



**Universitat Autònoma
de Barcelona**

Treball de fi de grau en Gestió de ciutats intel·ligents i sostenibles

**Localització de zones òptimes per la
construcció d'un habitatge auto
suficientment energètic amb energies
renovables en la comarca del Ripollès.**

Autor: Raúl Bravo Sánchez

Tutor: Marc Castelló Bueno

Contacte: raul.bravo@e-campus.uab.cat

**Escola d'enginyeria de la
universitat autònoma de
Barcelona**

Juny, 2021.

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ, HIPÒTESIS I ÀMBIT D'ESTUDI	2
1.1. INTRODUCCIÓ.....	2
1.2. OBJECTIUS I HIPÒTESIS	2
1.2.1. <i>Objectius</i>	2
1.2.2. <i>Hipòtesis</i>	3
1.3. ÀMBIT D'ESTUDI I ABAST.....	3
1.4. ESTUDI DE CAS.....	4
1.4.1. <i>Demanda energètica</i>	5
2. MARC TEÒRIC.....	6
2.1. CANVI CLIMÀTIC, EFECTE GAS HIVERNACLE, SOSTENIBILITAT	6
2.1.1. <i>Definició canvi climàtic</i>	6
2.1.2. <i>Definició Gasos d'efecte hivernacle</i>	6
2.1.3. <i>Definició de sostenibilitat ambiental</i>	7
2.2. ENERGIES RENOVABLES	8
2.2.1. <i>Energies Renovables que són i d'on s'obtenen</i>	8
2.2.2. <i>Exploració de les energies</i>	8
2.3. PLANEJAMENT TERRITORIAL.....	9
2.3.1. <i>Definició del Planejament territorial</i>	10
2.3.2. <i>Classificació del sòl</i>	10
3. METODOLOGIA.....	12
3.1. ELABORACIÓ DELS MAPES.....	12
3.2. METODOLOGIA PER TROBAR LES ZONES MÉS ÒPTIMES SEGONS L'OBTENCIÓ D'ENERGIA EÒLICA.	14
3.3. METODOLOGIA PER TROBAR LES ZONES MÉS ÒPTIMES SEGONS L'OBTENCIÓ D'ENERGIA SOLAR.....	14
3.4. METODOLOGIA PER TROBAR LES ZONES MÉS ÒPTIMES SEGONS L'OBTENCIÓ D'ENERGIA MINIHIDRÀULICA.	15
3.5. METODOLOGIA PER TROBAR LES ZONES AMB SÒL URBANITZABLE.....	16
3.6. METODOLOGIA PER TROBAR LES ZONES MÉS ÒPTIMES SEGONS L'ACCESSIBILITAT	16
3.7. METODOLOGIA DE LES LOCALITZACIONS D'UN HABITATGE QUE FUNCIONI AMB ENERGIA EÒLICA, SOLAR, MINI HIDRÀULICA, AMB UNA BONA ACCESSIBILITAT I SITUAT EN UNA ZONA URBANITZABLE.....	17
3.8. METODOLOGIA DELS CÀLCULS DELS RESULTATS.	18
4. RESULTATS ENERGIES INDIVIDUALS.....	19
4.1. LOCALITZACIÓ RESULTANT D'UN HABITATGE QUE FUNCIONI AMB ENERGIA EÒLICA	19
4.2. LOCALITZACIÓ RESULTANT D'UN HABITATGE QUE FUNCIONI AMB ENERGIA EÒLICA	20
4.3. LOCALITZACIÓ RESULTANT D'UN HABITATGE QUE FUNCIONI AMB ENERGIA EÒLICA	21
5. RESULTATS ENERGIES COMBINADES	22
5.1. LOCALITZACIÓ D'UN HABITATGE QUE FUNCIONI AMB ENERGIA EÒLICA I SOLAR	22
5.2. LOCALITZACIÓ D'UN HABITATGE QUE FUNCIONI AMB ENERGIA MINIHIDRÀULICA I SOLAR	23
6. DISCUSSIÓ	24
7. ZONA ESCOLLIDA PER LA CONSTRUCCIÓ DE L'HABITATGE	25
8. CONCLUSIÓ	26
BIBLIOGRAFIA	28
ANNEXOS.....	31

Índex de mapes

Mapa 1: Mapa localització	4
Mapa 2: Localització resultant per la ubicació d'un habitatge que funcioni amb energia eòlica	19
Mapa 3: Localització resultant per la ubicació d'un habitatge que funcioni amb energia solar	20
Mapa 4: Localització resultant per la ubicació d'un habitatge que funcioni amb energia minihidràulica	21
Mapa 5: Localització resultant per la ubicació d'un habitatge que funcioni amb energies renovables (Eòlica + Solar)	22
Mapa 6: Localització resultant per la ubicació d'un habitatge que funcioni amb energies renovables (Solar + Minihidràulica)	23
Mapa 7: Mapa de Radiació incident en el sòl de la comarca del Ripollès.....	31
Mapa 8: Mapa binari de la Radiació incident en el Ripollès.....	31
Mapa 9: Altimetria de la comarca del Ripollès.....	32
Mapa 10: Mapa binari de l'altimetria en la comarca del Ripollès.	32
Mapa 11: Cabal dels rius de la comarca del Ripollès	33
Mapa 12: Mapa binari del cabal dels rius de la comarca del Ripollès.	33
Mapa 13: Pendent dels rius de la comarca del Ripollès.....	34
Mapa 14: Mapa binari del pendent dels rius de la comarca del Ripollès (Binari)	34
Mapa 15: Mapa binari de la utilitat dels trams dels rius de dRipollès per l'obtenció d'energia minihidràulica	35
Mapa 16: Classificació del sòl de la comarca del Ripollès.....	35
Mapa 17: Accessibilitat als pobles de la comarca del Ripollès.....	36

Índex de Taules

Taula 1: Resultat de la implementació d'energia eòlica	19
Taula 2: Resultat de la implementació d'energia solar	20
Taula 3: Resultat de la implementació d'energia minihidràulica	21
Taula 4: Resultat de la implementació d'energia solar + eòlica	22

Resum

Aquest projecte es centra en la recerca de la localització d'un habitatge que sigui auto suficient respecte a la producció d'energia. A més, aquesta energia ha de provenir d'energies renovables.

Primerament es defineixen la problemàtica actual del canvi climàtic, el paper de les energies renovables i el consum mitjà per llar. Tot seguit, s'analitzen les diferents energies renovables com per exemple l'energia solar, eòlica i minihidràulica així com els diferents usos del sòl de la comarca del Ripollès.

Seguidament, s'exposa la metodologia que permet elaborar l'anàlisi amb diferents eines GIS tenint en compte les especificacions tècniques de cadascuna de les energies a part de tenir en compte l'accessibilitat i els usos del sòl urbanitzables.

Finalment, s'elabora una cartografia on es mostra la possible ubicació de la casa segons cada energia i la combinació d'elles. Per complementar l'estudi i decidir l'energia òptima així com la seva ubicació final s'ha calculat quin és el preu de la implementació de cadascuna d'elles.

Paraules claus: Energies renovables, GIS, Anàlisi cartogràfic, Classificació del sòl, accessibilitat

Abstract

This project is focused on looking for a location of a house that is self-sufficient regarding to energy production. In addition, this energy must come from renewable energies.

Firstly, it would be defined the current problem of climate change, the role of renewable energies and average household consumption. Concurrently, the different renewable energies are analyzed, such as solar, wind and mini-hydraulic energy as well as the different land uses of the Ripollès region.

Then, the exposed methodology allows to elaborate the analysis with different GIS tools taking into account the technical specifications of each energy. Without forgetting the accessibility and the uses of the land developable.

Finally, a cartography is drawn up showing the possible location of the house according to each energy and the combination of them. To complement the study, the price of the implementation of each energy has been calculated in order to decide the optimal one and the final location.

Keywords: Renewable energies, GIS, Cartographic analysis, Soil classification, accessibility

1. Introducció, hipòtesis i àmbit d'estudi

1.1. Introducció

El sistema energètic actual es basa en el consum d'energia provinent de combustibles fòssils com el petroli, el gas i el carbó mineral. El seu consum fa que hi hagi més gasos d'efecte hivernacle provocant un canvi climàtic i una situació d'escalfament global. A més, aquests combustibles fòssils són limitats.

D'aquesta manera, s'exposa un escenari perquè l'energia produïda i consumida d'un habitatge provingui d'energies renovables, que són energies més netes i inesgotables, i a més, que la seva localització sigui dins de la comarca del Ripollès, situada en la zona nord de Catalunya. S'aposta per l'ús d'energies renovables perquè pot fer disminuir o frenar els diversos efectes de canvi climàtic negatius que tenen els combustibles fòssils i a més s'aconsegueixi una descentralització d'aquesta. Aquest model d'habitatge és possible sempre que amb les energies proposades es cobreixi la demanda necessària perquè pugui funcionar una llar al complet.

Per ubicar l'habitatge en una localització on aquesta sigui auto suficientment energètic, en aquest projecte, s'han exposat cinc variables. Tres d'elles són les tres energies utilitzades per l'estudi, la solar, l'eòlica i la minihidràulica, on s'han tingut en compte les diferents característiques que la componen. Les altres dues, són variables necessàries per saber on es pot ubicar la casa tan legalment pels diferents usos del sòl com per tenir una bona accessibilitat als pobles de la comarca.

1.2. Objectius i Hipòtesis

1.2.1. Objectius

1.2.1.1. Objectiu principal

L'objectiu principal d'aquest treball és trobar la localització de zones òptimes per la construcció d'un habitatge que pugui ser auto suficientment energèticament. On tota l'energia generada provingui d'energies renovables (energies netes). Podent ser energia solar, energia eòlica, energia minihidràulica i energia provinent de la biomassa.

Per assolir l'objectiu principal, s'han proposat diferents objectius secundaris que s'han d'aconseguir per veure el resultat de l'objectiu principal.

1.2.1.2. Objectius secundaris

Trobar una localització òptima on construir aquest habitatge. Per això serà necessari conèixer les característiques del terreny d'interès segons l'energia renovable que vulgui implementar en la casa.

Per trobar aquesta localització es farà ús de tècniques de GIS on s'estudiarà per a cada energia les diferents variables necessàries per ubicar la casa. Per part de l'energia solar, s'estudiarà la

radiació del sòl. Per part de l'energia eòlica, s'estudiarà l'altimetria de la comarca i per part de l'energia minihidràulica s'utilitzaran les variables de pendent i cabal del riu.

Amb els resultats aconseguits, s'obtindran una o diverses localitzacions on es podrien implementar les tecnologies esmentades, sigui una implementació individual o en conjunt de les energies.

La localització resultant haurà d'estar sobre una tipologia de sòl adequada per la construcció de l'habitatge, i a més és necessari que aquesta tingui una accessibilitat als serveis bàsics, el sanejament, accés a la xarxa viària, a l'electricitat i a l'aigua.

Promoure que una llar pot ser eficient quant a la producció i el consum de l'energia renovable, i que a llarg termini té un impacte ambiental molt inferior a un habitatge convencional.

1.2.2. Hipòtesis

Aquest treball sorgeix de la hipòtesi pròpia, que actualment es pot començar a construir habitatges que funcionin només amb energies renovables, és a dir, que siguin auto suficientment energètic. Així doncs, el repte és trobar una o diverses ubicacions idònies en la comarca del Ripollès gràcies a les diverses eines proporcionades dels sistemes d'informació geogràfica.

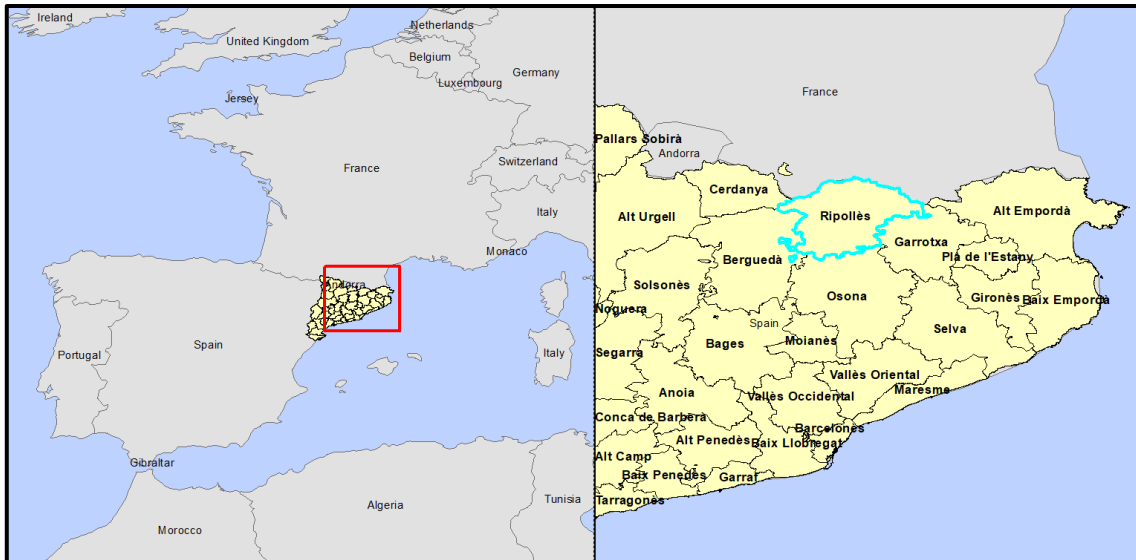
1.3. Àmbit d'estudi i abast

L'estudi es centra en un àmbit geogràfic, més concret, enfocat a trobar una localització òptima per la construcció d'un habitatge auto eficient energètic. També, es treballa l'àmbit mediambiental enfocat en termes d'energia, concretament en energies renovables, és a dir, més netes.

Per fer un estudi d'aquest projecte, he disminuït l'abast per poder fer un estudi més precís. He volgut treballar en una zona d'alta muntanya com pot ser una zona del Prepirineu català trobada en la comunitat autònoma de Catalunya situat al nord-est del país d'Espanya.

Trobem diverses comarques de Catalunya en contacte amb el Prepirineu, i m'he decantat per fer un estudi en la comarca del Ripollès.

El Ripollès pot ser una bona àrea d'estudi, ja que és un terreny on toca el sol gairebé totes les èpoques de l'any. Altrament, a causa de l'altitud a la qual es troba es poden trobar ràfegues de vent potents i a més, hi passen dos rius (el Ter i el Freser) amb un cabal important.



Mapa 1: Mapa localització

1.4. Estudi de cas

L'habitatge tindrà 140 m², on hi haurà una demanda energètica. Aquesta demanda hem d'aconseguir cobrir-la amb l'oferta que ens poden donar les diferents energies renovables possibles en l'entorn proposat. En aquest cas l'energia produïda serà mitjançant eines de la mateixa casa.

L'habitatge tindrà una cuina que disposarà de diferents electrodomèstics que pot tenir qualsevol cuina. Un forn, un microones, un rentavaixelles, la campana per cuinar, una nevera, un congelador...

