

CONNECTIVITAT ECOLÒGICA I PAISATGÍSTICA AL PARC NATURAL DELS AIGUAMOLLS DE L'EMPORDÀ



Treball Final de Grau

Grau en Geografia, Ordenació del Territori i Gestió del Medi Ambient

Facultat de Lletres

Universitat de Girona

Daniel Bejarano Leandro

Tutor: Josep Vila Subirós

Febrer de 2019

Agraïments:

Gràcies al meu tutor, Josep Vila, per aconsellar-me i orientar-me durant la realització d'aquest treball, per facilitar-me la recerca i pel seu suport.

Gràcies a la Rosa Llinàs, encarregada del centre de documentació del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà per la facilitació de documents inèdits que han sigut de gran utilitat.

Agraeixo a totes aquelles persones que d'una manera o altra han resolt els meus dubtes per poder millorar aquest treball.

Gràcies a la meva família i amics pel suport incondicional i els ànims.

Finalment, gràcies a tots els professors que he tingut durant el grau de Geografia que m'han aportat coneixement sobre les diferents branques que componen aquesta ciència i especialment, gràcies a aquells que m'han ensenyat amb passió les particularitats i dimensions del territori que ens envolta, els problemes i les possibles solucions.

RESUM

Aquest treball analitza l'estat de la connectivitat ecològica i paisatgística del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, un espai natural protegit caracteritzat per estar envoltat d'una complexa realitat socioeconòmica. Per analitzar l'estat de la connectivitat ecològica s'utilitzen una sèrie de variables territorials que són classificades i ponderades segons la qualitat que posseeixen de facilitar o no la dispersió de les espècies que ha donat com a resultat aquelles zones més òptimes per a la connexió dels dos polígons en què es divideix el Parc. Pel que fa a la connectivitat paisatgística s'utilitzen una sèrie d'indicadors que han calculat com s'ha transformat el paisatge en el període 1993-2009 i com han afectat aquests canvis a la connectivitat del paisatge, estretament unida a l'ecològica. Amb els resultats d'aquests anàlisis s'han obtingut les fortaleses i debilitats de la connectivitat en aquest Parc i s'han redactat aquelles possibles solucions de cares al futur.

Paraules clau: connectivitat ecològica, connectivitat paisatgística, connector ecològic, pas de fauna, fragmentació d'hàbitat, mètriques de classe i paisatge.

ABSTRACT

This work analyses the state of ecological and landscape connectivity of the "Aiguamolls de l'Empordà" Natural Park, a protected natural area characterized for being surrounded by a complex socioeconomic reality. To analyse the state of ecological connectivity, it is used a series of territorial variables that are classified and weighted according to the quality that they have to facilitate or not the dispersion of the species that has resulted in the more optimal areas for the connection of the two polygons in which the Park is divided. About landscape connectivity, it is used a series of indicators that have calculated how the landscape has been transformed in the period 1993-2009 and how these changes have affected the connectivity of the landscape, closely-related to the ecological one. With the results of these analyses, the strengths and weaknesses of the connectivity in this Park have been obtained and those possible solutions of faces for the future have been written.

Key words: ecological connectivity, landscape connectivity, habitat corridor, wildlife crossing, habitat fragmentation, landscape and class metrics.

ÍNDEX

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓ | 9 |
| 1. OBJECTIUS | 11 |
| 2. MARC TEÒRIC | 13 |
| 2.2 Connectivitat ecològica..... | 15 |
| 2.3 Teoria de la insularitat..... | 16 |
| 2.4 Connectivitat paisatgística | 17 |
| 2.5 Connectivitat social..... | 18 |
| 3. ANTECEDENTS..... | 20 |
| 4. ÀREA D'ESTUDI..... | 23 |
| 4.1 Creació del PNAE | 24 |
| 4.2 Medi social | 24 |
| 4.3 Medi natural | 26 |
| 4.4 Marc legal | 28 |
| 4.4.1 Figures de protecció | 31 |
| 5. METODOLOGIA..... | 34 |
| 5.1 Anàlisi de la connectivitat ecològica..... | 35 |
| 5.2 Anàlisi de la connectivitat paisatgística | 46 |
| 5.3 Anàlisi dels accidents de trànsit amb animals | 53 |
| 5.4 Fitxes passos de fauna | 55 |
| 6. ESTAT ACTUAL DE LA CONNECTIVITAT ECOLÒGICA I PAISATGÍSTICA.... | 57 |
| 6.1 Connectivitat ecològica del PNAE amb el Cap de Creus..... | 57 |
| 6.2 Elements de connectivitat al PNAE | 61 |
| 6.2.1 Connectivitat ecològica..... | 61 |
| 6.2.2 Connectivitat paisatgística | 64 |
| 6.3 Elements barrera al PNAE..... | 66 |
| 6.3.1 Desenvolupaments urbans | 66 |
| 6.3.2 Vies de comunicació | 70 |
| 6.3.3 Infraestructura turística..... | 72 |
| 6.3.4 Estat de les masses d'aigua | 74 |
| 7. RESULTATS | 76 |
| 7.1 Connectivitat ecològica..... | 76 |
| 7.2 Connectivitat paisatgística | 79 |
| 7.2.1 Entre els espais naturals limítrofs del PNAE..... | 79 |
| 7.2.2 Interna del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà | 85 |
| 7.2.3 Interna dels municipis del PNAE amb exclusió d'espais naturals ... | 90 |

| | |
|---|-----|
| 7.3 Sinistralitat de la fauna..... | 96 |
| 8. CONCLUSIONS | 99 |
| 9. FUTURES LÍNIES DE RECERCA..... | 104 |
| 10. REFERÈNCIES..... | 105 |
| ANNEXOS..... | 113 |
| ANNEX 1 - IMATGES | 114 |
| ANNEX 2 - MAPES..... | 117 |
| ANNEX 3 - TAULES | 125 |
| ANNEX 4 - FITXES DESCRIPTIVES DELS PASSOS DE FAUNA..... | 129 |

| | |
|--|----|
| Figura 1. Delimitació de l'àrea terrestre del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. | 23 |
| Figura 2. Figures de protecció dels espais naturals de protecció especial del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. | 32 |
| Figura 3. Classificació de les carreteres segons la Intensitat Mitjana Diària de l'any 2015. | 36 |
| Figura 4. Classificació de l'anterior categorització de les carreteres segons el seu IMD. | 38 |
| Figura 5. Classificació dels usos del sòl segons la seva qualitat per a facilitar la dispersió d'espècies. | 41 |
| Figura 6. Classificació del pendent (%). | 41 |
| Figura 7. Qualificació de l'ACA sobre l'estat de les masses d'aigua. | 43 |
| Figura 8. Classificació dels rius segons el seu estat ecològic. | 43 |
| Figura 9. Classificació de les zones humides segons el seu estat ecològic. | 43 |
| Figura 10. Classificació dels rius segons la zonificació d'aquests. | 44 |
| Figura 11. Classificació dels espais naturals segons les seves figures de protecció. | 45 |
| Figura 12. Classificació dels passos de fauna i dels HIC com a espais molt òptims per a la dispersió de les espècies. | 45 |
| Figura 13. Format utilitzat perquè Fragstat computi correctament les diferents mètriques demandades. | 49 |
| Figura 14. Fitxa model emprada per a la descripció dels passos de fauna. | 56 |
| Figura 15. Els 5 connectors que uneixen ecològicament el Parc Natural del Cap de Creus amb el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. | 60 |
| Figura 16. Estat de conservació de la Mugueta. | 62 |
| Figura 17. Pes de les residències principals i secundàries dels municipis amb més població de l'àmbit d'estudi. | 66 |
| Figura 18. Urbanització residencial del Puig Rom (Roses). | 68 |
| Figura 19. Connectivitat ecològica dels municipis amb part de la seva superfície municipal dins del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. | 76 |
| Figura 20. Evolució de la superfície dels usos del sòl en l'àmbit d'estudi en el període 2000-2009. | 79 |
| Figura 21. Percentage of Landscape entre els espais limítrofs al PNAE (Parc Natural del Cap de Creus-Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). | 80 |
| Figura 22. Largest Patch Index entre els espais limítrofs al PNAE (Parc Natural del Cap de Creus-Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). | 81 |
| Figura 23. Patch Density entre els espais limítrofs al PNAE (Parc Natural del Cap de Creus-Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). | 81 |
| Figura 24. Edge Density entre els espais limítrofs al PNAE (Parc Natural del Cap de Creus-Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). | 82 |
| Figura 25. Euclidean Nearest Neighbor Distance entre els espais limítrofs al PNAE (Parc Natural del Cap de Creus-Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). | 83 |
| Figura 26. Connectance entre els espais limítrofs al PNAE (Parc Natural del Cap de Creus-Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). | 83 |
| Figura 27. Cohesion entre els espais limítrofs al PNAE (Parc Natural del Cap de Creus-Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). | 84 |
| Figura 28. Simpson's Diversity Index entre els espais limítrofs al PNAE (Parc Natural del Cap de Creus-Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). | 84 |
| Figura 29. Evolució de la superfície dels usos del sòl al Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i els seus EIN'S annexos en el període 2000-2009. | 85 |
| Figura 30. Percentage of Landscape del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. | 86 |
| Figura 31. Largest Patch Index del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. | 86 |
| Figura 32. Patch Density del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. | 87 |
| Figura 33. Edge Density del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. | 88 |
| Figura 34. Euclidean Nearest Neighbor Distance del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. | 88 |
| Figura 35. Connectance del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. | 89 |
| Figura 36. Cohesion del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. | 89 |
| Figura 37. Evolució de l'índex de paisatge de SIDI en el període 1993-2009 i la seva variació acumulada en % dins del polígon nord del PNAE. | 90 |

