si hipotèticament s'aïlla Rubí de la xarxa general, tindria prou reserves d'energia com per autoabastir el municipi?*

No, no... O sigui, hi ha estudis fets en alguns àmbits, sobretot amb el tema industrial, on es va estudiar l'eficiència energètica de les naus. S'està mirant de reduir, a través de l'aïllament de les naus, el consum energètic i, després, potenciar l'energia fotovoltàica (a les cobertes) per a assumir aquest consum.

Per exemple, tenim un balanç fet en algun polígon que podria ser autosostenible si s'optimitzès molt bé el consum d'energia i s'ocupessin totes les cobertes amb una instal·lació fotovoltaica, però d'aquí a arribar a fer-ho, queda temps encara. És una cosa lenta.

S'ha de començar per la base, reduint, perquè si no gestionem bé la demanda, no donarem prou mai per cobrir-ho tot amb renovables, que és l'objectiu final.

4. *Així creus que es podria aplicar aquest projecte a un poble petit com Sant Pol de Mar?*

Perfectament. De fet, t'he comentat que s'està traslladant a altres municipis. Hi ha municipis grans com Madrid, València i Barcelona, que estan començant, i municipis petits com Pinto, Rota... de tot arreu, que són petits i mitjans. Hi ha de tot.

La qüestió és incidir amb els equipaments del municipi, que es cregui convenient, per tal de generar un estalvi. La primera acció que fas és optimitzar sense inversió, per tant aquí ja tens un estalvi.

La gràcia és aquesta: gestionar bé els pressupostos (optimitzar les factures que tens).

Estic quasi segura que la majoria de municipis: petits, mitjans o grans, no tenen controlat què paguen d'energia, quina contractació tenen feta, quina potència han contractat, quina tarifa estan pagant, si podrien pagar molt menys, i això ja no només els ajuntaments, sinó a les famílies, els comerços, les indústries, o sigui... és increïble.

O sigui, per aquí hi ha molta feina a fer, i tant de bo ja tots els municipis es possessin només a fer això, aquest primer pas: reduir el consum, ja que malbaratem molta energia i no en som conscients.

Sempre expliquem aquest símil molt visual: la gent no se'n va de casa amb una aixeta encesa, no? Tu t'espantes, no? "Me'n vaig de casa i l'aixeta encesa!" Però en canvi ens anem de casa amb els *wifis* encesos, els *standbys* i qualsevol altra cosa connectada, no? Doncs, l'energia no deixa de ser un flux també, no? Semblant a l'aigua.

I això és la consciència que encara no hi ha. El "què és l'energia" costa de fer-ho entendre a la gent. I per aquí s'ha de començar. Després ja vindran les plaques solars i tot plegat.

Quan a la gent li dius: "t'ajudem a estalviar a casa teva", et contesten: "jo ja estalvio, tinc tot LEDs", i dius, "no és això estalviar".

Generalment, les coses materials és allò que la gent veu més, no? Els LEDs, les plaques... Però hi ha molt més dins del concepte d'energia que s'ha de treballar, i entendre.

Troblem a moltes cases termos elèctrics que estan 24 h engegats, i resulta que és el consum més gran que tenen aquestes i no ho saben, i per aquí hi ha un estalvi molt gran. Així doncs, aquests podrien posar un programador per exemple, per tal de saber quantes hores està l'aparell en funcionament. Això són algunes de les coses que s'han treballat molt a la comunitat Rubí Brilla.

5. *Així, pel que fa al projecte, quina és l'actuació que ha proporcionat més estalvi energètic?*

El projecte que ha suposat més estalvi és el de les escoles que t'he explicat anteriorment, amb el que s'han estalviat tants diners en tan sols 4 anys, i amb el mateix ordre de magnitud, el projecte de la monitorització.

Un altre projecte interessant és el de les fotolineres, canviar el sistema de mobilitat, fomentar la mobilitat sostenible, compartir cotxe, etc.

El que es vol des del projecte és aconseguir una mobilitat elèctrica, però amb fonts d'energia renovable, amb plaques fotovoltaïques que alimenten els punts de càrrega i a més a més, que l'excedent d'energia elèctrica (que no se'n vagi pel punt de càrrega) es destini a cobrir els consums dels edificis municipals més propers. Així doncs, aconseguixes un estalvi en el consum energètic de l'edifici i proporciones, a la vegada, energia als vehicles elèctrics; tot amb una font renovable, la solar, gratuïta i neta.

Llavors es podrien utilitzar, per exemple, les cobertes dels pàrquings per posar-hi plaques, no?

Per exemple, sí. Això depèn també de la planificació urbanística de cada municipi. És important mirar sempre el tema econòmic, establir una relació entre la inversió necessària, l'estalvi i l'amortització econòmica pel que fa a la fotovoltaïca.

6. *D'altra banda, quins problemes heu tingut a l'hora d'implantar el projecte?*

Cal dir que és molt difícil que tothom que es pugui veure d'una forma o altra afectat pel projecte hi estigui d'acord. Sempre hi ha grups que presenten un posicionament contrari a aquest, tant des de dins com des de fora l'Ajuntament. Per això és molt important no polititzar el projecte, ja que porta a disputes que fan més costos tot el procés d'implementació d'aquest.

7. *Què va fer per tal de mostrar atractiu el projecte a la població?*

No es va fer res, simplement es va implementar. No hi havia la idea de fer-ho atractiu. Es va començar a treballar directament i d'aquí va sorgir tot un mètode que és el que intentem traslladar a la resta de municipis.

8. *S'ha informat a la població sobre el vostre projecte? Com?*

Sí, i s'ha fet de la manera que hem considerat més efectiva. La millor manera d'arribar a la gent és trucant a la porta directament, és a dir, una actuació directa, tant a nivell d'escoles com a les zones industrials o les llars, i no pas a través de tríptics o altres mètodes informatius.

9. *Tot i això, la gent encara no té molta informació disponible sobre el vostre projecte. Per què?*

Que tothom conegui el projecte és molt difícil, però el paper de l'ajuntament és dur a terme aquest procés de divulgació.