En aquest habitatge també hi haurà cinc habitacions pensades perquè hi hagi una televisió en cadascuna d'elles i per poder connectar diversos aparells electrònics més. A la casa, hi haurà una saleta/habitació, on hi hagi una rentadora i una assecadora on fer la bugaderia. Finalment, l'habitatge disposarà de calefactor per cobrir la demanda de fred que hi haurà a l'hivern en aquesta localització d'alta muntanya, on arriben a estar a una temperatura mínima d'uns -10 °C sota zero, igual que hi haurà aire condicionat per cobrir la demanda de calor a l'estiu. Cal dir que cada habitació esmentada anteriorment, igual que lavabos, cuina, sala d'estar... tindran diferents llums on també fa falta tenir-les en compte.

Per fer aquest estudi, s'haurà de tenir present tots aquests aparells electrònics esmentats, ja que a la conclusió final que arribem, s'haurà de cobrir tota la demanda energètica que aquests aparells necessitin a totes les estacions i èpoques de l'any.

1.4.1. Demanda energètica

Segons (OCU , 2016), una casa espanyola consumeix de mitja anual 9.922 (kWh), que equival aproximadament a 0,85 tones de petroli. Encara que comptant que el nostre habitatge estarà situat en una zona freda continental com pot ser el Prepirineu, el consum mitjà anual pot augmentar fins als 12.636 (kWh), a causa de la utilització excessiva de la calefacció en les èpoques fredes d'hivern, equivalent a un total d'1,08 tones de petroli a l'any.

Per fer el nostre estudi ens hem de centrar a cobrir la demanda mitjana anual que hi ha en el clima continental de 12.636 (kWh anual), ja que la localització de la nostra casa estarà com hem mencionat anteriorment en la comarca del ripollès on és una zona on a l'hivern les temperatures són bastant baixes, amb la possibilitat d'arribar a temperatures mínimes de sota zero.

La demanda que haurem de cobrir haurà de ser tota amb energies renovables aconseguides per la mateixa casa, gràcies a energia solar, energia del vent, energia de l'aigua, energia de la biomassa...

S'estudiarà de quina forma pot ser més eficient cobrir aquesta demanda. Hi ha dos possibilitats. La primera és que només amb un tipus d'energia es cobreixi sola la demanda, o la segona possibilitat és que s'hagin de combinar amb una o diverses energies diferents, com pot ser solar amb eòlica, eòlica amb biomassa, etc.

2. Marc teòric

En aquest apartat s'exposa la definició de diferents conceptes de diversos autors que cal saber per posar-nos en context del qual estem explicant en el treball. Es comenten els conceptes de canvi climàtic, efecte de gasos hivernacles i sostenibilitat. S'esmenten les energies renovables i es defineixen les utilitzades. I finalment es descriu que és el planejament territorial, la classificació del sòl i les seves classes.

2.1. Canvi climàtic, efecte gas hivernacle, sostenibilitat

El consum d'energia a escala global, en l'actualitat prové dels combustibles fòssils. A més és la principal font d'emissions de gasos d'efecte hivernacle i de diversos contaminants. Segons l'Agència Europea de Medi ambient (AEMA), les emissions s'han reduït gràcies a l'ús d'energies que provenen d'una producció més neta. Encara que els combustibles fòssils segueixen sent els protagonistes de què es produeixin aquests gasos i en la seva conseqüència els efectes del canvi climàtic són molt més notables. Una bona solució és incrementar l'ús de les energies renovables i així augmentar a millor, l'eficiència energètica. (De la Paz Blanco, 2012)

En aquest subapartat definirem que és el canvi climàtic, que s'entén per efecte de gas hivernacle i el terme de sostenibilitat.

2.1.1. Definició canvi climàtic

Es diu canvi climàtic a la variació global del clima de la Terra que té a veure directament a causa de l'acció de l'home, o per causes naturals. L'activitat humana afecta sobretot en paràmetres climàtics com fenòmens meteorològics inesperats, alterar la composició de l'atmosfera mundial i alterar la variabilitat natural del clima. (Gobierno de España, n.d.)

A més, es pot afegir, que el canvi climàtic enfocat a l'escalfament global de la terra, és un repte a llarg termini, però requereix actualment una acció urgent a causa de l'augment dels gasos hivernacles a l'atmosfera i les conseqüències que això comporta. Un exemple pot ser augmentar la temperatura global 2 °C. (F.Stocker, Qin, Gian-Kasper Plattner, M.B.Tignor, & Boschung, 2013).

2.1.2. Definició Gasos d'efecte hivernacle

Els Gasos d'efecte hivernacle van molt agafat de la mà del canvi climàtic mencionat anteriorment.

De gasos d'efecte hivernacle, hi ha que són de components naturals, i hi ha d'altres que són creats íntegrament per l'ésser humà.

El que fan els components naturals, és absorbir i emetre radiació en determinades longituds d'ona de l'espectre de radiació infraroja emès per la superfície de la terra, l'atmosfera i els núvols. Els principals gasos d'efecte hivernacle naturals, són el vapor d'aigua (H₂O), el diòxid de carboni (CO₂), l'òxid nítrós (NO₂), el metà (CH₄) i l'ozó (O₃). (Oswaldo Benavides & Esperanza León, 2007) (pp. 8). Els gasos d'efecte hivernacle de components naturals, no són en realitat un problema, sinó que resulten imprescindibles per mantenir la temperatura del planeta. (ecodes, n.d.)

Els gasos d'efecte hivernacle creats per l'ésser humà, com els halo carbons (compostos que contenen clor, brom o fluor i carboni), aquests compostos poden actuar com a potents gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera i també és una de les causes de l'esgotament de la capa d'ozó a l'atmosfera (Oswaldo Benavides & Esperanza León, 2007) (pp. 8). La creació dels gasos d'efecte hivernacle per causa humana és un problema real pel canvi climàtic que actualment ja està afectant, i encara, afectarà molt més en un futur. (ecodes, n.d.)

2.1.3. Definició de sostenibilitat ambiental

El terme de sostenibilitat prové del llatí 'sustentés' i significa cuidar, afavorir, secundar, defensar i conservar. Si ho apliquem a l'àmbit mediambiental, el concepte de sostenibilitat és utilitzat per a designar l'ús racional dels recursos naturals, és a dir, per a satisfer les necessitats del present sense comprometre la seva demanda futura. (REHAU, n.d.)

El concepte de sostenibilitat està estretament relacionat amb el desenvolupament econòmic sostenible o, en altres paraules, el creixement que permet a la societat avançar en termes econòmics sense agredir al medi ambient gràcies a l'explotació i utilització intel·ligent dels recursos naturals.

D'acord amb l'Organització de les Nacions Unides - ONU perquè el desenvolupament sostenible sigui una realitat, és necessari conciliar la protecció del medi ambient amb la inclusió social i el creixement econòmic.

En l'àmbit mediambiental del desenvolupament sostenible, destaquen els conceptes "d'eficiència energètica" i "energia renovable", ja que la reducció i la utilització racional de l'energia, combinades amb l'explotació de fonts sostenibles, contribueixen a conservar els recursos naturals i disminuir les emissions de CO₂. Així mateix, la utilització de materials reciclats i reciclables és un altre dels pilars mediambientals de sostenibilitat que pretenen garantir la conservació dels recursos, i així, fer-los més eficients i evitar la deterioració de la naturalesa en la seva extracció.

2.2. Energies Renovables

2.2.1. Energies Renovables que són i d'on s'obtenen

Les energies renovables són aquelles fonts d'energia netes basades en la utilització de recursos naturals: el sol, el vent, l'aigua, tant dels rius com del mar, la biomassa vegetal o animal. La seva principal característica és que són recursos naturals capaços de renovar-se il·limitadament, per aconseguir un futur millor per a les següents generacions (Factor energia, 2018). Es diferencien dels combustibles fòssils principalment en la seva diversitat, abundància i potencial d'aprofitament en qualsevol part del planeta, però sobretot en què no produeixen gasos d'efecte d'hivernacle. (acciona, n.d.). Per aquest motiu, no per utilitzar la radiació solar per produir calor o electricitat, no disminuirà en cap cas la quantitat d'energia que el Sol envia a la Terra. El mateix succeeix amb el vent, per més aerogeneradors que s'implementessin i facin produir energia en electricitat mai trastocarien l'equilibri tèrmic del planeta (Merino, n.d.) pp.7.

Les energies renovables tenen el punt a favor de què són inesgotables i poc contaminants si la comparem amb energies fòssils. Un dels seus punts febles és que tenen un impacte ambiental molt elevat. Les tres energies més utilitzades són l'eòlica, la solar i la hidràulica. Per part de l'energia eòlica, té una contaminació acústica elevada i a més té un impacte visual molt elevat. Per poder implementar energia solar, té un ús molt gran del terreny i un impacte visual molt elevat. I l'energia hidràulica, té un canvi en l'ecosistema, variació del cabal del riu i l'alteració del clima local. (Martinez-Barros Rodriguez, 2012)

2.2.2. Exploració de les energies

Les energies renovables com hem dit, són energies basades en la utilització dels recursos naturals.

Actualment, que es coneguin i que ja estiguin implementats en algun àmbit, hi ha nou tipus diferents. L'energia eòlica, l'energia solar, l'energia hidràulica o hidroelèctrica, la biomassa i biogàs, l'energia geotèrmica, l'energia mareomotriu, l'energia de les ones, l'energia provinent del bioetanol i l'energia provinent biodièsel.

Per la realització del projecte, es farà una recerca de les energies renovables que es podrien arribar a utilitzar per al medi el qual volem trobar la localització de l'habitatge. Com el bioma el qual tractarem serà una àrea de muntanya, es farà una breu recerca de l'energia eòlica, energia solar, energia hidràulica i biomassa.

Energia eòlica: L'energia eòlica és una font d'energia renovable que s'obté de l'energia cinètica del vent que mou les pales d'un aerogenerador el qual al seu torn posa en funcionament una

turbina que la converteix en energia elèctrica, segons la posició de l'aerogenerador i les rafegues de vent, pot produir més o menys energia. (enel, n.d.)

Energia solar: L'energia solar s'obté de les radiacions solars que arriben a la terra en forma de llum, calor o raigs ultraviolats i que capturen les plaques solars. Aquesta energia és neta i renovable. La seva font d'energia és el sol, per això podem considerar-la un recurs il·limitat. Segons el lloc on es pugui ubicar les plaques solars, es podrà generar més energia o menys. Els diferents factors que poden afectar, són fenòmens meteorològics o la mateixa topogràfica. (Atersa, n.d.).

Energia Minihidràulica: L'energia obtinguda dels rius i corrents d'aigua dolça. Aquesta tecnologia necessita per a generar electricitat, un determinat cabal i un cert desnivell. S'entén per cabal la massa d'aigua que passa en un temps determinat per una secció del llit, i per desnivell o salt brut a la distància mesurada en vertical que recorre la massa. (De la Paz Blanco, 2012). L'Institut per a la Diversificació i Estalvi de l'Energia (IDAE) considera que les centrals de minihidràulica generen un impacte ambiental mínim en comparació amb les centrals hidràuliques, sent una tecnologia energètica per explotar.

Biomassa i biogàs: S'obté a partir de la descomposició per bacteris, en forma controlada, de la matèria orgànica (residus orgànics). La generació d'electricitat amb base en energia biomassa, és la conversió de l'energia química del gas, en energia mecànica a través d'un procés de combustió. Aquesta energia mecànica activa un generador que produeix electricitat. (Estampaciones JOM, 2016)

Segons el lloc on vulguem implementar aquestes energies, seran més convenient unes que d'altres perquè cadascuna té característiques diferents i s'obtenen de recursos naturals diferents el qual no sempre poden estar a l'abast de qualsevol localització.

2.3. Planejament territorial

En aquest subapartat s'explica què és planejament territorial que hem de tenir en compte per ubicar la nostra casa. Per entendre bé aquest concepte, caldrà saber que és el planejament territorial i de quina manera podem classificar el sòl.

2.3.1. Definició del Planejament territorial

En l'estat Espanyol, concretament en Catalunya, cada territori té un planejament territorial diferent. (Rodríguez Mateos, n.d.) pp.1. explica en el seu llibre, Planificación territorial y urbanismo. Pasado, presente y futuro del planeamiento urbanístico, que definim "planejament" com el terme o l'acció de dur a terme un objectiu determinat, en aquest cas focalitzat a l'ordenació territorial, el qual té una pla de tots els principals factors considerats importants per a la consecució d'aquell (usos reals i usos possibles, poder polític, mitjans tècnics i financers, etc.).

El ripollès pertany al "Pla territorial parcial de les Comarques Gironines" aprovat 14/09/2010 (Generalitat de Catalunya, 2010). Dins d'aquest pla territorial, podem trobar les diferents classificacions del sòl necessàries per a la ubicació del nostre habitatge.

2.3.2. Classificació del sòl

La classificació del sòl és una eina urbanística bàsica emprada pels ens locals per determinar el model territorial.

Consisteix a organitzar el diferent sòl que hi ha un terreny (dins del límit administratiu) en alguna de les tres classes/tipologies previstes legalment (la llei del sòl) cadascuna amb un règim jurídic diferent: sòl urbà (consolidat o no consolidat), sòl no urbanitzable i sòl urbanitzable (delimitat o no delimitat). (Buhigas San Jose, 2021)

2.3.2.1. Sòl urbà

El sòl urbà és una de les tres classes esmentades anteriorment. Aquest, està compost per tots aquells terrenys que han estat sotmesos al procés d'integració al teixit urbà i disposen o tenen accessibilitat dels serveis urbanístics bàsics (xarxa viària, abastament d'aigua, sanejament i subministrament d'energia elèctrica) (Buhigas San Jose, 2021). S'entén per accessibilitat, a la forma senzilla de poder disposar dels serveis esmentats. (Noguera, 2007) (pp.66)

També tenen la consideració de sòl urbà els terrenys que estan compresos en àrees consolidades per l'edificació almenys en dues tercers parts de la seva superfície edificable. El sòl urbà pot ser consolidat, si els terrenys ja tenen la condició de solar (edificable), o bé els i manca només assenyalar alineacions i rasants. També, el sòl urbà pot ser no consolidat quan no reuneix les condicions del sòl consolidat. (Buhigas San Jose, 2021)

2.3.2.2. Sòl urbanitzable

El sòl urbanitzable és un altre tipus de sòl. Es considera com a sòl urbanitzable aquells terrenys que el planejament urbanístic municipal consideri idonis i necessaris per garantir el creixement de la població i l'activitat econòmica. (Buhigas San Jose, 2021) A més, la delimitació d'àrees de sòl urbanitzable pels instruments de planejament general té per objecte assenyalar el sòl encara rural que hauria de ser urbà o que podria incorporar-se a l'àrea urbana de la ciutat mitjançant un procés d'urbanització. (Noguera, 2007) (pp.84)

El sòl urbanitzable es pot distingir entre sòl urbanitzable delimitat i sòl urbanitzable no delimitat.