| | |
|--|-----|
| Figura 38. Evolució de l'índex de paisatge de SIDI en el període 1993-2009 i la seva variació acumulada en % dins del polígon sud del PNAE..... | 90 |
| Figura 39. Evolució de la superfície dels usos del sòl (2000-2009) en els municipis que tenen superfície dins del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs tota aquella superfície pertanyent a aquest Parc i a altres espais naturals protegits. | 90 |
| Figura 40. Evolució de l'índex PLAND en els municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs la superfície municipal coberta per espais naturals protegits... | 91 |
| Figura 41. Evolució de l'índex Largest Patch Index en els municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs la superfície municipal coberta per espais naturals protegits. | 92 |
| Figura 42. Evolució de l'índex Patch Density en els municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs la superfície municipal coberta per espais naturals protegits. | 92 |
| Figura 43. Evolució de l'índex Edge Density en els municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs la superfície municipal coberta per espais naturals protegits. | 93 |
| Figura 44. Evolució de l'índex Euclidean Nearest Neighbor Distance en els municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs la superfície municipal coberta per espais naturals protegits. | 94 |
| Figura 45. Evolució de l'índex Connectance en els municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs la superfície municipal coberta per espais naturals protegits. | 94 |
| Figura 46. Evolució de l'índex Cohesion en els municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs la superfície municipal coberta per espais naturals protegits... | 95 |
| Figura 47. Evolució de SIDI en els municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs la superfície municipal coberta per espais naturals protegits. | 95 |
| Figura 48. Punts quilomètrics d'accidents amb fauna en la GI-610, C-68, GI-614 i carreteres comarcals. | 96 |
| Figura 49. Skyline de la urbanització d'Empuriabrava. | 115 |
| Figura 50. Skyline de la urbanització de Santa Margarida i Roses. | 115 |
| Figura 51. Granges i magatzems al marge dret de la riera de la Mugueta.. | 116 |
| Figura 52. Tanca perimetral en mal estat. | 116 |
| Figura 53. Els municipis i les entitats de població més destacades que tenen part de la seva superfície municipal dins del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. | 118 |
| Figura 54. Masses d'aigua del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. | 119 |
| Figura 55. Límits del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i dels Espais d'Interès Natural annexos a aquest. | 120 |
| Figura 56. Xarxa de carreteres de l'àmbit d'estudi, vies principals i locals. | 121 |
| Figura 57. Atermenament del domini públic marítim-terrestre entre la desembocadura del Fluvià i la de la Muga. | 122 |
| Figura 58. Punts quilomètrics d'accidents amb fauna implicada en les carreteres GIV-6216, GIV-6217, GIV-6303. | 123 |
| Figura 59. Accidentalitat amb fauna a la C-68 al seu pas pel municipi de Castelló d'Empúries. | 124 |
| Figura 60. Nombre d'accidents de la via GI-614 en el període gener de 2011 - febrer de 2018, entre altres dades. | 126 |
| Figura 61. Nombre d'accidents de la via C-68 en el període gener de 2011 - febrer de 2018, entre altres dades. | 126 |
| Figura 62. Nombre d'accidents de la via GI-610 en el període gener de 2011 - febrer de 2018, entre altres dades. | 127 |
| Figura 63. Nombre d'accidents que hi ha hagut en les vies GIV-6102 i GIV-6103 en el període gener de 2011 - febrer de 2018, entre altres dades. | 128 |
| Figura 64. Nombre d'accidents que hi ha hagut en les vies GIV-6216 i GIV-6217 en el període gener de 2011 - febrer de 2018, entre altres dades. | 128 |

| | |
|--|-----|
| Figura 65. Nombre d'accidents que hi ha hagut en la via GIV-6303 en el període gener de 2011 - febrer de 2018, entre altres dades. | 128 |
| Figura 66. Fitxa del viaducte de la Mugueta. | 131 |
| Figura 67. Fitxa del pas inferior específic per a la fauna I. | 134 |
| Figura 68. Fitxa del pas inferior específic per a la fauna II. | 136 |
| Figura 69. Fitxa del pas inferior específic per a la fauna III. | 138 |
| Figura 70. Fitxa del pas inferior específic per a la fauna IV. | 139 |
| Figura 71. Fitxa dels passos per a amfibis I. | 141 |
| Figura 72. Fitxa dels passos per a amfibis II. | 142 |
| Figura 73. Fitxa dels passos per a amfibis III. | 144 |
| Figura 74. Fitxa del possible pas per a amfibis i micromamífers (GI-8562). | 145 |
| Figura 75. Fitxa del possible pas per a espècies aquàtiques (rec del Mig). | 146 |
| Figura 76. Fitxa del possible pas per a espècies aquàtiques (rec Madral). | 147 |

INTRODUCCIÓ

L'origen d'aquest treball ve donat per l'interès propi de conèixer detalladament un espai natural proper amb unes característiques complexes i una realitat difícil de gestionar, ja que s'ubica en un àmbit amb un gran dinamisme que afavoreix un procés de fragmentació del paisatge i dels hàbitats naturals. Una realitat que esdevé un repte cabdal en la gestió del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà.

Aquest estudi vol donar respostes a les preguntes que tenia sobre la millora de la connectivitat, si és possible una bona connectivitat entre els dos sectors dels Aiguamolls i quines poden ser les solucions per tal de superar les diverses barreres antròpiques que es troben en l'àmbit d'estudi i quins són els espais que encara juguen un rol important de connectivitat ecològica i paisatgística.

La idea inicial era realitzar un estudi de la connectivitat multifuncional entre el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i el Parc Natural del Cap de Creus. Indagant en les característiques d'aquests dos Parcs, vaig observar que encara que fossin dos espais naturals mediterranis a poca distància, les dissimilituds són marcades.

Les principals diferències que els caracteritzen són la morfologia i la composició del seu substrat; l'espai natural del Cap de Creus s'assenta sobre els últims contraforts del Pirineu axial formats per roques ígnies i metamòrfiques¹ –les més predominants- dominades per l'esquist i les fil·lites, en canvi, els Aiguamolls de l'Empordà s'assenten sobre maresmes i cordons litorals de sediments marins i sobre una plana al·luvial del terciari i quaternari² formada pels sediments aportats pels rius Muga i Fluvià. Lligada a la morfologia i composició del sòl, hi han vinculades nombroses espècies vegetals i animals específiques de l'indret i que, en conseqüència, no comparteixen els dos espais. No obstant això, hi ha altres espècies, especialment ungulats com el

¹ Informació extreta de http://parcsnaturals.gencat.cat/es/cap-creus/coneix-nos/patrimoni_natural_i_cultural/hidrologia_i_geologia/.

² Informació extreta de <https://www.altemporda.org/portal/descripcio-de-l-entorn-fisic/geologia-i-geomorfologia/geomorfologia>.

porc senglar, que en ser espècies generalistes es poden moure i viure en els dos ambients.

Una altra consideració que es va prendre sobre la temàtica del treball, va ser la decisió d'enfocar l'anàlisi en la connectivitat ecològica i la paisatgística, deixant de banda la social. Es va adoptar aquesta decisió davant l'escassetat de referències sobre aquesta tipologia de connectivitat territorial. No obstant això, en el marc teòric es recull la definició d'aquesta tipologia de connectivitat, ja que conjuntament amb l'ecològica i la paisatgística constitueixen allò que anomenem connectivitat multifuncional.

1. OBJECTIUS

Els objectius principals del treball són:

En primer lloc, avaluar l'estat de la connectivitat ecològica i paisatgística en el Parc dels Aiguamolls de l'Empordà. Per a la connectivitat ecològica s'ha determinat quin és el millor connector ecològic per unir els dos polígons en el que està dividit el Parc Natural dels Aiguamolls i s'ha analitzat els efectes que podria tenir l'ampliació urbana recollida per la *Planificació Urbanística d'Ordenació Municipal de Castelló d'Empúries* (2014) i; en el cas de la connectivitat paisatgística s'ha realitzat una anàlisi sobre la configuració del paisatge i com aquest ha evolucionat des del 1993 fins al 2009.

En segon lloc, presentar un conjunt de propostes per garantir el manteniment i la millora de la connectivitat ecològica i paisatgística. Aquestes propostes van encaminades a millorar la connectivitat en un futur, a través de l'aplicació de mesures correctores que millorin o eliminin els impactes antròpics sobre els hàbitats naturals i sobre la dispersió de les espècies.

En tercer lloc, analitzar l'impacte que tenen les carreteres sobre el moviment de les espècies. Aquesta anàlisi ha buscat obtenir aquells punts quilomètrics més conflictius de la xarxa de carreteres que envolta i travessa el Parc per tal d'observar quines són les carreteres que necessiten urgentment mesures correctores.

En quart i últim lloc, realitzar un treball de camp que reculli els diferents passos de fauna presents en l'àmbit del Parc. Aquest treball de camp ha volgut analitzar l'estat de conservació de tots aquells passos de fauna que estan comptabilitzats en el document *Inventari d'Estructures de Connectivitat a la Xarxa Viària Catalana* del Departament de Territori i Sostenibilitat. També s'han anotat aquelles estructures que no estan recollides en aquest document i que poden realitzar la funció de corredor. A més, s'ha recollit la ubicació dels diferents passos.

La importància d'aquests objectius resideix en la necessitat d'actuar a escala local vers un problema que és global, la pèrdua de biodiversitat, com a

conseqüència de la fragmentació dels hàbitats. Una pèrdua que està lligada, entre altres factors, a la dificultat que troben les espècies per dispersar-se entre espais naturals a causa de la manca de connectors ecològics òptims. En aquest treball es busca analitzar les múltiples causes que provoquen aquesta dificultat en la dispersió de les espècies per tal de poder actuar en un futur.

En aquest estudi no només és cabdal l'anàlisi de la connectivitat ecològica sinó que també ho és l'anàlisi dels canvis estructurals que ha patit el paisatge en les últimes dècades i com aquests, de retruc, han implicat una pèrdua d'hàbitats lligats, especialment, als paisatges agraris o agronaturals i d'aquelles espècies vinculades.

Per últim, aquests objectius busquen ajudar a actualitzar la informació sobre l'estat de conservació dels Aiguamolls de l'Empordà i contribuir des de la universitat a definir i ajudar a portar a terme accions que fomentin i millorin la connectivitat de l'espai natural i la d'aquest amb altres espais propers, millorant així la conservació dels ecosistemes i el benestar de la població.

2. MARC TEÒRIC

A continuació es presenta una recopilació del marc legal general que incideix de forma més rellevant en la qüestió de la connectivitat, tant a escala internacional com a escala catalana. Posteriorment, es fa una breu descripció sobre les tres tipologies de connectivitat que componen l'anomenada connectivitat multifuncional. Finalment, en l'apartat d'antecedents, es recullen una sèrie d'obres de referència sobre la connectivitat a Catalunya i l'àmbit d'estudi d'aquest treball.

2.1 Legislació

2.1.1 Internacional

Dins del document *Cuidem la terra: una estratègia per viure de manera sostenible*, referent a la segona Estratègia Mundial per a la Conservació, es fa referència de forma explícita a la connectivitat ecològica. En l'acció 4.9, corresponent a l'establiment i manteniment d'un sistema complet d'àrees protegides, la UICN et al. (1992), insta a participar als governs i als organismes nacionals de conservació a ampliar els seus sistemes d'àrees protegides a fi d'assegurar la preservació de la diversitat de les espècies davant les condicions climàtiques futures, una meta que és més probable que s'aconsegueixi si s'estableix un vincle entre les àrees protegides mitjançant corredors d'hàbitat aptes perquè les espècies es dispersin (p. 33).

Al mateix any, l'Estratègia Global per la Biodiversitat (WRI et al. 1992) assenyalava que un dels mecanismes que empitjora la biodiversitat és el deteriorament i la fragmentació de l'hàbitat, que redueix alhora la connectivitat ecològica. A més, assenyalava altres impactes que provoquen una reducció de la biodiversitat com serien la introducció d'espècies al·lòctones, l'explotació excessiva de les espècies i la contaminació de l'entorn natural, totes elles produïdes per l'ésser humà (p. 14).

2.1.2 Catalana

El document Pla d'espais d'interès natural reeditat en 1996 per part de la Direcció General de Patrimoni Natural, recull la connectivitat ecològica gràcies a la influència de les directrius proposades per la segona Estratègia mundial per a la conservació. En l'apartat d'aquest document "*Els criteris inspiradors i el contingut del Pla*", es menciona que el PEIN ha de servir per "*configurar una xarxa d'espais naturals biològicament coherent i tècnicament operativa, i articular-la eficaçment amb els altres instruments de planejament territorial, sectorial i urbanístic*" (p. 11).