10. *Així, seguint amb el tema de la informació, sou molta gent els que us encarregueu de la comunicació d'aquests projectes?*

No, a nivell de comunicació bàsicament hem fet el vídeo, i el tema del congrés... Tenim el departament de comunicació, i ells van fer notes de premsa i poca cosa més, però la difusió que anem fent del projecte ha estat més d'anar als llocs i d'explicar l'experiència.

11. *Però quanta gent sou més o menys? Qui s'encarrega de comunicar la informació?*

Nosaltres vam començar sent dos persones, l'any següent ja vam créixer una mica més. Hem anat incorporant gent de dins del propi ajuntament.

Amb tots els projectes fem grups de treball, és a dir, per temes de pobresa energètica fem un grup de treball amb serveis socials, i llavors aquí també hem tingut la sort que el SOC [Servei d'Ocupació de Catalunya] ens ha anat finançant personal.

Com a màxim en el projecte érem vuit persones. Però bé, és un grup bastant transversal; no hi ha ningú dedicat específicament a la comunicació.

Teníem en el seu moment un sociòleg que portava tot el tema de la web i del *Twitter*, i coses així. Amb el *Twitter* també hem fet bastant difusió. Però poca cosa més.

També s'ha fet molta acció directa, de molts municipis que han anat coneixent el projecte i ens trucaven, després anàvem allà i explicàvem el projecte, i aquesta és la millor manera al final, d'arribar. Perquè l'objectiu era aquest, de dir, "ostres!, si a Rubí s'han aconseguit tants bons resultats, no ens ho volem quedar per dir 'mira què bons que som', s'ha de traslladar a la resta de municipis, per a aconseguir els mateixos resultats".

12. *Per acabar, una última pregunta. Va haver-hi algun moment clau que va portar a un canvi de perspectiva general pel que fa al consum energètic? La participació ciutadana va influir?*

Sobretot el moment clau es va donar amb les escoles, un altre cop.

En un inici els va sorprendre una mica que l'ajuntament els demanés emprendre la tasca de reduir el seu consum, però al veure que dels resultats, el 100% de benefici era per l'escola, els va motivar molt més, tot i que no estaven del tot convençuts.

Quan va acabar el primer any d'escola i van veure realment l'estalvi, les millores i la subvenció que els prestava aleshores l'ajuntament (millora en l'aïllament de finestres i portes, entre altres aspectes), aquests es van motivar moltíssim i encara ara estan encantats amb el projecte.

Els nens fan presentacions dins el centre als altres companys i dins dels claustres i fora, s'han fet tallers a altres llocs, com Madrid, sobre el 50/50, i han sigut els propis nens els que ho han presentat. A les escoles els alumnes pràcticament s'han convertit en agents energètics.

El fet que nens de 11-12 anys i inclús més petits t'expliquin tot el que s'ha fet a les escoles fa que s'aprecii realment el canvi de *xip*.

Desgraciadament, s'ha d'entrar per la part econòmica que és la que la societat prioritza més actualment. Entenen més l'estalvi econòmic (300 euros) que no pas l'estalvi energètic (300 Kwh). Sempre cal fer l'exercici de vendre la part econòmica, és l'única manera que veus una acció directa. Mirant la factura, mostrant la possible millora i demostrant la possibilitat real.

És important també difondre i facilitar la informació a altres municipis, ja que l'administració pública al cap i a la fi és la multinacional més gran del país i no té sentit que s'hagi de tornar a repetir tot el procés que han fet a Rubí Brilla de o quan ja hi ha la base muntada i està a disposició de qui la vulgui utilitzar.

L'autorització per a publicar l'entrevista

Jo, Marta Morera Marcé, responsable tècnica del projecte Rubí Brilla, autoritzo la publicació del meu nom i de la transcripció de l'entrevista duta a terme el 20 de desembre de 2016, a l'edifici de Rubí Formació, Rubí, al treball de fi de grau de Ciències Ambientals de la Universitat Autònoma de Barcelona: "Estudi de la viabilitat d'un sistema energètic basat en renovables a Sant Pol de Mar".

Firma:



Data:30 de gener de 2017

ANNEX V

Proposta de millora en l'abastiment de l'enllumenat

Càlcul del consum mensual de l'enllumenat públic per abastir

En aquesta taula (*Taula 1*) es mostra la potència contractada (120 kW) de l'enllumenat públic, calculada a partir de les dades proporcionades de potència instal·lada (80 kW) per l'empresa encarregada de la seva instal·lació i manteniment, Electricitat Boquet. La potència instal·lada consisteix en la potència de totes les bombetes instal·lades, mentre que la potència contractada inclou, a més, la potència de tots els altres equips utilitzats en el sistema de l'enllumenat (*Boquet, 2016*).

Per a calcular la potència contractada a partir de la instal·lada, els treballadors d'Electricitat Boquet han recomanat multiplicar-la per un factor d'1'5:

$$\text{Potència contractada (kW)} = \text{potència instal·lada (kW)} * 1'5$$

Així s'obté un valor més real de la potència que s'està abastint en aquests moments.

Aleshores, s'ha calculat la potència nova instal·lada (76 kW) restant l'estalvi de potència en instal·lar els LEDs al barri de Jardins de Sant Pol. Aquests càlculs apareixen en l'apartat d'eficiència energètica. La potència nova contractada s'obté multiplicant aquest valor nou pel mateix factor 1'5. La potència nova contractada (**114 kW**) serà, aleshores, el valor que haurà d'abastir el sistema hidroelèctric, ja que és un valor més realista que el de la instal·lada.

Taula 1: Potència actual i nova de l'enllumenat públic, instal·lada i contractada. Font: Elaboració pròpia

	Potència actual (kW)	Potència nova (kW)
Instal·lada	80	76
Contractada	120	114

Per consegüent, s'ha calculat el consum mensual de l'enllumenat públic a abastir a través de les potències anteriors. D'aquesta manera, s'ha obtingut un valor de consum (41.605 kWh/mes), resultant de restar el consum actual al consum estalviat després d'haver dut a terme les mesures d'eficiència, donant lloc a la taula següent (Taula 2):

Taula 2: nou consum de l'enllumenat, obtingut després d'haver implementat les mesures d'eficiència energètica. Font: Elaboració pròpia.