En el concepte del sòl urbanitzable delimitat, el planejament general ja determina tots els paràmetres necessaris per al seu desenvolupament mitjançant un pla parcial.

En el cas del sòl urbanitzable no delimitat, el planejament deixa per una fase posterior la concreció dels criteris de desenvolupament, i aquest es realitza mitjançant un pla parcial de delimitació. (Buhigas San Jose, 2021)

2.3.2.3. Sòl no urbanitzable

L'última tipologia és el sòl no urbanitzable, que és aquell tipus de sòls que el planejament exclou del procés d'urbanització, ja sigui per la necessitat de la seva protecció, com pot ser protecció de la natura o el medi ambient, o per no considerar-los idonis per a la seva transformació en urbans. (Buhigas San Jose, 2021)

Podem distingir en cada un dels dos motius algunes raons específiques que ens permeten definir quatre motivacions bàsiques:

Inadequació per les característiques pròpies del sòl: topografia, geologia, microclima, riscos, etc. També, Inadequació per la seva localització en relació amb les àrees urbanes existents o proposades. Ha d'haver-hi una protecció de les activitats rurals pel seu valor econòmic productiu i una protecció de l'estat rústic del sòl per altres motius, ja sigui interès natural, paisatgístic, històric, etc. (Noguera, 2007) (pp.213)

3. Metodologia

3.1. Elaboració dels mapes

Per trobar la localització de les zones més bones on situar l'habitatge, hem de saber en quines zones podem treure el profit més gran de les energies renovables a la nostra casa, a més l'hem d'ubicar en una zona que sigui accessible i una zona legalment permesa.

Aquest estudi s'ha realitzat gràcies al GIS (Sistema d'informació geogràfica). És un marc per recopilar, gestionar i analitzar dades. Analitza la ubicació espacial i organitza capes d'informació en visualitzacions, utilitzant mapes. (ESRI, n.f.)

En aquest cas, s'ha utilitzat el programari ArcMap 10.8, que ens permet utilitzar els sistemes d'informació geogràfica, i així, analitzar les diferents variables per extreure els resultats útils per la realització del projecte.

A continuació, s'observa un diagrama de fluxos que s'ha seguit pas a pas per l'elaboració dels mapes.

Dades necessàries:

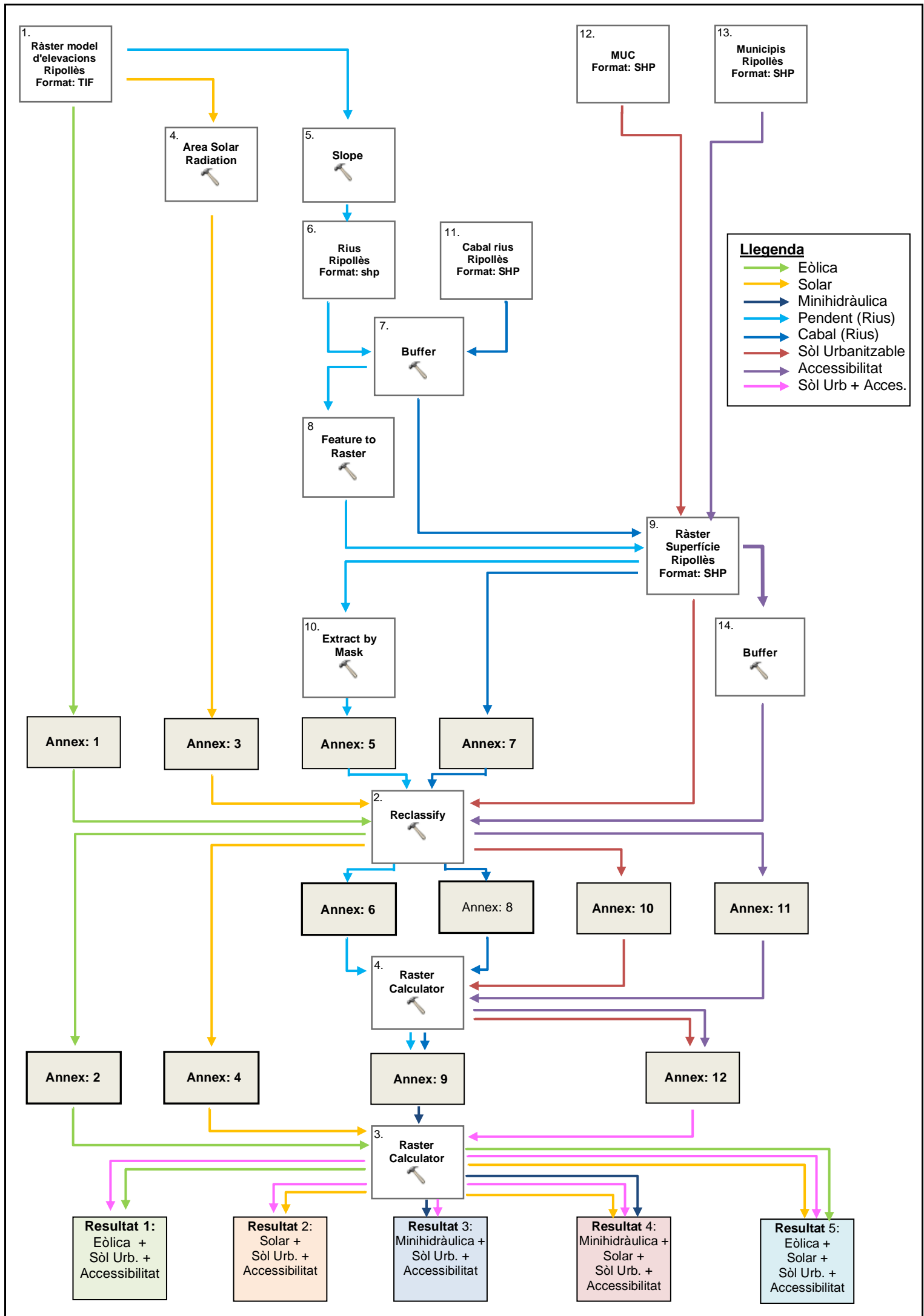
Base municipal de Catalunya format ShapeFile (ICGC)

Ràster model d'elevacions format TIF del Ripollès. (ICGC)

Xarxa de rius de Catalunya format ShapeFile (ACA)

Cabal dels rius de Catalunya format ShapeFile (ACA)

Classificació del sòl de la comarca del Ripollès format ShapeFile (Gencat)



3.2. Metodologia per trobar les zones més òptimes segons l'obtenció d'energia eòlica.

L'energia eòlica és un recurs que pot funcionar en tot l'espai terrestre. Segons si s'implementa en un lloc serà més eficient que en d'altres. Depèn molt de l'altitud i de les zones obertes perquè l'aire pugui passar correctament, aquests dos factors són molt similars, ja que una zona que tingui una altitud més elevada a les altres, serà una zona més oberta, per tant hi haurà més corrents d'aire.

Per trobar les localitzacions òptimes on l'energia eòlica seria el més eficient possible, en aquest cas, s'ha utilitzat un ràster de model d'elevacions, en format "TIF" estret del (ICGC) que representa la comarca del ripollès **(1)**.

Posteriorment, s'ha afegit una paleta de valors continus per veure representat les diferents altituds **(Annex 1)**.

Per decidir quins valors d'altitud utilitzem per ubicar la nostra casa, s'ha de posar la restricció de deshabilitar les zones que tenen una altitud més baixa de la mitjana (1626,90 m). S'ha posat aquest criteri pel fet que els aerogeneradors sempre que hi hagi un mínim de vent produeix energia, però l'objectiu és aconseguir la màxima energia possible. Així doncs, ens quedarem amb els valors superiors a la mitjana que són entre els 1626,80 m i 2908,82 m d'altitud.

Per fer un mapa on es representi els valors que volem utilitzar i els que no volem utilitzar, caldrà fer un mapa binari. Es farà l'operació de geoprocessament **(2)**. D'aquesta manera podrem aconseguir visualitzar d'una manera més clara les zones del ràster que ens interessin per saber on cal ubicar el nostre habitatge si volem obtenir energia eòlica **(Annex 2)**.

3.3. Metodologia per trobar les zones més òptimes segons l'obtenció d'energia solar.

Per trobar les localitzacions més òptimes on l'energia solar seria el més eficient possible, s'ha utilitzat l'operació de geoprocessament **(1)**. Posteriorment, s'ha portat a terme l'anàlisi cartogràfic **(4)** que ens permet saber sobre un ràster quina quantitat de radiació mitjana incideix en cada m² al llarg d'un període desitjat. En el meu cas, el període s'ha definit des de l'1 de gener de l'any 2020 fins al dia 31 de desembre de l'any 2020 **(Annex 3)**.

Per poder limitar quines zones són d'interès per a la construcció de l'habitatge i quines zones no, he exclòs les zones que tenen una radiació per sota de la mitjana. En aquest cas eliminant els valors per sota de 1030 kWh/ m². Discriminaré aquests valors perquè en un panell solar sempre incideix radiació, però com s'ha explicat en l'energia eòlica, ens interessarà rebre una radiació elevada per produir una gran quantitat d'energia. Així doncs, només ens serà d'utilitat els valors entre 1030,7 i 1799,1 kWh/m².

Una vegada tenim la representació de la radiació de la comarca del Ripollès i tenim quins valors voldrem utilitzar i quins no, farem ús de l'anàlisi cartogràfic **(2)** per obtenir un mapa binari **(Annex 4)**.

3.4. Metodologia per trobar les zones més òptimes segons l'obtenció d'energia minihidràulica.

Per trobar les localitzacions on l'energia minihidràulica pot ser més eficient, s'ha elaborat una anàlisi de les variables del cabal i el pendent per separat. On després s'ajuntaran, i d'aquesta manera obtindrem els llocs més bons per aconseguir obtenir energia provinent de l'aigua.

Per analitzar la variable del pendent, s'ha fet ús de l'anàlisi cartogràfic **(1)**. Seguidament s'ha utilitzat l'eina mencionada en l'operació de geoprocessament **(5)**. El que realitza aquesta eina, és representar el pendent del *TIF* amb una simbologia de quatre classes. Després s'ha utilitzat la capa **(6)**, que és una capa vectorial dels rius de Catalunya facilitada per l'agència Catalana de l'Aigua (ACA).

Per saber el pendent dels rius, a continuació, s'ha realitzat el geoprocés **(7)**. El que fa és, un *Buffer* de 50m. Seguidament, s'ha fet ús geoprocessament **(8)** per convertir-ho a ràster, i s'ha afegit la capa **(9)** per fer un retall amb l'eina **(10)** **(Annex 5)**.

L'energia minihidràulica, com les altres mencionades, generen energia d'ençà que hi ha un mínim d'inclinació i un mínim d'aigua, llavors, per cobrir la demanda s'ha estimat que el pendent haurà de ser més elevat a 15 graus. Així doncs, una vegada realitzat el mapa anterior, cal fer-ho binari amb el procés **(2)** per saber quines zones ens interessa **(Annex 6)**.

Per analitzar la variable del cabal, s'ha utilitzat la capa **(11)**, que és una capa vectorial dels cabals del Ripollès. S'ha realitzat el geoprocés **(7)** donat que l'habitatge ha d'estar al costat del riu, i si no li apliquem aquest *Buffer*, estaríem dient que la localització de l'habitatge hauria d'estar sobre el riu i els llocs resultants serien erronis. Seguidament, s'ha usat la capa **(9)** com a plantilla **(Annex 7)**.

Després de fer el procés anterior, com en la variable del pendent, s'ha portat a terme el procés **(2)** per realitzar el mapa binari. Per fer la partició de quins valors considerem útils i quins no, s'ha agafat com a referència la classificació del cabal i a partir de 90 m³/s, s'ha considerat un cabal suficientment elevat, i llavors, un cabal menor de 90 m³/s s'ha considerat un cabal baix on no es podria cobrir la demanda necessària. **(Annex 8)**.

Un cop finalitzat els dos estudis de les variables de cabal i el pendent dels rius, s'han d'unir els mapes binaris (ràsters) de cadascuna de les variables **(Annex 6 + Annex 8)**. Per unir-los, s'utilitza el geoprocessament **(4)**. Aquesta eina ens permet, agafar els dos ràsters amb els seus valors, en aquest cas o valors "0" (els valors que nosaltres no considerem òptims per la localització de

l'habitatge) o valors "1" (els valors que nosaltres considerem òptims per la localització de l'habitatge). D'aquesta manera, el que realitza aquesta calculadora, és aplicar-li entre diversos rasters un operador matemàtic. En aquest cas s'usa la multiplicació entre ells i el que farà, és multiplicar el mateix píxel de cada raster entre ells. Allà on el valor doni 1 serà la localització més idònia per produir energia minihidràulica, i quan el valor sigui 0, la localització, segons el nostre criteri no serà òptima (**Annex 9**).

3.5. Metodologia per trobar les zones amb sòl urbanitzable.

Una variable molt important per la recerca de la localització més òptima, és saber la classificació del sòl de tota la comarca del Ripollès. Per saber com es classifica el territori s'ha utilitzat la capa (**12**).

Les dades que conté, ens expliquen quin tipus de sol representa cada part terreny. El terreny el podem veure classificat en sòl urbà, sòl urbanitzable i sòl no urbanitzable. Cadascú d'ells vénen classificats per diferents subtipus.

Per l'elaboració del mapa només s'ha utilitzat el subtipus del sòl urbanitzable per a ús d'habitatge, perquè és el sòl que afecta a la recerca de la nostra localització.

Per poder representar correctament el sòl en el qual podem fer ús, s'ha fet ús de la capa (**9**) com a plantilla, i posteriorment, s'ha fet ús com els anteriors mapes del geoprocessament (**2**) per fer-lo binari (**Annex 10**).

Aquesta variable serà molt restrictiva a causa del fet que el territori del Ripollès té molta part del sòl que és no urbanitzable a causa de la quantitat de natura protegida que hi ha. Així doncs, aquesta variable ens limitarà molt a l'hora de poder trobar una ubicació adient pel nostre habitatge.

3.6. Metodologia per trobar les zones més òptimes segons l'accessibilitat

Per obtenir un mapa on representar l'accessibilitat s'ha fet ús de la capa (**13**), on es representen els municipis del Ripollès. Seguidament, s'ha posat com a plantilla la capa (**9**) i després, s'ha fet un *Buffer* de 1000 m com diu el geoprocés (**14**).

Finalment, com els altres mapes, s'ha utilitzat el geoprocessament (**2**) per fer-lo binari, i així obtenir un resultat més visual del terreny que volem i del que no (**Annex 11**).

Després de finalitzar les variables de la classificació del sòl i de l'accessibilitat, com es pot observar al diagrama de fluxos, s'ha dut a terme l'anàlisi cartogràfic (**4**). El que fa aquesta eina és ajuntar els dos mapes binaris de les variables esmentades (**Annex 10 + Annex 11**) en un sol mapa (**Annex 12**).