En aquesta cita, el concepte de xarxa d'espais naturals, està remarcant explícitament la connectivitat ecològica que ha d'haver-hi entre els espais naturals protegits, en aquest cas, de Catalunya.

Més recentment, el Departament de Medi Ambient i Habitatge (2006) va presentar les "*Bases per a les directrius de connectivitat ecològica de Catalunya*", un document on es recullen les directrius que han de seguir les diferents polítiques sectorials pel que fa a planejament territorial, protecció d'espècies, protecció d'espais naturals protegits, entre altres. El Departament de Medi Ambient i Habitatge (2006) mencionà que "*el concepte teòric més desenvolupat en l'àmbit de la política de conservació de la biodiversitat i de l'ordenació del territori és el de xarxa ecològica funcional*" i expressa que "*aquest enfocament més global solament es pot assolir si s'aconsegueix integrar efectivament la conservació de la biodiversitat en el marc de les diferents polítiques sectorials*" (p. 9).

Es consideren essencials les directrius recollides en aquest document, en especial, la coordinació entre les polítiques sectorials amb el fi d'evitar incongruències entre aquestes i que en canvi, es puguin complementar amb l'objectiu de conservar la biodiversitat.

2.2 Connectivitat ecològica

Abans de definir el concepte de connectivitat ecològica cal diferenciar aquest del de connectivitat biològica. Tal com esmenta Mallarach (2001), la primera, a diferència de la segona, “*és un terme que engloba tant processos biològics com abiòtics. D'aquest darrer grup són particularment importants els fluxos d'aigua, de sediments i el vent*” (p. 22).

Així doncs, “*La connectivitat ecològica és la qualitat que fa possible el contacte entre diversos ecosistemes, espais naturals, comunitats, espècies o poblacions*” (Mallarach, 2001, p. 22). Mallarach (2001) indica que:

La connectivitat ecològica depèn de molts factors diferents, com ara la qualitat de l'hàbitat del corredor i de la matriu que l'envolta, a més d'altres aspectes més fàcilment quantificables, com és ara la proporció amplada/llargada i la forma del corredor biològic. (p. 29)

Per a Mayor (2008), la connectivitat ecològica es pot entendre també com:

[...] la possibilitat (en termes clarament probabilístics) que tenen les espècies de desplaçar-se, de manera que puguin establir moviments de dispersió, migració o de colonització de nous espais, que els permeti intercanviar informació genètica, i si s'escau, establir-s'hi. Per tal que aquests moviments d'individus es produeixin, cal un medi transmissor, el territori, que tingui unes característiques definides que el facin permeable. (p. 23)

S'observa doncs, que la connectivitat ecològica, depèn intrínsecament de la possibilitat que tenen les espècies per dispersar-se per la matriu territorial, segons les característiques qualitatives (estat de conservació) i quantitatives (abundància de recursos) que posseeixi aquesta. En aquesta capacitat de dispersió intervenen també les qualitats físiques i etològiques que caracteritzen cada espècie i individu.

Els elements que poden dificultar o impedir la dispersió de les espècies s'anomenen barreres ecològiques; aquestes poden ser “*barreres físiques, químiques, i de percepció desfavorable*” (Mayor, 2008, p. 30). Tal com observa Mayor (2008), l'efecte de barrera afecta especialment “*quan la seva disposició*

[...] *genera continus lineals*" (p. 30), com les carreteres, les línies elèctriques i els canals de regadiu.

2.3 Teoria de la insularitat

Les illes han sigut i són objecte d'estudi, ja que constitueixen superfícies terrestres aïllades del continent. Els biogeògrafs han estudiat les característiques de la biodiversitat d'aquestes per conèixer com les espècies s'han adaptat al medi insular i com s'han diferenciat dels parents del continent.

Per poder explicar aquests fets i altres, MacArthur i O. Wilson van redactar l'obra "*The Theory of Island Biogeography*" on recolliren una sèrie d' "*eines matemàtiques necessàries per tal que els científics poguessin predir el nombre d'espècies que poden coexistir a una determinada zona, establint patrons geogràficament predictibles d'immigració, d'extinció i d'especiació (el procés evolutiu pel qual s'originen noves espècies biològiques)*" (Culat, 2017, § 10) .

MacArthur i O. Wilson (1967) mencionen que:

Our ultimate theory of species diversity may not mention area, because area is seldom exerts a direct effect on a species' presence. More often area allows a large enough sample of habitats, which in turn control species occurrence. However, in the absence of good information on diversity of habitats, we first turn to island areas. (p. 8)

És a dir, en altres paraules, hi ha una manca d'informació sobre com la diversitat d'hàbitats afecta a la biodiversitat d'espècies de les illes, raó per la qual, aquests i altres autors han estudiat la correlació entre la mida de les àrees i la biodiversitat present a les illes, considerant que quant més grans siguin les illes més biodiversitat albergaran.

Remarcar que aquesta teoria no només se centra en la relació entre àrea i biodiversitat sinó que té altres variables en compte, tal com recorda Mayor (2008), el qual menciona que l'obra de MacArthur i O. Wilson recull que "*el nombre d'espècies en una illa està determinat per un equilibri entre la immigració i l'extinció d'espècies, i que aquest equilibri és dinàmic: les espècies s'extingeixen i són substituïdes, a través de la immigració, per altres espècies*

(o les mateixes)" (p. 20). A més "la distància entre els espais considerats serà especialment rellevant davant aquests moviments" (p. 20). Uns espais que són representats en la teoria pel continent com indret emissor d'espècies i per l'illa com indret receptor d'aquestes migracions.

2.4 Connectivitat paisatgística

La connectivitat paisatgística es defineix segons Taylor et al. (1993) com el:

Degree to which the landscape facilitates or impedes movement among resource patches. The landscape connectivity includes both structural connectivity, i.e. the physical relationships between habitat patches (physical distances), and functional connectivity, i.e. an organism's behavioural response to both the landscape structure and the landscape matrix (Citat per Baguette et al., 2012, p. 3).

Aquest moviment lligat a la connectivitat paisatgística, que expressa l'anterior autor, té conseqüències, tal com menciona Mitchell et al. (2013), en el subministrament de serveis ecosistèmics com ara:

[...] pollination, pest regulation, seed dispersal, and disease regulation, which depend on the movement of organisms across landscapes. Whether connectivity of a particular habitat is associated with increased or decreased service supply depends on the service. Increased connectivity of crop fields may facilitate movement of crop pests across the landscape, whereas increased connectivity of seminatural habitats may facilitate movement of natural enemies that help to regulate crop pests (Citat per Turner & Gardner, 2015, p. 368).

Així doncs, es considera que conservar un elevat grau de qualitat en els moviments que es donen gràcies a la connectivitat paisatgística és clau per al nostre benestar social, que depèn en bona part d'aquells serveis ecosistèmics que ens proporciona la natura i que es veuen influenciats, tal com han mencionat aquests autors, per la composició del paisatge, és a dir, per la diversitat d'usos del sòl i l'estat de conservació en el que es troben.

Bona part dels conceptes que s'utilitzaran en aquest treball, en especial en l'anàlisi de la connectivitat paisatgística, provenen de l'ecologia del paisatge, una ciència que des de la seva creació s'ha relacionat fortament amb la

geografia. Aquest vincle és citat per Turner i Gardner (2015) que assenyalen que *“The term “landscape ecology” was introduced by the German biogeographer Carl Troll (1939), arising from the European traditions of regional geography and vegetation science and motivated particularly by the novel perspective offered by aerial photography”* (p. 2).

Carl Troll (1971) definí el concepte d'ecologia del paisatge com: *“the study of the main complex causal relationships between the life communities and their environment”* que *“are expressed regionally in a definite distribution pattern (landscape mosaic, landscape pattern)”* (Citat per Wu, 2006, p. 4).

En conclusió, l'ecologia del paisatge és una ciència que s'enfoca segons Forman (1983), en *“(1) the spatial relationships among landscape elements, or ecosystems, (2) the flows of energy, mineral nutrients, and species among the elements, and (3) the ecological dynamics of the landscape mosaic through time”* (Citat per Turner i Gardner, 2015, p. 2).

2.5 Connectivitat social

Es vol remarcar, que aquesta tipologia es descriu a continuació perquè conjuntament amb la connectivitat ecològica i paisatgística formen la connectivitat multifuncional. Com que no s'han trobat suficients referències científiques sobre aquest concepte, s'ha optat per no analitzar amb més detall aquest tipus de connectivitat.

Pel que fa a la connectivitat social, aquesta es definida per ATC (2010) com *“l'agrupació de tots aquells camins, carreteres, vies ferroviàries, xarxes de transport, d'informació, etc., que permeten a la societat humana establir vincles de relació, ja sigui per temes de caràcter sociocultural o econòmic”* (p. 29), i agrega que:

La connectivitat social més valorada és aquella que transcorre per camins de titularitat pública, preferiblement no asfaltats, camins rurals tradicionals, generadors de paisatge, integrats en l'entorn i multifuncionals. També és important per a la connectivitat social el valor patrimonial que tinguin els camins, és a dir, la quantitat d'elements que fan que un camí tingui un interès històric-social (restes arqueològiques, empedrats, murs de pedra seca, etc.). (p. 29)

Així doncs, es considera que la connectivitat social es basa en aquells camins que han marcat el desenvolupament de les relacions més bàsiques -econòmiques i socials- entre les poblacions dels municipis veïns des d'un passat i que encara avui dia poden conservar aquesta funció. No obstant això, en l'actualitat, en la majoria d'aquests camins les funcions més bàsiques han desaparegut o són residuals. Tanmateix, la connectivitat social segueix present, encara que l'element principal ha canviat de caràcter, els antics camins s'han convertit en rutes per a la pràctica d'activitats lúdiques, com ara el ciclisme o activitats de caire cultural en les quals es realitzen itineraris pels diferents elements arquitectònics i/o paisatgístics, que es troben a banda i banda d'aquesta important xarxa de camins.

3. ANTECEDENTS

Tot seguit, en l'apartat d'antecedents, es recolliran una sèrie d'obres predecessores a aquest estudi que autors de gran renom han realitzat sobre la connectivitat de Catalunya i l'àmbit d'estudi d'aquest treball.

El nucli de la diagnosi que es realitza en aquest treball sobre l'estat de la connectivitat del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, es recolza en una sèrie d'estudis previs que han realitzat autors de renom en l'àmbit de la conservació de la biodiversitat de Catalunya. Autors preocupats per les dinàmiques negatives de pèrdua de biodiversitat que afecten l'àmbit internacional en general i a l'àmbit d'estudi específicament. Centren les seves obres en analitzar com afecten les barreres antròpiques als fluxos biològics i quines mesures es poden prendre per capgirar aquesta situació, si més no, per corregir-la.

Cèsar Gutiérrez i J. M^a. Seguí (1998) en l'obra *Proposta per a l'establiment de connectors biològics entre el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i el Parc Natural del Cap de Creus*, mencionen la necessitat d'establir corredors biològics entre diferents zones protegides, donada la impossibilitat de preservar la biodiversitat partint d'unes reserves naturals de mida reduïda i que estan separades entre si. Assenyalen que les actuacions antròpiques, afegides a aquesta separació, dificulten la dispersió de les espècies donat l'efecte barrera que originen les infraestructures.