Enllumenat	Consum actual (i) (kWh/any) (Boquet, 2016)	Consum actual (c) (kWh/any) (Boquet, 2016)	consum actual - estalvi (i) (kWh/any)	Consum actual - estalvi (c) (kWh/any)	consum actual - estalvi (i) (kWh/mes)	consum actual - estalvi (c) (kWh/mes)
Quadres d'enllumenat públic	351.670	527.505	332.836	499.254	27.736	41.605

*Els càlculs anteriors s'han realitzat a partir dels valors de la potència (Taula 1):

(i) **Instal·lada:** inclou només les bombetes instal·lades.

(c) **Contractada:** inclou les bombetes instal·lades i la resta dels equips instal·lats per al funcionament del sistema

Alternativa 1: la central hidroelèctrica

Cal remarcar en el fet que tot i que no es tracta de la solució més eficient, aquesta pretén donar resposta a la visió futura de l'autogestió. Es tracta de dissenyar un equipament que no depengui de la xarxa elèctrica i que per ell sol pugui abastir tot el consum de l'enllumenat amb energia renovable (energia solar més hidroelèctrica, en aquest cas)

Tanmateix, cal recalcar en el fet que, actualment, aquesta infraestructura no és viable degut a la falta de superfície per situar-hi les plaques solars que abastirien la central, però tot i això s'ha plantejat com una possible alternativa ja que no es descarta que en un futur es puguin localitzar noves zones per instal·lar-hi mòduls.

Així, en aquest apartat s'ha dut a terme el dimensionament d'una hipotètica central hidroelèctrica, la qual pretén ser autosuficient atenent que el consum energètic de la infraestructura ve abastit per l'energia extreta de les plaques solars situades sobre el dipòsit inferior de la central i pels voltants de l'equipament.

D'aquesta manera, s'ha fet un estudi de les dimensions que hauria de tenir la central (dipòsits, turbines, etc.) i de la quantitat necessària de plaques fotovoltaïques que necessitaria aquesta per ser autoabastida, és a dir, s'ha fet un estudi sobre el nombre de mòduls que la central necessitaria per fer funcionar les bombes que transporten l'aigua del dipòsit inferior al superior.

a) Localització de la central (cartografia)

Gràcies a la informació recollida durant les sortides de camp i la seva localització coneguda presencialment, utilitzant també les imatges satèl·lit de *Google Earth*, es pot observar la zona potencial on instal·lar els dos dipòsits necessaris per a la central hidroelèctrica (Fig. 1).



Figura 1. Mapa ampliat on es mostra la possible situació dels dipòsits de la central mini-hidràulica. Font: elaboració pròpia utilitzant Google Earth.

Així doncs, pel que fa a la distància de la central hidroelèctrica (destinada a abastir el consum de l'enllumenat públic) s'observa que es troba força allunyada de la zona del nucli urbà, que és on es situa la major part de l'enllumenat del municipi. Això podria ser un desavantatge degut a les pèrdues energètiques durant el transport.

S'ha efectuat també una taula Excel (taula 3) amb les dades corresponents a: àrea (en m² o Ha), altitud i desnivell (en m) dels polígons de Miramon corresponents als dipòsits de la central hidroelèctrica

Taula 3. Dades extretes del mapa de Miramon sobre àrees i altituds. (Font: elaboració pròpia).

Fonts d'Energies Renovables	Àrea	Altitud	Desnivell
Dip1	901,7 m ² (0.1 ha)	196.7 m	101,1 m
Dip2	1685.8 m ² (0.2 ha)	95.6 m	

Per a estudiar la proximitat del sistema d'energies renovables a la xarxa de distribució elèctrica i als edificis públics considerats, s'usarà el Plànol de Xarxes i Serveis de Sant Pol proporcionat per l'ajuntament (Fig. 2) i es sobreposarà juntament amb Google Earth.

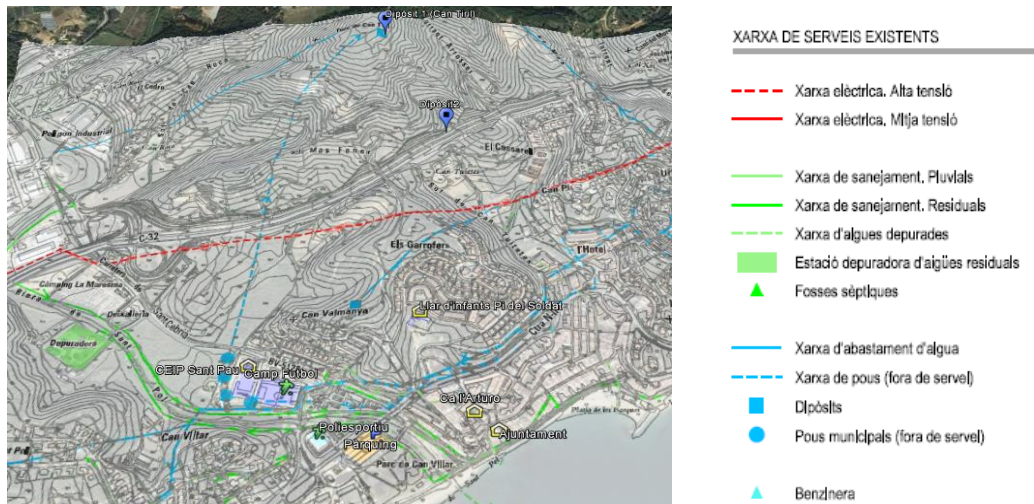


Figura 2. Superposició d'imatges on s'ha utilitzat el plànol de Xarxes i Serveis del POUM proporcionat per l'Ajuntament de Sant Pol de Mar. Font: elaboració pròpia fent servir Google Earth.

S'observa que existeix una xarxa de pous (conducció subterrània, actualment fora de servei) que va del nucli urbà fins a al cim de Can Tiril, on se situaria el dipòsit 1 de la central hidroelèctrica, això facilitaria molt l'accés de l'aigua als dipòsits fent necessària únicament una connexió entre ambdós dipòsits.

Al mapa següent (Fig. 3), més detallat, s'observen les principals xarxes de mitja tensió que travessen el municipi per a abastir-lo elèctricament. Es conclou que tant els edificis a abastir com les zones de producció són pròxims a la xarxa i que la possibilitat de connectar-los-hi és del tot real. Aquest fet facilita la implementació del projecte a Sant Pol de Mar ja que inclús a prop del turó de Can Tiril hi ha un punt d'estació transformadora per la qual es podria introduir l'energia produïda directament a la xarxa (exactament a Mas Ferner) i així evitar costos de construcció complementaris.