3.7. Metodologia de les localitzacions d'un habitatge que funcioni amb energia eòlica, solar, mini hidràulica, amb una bona accessibilitat i situat en una zona urbanitzable.

Per trobar les localitzacions òptimes amb les variables de l'energia eòlica, l'energia solar, l'energia minihidràulica, l'accessibilitat i situat en una zona urbanitzable, caldrà aplicar del diagrama de fluxos el geoprocessament **(3)**. El que farà és ajuntar els mapes binaris que vulguem amb la "Raster Calculator". Així compararà els píxels dels mapes i on coincideixi que el mateix píxel de tots dos mapes binaris és 1 serà una zona òptima i on sigui 0 serà no òptima.

Per obtenir el resultat de l'energia eòlica combinada amb les variables de l'accessibilitat i zona urbanitzable s'ha utilitzat **l'Annex 2 i l'Annex 12**. De manera que obtindrem el **Resultat 1**: Localització resultant d'un habitatge que funcioni amb energia eòlica

Per obtenir el resultat de l'energia solar combinada amb les variables de l'accessibilitat i zona urbanitzable s'ha utilitzat **l'Annex 4 i l'annex 12**. De manera que obtindrem el **Resultat 2**: Localització resultant d'un habitatge que funcioni amb energia eòlica.

Per aconseguir el resultat de l'energia minihidràulica amb les variables de l'accessibilitat i zona urbanitzable, s'ha utilitzat **l'Annex 9 i l'Annex 12**. De forma que aconseguirem el **Resultat 3**: Localització resultant d'un habitatge que funcioni amb energia eòlica

Per realitzar el resultat de l'energia solar amb l'energia minihidràulica amb les variables de l'accessibilitat i zones urbanitzables, s'ha utilitzat **l'Annex 4, l'annex 9 i Annex 12**. De forma que aconseguirem el **Resultat 4**: Localització resultant d'un habitatge que funcioni amb energia eòlica i solar

Per obtenir el resultat de l'energia solar amb la minihidràulica, i amb les variables de l'accessibilitat i situat en una zona urbanitzable, es combinaran **l'Annex 2, l'annex 4 i Annex 12**. De forma que aconseguirem el **Resultat 5**: Localització resultant d'un habitatge que funcioni amb energia minihidràulica i solar.

3.8. Metodologia dels càlculs dels resultats.

Per fer els càlculs necessaris per saber quina és l'energia o combinació d'energia més adient per cobrir la demanda (12.636 Kw/h any), s'ha fet una taula resum amb l'Excel. A més, en aquestes taules, es troba el terreny en hectàrees calculat amb la dimensió de la mesura dels píxels (32 m² x 32 m²) i posteriorment passant-los a hectàrees.

Per calcular l'energia que produeix un aerogenerador domiciliari, quin seria el model i quan costaria, s'ha usat la web de enair, on posant la velocitat mitjana d'aire en (km/h) i ubicant en un mapa de la mateixa companyia la localització, aconseguirem un valor aproximat de la quantitat d'energia diària que produeix el seu producte "enair 30PRO".

Per extreure la dada de la velocitat mitjana de l'aire, s'ha fet una recerca per trobar la mitjana de l'any 2020 en la comarca del Ripollès, encara que la cerca de tota la comarca no ha sigut possible a causa de manca de dades, s'ha trobat la del municipi del Ripoll i així doncs, ens pot donar una orientació.

Després de saber l'energia necessària que produiria un aerogenerador, s'ha calculat quants necessitaríem per abastir la demanda sencera. Finalment la pròpia empresa posa els seus preus de cada aerogenerador. **(Taula 1)**

La realització del càlcul de l'energia solar, s'ha fet mitjançant la web (European Commission). Una web, que ens proporciona un mapa amb la radiació incident en el sòl de tot el món. D'aquesta manera s'ha ubicat en les localitzacions on hi ha una radiació superior a 1.500 kw/h de la comarca i s'ha posat que es vol instal·lar una placa d'uns 300 W.

Finalment, la web ens diu quina energia es produirà amb aquesta placa en la posició seleccionada en un any i quines pèrdues tindria. Després s'ha fet el càlcul amb el model (AutoSolar) per saber quina quantitat de panells serien necessaris per abastir tota la demanda.

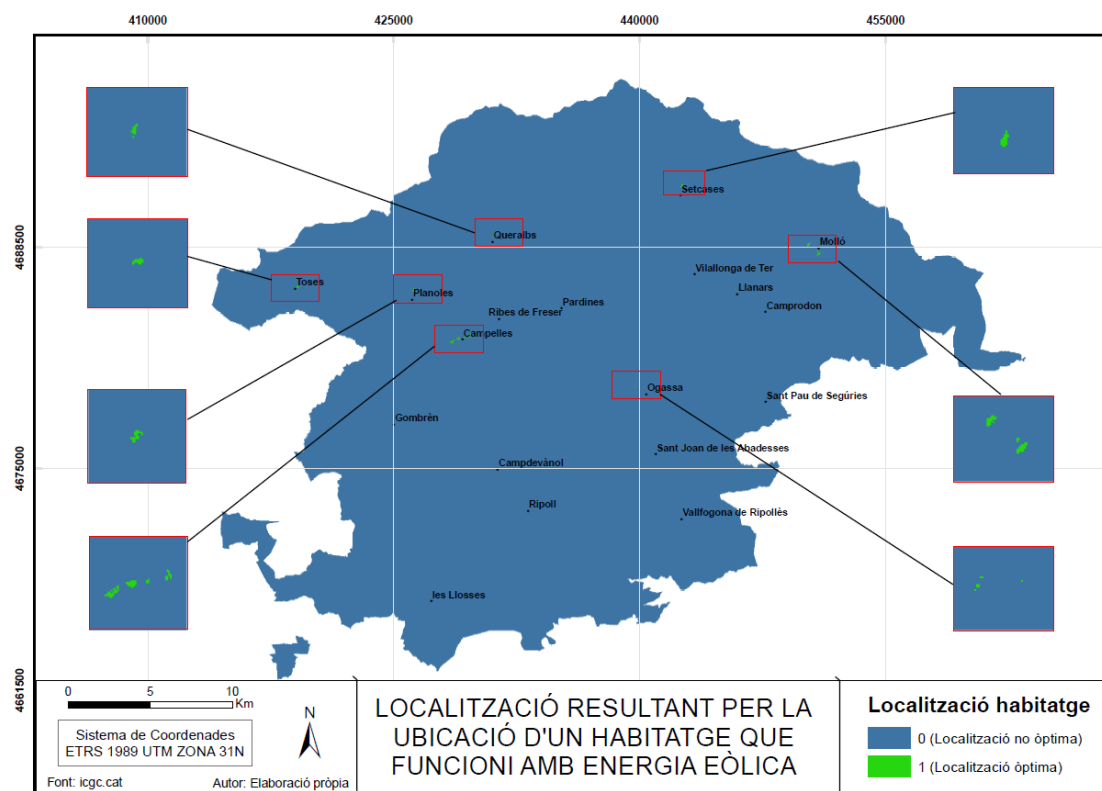
(Taula 2)

En la realització dels càlculs de l'energia minihidràulica, s'han utilitzat dues fórmules diferents de (Cecu). Primerament, s'ha utilitzat $P = Q * H * 9,81$ sent Q el cabal en (l/s), H l'altura de salt en (m) i P la potència teòrica. Seguidament, s'ha fet una un càlcul de les pèrdues proposades a l'informe de Cecu i després, he utilitzat la fórmula $Producc. Anual = P * h$ sent P la potència teòrica, h les hores en funcionament de la turbina que es vol aplicar i Producc. Anual. La producció anual d'energia de la turbina.

Després de saber el resultat de la producció anual, s'ha fet una cerca de la turbina que s'adaptés als criteris, i la "Microturbina de flujo radial o cruzado" és la que es comporta millor, finalment s'ha fet un càlcul de quina seria la quantitat de turbines necessàries i el seu preu. **(Taula 3).**

4. Resultats energies individuals

4.1. Localització resultant d'un habitatge que funcioni amb energia eòlica



Mapa 2: Localització resultant per la ubicació d'un habitatge que funcioni amb energia eòlica

Al mapa 2, s'observen les localitzacions trobades on un habitatge pot tenir una bona accessibilitat, situat en un sòl urbanitzable i a més, funciona amb l'energia eòlica. És un mapa classificat amb mètode binari, que té un valor d'1 (color verd) que interpreta una localització bona, i un valor 0 (color blau) que representa una localització no òptima.

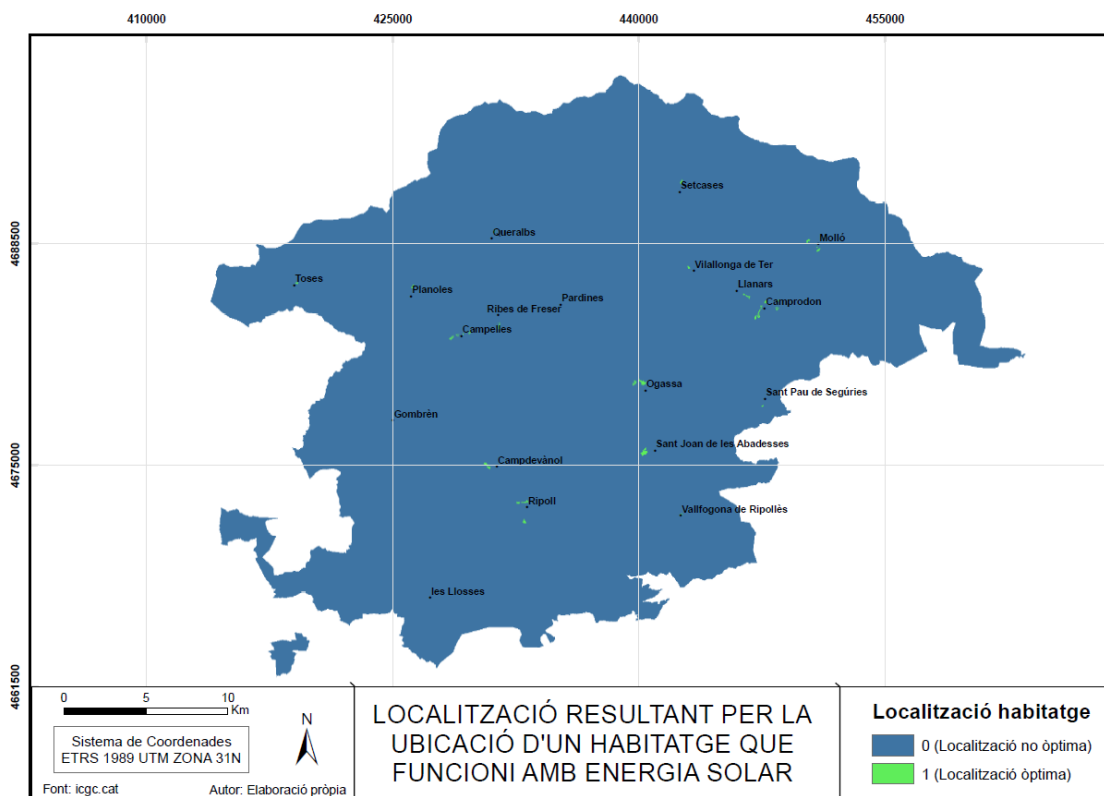
Les localitzacions òptimes per la construcció de la casa sota les condicions mencionades anteriorment, les podem trobar als municipis de la zona Nord de la comarca, concretament a Campelles, Toses, Planoles, Setcases, Molló i Ogassa.

Píxels	Hectàrees (Àptes)	Velocitat del vent mitjana (km/h)	Producció anual (Kwh)	Pèrdues aerogeneradors	Aerogeneradors totals	Preu total €
209	21,40	3,89	2.884	288,40	4,38	47.500

Taula 1: Resultat de la implementació d'energia eòlica

A la taula 1, observem que té un terreny per implementar-se d'unes 21,5 ha. També, es pot interpretar que per cobrir la demanda d'energia de l'habitatge, sabent que l'aerogenerador model ENAIR 30 PRO amb velocitat de vent d'uns 4 km/h podria produir en un any (comptant les pèrdues) un total de 2884 kWh. Així doncs farà falta 5 aerogeneradors per abastir la demanda. Finalment tindria un cost d'uns 50.000 €.

4.2. Localització resultant d'un habitatge que funcioni amb energia solar



Mapa 3: Localització resultant per la ubicació d'un habitatge que funcioni amb energia solar

Al mapa 3, es visualitzen els llocs trobats on un habitatge pot tenir una bona accessibilitat, situat en un sòl urbanitzable i a més, funciona amb l'energia solar. És un mapa classificat amb mètode binari, on el valor d'1 (color verd) interpreta una localització òptima, i el valor 0 (color blau) que representa una localització no òptima.

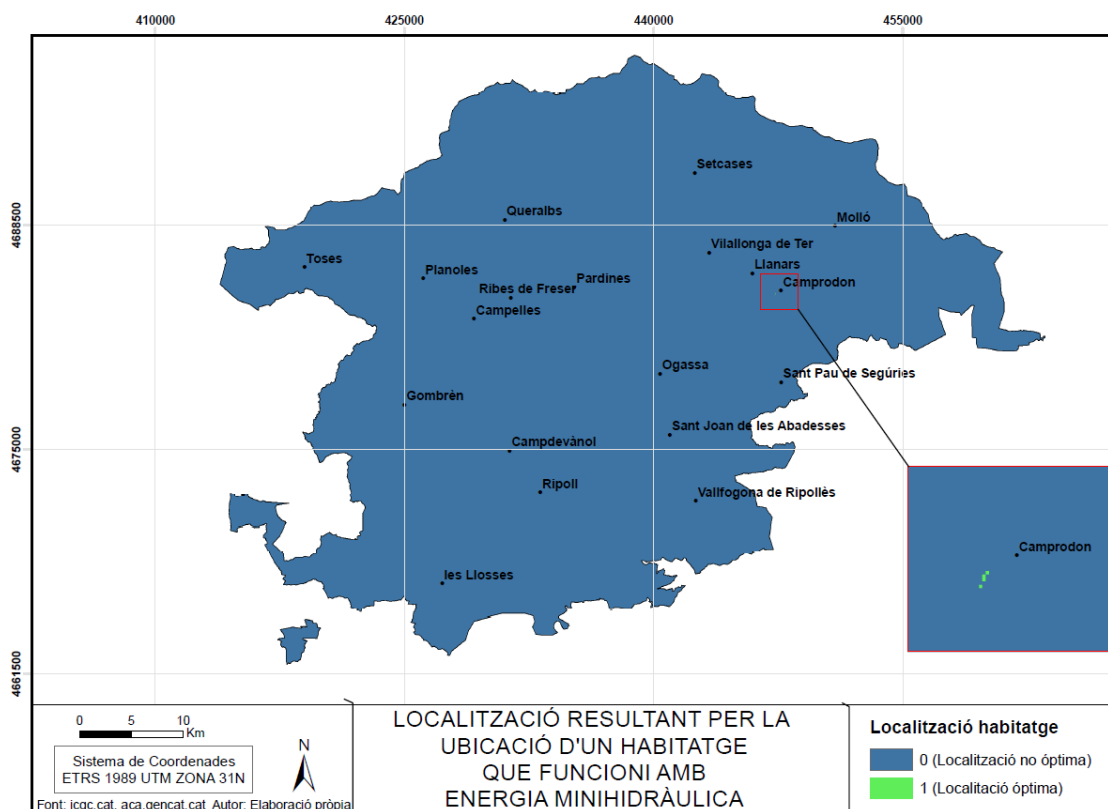
Les localitzacions òptimes per la construcció de la casa en relació amb les variables anteriors, les podem trobar als municipis de Ripoll, Campdevàrol, Sant Joan de les Abadesses, Campelles, Toses, Planoles, Camprodon, Llanars, Vilallonga del Ter, Setcases i Molló.