Mallarach (2001) en l'*Estudi de la connectivitat ecològica del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà*, recull tant els impactes antròpics procedents de la construcció d'algunes infraestructures com les millores que han proporcionat la bona gestió d'aquestes, demostrant així, que segons el disseny, la planificació i la gestió que es faci de les nostres infraestructures podrem obtenir un resultat molt diferent i distant.

Entre els impactes que recull hi ha els efectes de l'espigó de Roses construït per protegir de l'erosió la platja de Roses i que ha comportat –segons l'autor- el trencament de l'equilibri entre els fluxos d'aigua dolça i salada, provocant la salinització del sector de la Muga. Per una altra banda, menciona que hi ha

algunes infraestructures com l'estació depuradora d'Empuriabrava, que gràcies al vessament de les seves aigües en els canals del Parc des de 1998, els problemes de dèficit hídric, que patia l'estany del Cortalet i les closes properes en època estiuenca, han millorat.

En aquesta obra l'autor també discuteix sobre les característiques que ha de tenir un connector ecològic perquè aquest sigui òptim per a la dispersió de les espècies, posant exemples sobre les diferents necessitats individuals de cada espècie, mostrant així que el que és un connector òptim per a una espècie pot ser una barrera ecològica infranquejable per una altra; una qüestió que en l'actualitat és una de les discussions més habituals en els estudis de connectivitat ecològica i un factor destacat a tenir en compte a l'hora de dissenyar un connector.

Xavier Mayor (2008), fent al·lusió a la discussió esmentada, en l'obra *Connectivitat ecològica: elements teòrics, determinació i aplicació*, dóna la seva particular visió sobre el que anomena la paradoxa del connector-barrera posant l'exemple següent:

Els moviments longitudinals de les espècies al llarg dels marges del riu poden portar individus d'una espècie fins a distàncies ben allunyades del seu hàbitat de partida. Encara més quan per les característiques de permeabilitat, qualitat dels marges, i dinàmica del riu, els espais fluvials ho afavoreixen sovint. Tanmateix [...] per a determinades espècies que volen desplaçar-se transversalment el propi riu pot ser una barrera ecològica de difícil superació. (p. 32)

I afegeix una crítica sobre la tendència que hi ha hagut en els estudis de connectivitat ecològica, mencionant que *"l'avenç en aspectes de connectivitat vinculats a determinades espècies o grups d'espècies ha portat com a conseqüència dos fets rellevants"* per una banda, el desenvolupament de *"polítiques minimalistes de millora de la permeabilitat ecològica que tenen com a principals representants els coneguts passos de fauna"* i per una altra, *"la mala comprensió de la importància de la connectivitat ecològica com a procés que implica el conjunt de les espècies per part d'altres professionals implicats i de la població en general"* (Mayor, 2008, p. 40).

Respecte del mencionat, Mayor (2008) afirma que:

[...] el que cal és garantir la connectivitat ecològica a escala territorial més que establir passadissos pensats per a una espècie o un grup taxonòmic determinat. Cal garantir la permeabilitat ecològica del conjunt de les espècies i assegurar la connectivitat ecològica de tot el territori. (p. 56)

Per aconseguir-ho, s'ha de "*determinar els elements i espais del territori que actuen com a connectors ecològics*" (Mayor, 2008, p. 56).

Els autors que han centrat els seus estudis d'anàlisi per a la millora de la connectivitat ecològica en una espècie o grup taxonòmic concret, ho han dut a terme amb l'afany de protegir una espècie o grup amenaçat a escala global o a escala de l'àmbit d'estudi, o bé, ho han fet per la impossibilitat de crear grans connectors a escala territorial, donat que el territori, almenys en el cas del litoral català, està esquitxat d'extenses àrees urbanes i de les infraestructures de comunicació que les connecten, una realitat que dificulta, fragmenta i allunya la idealitat del fet que la matriu territorial sigui *per se*, una gran superfície de connexió entre aquells espais naturals que gaudeixen d'una elevada protecció.

4. ÀREA D'ESTUDI

Ubicació del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà

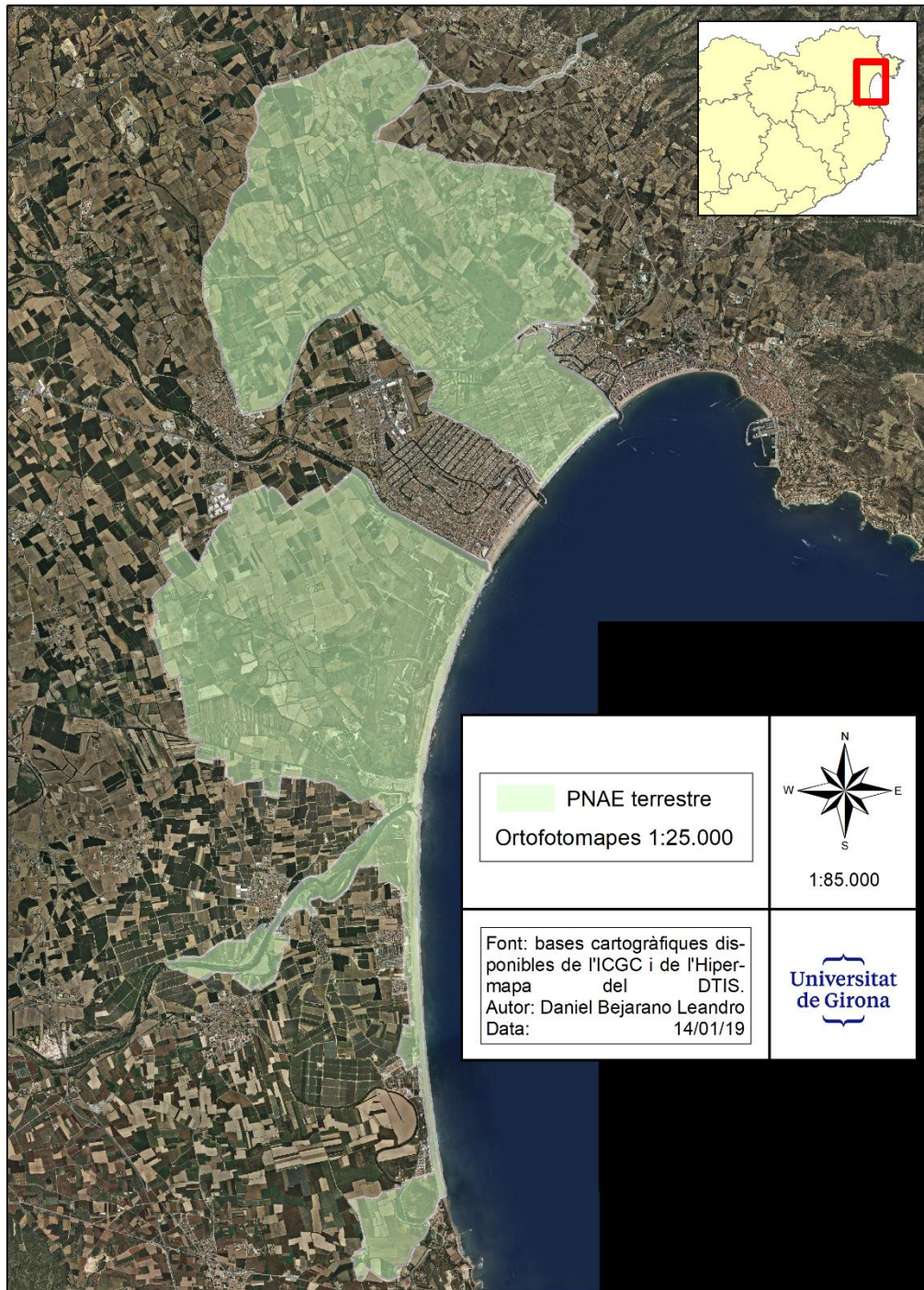


Figura 1. Delimitació de l'àrea terrestre del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. Dins d'aquests límits es comprenen els diferents espais naturals de protecció especial i aquells de protecció menor com els espais d'interès natural que conjuntament formen el Parc. En aquest mapa també s'observa la ubicació del Parc respecte a la comarca de l'Alt Empordà. Autor: Daniel Bejarano Leandro.

4.1 Creació del PNAE

La història de creació del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà s'inicia amb la lluita d'un moviment de defensa del territori –Grup de Defensa dels Aiguamolls- que es va oposar al projecte de l'empresa Port Llevant. Aquest consistia en la construcció del complex turístic més gran de la península Ibèrica amb més de 64.000 apartaments en ple cor dels aiguamolls, reduint així l'antic espai de maresmes de l'Alt Empordà al no res després dels anteriors projectes de Santa Margarida i Empuriabrava. No obstant això, gràcies a l'empeny d'aquestes persones, es va poder demostrar finalment, davant de la UICN, la riquesa i la biodiversitat que guardava aquest espai natural, fet que va propiciar que la Generalitat expropiés la propietat d'aquell espai a l'empresa Port Llevant, creant així en el 1983, per voluntat popular -i per Llei-, el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà (Lastor Media, 2014).

4.2 Medi social

A partir del segle XVIII, a l'àmbit d'estudi i en altres indrets de Catalunya, la societat va provocar el progressiu dessecament dels aiguamolls i les llacunes litorals per aconseguir noves terres per al conreu i la ramaderia. Abans però, aquesta plana estava submergida en un procés natural de sedimentació de materials. Com a conseqüència del desenvolupament de l'activitat agrària va aparèixer una nova unitat de paisatge a les planes, les anomenades closes, zones de pastura i de dall voltades de recs i tancades per arbres de ribera o de plana. Aquest característic paisatge es va anar reduint a partir de 1965, quan s'inicià la construcció d'urbanitzacions i equipaments turístics a la franja litoral (Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge dels Aiguamolls de l'Alt Empordà, volum II).

Actualment, el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà es caracteritza per ser un espai natural que està enclavat dins d'una realitat socioeconòmica fortament lligada al turisme de masses, especialment en els mesos d'estiu, en cerca de l'oferta de sol, platja i oci. Un ambient que exerceix una pressió enorme sobre aquest espai natural.

El turisme de masses tan present al llarg del litoral català ha sigut també el que ha propiciat el gran creixement urbà dels municipis costaners de l'Alt Empordà per la poc planificada i incontrolada construcció de segones residències (vegeu figura 53, annex 2).

Un altre fet lligat al turisme, és que gràcies a la demanda laboral que origina aquest en el sector dels serveis ha provocat que els municipis més turístics hagin esdevingut pols d'atracció per a immigrants -a principis del s. XXI- que venien en cerca de treball i d'un major benestar, el que ha impulsat un creixement moderat dels municipis litorals amb una certa dinàmica econòmica.

En el període 1981-2017, municipis com Castelló d'Empúries van passar de tenir 2.657 habitants a tenir-ne 10.791, Roses de 8.004 habitants a 19.216 i, Sant Pere Pescador de 1.058 a 2.040 (dades d'Idescat). El creixement que més sobta és el de Castelló d'Empúries que quasi arriba a quadruplicar la seva població en menys de 4 dècades, un creixement que va venir acompanyat per la construcció de la marina residencial d'Empuriabrava, iniciada en el 1967 i que en l'actualitat representa més del 60% de la població resident de Castelló d'Empúries. Per posar en context les dimensions d'aquesta macrourbanització, cal mencionar a Castedo (2011), autor que menciona que Empuriabrava és considerada la marina residencial més gran del món amb 24 quilòmetres de canals navegables.