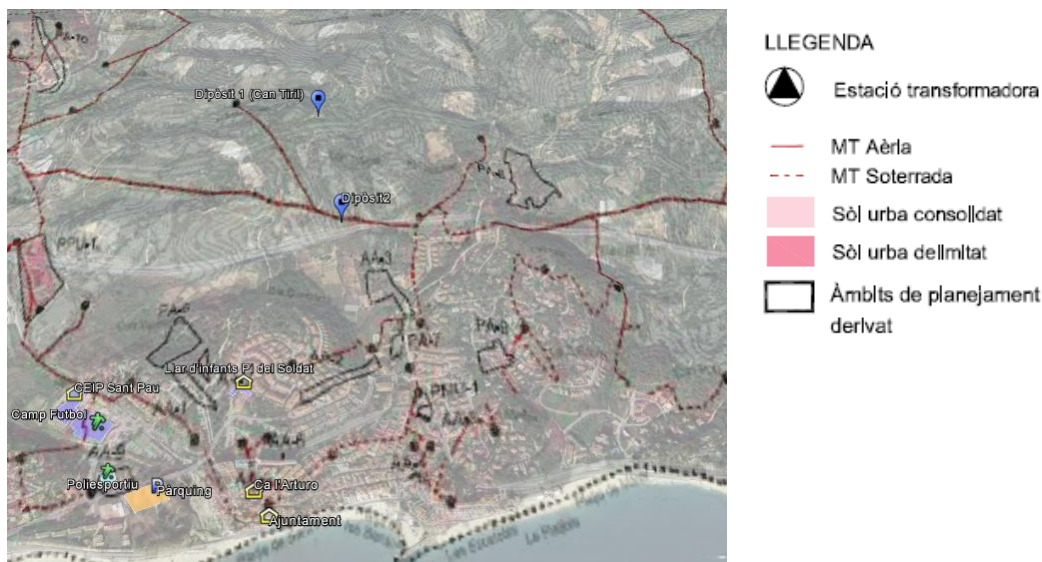


Figura 3. Sobreposició d'imatges on s'ha utilitzat el plànol de Xarxes i Serveis de Mitja Tensió del POUM proporcionat per l'Ajuntament de Sant Pol de Mar. Font: elaboració pròpia fent servir Google Earth.

Per a un estudi cartogràfic més acurat, gràcies a l'ortofotomapa de l'ICGC s'han creat uns polígons més exactes que coincideixen amb les cobertes o teulades dels edificis i zones on es considera instal·lar les plaques fotovoltaïques (Fig. 4).

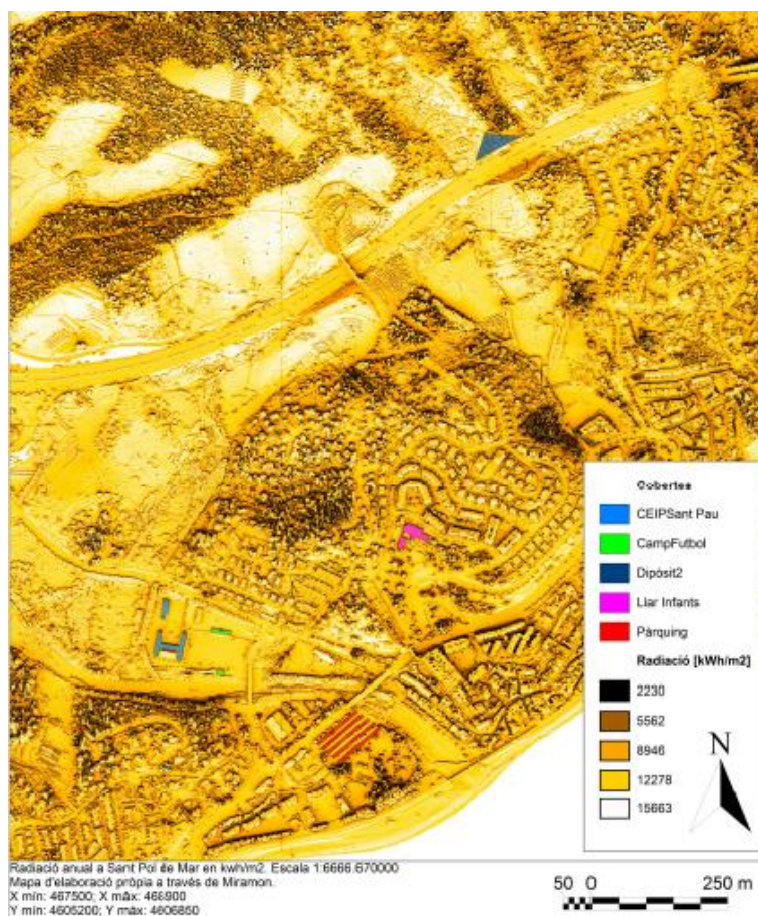


Figura 4. Mapa d'elaboració pròpia de Miramon a partir de les dades LIDAR topogràfiques i càlculs d'ombra on es mostra la radiació solar i els polígons específics de les cobertes de les zones potencials on posar plaques fotovoltaïques. Font: elaboració pròpia.

Aquesta informació s'ha creat per tal de tenir-la disponible en diverses unitats de temps: radiació diària, mensual i anual. Segons el càlcul, interessa un tipus de dada en concret.

Del darrer mapa s'extreuen dades d'àrea i radiació, com es pot veure a la taula a continuació.

Taula 4. Taula excel on es mostra l'Àrea d'espai disponible (àrea del polígon sencer), l'Àrea de l'espai útil per a les plaques fotovoltaïques (àrea aprofitable de cada coberta) i la Radiació anual desglossada en: anual mitjana (la que predomina sobre aquella coberta en concret) i anual màxima (la màxima que arriba en aquella coberta en concret) de les diferents zones potencials on posar plaques fotovoltaïques. Font: elaboració pròpia.