Píxels	Hectàrees (Àptes)	Radiació (kWh/m ²)	Potència placa instal·lada (kw)	Producció anual (kWh)	Pèrdues plaques	Plaques totals a instal·lar	Preu total €
770	78,84	1.500	0.30	377,16	17	33,50	8.806

Taula 2: Resultat de la implementació d'energia solar

A la taula 2, observem que és l'energia amb més terreny per implementar-se (78,84 ha). A més, s'interpreta que per cobrir la demanda d'energia de l'habitatge, sabent que tenim un panell model Panel Solar CSun Policristalino de 300 W, 24V, i que té una radiació incident mitja de 1500 kWh, podria produir en un any (comptant les pèrdues) un total de 377 kWh. Així doncs farà falta 34 panells solars per abastir la demanda. Finalment tindria un cost d'uns 8.800 €.

4.3. Localització resultant d'un habitatge que funcioni amb energia minihidràulica



Mapa 4: Localització resultant per la ubicació d'un habitatge que funcioni amb energia minihidràulica

Al mapa 4, es representen les localitzacions trobades on un habitatge pot tenir una bona accessibilitat, situat en un sòl urbanitzable i a més, que funcioni amb energia minihidràulica. És un mapa classificat amb mètode binari, on el valor d'1 (color verd) interpreta una localització òptima, i el valor 0 (color blau) que representa una localització no òptima.

Les localitzacions òptimes per la construcció de la casa en relació amb les variables anteriors, la trobem en aquest cas només al municipi de Camprodon.

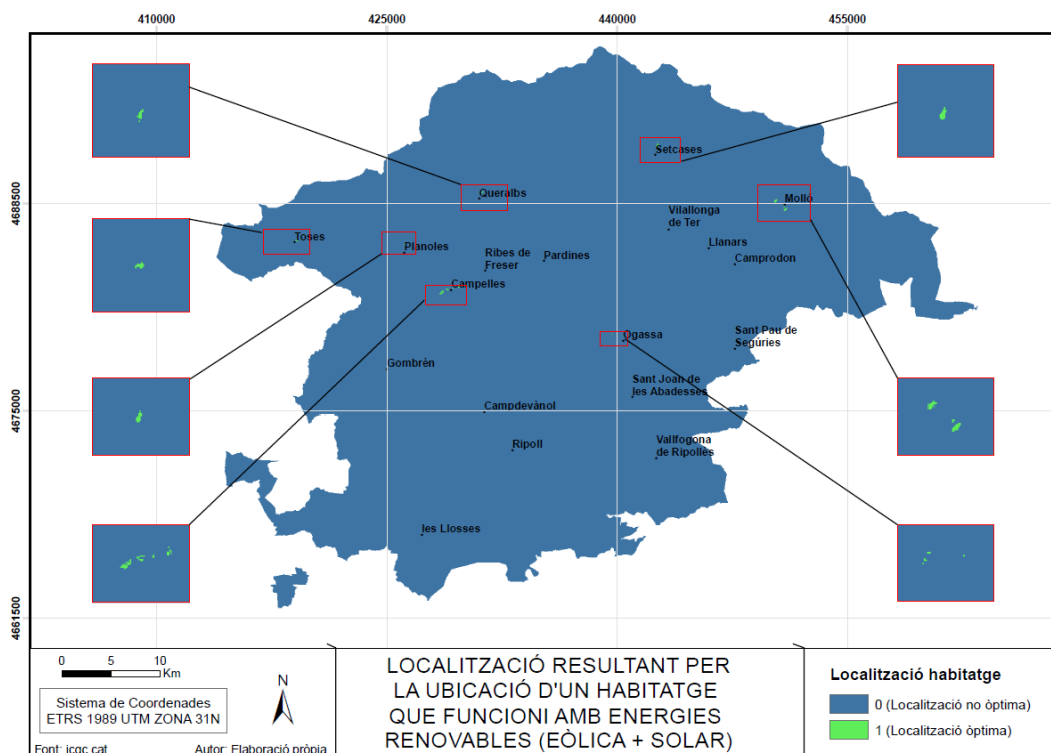
Píxels	Hectàrees (Àptes)	Cabal mitjà (m/s)	Altura del salt (m)	Hores útils anuals	Producció anual (kwh)	Pèrdua turbina (Kwh)	Turbines totals	Preu total €
4	0,40	125	2	6.480	8.100	7.500	1,56	12.000

Taula 3: Resultat de la implementació d'energia minihidràulica

A la taula 3, veiem representat les hectàrees on podríem implementar l'energia (0,40), sent l'energia on en menys llocs es podria implementar. També s'interpreta que per cobrir la demanda d'energia de l'habitatge, sabent que tenim una turbina model Microturbina de flujo radial o cruzado, un cabal mitjà de 125 m/s i que estarà situat a una altura d'aprox. 2 m, podria produir en un any (comptant les pèrdues) un total de 8100 kWh. Així doncs farà falta 2 turbines per abastir la demanda. Finalment tindria un cost d'uns 12.000 €.

5. Resultats energies combinades

5.1. Localització d'un habitatge que funcioni amb energia eòlica i solar



Mapa 5: Localització resultant per la ubicació d'un habitatge que funcioni amb energies renovables (Eòlica + Solar)

Al mapa 5 s'observa les localitzacions resultants per la ubicació d'un habitatge, que tingui una bona accessibilitat als pobles, que estigui situat en una classificació de sòl urbanitzable i que funcioni amb energies renovables, concretament, amb energia eòlica i solar en la comarca del Ripollès. És una figura classificada amb un mètode binari, que té un valor d'1 (color verd), interpreta una localització bona, i valor 0 (color blau) representa una localització no bona.

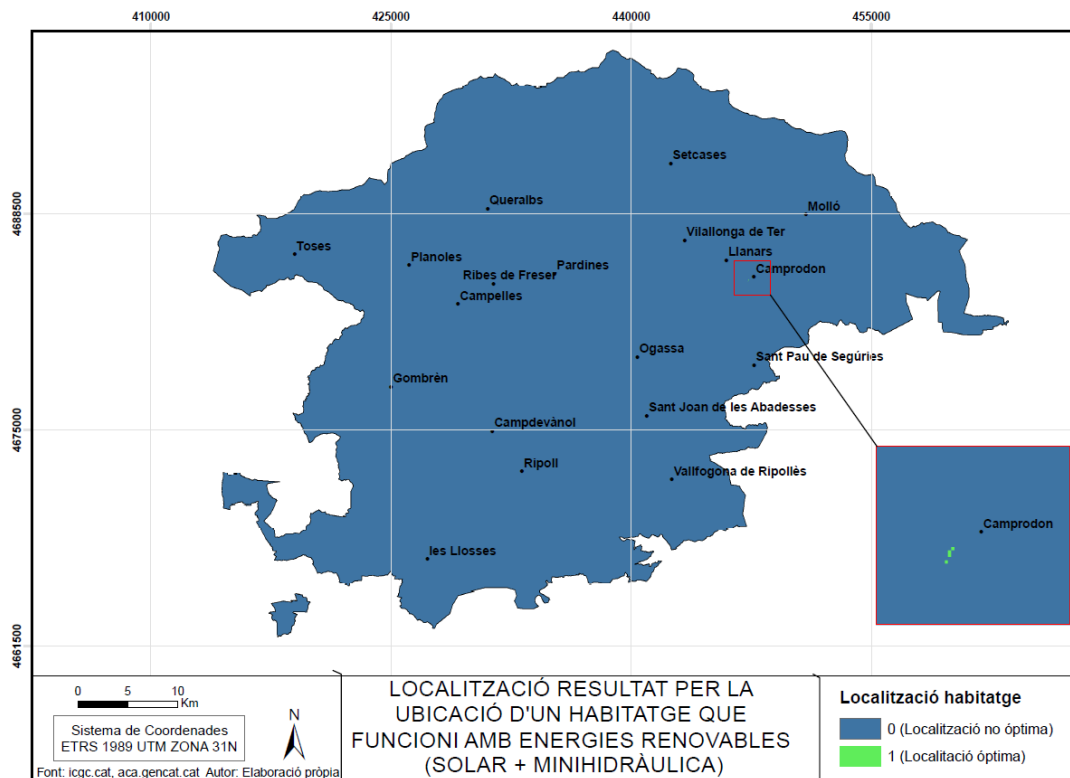
Les localitzacions òptimes per la construcció de la casa sota les condicions mencionades anteriorment, les podem trobar als municipis de Queralbs, Toses, Planoles, Campelles, Setcases, Molló i Ogassa.

Píxels	Hectàrees (Àptes)	Producció anual plaques (kWh)	Producció anual Aerogeneradors(kwh)	Plaques totals	Aerogeneradors totals	Preu total €
197	20,17	377,16	2.884	25,80	1	16.234

Taula 4: Resultat de la implementació d'energia solar + eòlica

La taula 4 explica les hectàrees aptes (20,17 ha) per la combinació de les energies, i també la producció anual dels panells i dels aerogeneradors dels models anteriors. I s'observa que una bona combinació per cobrir la demanda d'energia, pot ser posar 26 plaques i 1 aerogenerador, per quan hi hagi algun dia ennuvolat, es pugui captar l'energia de l'aerogenerador i així es cobreixi al complet la demanda. Finalment tindria un cost d'uns 16.250 €.

5.2. Localització d'un habitatge que funcioni amb energia minihidràulica i solar



Mapa 6: Localització resultant per la ubicació d'un habitatge que funcioni amb energies renovables (Solar + Minihidràulica)

El mapa 6, il·lustra la localització resultant per la ubicació d'una llar que tingui una bona accessibilitat als pobles del Ripollès, situat en una classificació de sòl urbanitzable i que funciona amb energies renovables, explícitament, que provingui d'energia solar i energia minihidràulica. És una figura, i com l'anterior, classificada amb un mètode binari, amb els mateixos valors, 1 (color verd) i un valor 0 (color blau).

En aquest cas, només s'ha trobat una única localització òptima per la construcció de l'habitatge sota les condicions mencionades anteriorment amb relació a les variables. Aquesta localització està situada al municipi de Camprodon.

Píxels	Hectàrees (Àptes)	Producció anual plaques (kWh)	Producció anual turbina (kwh)	Plaques totals	Turbines totals	Preu total €
4	0,40	377,16	8.100	12,02	1	15.108

Taula 5: Resultat de la implementació d'energia solar + minihidràulica

La taula 5, té 0,4 hectàrees per poder-se implementar en el terreny, a més, explica la producció anual dels panells i de les turbines dels models anteriors. I s'observa que una bona combinació per cobrir la demanda d'energia, pot ser posar 13 plaques i 1 aerogenerador, per quan hi hagi algun dia ennuvolat, es pugui captar l'energia de l'aigua i així es cobreixi al complet la demanda. Finalment tindria un cost d'uns 15.108 €.

6. Discussió

Les metodologies emprades han servit per trobar diverses localitzacions on construir l'habitatge amb les diferents energies, s'ha realitzat una discussió per veure quina o quines energies serien les millors per implementar-les en la casa.

L'energia amb més localitzacions òptimes per implementar-la sobre el terreny com també la més econòmica, seria l'energia que cobreix la demanda completament amb energia solar (78,84 ha). El principal inconvenient pot ser la manca de radiació solar durant un cert període de temps que dificulta la capacitat de cobrir la demanda de forma completa, pel fet que el càlcul realitzat de la captació de radiació del sòl s'ha fet a partir d'una mitjana anual que comporta una inexactitud dels valors reals.

Aquest fet també es veu afectat en el cas específic de l'energia eòlica en situacions inexistents de ràfegues de vent, i de la minihidràulica en etapes on no hi ha el cabal mínim requerit.

Les solucions per resoldre la problemàtica comentada anteriorment podria ser la combinació de les diferents energies.

Una de les combinacions possibles seria l'energia solar amb la minihidràulica pel que fa al factor econòmic, però per altra banda, es veu limitat per les característiques de la localització del terreny i les seves dimensions (0,40 ha) determinats en els resultats portats a terme amb anterioritat.

Una segona combinació pot ser la de l'energia solar amb l'eòlica que, contràriament, disposen de més terreny (20,17 ha) per implementar-les, tot i que el seu cost és més elevat.

Una tercera combinació seria la de l'energia minihidràulica amb l'eòlica, però, a causa de la definició inicial de les característiques de les dues energies, s'oposen. Així doncs, no s'ha trobat cap localització on sigui viable la combinació de les dues.

Seguidament, cal dir que en aquest projecte he fet la recerca en un àmbit rural, ja que la demanda d'energia d'un habitatge es pot cobrir amb més facilitat perquè s'exposa a la natura i és on més facilitat hi ha de produir aquestes energies, ja sigui prop de rius per l'energia minihidràulica, eòlica ja que hi ha espais molt oberts on hi ha ràfegues d'aire, etc.

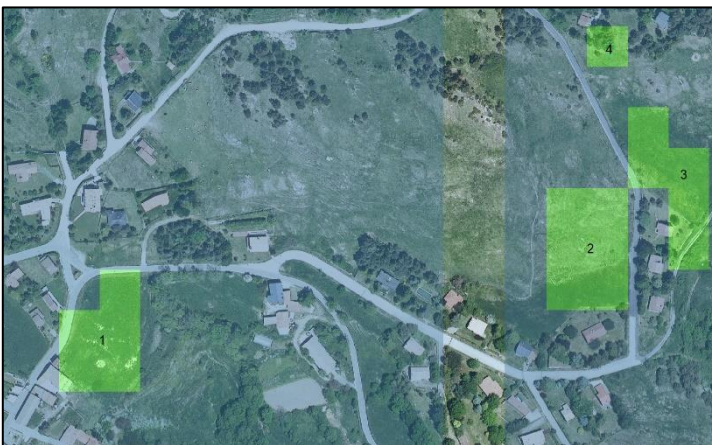
Tenint en compte les consideracions anteriors, l'energia triada per la localització de l'habitatge serà l'energia solar combinada amb l'energia eòlica.