Degut a aquest creixement, el paisatge del litoral empordanès ha patit grans canvis fonamentats en la transformació de parcel·les agrícoles en zones urbanes, comportant l'homogeneïtzació del paisatge i la fragmentació dels usos del sòl pel creixement difús d'urbanitzacions com Santa Margarida, Empuriabrava o càmpings com el Nàutic Almatà, la Laguna, la Rubina Resort i Castell Mar.

Aquest creixement urbanístic, a part d'afectar els paisatges agronaturals, ha influenciat el canvi de la tipologia i l'arquitectura dels nuclis urbans. Els nuclis urbans que trobem a l'àmbit d'estudi es diferencien en aquells que són de plana i en els relacionats amb la mar. Els municipis de plana es caracteritzen per ser nuclis de població agrupada, bàsicament agraris, que sorgiren al voltant de la parròquia i als voltants del castell o palau. En canvi, els municipis relacionats

amb la mar, estaven a resguard de la pirateria fins que aquesta va desaparèixer al llarg del segle XVIII; posteriorment, la població es va traslladar a la costa formant així els pobles pesquers (Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge dels Aiguamolls de l'Alt Empordà, volum II).

En l'actualitat, aquests pobles pesquers són els que han patit un major creixement tal com s'ha observat anteriorment. Inclús s'observa, per exemple, que municipis tradicionalment agraris i no lligats amb la mar, com és el cas de Castelló d'Empúries, han utilitzat part de la seva superfície municipal del litoral per a desenvolupar urbanitzacions com l'esmentada Empuriabrava. El conjunt d'aquests desenvolupaments urbans han provocat l'ocupació lineal de la franja litoral, en diverses ocasions amb una arquitectura que no ha tingut cura del paisatge (vegeu figura 49 i 50, annex 1), mostrant així els efectes d'una mala gestió del turisme i de l'urbanisme lligat a aquest, indicant que en un major o menor grau i d'una manera o una altra, el turisme ha acabat influenciant al conjunt dels municipis de l'àrea d'estudi.

4.3 Medi natural

El Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà s'assenta sobre la plana sedimentària de l'Empordà, formada pels aportaments sedimentaris dels rius Muga, Fluvià i antigament també el Ter pel corredor d'Albons. La plana descansa sobre la Depressió de l'Empordà, formada durant l'etapa distensiva neògena –fa 25 milions d'anys- com a resultat d'un gran compartiment enfonsat en diferents blocs per l'acció de falles (Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge dels Aiguamolls de l'Alt Empordà, volum II).

A la façana litoral del Parc trobem petits estanyols anomenats llaunes, formats per la interacció entre les aigües superficials que busquen la sortida cap al mar i els processos marins que al formar barreres i cordons litorals obstaculitzen el seu pas (vegeu figura 54, annex 2). Aquests estanys són alimentats parcialment pels aqüífers del subsòl que, en èpoques de pluges abundants, brollen amb facilitat cap a la superfície a causa d'un nivell freàtic pròxim a aquesta. Tanmateix, el recurs més important d'aquests aqüífers és la utilització

de les seves aigües per al reg dels camps agrícoles (Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge dels Aiguamolls de l'Alt Empordà, volum II).

El sector marí del Parc, es caracteritza per un fons marí format per sediments sorrencs que arriben fins als 15-20 metres de fondària i per tenir unes aigües temperades que oscil·len entre els 12 °C a l'hivern fins als 25 °C en superfície a l'estiu. Lligats a la dinàmica litoral, els temporals de llevant són de gran importància, ja que les ones superen el nivell de platja i neguen els aiguamolls aportant salinitat, a més, aquestes llevantades coincideixen amb pluges abundants que ajuden a inundar la plana (Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge dels Aiguamolls de l'Alt Empordà, volum II).

Avui en dia, lligat a la regressió de l'aportació de sediments pel control hidrològic en el cas de la Muga i la transformació dels cursos, tant de l'esmentat riu com del Fluvià, ha provocat que la mateixa deriva litoral dominant provoqui una certa acumulació de sediments a la part nord de la badia de Roses i una erosió des d'Empuriabrava fins a Sant Martí d'Empúries, que lligat a petits moviments sísmics, i a l'enfonsament de la zona de plana litoral per compactament dels sediments detrítics del riu Muga i Fluvià de l'ordre de 5 mm/any, implica que s'estigui perdent línia de costa per intrusió marina (Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge dels Aiguamolls de l'Alt Empordà, volum II).

Les característiques físiques sobre les quals s'assenta el Parc Natural, vinculades a la diversitat d'hàbitats i les dinàmiques naturals, possibiliten l'existència d'una gran biodiversitat, tant d'espècies florístiques com faunístiques.

Pel que fa a la vegetació, dins del Parc Natural no existeixen masses forestals extenses a causa de l'antiga desforestació per obtenir terres de conreu. No obstant això, gràcies a la presència a l'interior del Parc d'ambients poc comuns a Catalunya com són els sistemes litorals formats per dunes, salobrans i aiguamolls, s'han arribat a documentar (Gestí, 2000) fins a 863 tàxons d'espècies vegetals diferents (Citada pel Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge dels Aiguamolls de l'Alt Empordà, volum II).

Quant a la fauna, els grups més destacats són els ocells. Dins del parc s'han observat 336 espècies, de les quals 82 són nidificants regulars, el que fa dels Aiguamolls de l'Empordà un espai natural destacat pel que fa a la diversitat d'ornitofauna. Cal destacar que aquesta gran biodiversitat d'ocells es deu a la importància estratègica del Parc, ja que aquest està situat al litoral NE de la Península, dins d'una de les vies de migració d'aus que uneixen el centre d'Europa amb les zones d'hivernada africanes (Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge dels Aiguamolls de l'Alt Empordà, volum II).

4.4 Marc legal

L'àmbit en el qual es troba el Parc es caracteritza per ser un espai geogràfic on la interrelació entre el medi natural i el medi social és constant. Per aquesta raó el marc legal que regeix el Parc és primordial per a una bona gestió i un cert equilibri entre aquests dos medis, que en algunes ocasions es beneficien entre si però en d'altres es poden perjudicar.

El que coneixem avui dia amb el nom de Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà es crea gràcies a la Llei 21/1983, de 28 d'octubre, on es declara la creació del paratge natural d'interès nacional i reserves integrals zoològiques i botàniques dels Aiguamolls de l'Empordà. En aquesta llei es manifesta que aquest espai natural es protegeix davant la urgència creada pels projectes existents d'urbanitzar diversos sectors dels aiguamolls empordanesos que significarien la degradació irreversible dels espais marjalencs de més interès.

Pràcticament un any després de la creació de l'espai natural protegit, s'executa el Decret 136/84, de 17 d'abril, que desplega l'anterior Llei.

Mitjançant el Decret 231/1985, de 15 de juliol, de concreció topogràfica dels límits del paratge natural d'interès nacional i reserves integrals zoològiques i botàniques dels Aiguamolls de l'Empordà, es realitza el canvi d'aquest nom al nom amb el qual coneixem a l'espai avui en dia. L'article segon apunta que, segons el que disposa la llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais naturals, els paratges naturals d'interès nacional delimitats pel present decret prendran la denominació de parcs naturals i les reserves integrals d'interès zoològic i

botànic adoptaran la de reserva natural integral. A més, aquest decret, tal com el seu nom indica, delimita topogràficament els límits de l'espai natural protegit.

L'any 1987 s'aprova el Decret 123/1987, de 12 de març, sobre declaració de reserves naturals parcials per a la protecció d'espècies animals en perill de desaparició a Catalunya. A l'article 2 d'aquest decret, amb el fi de protegir les darreres poblacions de llúdriga a Catalunya, es declara com a RNP, entre altres, la Reserva Natural Parcial de l'illa de Caramany (braç sud del Fluvià), figura de protecció adossada a la Reserva Natural Integral III del Parc.

La Resolución de 15 de marzo de 1993, de la Subsecretaría, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros de 21 de febrero de 1992, por el que se autoriza la inclusión de nueve humedales en la lista del Convenio sobre Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat para las aves acuáticas, fa que els Aiguamolls comencin a formar part oficialment de la Xarxa Ramsar, després que en l'Acord del Consejo de Ministros, de 21 de febrer de 1992, s'afegís en la llista de zones humides.

Anys després, entra en vigor l'acord GOV/112/2006, de 5 de setembre, pel qual es designen zones d'especial protecció per a les aus (ZEPA) i s'aprova la proposta de llocs d'importància comunitària (LIC) per a integrar el Parc a la Xarxa Natura 2000 com a zona d'especial conservació (ZEC), un cop validada la selecció per part de la Comissió de la Unió Europea. En aquest acord, com s'ha mencionat, es defineix com a ZEPA els Aiguamolls de l'Alt Empordà, juntament amb alguns sectors del seu entorn abans no inclosos a l'espai on s'integra un nou àmbit marí.

Aquest és el marc legal general que ordena l'espai natural protegit.

Entre les normes de caràcter sectorial, citar per importància del seu impacte sobre l'ordenació de l'espai natural, el Pla especial de regulació d'usos d'acampada al Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, entrat en vigor l'any 1989. Aquest Pla es caracteritza per ordenar els usos admissibles a l'interior dels càmpings i delimitar les zones d'acampada dins del Parc Natural. El Pla regula totes les modificacions internes que es puguin donar en els càmpings existents, prohibint per exemple el dessecament de llacunes i l'aixecament de desnivells; també recull, entre altres normes, que la proporció d'espais no

edificats dins dels càmtings ha de ser equivalent al 30% de la superfície de l'establiment i que l'ordenació de la jardineria i la vegetació ha de facilitar la integració de les construccions en el seu entorn natural.

Per últim, destacar per sobre de totes les legislacions anteriors el Pla Especial de Protecció del Medi Natural i del Paisatge dels Aiguamolls de l'Empordà (2010), que a part de gestionar l'espai inclòs en el PEIN, regula "*alguns sectors situats a l'entorn de l'espai protegit*", una àrea que s'ha definit com a "*Zona perifèrica de connexió i protecció*" (p. 23). El Pla Especial (2010) assenyala que:

[...] l'establiment d'aquest espai exterior regulat obeeix a la necessitat de mantenir un conjunt d'àrees caracteritzades pel seu interès en relació amb la connectivitat biològica i paisatgística entre les diferents unitats que formen l'espai i entre aquest i el Parc Natural del Cap de Creus, el Massís del Montgrí i la xarxa hidrològica principal. (volum I, p. 23)

Es tracta doncs, d'un Pla Especial innovador, ja que no només s'ocupa d'ordenar i gestionar la connectivitat i conservació interna de la biodiversitat del PNAE, sinó que també es preocupa del fet que aquest estigui ben connectat amb els espais protegits que l'envolten mitjançant la protecció i gestió d'aquestes àrees annexes, esdevenint un factor clau per conservar el moviment de les espècies i com a conseqüència la biodiversitat del Parc; seguint així, les directrius marcades per l'Estratègia global per la conservació de 1992.