	Espai disponible	Espai útil (cobertes)	Radiació anual	
			Anual mitj.	Anual màx.
Dip 1 (inferior)	1685,8	1685,8	14987	15581
Unitat	m2	m2	kWh/m2	kWh/m2

Les dades de radiació solar, per a poder fer el dimensionament, s'usaran també en dades mensuals tal i com es mostra en la taula a continuació (taula 5)

Taula 5. Taula excel on es mostra la radiació mensual total de cada mes de l'any 2016 desglossada en: mitjana (la que predomina sobre aquella coberta en concret) i màxima (la màxima que arriba en aquella coberta en concret) de les diferents zones potencials on posar plaques fotovoltaïques. Font: elaboració pròpia.

	GENER		FEBRER		MARÇ		ABRIL	
	mitjana	max	mitjana	max	mitjana	max	mitjana	max
Pàrquing	73,9	84,8	72,5	97,8	93,2	125,8	113,1	144,8
Camp Futbol	39,5	79,6	57,2	97,3	87,5	116,6	119,7	139,4
CEIP	38,3	82,9	50,8	93,6	92,1	122,2	122,6	147,4
Llar infants	41,4	74,9	59,0	99,0	87,7	130,1	121,2	147,9
Dip 1 (inferior)	70,8	89,1	84,1	101,6	115,5	131,3	144,5	147,4
Total	193,1	322,2	239,4	387,7	360,5	494,8	476,5	579,4
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²

MAIG		JUNY		JULIOL		AGOST		SETEM.	
mitjana	max	mitjana	max	mitjana	max	mitjana	max	mitjana	max
163,7	169,0	163,4	170,6	172,2	179,3	158,6	166,1	132,7	149,9
160,7	168,8	173,1	176,0	181,1	182,1	163,2	167,5	132,6	148,3
161,0	167,9	173,5	175,6	181,3	183,0	161,2	166,6	134,8	150,6
160,8	167,3	170,1	172,3	176,1	180,4	159,5	165,1	138,9	150,6
165,4	167,8	168,1	173,7	168,6	182,5	156,9	166,8	145,4	151,2
646,2	673,0	680,0	694,4	710,7	724,8	642,4	665,3	538,9	599,3
kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²

OCT.		NOV.		DES.	
mitjana	max	mitjana	max	mitjana	max
103,5	130,8	67,7	112,3	41,7	93,4
105,6	132,6	66,9	104,1	48,6	85,4
108,8	130,6	66,6	112,4	46,9	91,3
101,6	133,0	68,6	110,6	41,7	87,6
122,0	133,4	99,3	110,4	79,1	93,5
419,4	526,8	269,7	439,3	178,9	357,7
kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²

b) Càlcul del volum dels dipòsits

En primer lloc, s'ha fet una estimació del volum que haurien de tenir els dipòsits que contindran l'aigua de la central hidroelèctrica.

Així doncs, a través de l'equació que relaciona la potència que volem abastir amb el cabal necessari per fer-ho, una constant ($9'81 \cdot 10^3$), la diferència d'alçada entre els dos dipòsits obtinguda a través de la cartografia digital i del rendiment de la turbina, s'ha obtingut un valor del cabal de $0'13 \text{ m}^3/\text{seg}$.

$$P \text{ (potència)} = \gamma (9'81 \cdot 10^3) \times Q \text{ (cabal)} \times \Delta H \text{ (alçada)} \times \eta \text{ (rendiment)}$$

$$\text{On: } P = 114.000 \text{ W} \quad \gamma = 9'81 \cdot 10^3 \quad \Delta H = 100 \text{ metres útils} \quad \eta = 90\%$$

$$Q = \frac{P}{\gamma \cdot \Delta H \cdot \eta} = \frac{114.000}{9'81 \cdot 1000 \cdot 100 \cdot 0'9} = 0'13 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Així, sabent el cabal i l'equació que relaciona el volum mínim del dipòsit amb Q, podem arribar a obtenir una dimensió aproximada del volum que hauria de fer cada dipòsit. Consegüentment, el volum d'aigua (m³) necessari per abastir el potencial elèctric de 114 kW de l'enllumenat públic és de 5.616 m³.

Volum dipòsit = Q x n^o hores que l'enllumenat està funcionant cada dia (12h de mitjana)

$$\text{Volum dipòsit} = 0'13 \text{ m}^3/\text{segon} \times 12 \text{ hores al dia (n}^{\circ} \text{ hores de l'enllumenat funcionant)} \times 3.600 \text{ segons} = 5.616 \text{ m}^3$$

Per tant, tenint en compte aquest volum, en aquest projecte s'han dimensionat els dipòsits de la següent manera:

- Dipòsit inferior: s'ha dissenyat pensant que aquest serà el dipòsit que emmagatzemaria tot el volum d'aigua en cas que la central no estigués en funcionament (durant la nit). Així, aquest dipòsit tindria un volum de 11.232 m³, equivalent al doble del volum obtingut anteriorment.

$$2 \cdot 5.616 \text{ m}^3 = 11.232 \text{ m}^3 = 11.232.000 \text{ litres}$$

D'altra banda, el fet de disposar de 1.685'8 m² de superfície disponible per a construir el dipòsit (informació extreta gràcies a la cartografia digital) i que aquest hagi de tenir un volum de 11.232 m³, suposa que aquest tingui una profunditat de 7 m.

$$\text{Volum} = \text{superfície} \cdot \text{profunditat} \rightarrow \text{profunditat} = 11.232 \text{ m}^3 / 1.685,8 \text{ m}^2 = 6,7 \text{ m} \approx 7 \text{ m}$$

- Dipòsit superior: aquest seria el dipòsit que contindria l'aigua de forma temporal, abans que aquesta baixés per la canonada i mogués la turbina generadora d'electricitat. Així, aquest dipòsit tindria un volum de 7.301 m³, equivalent al volum obtingut anteriorment més un 15 %.

$$5.616 \text{ m}^3 + 1.684'8 \text{ m}^3 \text{ (15\% del volum del dipòsit)} = 7.301 \text{ m}^3 = 7.301.000 \text{ litres}$$

En aquest cas, com disposem només de 901'70 m² de superfície disponible per fer el dipòsit (informació extreta gràcies a la cartografia digital) la qual ha de contenir un volum de 12.917 m³, la profunditat del dipòsit és de 14'5 m.

$$\text{Volum} = \text{superfície} \cdot \text{profunditat} \rightarrow \text{profunditat} = 7.301 \text{ m}^3 / 901.70 \text{ m}^2 = 8.1 \text{ m} \approx 8.5 \text{ m}$$

Així, aquests valors ja ens donen una primera informació sobre la dificultat que hi hauria a l'hora de construir els dipòsits, ja que la seva profunditat és força gran.

c) Elecció del tipus de turbina

Pel que fa a l'elecció del tipus de turbina que s'ha escollit per al projecte, s'han considerat, bàsicament, dos punts clau: el cabal (o'13 m³/segon) i l'alçada (100 metres), i s'ha fet ús d'un diagrama on hi ha representats els diferents tipus de turbines en funció d'aquests paràmetres (Fig. 5).