7. Zona escollida per la construcció de l'habitatge

Com s'ha mencionat anteriorment, s'ha escollit una localització que ens permet obtenir l'energia solar combinada amb l'energia eòlica, ja que és la combinació d'energia amb més ubicacions possibles en la comarca. Les possibles zones són: els municipis de Toses, Planoles, Campelles, Querolbs, Setcases, Molló i Ogassa. Després d'observar les zones gràcies a l'ArcMap i el Google Maps, m'he decantat per la localització situada al municipi de Campelles.

Les localitzacions trobades d'aquest poble tenen tres avantatges comuns que els altres pobles no les tenen. No tenen pendent, és a dir, són superfícies gairebé planes i d'aquesta manera sense complicacions en la construcció. A més el sòl del terreny és completament nu i així amb més facilitat de construir, finalment, té la característica que es troba prop de la carretera "principal del Ripollès (N-260) "que passa per diversos municipis com Ribes de Freser, Planoles, Campdevàrol i Ripoll, és a dir, està ben connectat amb els altres pobles.

S'ha d'afegir, que la ubicació d'aquestes zones, tenen accés a diferents rutes de muntanya per fer senderisme, a més, prop del poble de Campelles, hi ha diferents estacions d'esquí per gaudir a l'hivern. A la il·lustració 1 es pot observar una ortofoto amb els diversos píxels (verds) que marquen la zona on es pot construir l'habitatge, en aquest cas, l'habitatge es pot construir en diversos llocs de Campelles, preferiblement en les zones 1 i 2, ja que són les zones que compleixen les característiques mencionades anteriorment, la 3 i la 4 tenen un pendent on hi hauria més complicacions per la seva construcció. Cal recordar que cada píxel té dimensions de $32 \times 32 \text{ m}^2$, equivalent a 1024 m^2 , així doncs, hi ha un terreny gran per construir l'habitatge ($11.264 \text{ m}^2 = 1,12 \text{ ha}$) (Zones 1 i 2). En la il·lustració 2, s'observa amb més claredat la zona on es vol construir aquest i el terreny el qual es pot construir.



Il·lustració 1: Píxels disponibles per construir l'habitatge



Il·lustració 2: Terreny disponible per construir l'habitatge

8. Conclusió

El principal objectiu del treball, era trobar la ubicació d'un habitatge que sigui autosuficient energèticament, a més, que tota l'energia produïda, provingui d'energies renovables. Mitjançant l'anàlisi, de l'energia eòlica, la solar, la minihidràulica, l'accessibilitat i les zones urbanitzables del terreny, s'han trobat diverses localitzacions en tot el terreny, sigui les energies individuals o les energies combinades entre elles.

Com he mencionat, s'han analitzat tres energies com a variables, però, també m'agradaria haver-hi analitzat l'energia provinent de la biomassa amb profunditat per trobar diferents combinacions amb les altres i així tenir més possibles zones on construir l'habitatge, però a causa de la manca de temps i espai en l'extensió del treball, aquesta variable no s'ha pogut analitzar i només ha estat mencionada.

Un cop fet l'estudi exhaustiu de les diferents variables combinades entre elles i l'anàlisi de les mateixes característiques s'han extret diverses conclusions.

Després de discutir els resultats, es pot dir que les combinacions de l'energia eòlica-solar i la solar-minihidràulica, són les que tenen més potencialitat sobre el terreny, ja que si una energia d'una combinació per diverses condicions meteorològiques no els hi afavoreix la producció d'energia, es pot optar per l'altre. Un exemple seria, en la combinació d'eòlica-solar, a l'hivern els panells solars produeixen menys energia pel fet que la radiació incident al sòl és menor, així doncs, durant l'hivern aquesta manca de producció de l'energia solar es podria cobrir amb l'energia eòlica. A més, si manca la producció d'energia, l'habitatge disposarà d'un depòsit de benzina per si sorgeix el cas que no es genera energia per cap de les energies implementades. I pel contrari, si sobra energia perquè es produeix de més, la casa estarà connectada a la xarxa elèctrica per poder compartir aquesta energia "sobrant".

Finalment, per triar una única ubicació, m'he decantat pel conjunt de l'energia eòlica-solar, ja que hi ha un ventall de localitzacions més ampli per triar. Una bona combinació d'aquestes energies, podria ser implementar a la casa un total de 26 plaques solars del model "AutoSolar 300W" i 1 aerogenerador model "enair 30PRO", que produirien la demanda d'energia que és necessària per a un any, amb un cost d'implementació de 16.234 €.

En el cost resultant, no s'ha tingut en compte els costos dels materials els quals volem fer la casa, els costos de la construcció, els costos de la instal·lació d'aquestes tecnologies i el cost del transport. Només s'ha tingut en compte el cost, en aquest cas, de les plaques del model "AutoSolar" i de l'aerogenerador model "enair 30PRO".

Per escollir la localització on es combinin l'energia eòlica-solar, hi ha moltes opcions pels diferents pobles de la zona centre-nord com s'ha dit anteriorment. Després d'estudiar les diferents zones, m'he decantat pel municipi de Campelles, ja que hi ha un terreny amb una elevada expansió i té un sòl ben preparat per la construcció de la casa.

D'aquesta manera, es demostra que és possible fer un habitatge que funcioni al complet amb energies renovables en un àmbit rural. Encara que per aplicar-ho a un àmbit urbà com pot ser una ciutat, es tindria més complicacions, ja que en una ciutat, no es pot obtenir energia minihidràulica a causa de la inexistència de rius, tampoc energia eòlica per la manca d'espai que hi ha. Per aquest motiu la ciutat està limitada a produir i consumir energia provinent només del sol.

Sota aquesta premissa, el canvi climàtic és un problema global que comporta efectes negatius com els gasos d'efecte hivernacle creats pels humans de forma artificial i, així doncs, provoca l'augment de temperatura en tot el món. Una forma de disminuir o frenar els diversos efectes que comporta, pot ser la mencionada en aquest projecte, fer habitatges que s'autoabasteixin amb energies renovables i així minimitzar el consum domèstic d'energia no provinent de renovables.

Per la realització d'aquest projecte, és especialment necessari un perfil multidisciplinari com és el cas d'un gestor de ciutats intel·ligents i sostenibles. Ja que pot aportar diversos coneixements com és el cas de la geoinformació i l'anàlisi cartogràfic, el coneixement de les energies verdes i de la sostenibilitat ambiental, una habilitat per la recerca i tractament de base de dades i un coneixement de planejament territorial i urbanístic.

Per concloure es pot afirmar que els sistemes d'informació geogràfica, poden ser una eina per ajudar a trobar localitzacions adequades on implementar i treure el màxim potencial de les tres energies renovables tractades al llarg d'aquest projecte.

Bibliografia

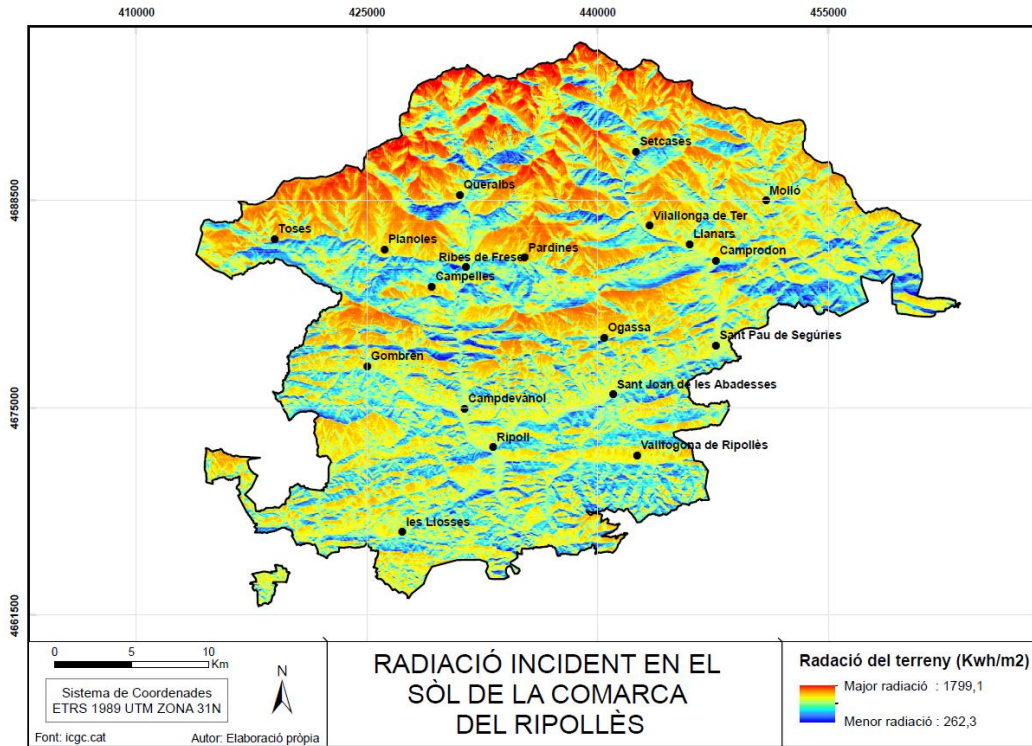
- ACA. (sense data). *Visor ACA*. Recollit de https://sig.gencat.cat/visors/VISOR_ACA.html
- acciona. (n.d.). *Energías renovables*. Recollit de acciona:
<https://www.acciona.com/es/energias-renovables/>
- Aspectos fundamentales de la sostenibilidad ambiental*. (30 / 10 / 2012). Recollit de ISOTools:
<https://www.isotools.org/2018/10/30/aspectos-fundamentales-sostenibilidad-ambiental/>
- Atersa. (n.d.). *Cómo se obtiene la energía solar*. Recollit de Atersa: <https://atersa.shop/como-se-obtiene-la-energia-solar/#:~:text=La%20energ%C3%ADa%20solar%20se%20obtiene,podemos%20considerarla%20un%20recurso%20ilimitado.>
- AutoSolar. (sense data). *Panel Solar 300W 24V CSun Poliscristalino*.
- bio4. (2017). *Bioetanol*. Recollit de bio4:
<https://www.bio4.com.ar/productos/bioetanol/#:~:text=Se%20obtiene%20a%20partir%20de,remolacha%20azucarera%2C%20ca%C3%B1a%20de%20az%C3%BAcar.>
- Buhigas San Jose, M. (2021). *Planejament Territorial i Urbanístic*. Recollit de campus virtual UAB: https://e-aules.uab.cat/2020-21/pluginfile.php/1038540/mod_resource/content/1/20210315_Teories%20de%20la%20Planificacio%20Territorial.pdf
- Cambio climático*. (2014). Recollit de Gobierno de España: <https://www.miteco.gob.es>
- Cecu. (sense data). *Energía minihidráulica*.
- De la Paz Blanco, C. (2012). *METODOLOGÍAS PARA LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE CENTRALES DE BIOMASA Y MINIHIDRÁULICA COMO RECURSOS ENERGÉTICOS RENOVABLES EN AL COMARCA DEL BIERZO*.
- Departament de Territori i Sostenibilitat. (2015). *Què és un pla d'ordenació urbanística municipal?* Recollit de Departament de Territori i Sostenibilitat:
https://territori.gencat.cat/ca/06_territori_i_urbanisme/planejament_urbanistic/pla_dordenacio_urbanistica_municipal_poum/que_es/
- ecodes. (n.d.). *Qué son los gases de efecto invernadero*. Recollit de ecodes:
<https://ecodes.org/hacemos/cambio-climatico/que-son-los-gases-de-efecto-invernadero>
- enel. (n.d.). *¿Qué es la energía eólica y cómo funciona?* Recollit de enel:
<https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-eolica-y-como-funciona.html>
- ERNC. (Junio / 2012). *Energía maremotriz*. Recollit de ERNC:
https://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno12/costosernc/D._Mare.html#:~:text=ENERG%C3%8DA%20MAREMOTRIZ-,La%20energ%C3%ADa%20mareomotriz%20se%20produce%20gracias%20al%20movimiento%20generado%20por,energ%C3%ADa%20hacia%20la%20comunidad%20y

- ESRI 2011. ArcGIS Desktop : Version 10.8. Redlands, CA: Environmental System Research Institute, Inc., 2010.
- ESRI. (n.f.). *¿Qué es GIS?* Recollit de <https://www.esri.cl/es-cl/que-es-el-gis/que-es-gis>
- Estampaciones JOM. (19 / Abril / 2016). *Energía Biomasa. ¿Cómo se produce y se transforma en electricidad?* Recollit de JOM: <https://www.jom.es/energia-biomasa-como-se-produce-y-se-transforma-en-electricidad/#:~:text=La%20energ%C3%ADa%20biomasa%20se%20obtiene,de%20un%20proceso%20de%20combusti%C3%B3n.>
- European Commission. (sense data). *Photovoltaic geographical information system*.
- F.Stocker, T., Qin, D., Gian-Kasper Plattner, M.B.Tignor, M., & Boschung, J. (2013). *Cambio climático*. Recollit de ipcc: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf
- Factor energia. (30 / 08 / 2018). *Energías renovables: características, tipos y nuevos retos*. Recollit de factorenergia: <https://www.factorenergia.com/es/blog/noticias/energias-renovables-caracteristicas-tipos-nuevos-retos/>
- Fontgas. (02 / Setembre / 2020). *¿Qué es la energía geotérmica?* Recollit de Fontgas: <https://www.fontgas.com/blog/la-energia-geotermica/#:~:text=Es%20la%20energ%C3%ADa%20que%20puede,sea%20su%20temperatura%20y%20profundidad.>
- García-Díaz, M., Gandón-Hernández, J., & Maqueria Tamayo, Y. (2013). *Estudio de la obtención de biodiesel a partir de aceite comestible usado*. La Habana, Cuba.
- Gencat. (sense data). *Departament de la Vicepresidència i de Polítiques Digitals i Territori*. Recollit de https://territori.gencat.cat/ca/06_territori_i_urbanisme/observatori_territori/mapa_urbanistic_de_catalunya/serveis_web_i_dades_obertes/descarrega-de-dades/format-shapefile-shp/
- Generalitat de Catalunya. (15 / Octubre / 2010). *RPUC*. Recollit de Registre de planejament urbanístic de Catalunya: <https://dtes.gencat.cat/rpucportal/AppJava/cercaExpedient.do?reqCode=veure&codintExp=277143&fromPage=load>
- Gobierno de España. (n.d.). *Qué es el cambio climático. ARTÍCULO 1*. Recollit de Gobierno de España: [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/doc_ncc_un_convencion.aspx#:~:text=ART%C3%8DCULO%201%3A%20Definiciones,-Para%20los%20efectos&text=Por%20%22cambio%20clim%C3%A1tico%22%20se%20entiende,durante%](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/doc_ncc_un_convencion.aspx#:~:text=ART%C3%8DCULO%201%3A%20Definiciones,-Para%20los%20efectos&text=Por%20%22cambio%20clim%C3%A1tico%22%20se%20entiende,durante%20)
- ICGC. (sense data). *Base municipal de Catalunya*. Recollit de <https://www.icgc.cat/es/Administracion-y-empresa/Descargas/Capas-de-geoinformacion/Base-municipal>