Deixant de banda el marc legal referent al Parc Natural, ressaltar que el Parc ha estat proposat com una de les zones nucli en la proposta de Reserva de la Biosfera de la Costa Brava dins del Programa MAB³ de la UNESCO. Una etiqueta que serviria per tornar a posar els Aiguamolls de l'Empordà dins del mapa internacional de Reserves de la Biosfera, remarcant la seva importància a escala mundial com va ser en el seu dia la seva inclusió a la Xarxa Ramsar.

³ El Programa sobre l'Home i la Biosfera és un Programa Científic Intergovernamental que busca establir bases científiques per fonamentar a llarg termini el millorament de les relacions entre les persones i l'ambient. La feina d'aquest Programa es veu reflectida en el terreny a través de la Xarxa Mundial de Reserves de la Biosfera (Informació extreta de <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/ecological-sciences/man-and-biosphere-programme/>).

4.4.1 Figures de protecció

L'espai natural protegit dels Aiguamolls de l'Empordà es caracteritza per tenir una gran biodiversitat, altament sensible a les pertorbacions humanes, en un espai de dimensions reduïdes. Aquest fet ha comportat que, dintre dels límits del Parc, hi hagin zones conservades sota la figura de protecció de Reserva Natural Integral, la més estricta de la Llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais naturals; situada també, entre les figures de protecció de màxim rang de la Unió Internacional per a la Conservació de la Natura (UICN) on equivaldria a la categoria de protecció 1a.

El Parc Natural té una superfície total de 4.722,7 hectàrees, entre les quals s'inclouen 824,54 hectàrees de reserves naturals integrals i 9,28 hectàrees pertanyents a la reserva natural parcial Illa de Caramany (dades obtingudes a <http://parcsnaturals.gencat.cat/es/aiguamolls-emporda/coneixeu-nos/dades-generals/>).

Espais naturals d'especial protecció del PNAE

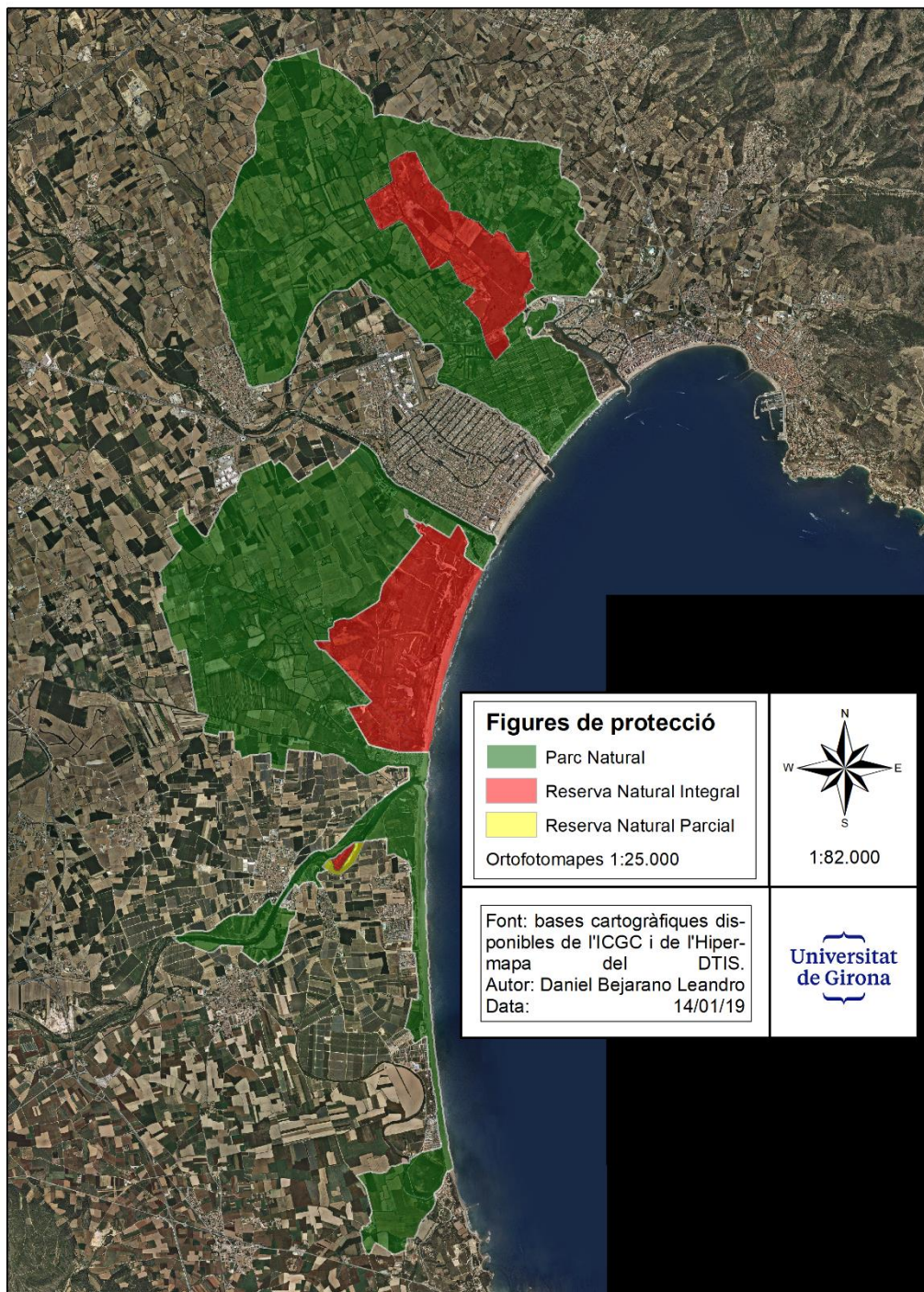


Figura 2. Figures de protecció dels espais naturals de protecció especial del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. En aquest mapa no surten aquelles àrees de protecció menor que sí sortien en el mapa anterior. Autor: Daniel Bejarano Leandro.

La superfície actual del Parc no era la que esperaven autors com J. Sargatal (com. personal), segons el qual:

[...] durant l'any 1982, la delimitació del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà es va modificar substancialment d'una proposta inicial basada amb criteris ecològics, a la proposta final aprovada, degut a pressions polítiques locals, per tal d'assolir consens parlamentari, de manera que va excloure [...] una zona de closes als termes municipals de Riumors i Fortià, la qual gairebé duplicava la superfície del polígon 2. (Citat per Mallarach, 2001, p. 42).

Aquesta acció va fer que la superfície final del Parc fos significativament més reduïda, deixant sense protecció hàbitats seminaturals lligats a l'activitat agrícola.

No obstant això, cal valorar molt positivament la protecció d'una considerable extensió sota la figura de protecció de reserva natural integral. Dins del Parc trobem la RNI I Els Estanys amb 309,51 hectàrees, la RNI II Les Llaunes amb 508,95 hectàrees i la RNI III Illa de Caramany amb 6,59 hectàrees (dades obtingudes a partir de la capa d'Espais Naturals d'Especial Protecció de l'Hipermapa del Departament de Territori i Sostenibilitat).

A l'interior de la RNI I Els Estanys, trobem l'estany del Tec, les closes del Tec, l'estany de Vilaüt, els estanys de Palau, les closes de Mornau i el sector d'Aiguaclara. La RNI II Les Llaunes, comprèn les llacunes de la Muga Vella, l'estany d'en Túries, la Rogera, la Serpa, la Fonda, la Llarga, la Massona i l'Estany Sirvent. La tercera RNI comprèn la illa de Caramany (Mallarach, 2001).

5. METODOLOGIA

Les primeres fases d'aquest treball han consistit en la recollida d'informació procedent de diverses fonts, tals com documents jurídics sobre les normatives que regeixen en la gestió del Parc Natural dels Aiguamolls, articles d'internet sobre les dinàmiques naturals de l'espai estudiat, obres d'autors destacats pel que fa a la temàtica del treball i una sèrie de publicacions que recullen informació d'interès que s'ha considerat oportuna emprar-la i que es poden trobar degudament citats en la bibliografia.

Amb l'objectiu d'elaborar un marc teòric sòlid s'ha realitzat una recerca de documents i estudis vinculats a la relació que hi ha entre la fauna i les barreres antròpiques, és a dir, com les infraestructures afecten la dispersió de les espècies i com influeix l'excés d'una espècie animal determinada a la seguretat viària.

Per altra banda s'ha analitzat l'evolució de l'estructura paisatgística de les últimes dècades per tal d'observar quines són les tendències que hi ha hagut en aquest període pel que fa a la demografia i el pes del turisme, la presència d'infraestructures i els usos del sòl. Aquesta anàlisi s'ha fet a partir de la comparació entre mapes de cobertes del sòl de diferents anys amb el suport de documents que donen informació de qualitat sobre les tendències que han marcat l'evolució paisatgística d'aquest àmbit en les últimes dècades.

Per a analitzar les diferents barreres que es poden trobar tant els fluxos biològics en la connexió entre els dos polígons del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, mitjançant diferents documents, s'ha extret informació sobre les característiques dels passos de fauna presents en les vies de comunicació que estan dins de l'espai natural o que dificulten la connexió entre els dos polígons d'aquest. Aquesta informació obtinguda a partir de fonts bibliogràfiques s'ha complementat amb un treball de camp que ha consistit en fotografiar i descriure l'estat d'aquests passos de fauna i observar quines altres infraestructures es podrien crear per tal de facilitar la connectivitat.

A continuació s'explicarà amb més detall la metodologia emprada en les diferents anàlisis que componen aquest treball.

5.1 Anàlisi de la connectivitat ecològica

L'àmbit d'estudi que s'ha utilitzat per analitzar la connectivitat ecològica del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, ha sigut el conjunt de municipis que tenen part de la seva superfície dins de l'espai protegit; és a dir: Castelló d'Empúries, l'Armentera, l'Escala, Palau-saverdera, Pau, Pedret i Marzà, Peralada, Roses i Sant Pere Pescador.

Les variables que s'han emprat per a obtenir l'estat actual de la connectivitat ecològica han sigut la intensitat mitjana diària de les carreteres, el mapa de cobertes de sòl de Catalunya, el pendent, l'estat ecològic dels rius i les zones humides, la zonificació dels rius, la qualitat dels hàbitats comunitaris i els passos de fauna presents en l'àmbit d'estudi.

Les variables utilitzades han sigut classificades del 0 al 100, en intervals de 25. Hi ha variables que no han estat classificades amb el valor màxim -que és 100-, ja que no complien els requisits més òptims per facilitar el moviment de les espècies entre diferents espais.

Remarcar abans d'entrar en la descripció de com s'han classificat les variables utilitzades, que aquesta anàlisi de la connectivitat ecològica no va destinada a cap espècie o grup taxonòmic en concret sinó que analitza aquelles àrees de l'àmbit d'estudi més òptimes per a la dispersió de les espècies, pel seu estat de conservació o a la seva naturalitat.

A continuació es descriurà com s'han classificat les variables utilitzades per obtenir el resultat final sobre l'estat de la connectivitat ecològica. Algunes d'aquestes classificacions s'han realitzat mitjançant els paràmetres que dicten els experts, és a dir, amb una metodologia de base. En altres no s'ha trobat cap document que parli específicament sobre com aquestes variables afecten a la connectivitat ecològica i, per tant, s'han classificat segons el criteri propi, valorant-les sempre de la forma més acurada possible amb la realitat.