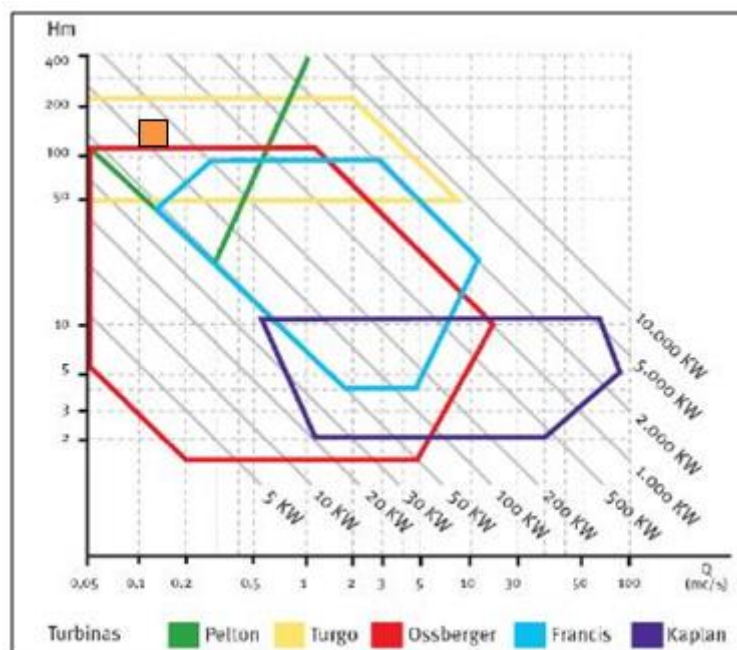


Figura 5: Diagrama en funció de l'alçada i el cabal que permet determinar el tipus de turbina. El quadre ataronjat representa el punt obtingut amb les dades d'aquest projecte. Font: Powerpoint hidroelectricitat, Campos D., 2010

Així doncs, a través del diagrama adjunt, i sabent que la potència que cal abastir és de 114 kW, s'ha considerat adient dissenyar una turbina de 120 kW, amb un rendiment aproximat del 90%.

D'aquesta manera, s'ha seleccionat el model TURGO, que és un tipus de turbina hidràulica d'impuls dissenyada per a salts de desnivell mitjà (Fig. 6).

L'energia potencial de l'aigua que arriba a la turbina es converteix tota en energia cinètica. Seguidament, el raig d'aigua passa a través dels àleps (cadascuna de les paletes corbades de la turbina hidràulica) que el desvien i inverteixen el flux. L'impuls resultant fa girar la pala de la turbina, transmetent l'energia a l'eix d'aquesta. Finalment, l'aigua surt amb molt poca energia (López J.J., 2012).



Figura 6: Fotografies d'una turbina Turgo (esquerra) i de dos rodets amb els seus corresponents àleps de la mateixa marca (dreta). Font: Powerpoint turbines Turgo: López J.J. (2012).

d) Dimensions de la turbina i velocitats de gir

S'ha dissenyat una turbina Turgo que proporcioni 120 kW.

Per fer-ho, s'han calculat tant les dimensions d'aquesta (metres), determinades pels radis de la turbina (R_t) i de l'injector (R_i) com les velocitats de gir (metres/segon), determinades per les velocitats de la pala (V_P) i de l'injector (V_i) (Fig. 7).

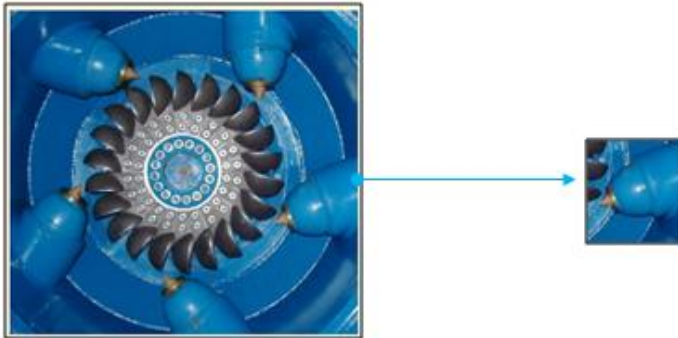


Figura 7: Mostra d'una turbina (esquerra) i d'un injecter (dreta) propis de les turbines d'impuls. Font: Powerpoint hidroelectricitat, Campos D., 2010.

Així doncs, com es disposa dels valors de la potència, el cabal i l'alçada, calculats anteriorment, s'ha fet ús de les equacions pròpies del dimensionament de instal·lacions hidroelèctriques, adjuntades a continuació: l'equació del factor forma i l'equació de la velocitat específica.