- ICGC. (sense data). *Descargar la cartografía de Catalunya*. Recollit de <http://www.icc.cat/appdownloads/>
- Martinez-Barros Rodriguez, G. (24 / novembre / 2012). *IMPACTO DE LA ENERGÍA EN EL MEDIO AMBIENTE. LAS ENERGÍAS RENOVABLES*. Recollit de IMPACTO DE LA ENERGÍA EN EL MEDIO AMBIENTE. LAS ENERGÍAS RENOVABLES.
- Merino, L. (n.d.). *Energías renovables*. Recollit de IBERDROLA: <http://media1.webgarden.es/files/media1:4befe784280d2.pdf.upl/E.renovables.pdf>
- Noguera, J. E. (2007). *L'ordenació urbanística: conceptes, eines i pràctiques*. Recollit de Diputació Barcelona: https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=3f805373-7155-4064-89b7-5dc3efff2b89&groupId=7294824
- OCU . (febrero / 2016). *OCU (Organización de Consumidores y Usuarios)*. Recollit de <https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/gas-luz/noticias/cuanta-energia-consume-una-casa-571584>
- Oswaldo Benavides, H., & Esperanza León, G. (Diciembre / 2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. Recollit de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales- IDEAM: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>
- REHAU. (n.d.). *Qué es la sostenibilidad*. Recollit de REHAU: <https://www.rehau.com/es-es/que-es-la-sostenibilidad>
- Rodríguez Mateos, J. (n.d.). *Planificación territorial y urbanismo. Pasado, presente y futuro del planeamiento urbanístico*. Recollit de http://www.geografia.us.es/web/contenidos/profesores/materiales/archivos/PLANIFICACION_TERRITORIAL_Y_URBANISMO.pdf
- SACLIMA. (01 / 07 / 2020). *Real Decreto-Ley 23/2020 impulsa las energías renovables*. Recollit de SACLIMA: <http://www.saclima.com/real-decreto-ley-232020-impulsa-las-energias-renovables/>

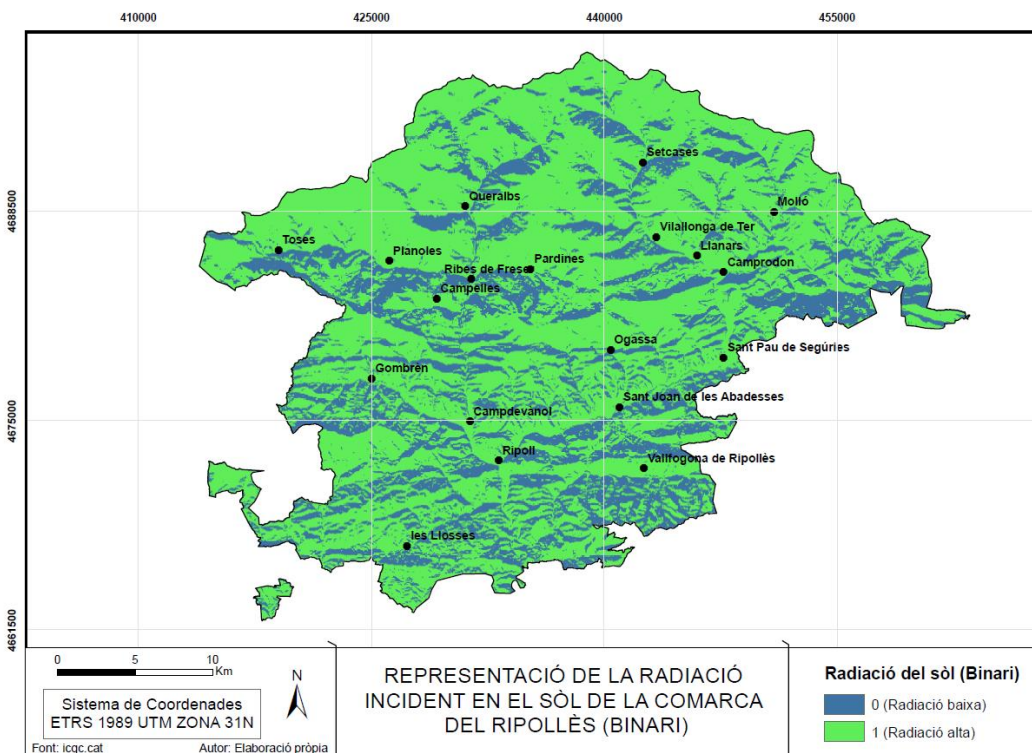
Annexos

Annex 1:



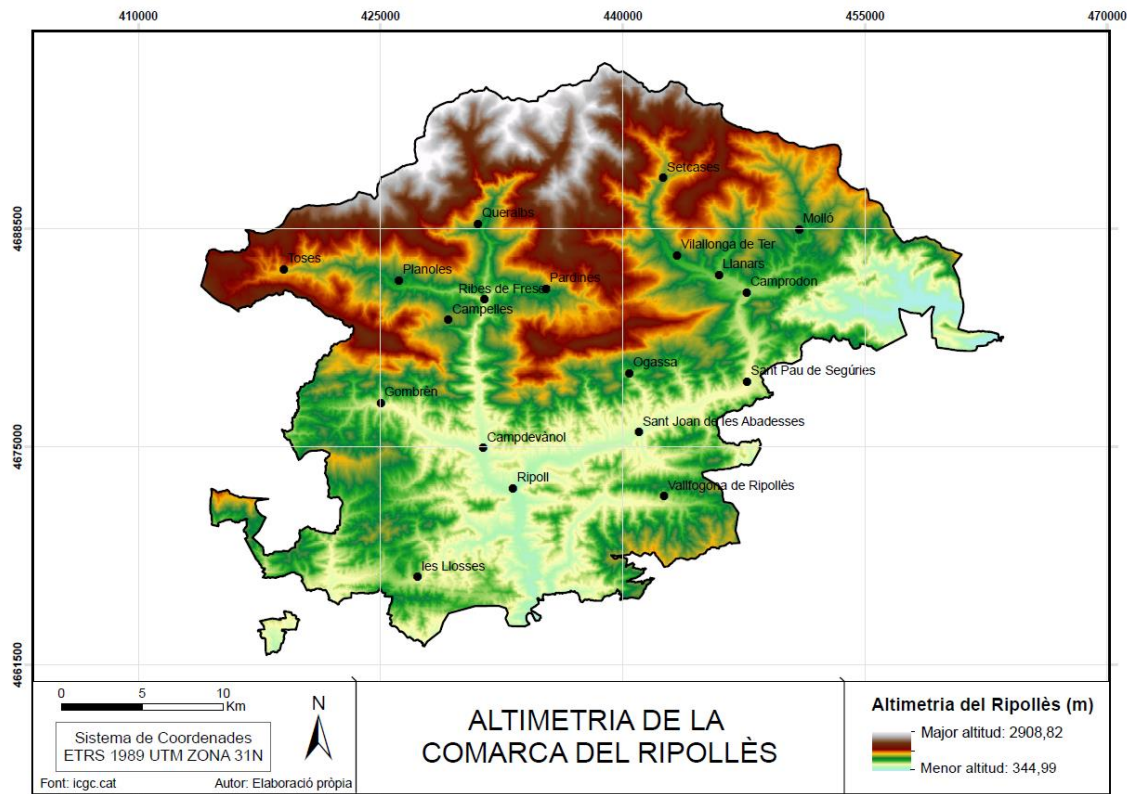
Mapa 7: Mapa de Radiació incident en el sòl de la comarca del Ripollès.

Annex 2:



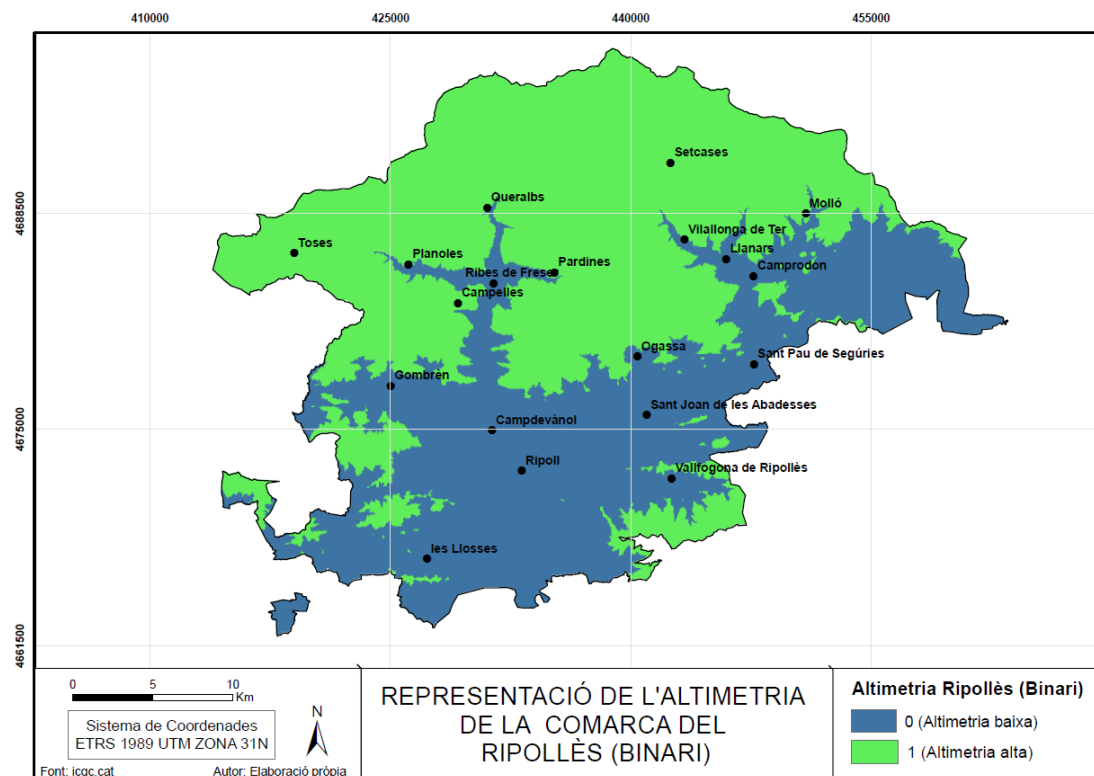
Mapa 8: Mapa binari de la Radiació incident en el Ripollès.

Annex 3:



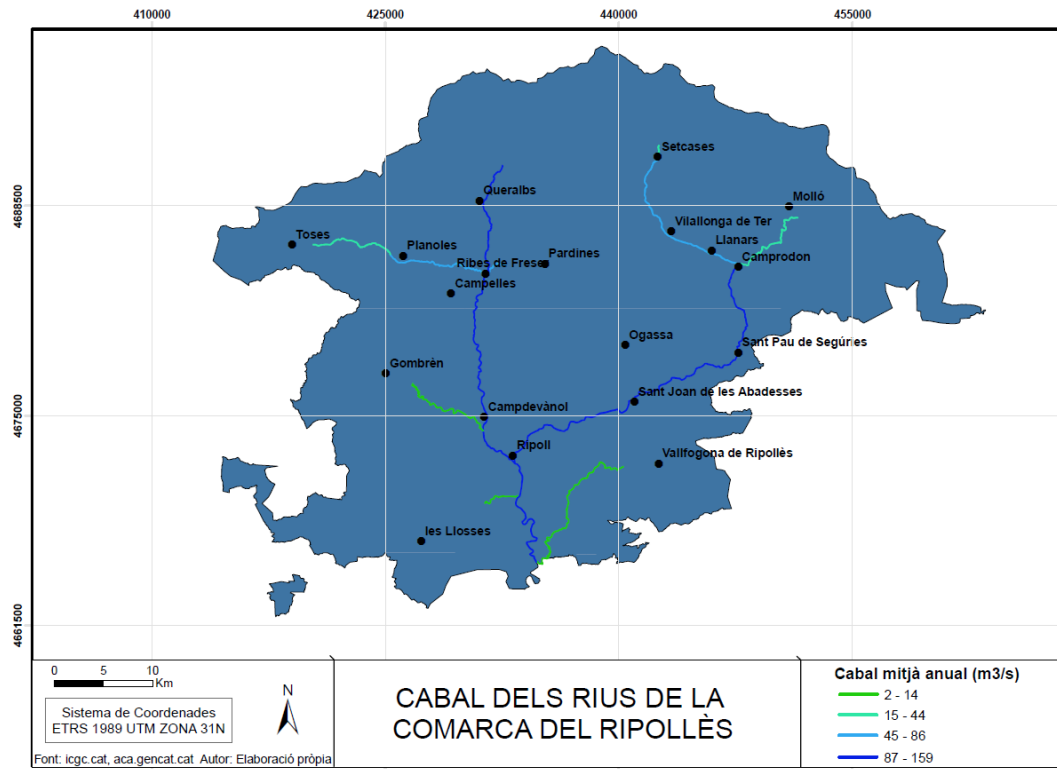
Mapa 9: Altimetria de la comarca del Ripollès

Annex 4:



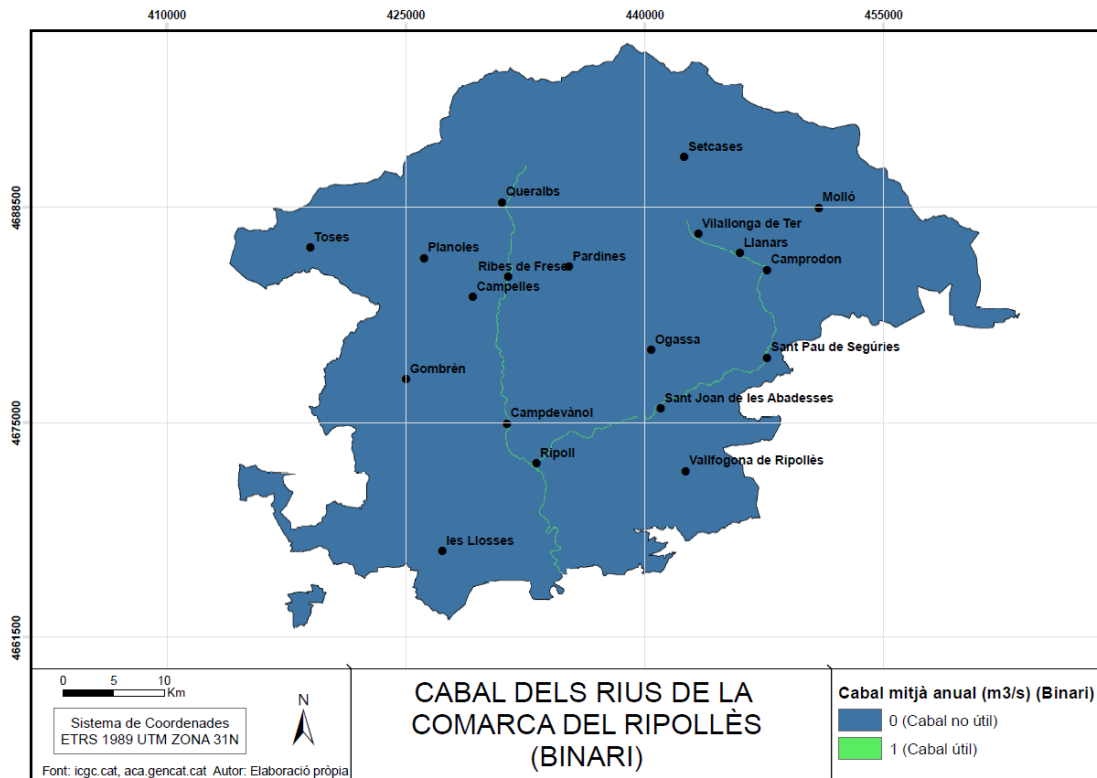
Mapa 10: Mapa binari de l'altimetria en la comarca del Ripollès.