La intensitat mitjana diària que s'ha utilitzat ha sigut la de l'any 2015, descarregada de l'Hipermapa del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya.

Aquesta classificació es basa en l'experiència científica de Müller i Berthoud recollida per Rosell i Velasco (1999) en una taula del document *Manual de prevenció i correcció dels impactes de les infraestructures viàries sobre la fauna*⁴.

En aquesta taula es recull el següent: aquelles carreteres sense tanca perimetral que tenen una intensitat mitjana diària menor de 1.000 vehicles tenen un baix efecte de barrera, per tant, són carreteres molt permeables i molts dels individus que intenten travessar la carretera ho aconsegueixen.

Les carreteres entre 1.000 i 10.000 es caracteritzen per provocar un efecte barrera important, els atropellaments són nombrosos, encara que el trànsit pertorba les vores de la carretera i espanta les espècies més sensibles, disminuint les temptatives de pas. Per sobre dels 4.000 vehicles/dia, s'aprecia per aquesta raó una disminució del nombre d'atropellaments, encara que això comporta un reforçament important de l'efecte barrera; raó per la qual, s'ha dividit en dos aquest interval, classificant les carreteres d'entre 4.000 i 10.000 d'IMD amb un valor més baix que aquelles entre 1.000 i 4.000 on l'efecte barrera no és tan elevat, encara que hi hagi un nombre major d'atropellaments, fet que demostra que una gran part de les espècies o individus s'atreveixen a travessar-les.

| IMD 2015 (vehicles/dia) | Classificació |
|-------------------------|---------------|
| 0 – 1000 | 75 |
| 1000 – 4000 | 50 |
| 4000 – 10.000 | 25 |
| + 10.000 | 0 |

Figura 3. Classificació de les carreteres segons la Intensitat Mitjana Diària de l'any 2015. Elaboració: pròpia.

⁴ Rosell, C. i Velasco, J. (1999). Manual de prevenció i correcció dels impactes de les infraestructures viàries sobre la fauna. p. 23. Recuperat de: http://www.gencat.cat/mediamb/publicacions/monografies/DQMA4_manual_prevencio_infras_viaries_fauna.pdf

Per últim, estarien les carreteres amb un IMD superior als 10.000 vehicles/dia, vies caracteritzades per constituir una barrera pràcticament infranquejable, ja que pocs individus intenten creuar-la i, per a aquests, les possibilitats d'aconseguir-ho sense ser atropellats són molt baixes. S'ha classificat doncs les carreteres amb un IMD de més de 10.000 vehicles/dia com aquelles menys òptimes per a la dispersió de les espècies.

Tot seguit, després de realitzar aquesta classificació, s'ha procedit a fer una zonificació de les vies segons la categorització anterior.

Per a aquelles carreteres de l'àmbit d'estudi a les quals no se'ls hi ha calculat la intensitat mitjana diària, s'ha descarregat la capa Graf Real de Carreteres en la qual és present tota la xarxa viària, des de les vies principals fins a les locals. Les carreteres sense IMD coincideixen totes amb vies locals que uneixen municipis demogràficament poc importants, per aquesta raó, se'ls ha realitzat una zonificació com a carreteres amb una intensitat mitjana diària de menys de 1.000 vehicles (carretera 75).

Aquesta zonificació s'ha realitzat seguint el criteri propi del fet que com més a prop està una espècie d'una carretera i segons l'IMD més impactes pot patir. En aquelles vies que no tenen una intensitat mitjana diària elevada el recorregut dels impactes –contaminació acústica, atmosfèrica i visual- tenen menys recorregut. Aquest criteri es recolza en el que menciona Mallarach (2001) pel que fa a l'impacte de les vies de comunicació, l'autor esmenta que *“les infraestructures viàries provoquen [...] una pertorbació i degradació d'una franja adjacent, l'amplada de la qual està compresa entre unes poques desenes de metres i prop d'un quilòmetre, segons la intensitat del trànsit i la naturalesa dels hàbitats adjacents”* (p. 52).

| Carretera 0 | | Carretera 25 | | Carretera 50 | | Carretera 75 | |
|-------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|
| Zonificació | Class. | Zonificació | Class. | Zonificació | Class. | Zonificació | Class. |
| <100m | 25 | <50m | 25 | <25 | 25 | <10 | 25 |
| 100 - 200 | 50 | 50 - 100 | 50 | 25-50 | 50 | 10-20 | 50 |
| 200 - 300 | 75 | 100 - 150 | 75 | 50-75 | 75 | 20-30 | 75 |
| + 300 | 100 | + 150 | 100 | + 75 | 100 | +30 | 100 |

Figura 4. Classificació de l'anterior categorització de les carreteres segons el seu IMD. En aquesta taula s'ha realitzat una zonificació segons la IMD de les carreteres; aquelles amb una IMD major han tingut una zonificació més gran, ja que els seus impactes tenen repercussió en una major superfície. Elaboració: pròpia.

Una variable cabdal per a analitzar la connectivitat ecològica és el mapa de cobertes del sòl de Catalunya, ja que el moviment de les espècies depèn en gran part de l'ús del sòl present en el territori. S'ha emprat la classificació del sòl pertanyent al nivell 3, una categorització molt detallada, que consta d'un total de 55 usos del sòl, dels quals a l'àmbit d'estudi hi són presents 52.

Aquests han sigut classificats segons criteris propis, tenint en compte sempre la naturalitat dels usos del sòl i, per tant, com aquests faciliten o no la dispersió de les espècies.

Abocadors, aeroports (aeròdrom d'Empuriabrava), autopistes i autovies, carreteres, cementiris, grans vials i zones d'aparcaments, hivernacles, piscifactories i conreus aquícoles a cel obert, urbanitzat residencial compacte, vies de ferrocarril, zones d'esport i lleure (excepte càmpings i camps de golf), zones d'extracció minera, zones industrials i comercials i, les zones portuàries han sigut valorades com a usos del sòl no òptims (0) per a la dispersió de les espècies.

Aquesta consideració ve donada perquè són estructures lineals que dificulten enormement el moviment de les espècies, ja que actuen com a barreres físiques (vies de comunicació), són estructures tancades (hivernacles, cementiris) o perquè són usos del sòl amb impactes diversos a causa de la presència constant d'activitat antròpica (urbanització compacta, zones de lleure, zones portuàries).

Basses urbanes, càmpings, camps de golf, canals artificials, conreus en transformació, granges, urbanitzat residencial lax, conreus herbacis (no

lленыosos), zones verdes urbanes i, zones verdes viàries han sigut classificats com a usos del sòl poc òptims (25) per a la connectivitat ecològica.

Aquests usos s'han classificat com a poc òptims perquè poden albergar algunes espècies urbanes d'ocells, insectes i altres espècies de dimensions reduïdes per ser espais amb vegetació o aigua. En el cas de l'urbanitzat residencial lax s'ha valorat com a poc òptim perquè dona més possibilitat a la dispersió de les espècies que aquelles urbanitzacions compactes, ja que hi ha més espais lliures. Els conreus herbacis (no arrossars) també s'han classificat com a poc òptims per ser cultius d'explotació intensa.

Arrossars, basses agrícoles, boscos clars (no de ribera), boscos en franges de protecció, conreus llenyosos (no vinyes), matollars - boscos tallats arreu, plantacions d'eucaliptus, plantacions de plàtans, plantacions de pollancre, platges, prats i herbassars - boscos tallats arreu, sòls nus forestals i, vinyes han sigut classificats com a usos del sòl moderadament òptims (50).

Les plantacions han sigut classificades com a moderadament òptimes perquè encara que siguin comunitats vegetals plantades per l'home, tenen una certa naturalitat, ja que poden passar diverses dècades abans que es faci ús; els boscos clars (no de ribera) per no ser una comunitat vegetal molt desenvolupada; els prats i herbassars i els matollars – boscos tallats arreu perquè són comunitats que estan desenvolupant-se, la qualitat ecològica de les quals pot millorar; els boscos en franges de protecció (aquells boscos a banda i banda dels tallafocs) perquè es caracteritzen per tenir un manteniment regular, el que fa que hi hagi presència antròpica; els conreus llenyosos i les vinyes perquè són comunitats vegetals agrícoles que tenen una certa permeabilitat però estan molt mecanitzades; els arrossars i les basses agrícoles per tenir presència d'aigua i una sèrie d'espècies adherides a aquesta i; per últim, els sòls nus forestals i les platges, el primer perquè estan caracteritzats per ser sòls que han estat cremats i estan recuperant-se i les platges perquè és un indret que pateix sobrefreqüentació als mesos d'estiu però que en època d'hivern recobra la naturalitat que la caracteritza.

Boscos clars de ribera, boscos densos (no de ribera), conreus abandonats – prats, matollars i, prats i herbassars classificats com a molt òptims (75).

Aquests usos han estat classificats com a molt òptims perquè posseeixen una elevada naturalitat que facilita la connectivitat ecològica, no obstant no han arribat al clímax de la successió ecològica.

Boscors densos de ribera, llacs i llacunes continentals, llacunes litorals, lleres naturals, rius, roquissars, tarteres i, vegetació d'aiguamolls litorals classificats com els més òptims (100) per a la connectivitat ecològica de les espècies.

El conjunt d'aquests usos es caracteritzen per ser els que formen part dels hàbitats presents en el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. També s'han considerat com els més òptims els roquissars i les tarteres, ja que són usos del sòl que se solen trobar en terrenys amb un elevat pendent i, per tant, l'activitat antròpica és minsa, el que els fa gaudir d'una gran naturalitat. A més, part d'aquests usos formen part de la zona de connexió entre el PNAE i el Parc Natural del Cap de Creus.

| Ús del sòl | Valor |
|----------------------------------|-------|
| Abocadors | 0 |
| Aeroports | 0 |
| Arrossars | 50 |
| Autopistes i autovies | 0 |
| Basses agrícoles | 50 |
| Basses urbanes | 25 |
| Boscors clars (no de ribera) | 50 |
| Boscors clars de ribera | 75 |
| Boscors densos (no de ribera) | 75 |
| Boscors densos de ribera | 100 |
| Boscors en franges de protecció | 50 |
| Càmpings | 25 |
| Camps de golf | 25 |
| Canals artificials | 25 |
| Carreteres | 0 |
| Cementiris | 0 |
| Conreus abandonats - prats | 75 |
| Conreus en transformació | 25 |
| Conreus herbacis (no arrossars) | 25 |
| Conreus llenyosos (no vinyes) | 50 |
| Granges | 25 |
| Grans vials i zones d'aparcament | 0 |
| Hivernacles | 0 |
| Llacs i llacunes continentals | 100 |
| Llacunes litorals | 100 |
| Lleres naturals | 100 |

| | |
|--|-----|
| Matollars | 75 |
| Matollars - Boscos tallats arreu | 50 |
| Piscifactories i conreus aquícoles a cel obert | 0 |
| Plantacions d'eucaliptus | 50 |
| Plantacions de plàtans | 50 |
| Plantacions de pollancre | 50 |
| Platges | 50 |
| Prats i herbassars | 75 |
| Prats i herbassars - Boscos tallats arreu | 50 |
| Rius | 100 |
| Roquissars | 100 |
| Sòls nus forestals | 50 |
| Sòls nus urbans | 25 |
| Tarteres | 100 |
| Urbanitzat residencial compacte | 0 |
| Urbanitzat residencial lax | 25 |
| Vegetació d'aiguamolls litorals | 100 |
| Vies de ferrocarril | 0 |
| Vinyes | 50 |
| Zones d'esport i lleure (excepte càmpings i camps de golf) | 0 |
| Zones d'extracció minera | 0 |
| Zones industrials i comercials | 0 |
| Zones portuàries | 0 |
| Zones verdes urbanes | 25 |
| Zones verdes viàries | 25 |

Figura 5. Classificació dels usos del sòl segons la seva qualitat per a facilitar la dispersió de les espècies. Elaboració: pròpia.