Tant el factor de forma com la velocitat específica són paràmetres que s'agafen com a referència per a calibrar el règim de funcionament d'una turbina. Aquests no tenen una interpretació física massa directa; tant un com l'altre estan relacionats amb el règim de gir de la part mòbil de la turbina, i estan pensats per a què turbines de diferents mides però equivalents (geomètricament parlant) funcionin totes amb el mateix valor (Campos D., 2016).

$$\text{Factor de forma} = \phi = \frac{\omega \cdot \sqrt{Pot}}{\sqrt{\rho \cdot (g \cdot h)^{5/4}}}$$

$$\text{on } \omega \text{ és la velocitat angular de la pala (rad/seg)} \rightarrow \omega = \frac{V_P}{R_t}$$

$$\rho \text{ és la densitat de l'aigua} \rightarrow \rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

g és la força de la gravetat $\rightarrow g = 9,8 \text{ m/s}^2$
i h és l'altura $\rightarrow h = 100 \text{ m}$

$$\text{Velocitat específica} = N_s = 500 \cdot \frac{V_p}{V_i} \cdot \frac{R_i}{R_t}$$

$$\text{on } V_i = \sqrt{2gh} \quad \text{i} \quad V_p \approx 0,5 \cdot V_i$$

Aquestes equacions, atenent que les turbines Turbo tenen un valor de velocitat específica comprès entre 20 i 50 i un factor forma comprès entre 0,1 i 0,5 (*Powerpoint hidroelectricitat, Campos D., 2010*), ens proporcionen múltiples opcions a l'hora de dimensionar la turbina i les seves corresponents velocitats de gir.

Per a aquest estudi s'han seleccionat els següents valors:

$$R_t = 25 \text{ cm}$$

$$R_i = 2 \text{ cm}$$

$$V_p = 21 \text{ m/s}$$

$$V_i = 42 \text{ m/s}$$

Per últim, cal esmentar que la canonada que uneix els dos dipòsits seria de les dimensions necessàries per poder-los mantenir connectats i garantir així un bon funcionament de la central, ja que tan la llargària com el diàmetre d'aquesta no afecten ni les velocitats de gir ni els radis de les diferents parts de la turbina.

A més a més, el disseny d'aquesta canonada hauria d'intentar evitar les turbulències de flux, que provoquen pèrdues, per tal de reduir-les al màxim.

e) Càlcul del tipus de bomba i del nombre de mòduls necessaris per abastir el seu consum

Tipus de bomba

El tipus de bomba determina la potència necessària (kW) que aquesta necessita per funcionar.

Així, la bomba ha estat seleccionada d'acord amb el valor de potència que es vol abastir (114 kW).

D'aquesta manera, s'ha considerat que la central estaria abastida per 2 bombes de 57 kW cadascuna.

Avui en dia, només es disposa d'una superfície per posar-hi les plaques solars destinades a suplir el consum d'aquestes bombes: els 1.685,8 m² d'àrea del dipòsit inferior de la central (informació extreta amb la cartografia digital).

Tot i això, s'ha calculat el nombre de plaques que serien necessàries per abastir el consum de les bombes atenent al fet que, en un futur, es localitzin noves zones (dintre del límit municipal) per situar-hi les plaques.

Nombre de mòduls necessaris per abastir el seu consum de les bombes:

En aquest apartat, s'ha dut a terme el càlcul del nombre de plaques fotovoltaïques necessàries per abastir el consum de les bombes.

D'aquesta manera, s'ha fet servir el mateix procediment que s'ha utilitzat a l'hora de calcular el nombre de mòduls fotovoltaïcs necessaris per abastir el consum dels equipaments (*Apartat 1.4 del treball*), atenent que coneixem el tipus de mòdul (AC-320P/156-72S) i el seu rendiment, el valor del consum que es vol abastir i el valor de les hores de sol pic (HSP).

A través de la següent taula, es mostren els valors de irradiació mensuals per metre quadrat rebuda pels mòduls del sistema (valors de les HSP) en la zona del dipòsit inferior de la hipotètica central hidroelèctrica (*Taula 6*).

Cal recalcar que s'han pres aquests valors d'HSP (obtinguts a través de la cartografia digital) degut a que s'ha considerat que les noves zones que es localitzarien per posar-hi plaques, en un futur, haurien d'estar el màxim prop possible de la central.

Així, en el moment en que es determinen aquestes àrees, s'haurien de refer aquests càlculs prenent els valors exactes d'HSP de les diferents zones d'ubicació de les plaques.

*Taula 6 : irradiació mensual per metre quadrat rebuda pels mòduls del sistema en la zona del dipòsit inferior.
Font: Elaboració pròpia*

Zona d'estudi	kWh/m ²					
	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY
Dipòsit inferior	89'1	101'6	131'3	147'4	167'8	173'7

Zona d'estudi	kWh/m ²					
	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE
Dipòsit inferior	182'5	166'8	151'2	133'4	110'4	93'5

Consegüentment, el valors més baixos de kW/m² de l'àrea d'estudi on es poden ubicar plaques es troba en el mes de Gener. Així doncs, s'ha pres aquest valor com a HSP.

Per tant, el nombre de mòduls que ha de tenir la central hidroelèctrica per tal que el consum de les bombes que la conformen sigui abastit amb energia solar hauria de ser de 1.824 mòduls fotovoltaïcs:

$$n^{\circ} \text{ mòduls} = \frac{\text{energia per abastir (consum de les bombes)}}{89'1 \cdot 0'8 \cdot 0'32}$$

$$n^{\circ} \text{ mòduls} = \frac{41.605}{89'1 \cdot 0'8 \cdot 0'32}$$

$$n^{\circ} \text{ mòduls} = 1.824$$

Aquest valor, expressat en termes de superfície equival a:

$$1.824 \cdot 5'55 = 10.123 \text{ m}^2$$

A més a més, s'ha calculat el nombre de mòduls que avui en dia ja podríem instal·lar a la zona del dipòsit inferior. S'ha fet a través de la superfície de la que es disposa actualment (àrea corresponent a la zona del dipòsit inferior: 1.685'8 m²) i sabent l'àrea que ocupen els mòduls més la seva ombra, que té el mateix valor que l'àrea determinada per al parc solar que pretén abastir els equipaments: 5'55 m² (Apartat 1.4.2.4).

Així doncs, 304 és el nombre total de mòduls que podem situar damunt del dipòsit :

$$1.685'8 \text{ m}^2 / 5'55 \text{ m}^2 = 303'74 \approx \mathbf{304 \text{ mòduls fotovoltaics}}$$

D'aquesta manera, si en un futur es vol dimensionar aquesta central hidroelèctrica totalment autoabastida amb energia renovable, cal buscar noves àrees on instal·lar les plaques que cobreixen el consum de les bombes.