Annex 5:



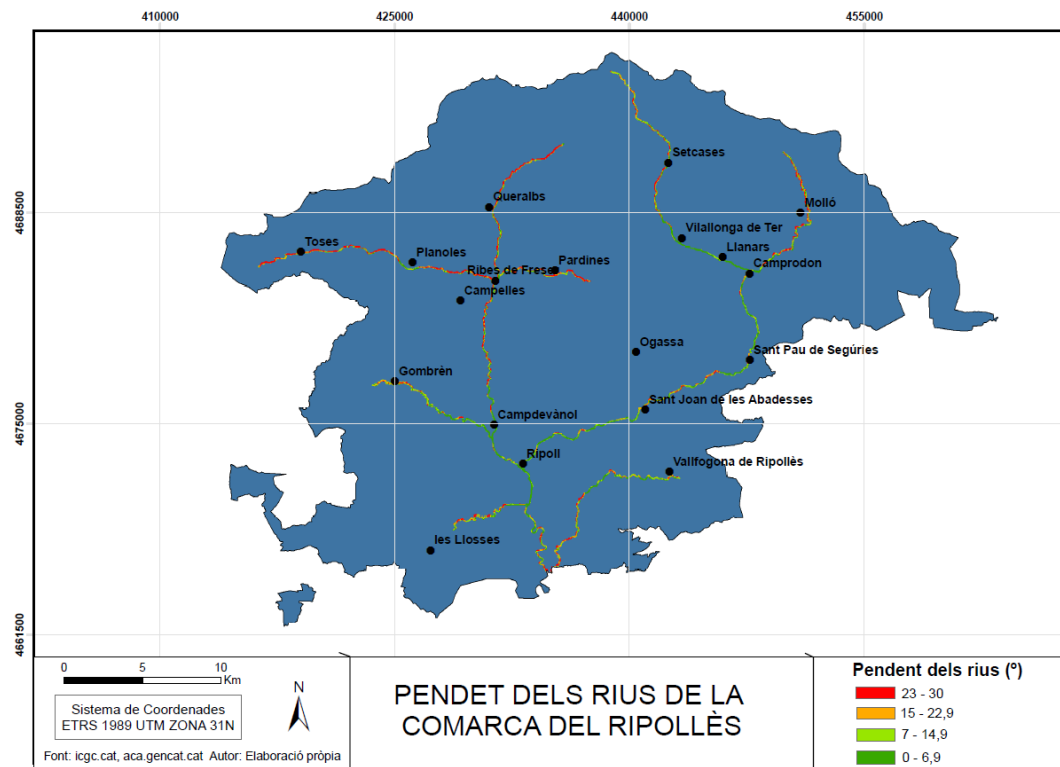
Mapa 11: Cabal dels rius de la comarca del Ripollès

Annex 6:



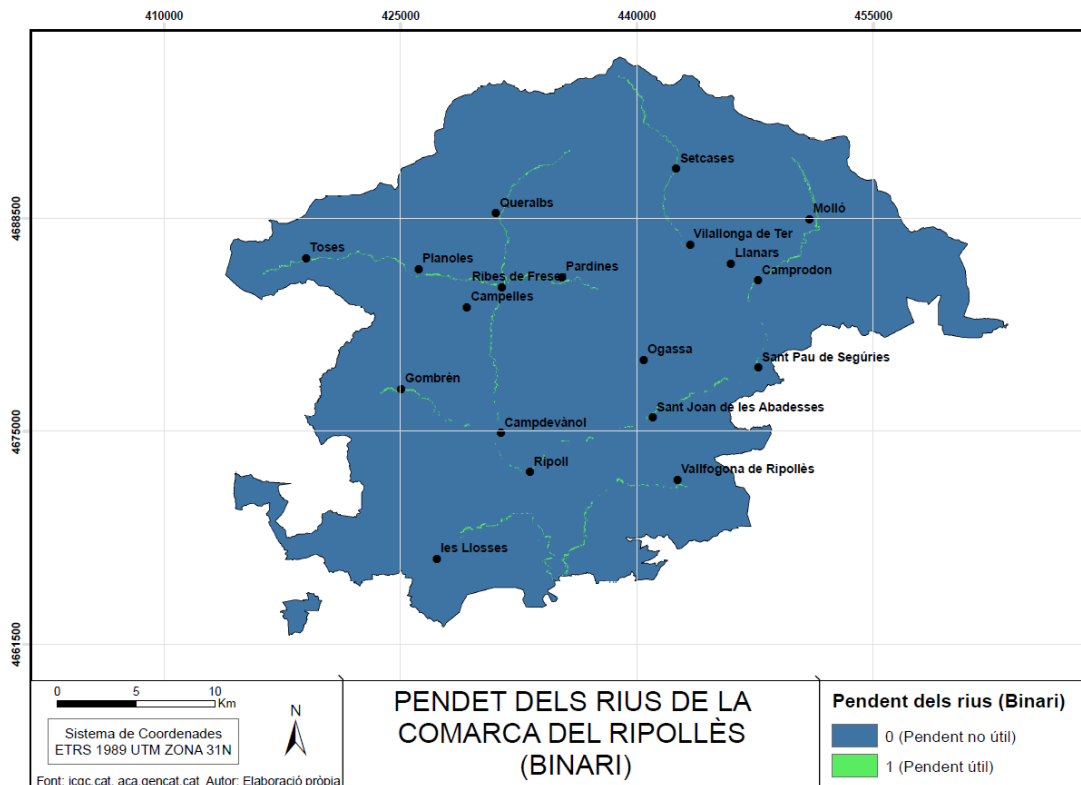
Mapa 12: Mapa binari del cabal dels rius de la comarca del Ripollès.

Annex 7:



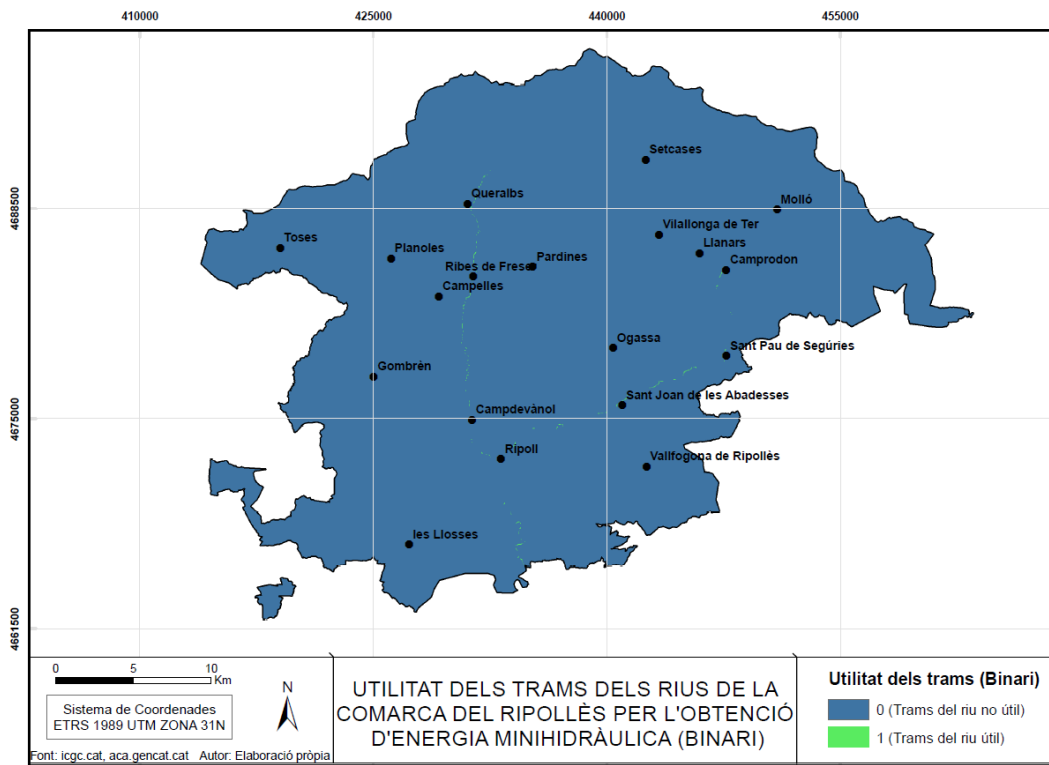
Mapa 13: Pendet dels rius de la comarca del Ripollès

Annex 8:



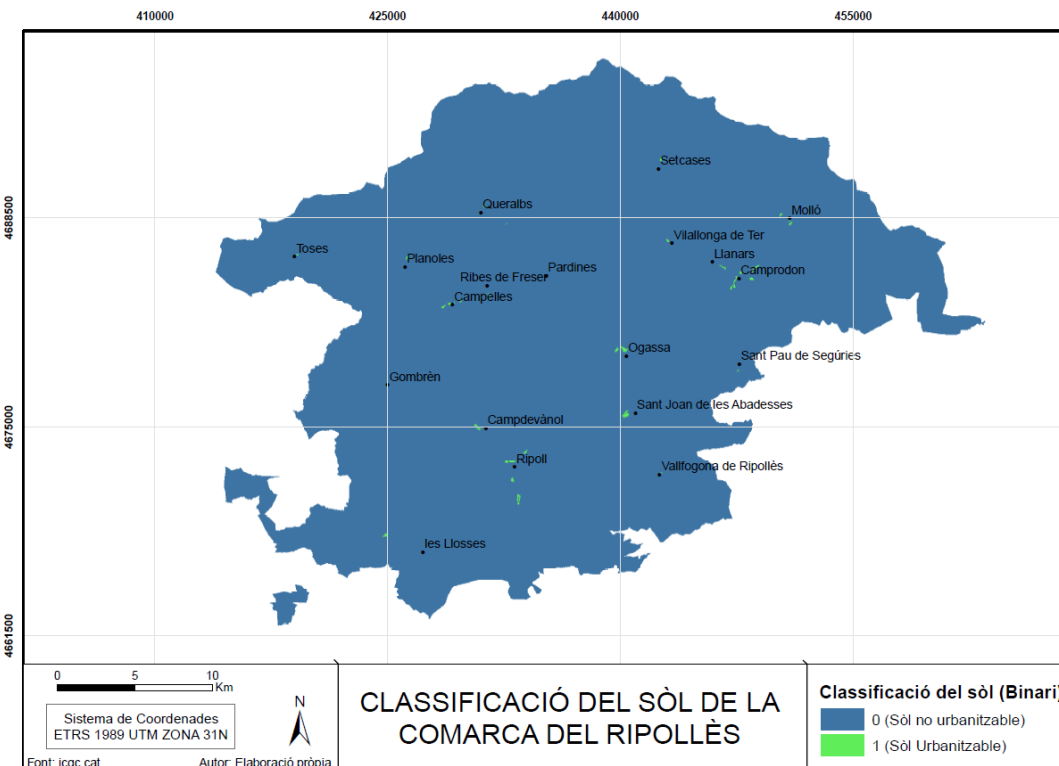
Mapa 14: Mapa binari del pendet dels rius de la comarca del Ripollès (Binari)

Annex 9:



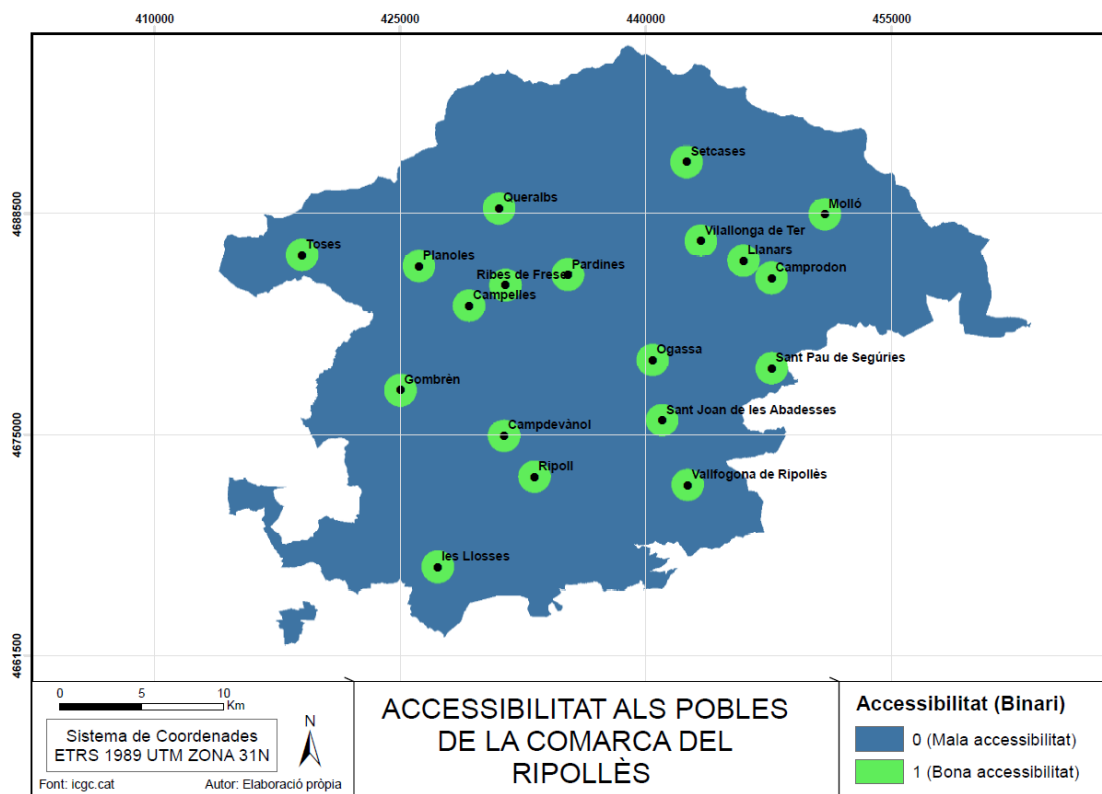
Mapa 15: Mapa binari de la utilitat dels trams dels rius de Ripollès per l'obtenció d'energia minihidràulica.

Annex 10:



Mapa 11: Classificació del sòl de la comarca del Ripollès

Annex 11:



Mapa 12: Accessibilitat als pobles de la comarca del Ripollès