A través dels càlculs anteriors referents al nombre de mòduls s'ha estimat el valor d'aquesta àrea:

$$1.824 - 304 = 1.520 \text{ mòduls} * 5'55 = \mathbf{8.436 \text{ m}^2}$$

En conclusió, és necessari habilitar noves zones que suposin una extensió de 8.436 m² dintre del límit municipal per tal de poder instal·lar-hi les plaques que abasteixen el consum de la central.

En cas de no ser possible, aquesta alternativa no és viable.

Alternativa 2: els aerogeneradors

En aquest apartat s'ha dut a terme una estimació de la superfície necessària per cobrir el consum de l'enllumenat a través d'aerogeneradors.

Així doncs, s'han utilitzat valors mitjans mundials corresponents a les diferents potències que es poden obtenir (utilitzant fonts d'energia renovable) segons la superfície de la qual disposem.

D'aquesta manera, i a través de la següent taula (taula 7), veiem que en el cas de l'energia eòlica es necessiten de 2 a 4 vegades més superfície que en el cas de l'energia solar, ja que amb plaques fotovoltaïques obtenim de 5 a 10 watts per metre quadrat i en canvi amb els aerogeneradors només se n'obtenen 2'5 watts per metre quadrat.

Taula 7: comparació de la potència obtinguda per metre quadrat en diferents fonts d'energia renovable. Font: Sustainable energy – without the hot air, D.J.C. Mackay.

Font d'energia	W/m ²
<i>Energia eòlica</i>	2'5 W/m ²
<i>Energia solar</i>	5-10 W/m ²

Per tant, si el consum que es vol abastir és de 41.605 (*Annex 2*), el nombre de mòduls necessaris per abastir aquest consum és de 1.824, que com s'ha explicat a l'apartat anterior (*Annex 3*), equivalen a una superfície de 10.123 m².

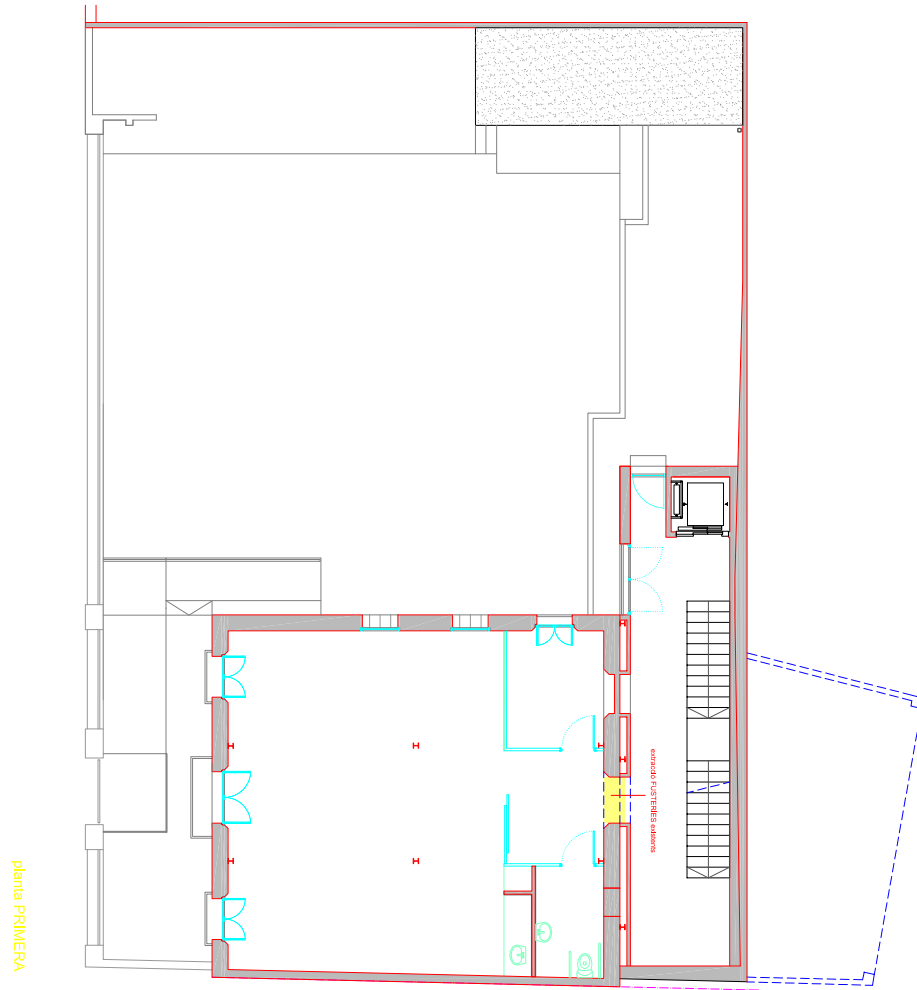
Així, és necessari localitzar dintre del límit municipal una àrea d'uns 20.246 (10.123 m² · 2), com a mínim, per tal que el consum de l'enllumenat públic pugui ser abastit amb energia eòlica.

Tanmateix, cal recalcar en el fet que, actualment, aquesta infraestructura no és viable degut a la falta de superfície per situar-hi els aerogeneradors que abastirien l'enllumenat, però tot i això s'ha plantejat com una possible alternativa ja que no es descarta que en un futur es puguin habilitar noves zones per instal·lar-ne.

ANNEX VI

Plànols de Ca l'Arturo i Ràdio Litoral

Plànol de la planta 1 de l'edifici del centre cultural Ca l'Arturo. Font: Ajuntament de Sant Pol de Mar. Nota: plànols desactualitzats - d'abans de la reforma (2009). Canvis mínims de parets interiors i distribució de sales respecte l'actualitat.



planta PRIMERA

Endemic

<p>PROJECTE PROJECTE MODIFICAT DE REHABILITACIÓ I AMPLIACIÓ DE L'EDIFICI DE CAL ARTURO PER EQUIPAMENT DE SERVEI A LA JOVENTUT</p>	
<p>C/ Ignasi Mass Nadal, 59</p>	
<p>PRODIGE AJUNTAMENT DE SANT POL DE MAR servei transparència</p>	
<p>MOBILITAT NÚMID Patrimoni Oriens</p>	
<p>BBT AEUU P3M34 plana PRIMERA 1/100</p>	<p>ESMA</p>
<p>DMA Octubre 2010</p>	<p>000 IN-F-03 03</p>