Una altra variable utilitzada que és molt important és el pendent, no obstant això, a causa de la superfície plana que caracteritza la plana de l'Empordà aquesta variable es torna poc important, excepte en les motes del riu Muga on sí que hi ha una certa inclinació del terreny. El pendent ha sigut calculat en percentatge.

| Pendent (%) | Classificació |
|-------------|---------------|
| <20 | 100 |
| 20 - 45 | 50 |
| + 45 | 25 |

Figura 6. Classificació del pendent (%). Aquells pendents més inclinats han sigut classificats amb un valor menor, ja que suposen una barrera física per la gran majoria d'espècies. Elaboració: pròpia.

La classificació del pendent s'ha realitzat seguint les dades facilitades per Mayor (2008) que menciona “*com a elements de vora⁵ poc permeables [...] els talussos de més de 45°*” (p. 94), raó per la qual aquells pendents de més de 45° s'han classificat com els pendents menys òptims per al moviment de les espècies. L'autor menciona “*com a elements de permeabilitat mitjana [...] els talussos de menys de 45° de pendent*” (p. 94), i afegeix que “*un pendent suau (p. ex. inferior a 20°) [...] afavoreixen el moviment*” (p. 99). L'autor fa referència als talussos que es troben a les vores de les infraestructures viàries, el que s'ha fet ha sigut extrapolar aquesta informació al conjunt del relleu de l'àmbit d'estudi.

Pel que fa a l'estat ecològic dels rius, aquest s'ha obtingut a partir de les bases cartogràfiques disponibles de l'Agència Catalana de l'Aigua. Els rius presents a l'àmbit d'estudi posseïen un estat ecològic que anava des d'aquells que no tenien un control del seu estat per part de l'Agència fins aquells que tenien un estat ecològic bo, sent el millor estat ecològic el classificat com a molt bo; aquest últim, no present en cap tram dels rius que van a desembocar als Aiguamolls de l'Empordà.

Les dades pertanyen al *1er Programa de seguiment i control del Districte de conca hidrogràfica i fluvial de Catalunya* per al període 2007-2012, Programa que es va aprovar sota l'acord de Govern 128/2008, de 3 de juny. Aquest Programa s'ha executat ja en dues ocasions en aquest Districte perquè Catalunya va recollir l'article 8 de la Directiva 2000/60/CE -on es demana que les autoritats nacionals han d'establir aquests programes de seguiment per valorar i conèixer l'estat de les masses d'aigua de cada demarcació hidrogràfica- dins del Text refós de la legislació en matèria d'aigües de Catalunya, aprovat per Decret legislatiu 3/2003, de 4 de novembre, que, en el seu article 20.c) inclou entre els instruments de la planificació hidrològica del Districte de conca hidrogràfica de Catalunya, els programes de control i, en el seu article 23, estableix el deure de la Generalitat de Catalunya d'elaborar

⁵ Mayor (2008) parla d'elements de vora fent referència a aquelles estructures que les espècies es troben a l'hora d'intentar travessar les carreteres. Aquests elements estan ubicats als marges de les vies i poden afectar el moviment de les espècies, segons el seu grau de pendent o depenent de si hi ha o no vegetació. Per més informació consultar la pàgina 93 de *Connectivitat ecològica: elements teòrics, determinació i aplicació: Importància de la connectivitat ecològica com a instrument de preservació de l'entorn i d'ordenació del territori a Catalunya*.

aquest tipus de plans per tal de conèixer l'estat ecològic i la composició de les aigües superficials i, l'estat químic i quantitatiu de les aigües subterrànies (GOV/128/2008, de 3 de juny, pel qual s'aprova el Programa de seguiment i control del Districte de conca hidrogràfica o fluvial de Catalunya).

Per classificar l'estat ecològic del mode en el qual s'ha realitzat, s'ha agafat com a orientació el següent esquema:

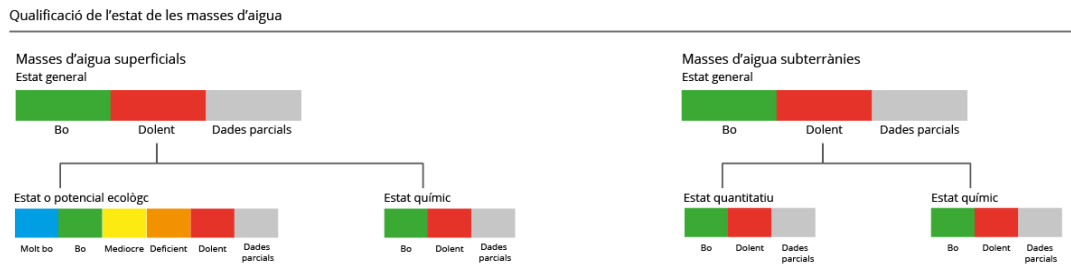


Figura 7. Qualificació de l'ACA sobre l'estat de les masses d'aigua. Font: <http://aca.gencat.cat/ca/laigua/estat-del-medi-hidric/estat-de-les-masses-daigua/>

| Estat ecològic dels rius | Classificació |
|--------------------------|---------------|
| Bo | 75 |
| Dades parcials | 50 |
| Mediocre | 50 |
| Deficient | 25 |
| Dolent | 0 |
| Sense controls | 0 |

Figura 8. Classificació dels rius segons el seu estat ecològic. Elaboració: pròpia.

També s'ha classificat l'estat ecològic de les zones humides conformades pels estanys i les maresmes. La classificació ha seguit els paràmetres emprats en l'anterior categorització.

| Estat ecològic | Classificació |
|----------------|---------------|
| Bo | 75 |
| Mediocre | 50 |
| Sense controls | 0 |

Figura 9. Classificació de les zones humides segons el seu estat ecològic. Elaboració: pròpia.

La raó per la qual s'han valorat com a no òptims (0) aquells trams de rius i zones humides classificades per l'ACA com a masses d'aigua sense controls, ha sigut perquè es considera que aquelles masses que no estan controlades

són aquelles més exposades al fet que es cometin infraccions com la deposició de deixalles, l'abocament de purins i altres substàncies que perjudiquen enormement l'estat ecològic d'aquestes masses d'aigua.

Quant a la zonificació dels rius, aquesta s'ha realitzat manualment a partir d'un domini públic hidràulic estàndard que s'ha fixat en 10 metres a banda i banda de la línia que marca els cursos dels rius presents a l'àmbit d'estudi, ja que una part dels rius/rieres més importants que anaven a desembocar a les platges del Parc no sortien en l'única capa disponible de l'ACA que recollia el DPH d'una part dels cursos presents a l'àmbit d'estudi.

S'ha considerat com a molt òptim (100) el domini públic hidràulic que segons l'ACA (2017) està basat en criteris hidràulics, el que suposa "*la determinació del cabal corresponent a la MCO*" (p. 10); és a dir, la delimitació del DPH estaria subjecte fins al límit on arriba la màxima crescuda ordinària. Tanmateix, afegir que el criteri hidràulic no és l'únic que s'utilitza per delimitar el DPH sinó que els experts i les expertes també utilitzen criteris complementaris, com les característiques "*geomorfològiques, ecològiques, històriques i la delimitació cadastral*" (ACA, 2017, p. 12). No només s'ha classificat per ser la zona del riu que sol estar inundada, sinó perquè l'ACA assenyala que en el DPH "*no es permet cap ús llevat dels associats a la preservació ambiental i del règim de corrent*"; la zona de servitud ha sigut classificada com a molt òptima (100) per ser una zona dedicada a la protecció dels ecosistemes presents i del mateix DPH i; per últim, la zona de policia s'ha classificat com a moderadament òptima perquè "*no es permeten usos o activitats que suposin obstacles per la corrent en avingudes*", encara que a la pràctica podem trobar diferents construccions en aquesta franja (informació extreta de la taula de http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/publicacions/espais_fluvials/zonificacio/zonificacio.htm#fragment-30).

| Zonificació | Classificació |
|---------------|---------------|
| DPH | 100 |
| Zona servitud | 100 |
| Zona policia | 50 |

Figura 10. Classificació dels rius segons la zonificació d'aquests. Aquesta classificació té en compte aquells usos que es poden instal·lar en la zona de servitud i de policia, quan més activitats i construccions es poden desenvolupar menys òptim esdevé l'àrea en qüestió. Elaboració: pròpia.

Una altra variable utilitzada per analitzar la connectivitat ecològica ha sigut la d'Espais Naturals d'Especial Protecció (ENPE) que ha sigut classificada segons el nivell de protecció de les figures que protegeixen els espais naturals que conformen el PNAE.

| Figura de protecció | Classificació |
|--------------------------|---------------|
| Reserva Natural Integral | 100 |
| Reserva Natural Parcial | 50 |
| Parc Natural | 25 |

Figura 11. Classificació dels espais naturals segons les seves figures de protecció. Elaboració: pròpia.

Per últim, han sigut emprats els passos de fauna cartografiats manualment gràcies al treball de camp realitzat i els hàbitats d'interès comunitari presents a l'àmbit d'estudi; ambdós variables han sigut classificades com a molt òptimes – 100. Per una banda els passos de fauna han sigut classificats com a molt òptims perquè són essencials per al moviment de les espècies a l'hora de travessar les barreres físiques que suposen les infraestructures lineals com les carreteres. Per l'altra, el conjunt dels hàbitats comunitaris presents a l'àmbit d'anàlisi són molt òptims tant per albergar les espècies del Parc com per a facilitar el moviment d'aquestes. Els hàbitats d'interès comunitari presents són: alberedes, salzedes i altres boscos de ribera; alzinars i carrascars; comunitats de salicòrnia i altres plantes anuals; dunes embrionàries; espartinars; estanys naturals eutròfics amb vegetació nedant (*Hydrocharition*); prats i jonqueres halòfils mediterranis (*Juncetalia maritimi*); rius de terra baixa de la muntanya mitjana amb vegetació submergida o parcialment flotant (*Ranunculion fluitantis* i *Callitricho*); rius mediterranis amb vegetació del *Glaucion flavi* i per últim, suredes.

| Element | Classificació |
|-------------------------------|---------------|
| Passos de fauna | 100 |
| Hàbitats d'Interès Comunitari | 100 |

Figura 12. Classificació dels passos de fauna i dels HIC com a espais molt òptims per a la dispersió de les espècies. Elaboració: pròpia.

Havent classificat totes les variables anteriors, s'ha procedit a calcular el cost ecològic de l'àmbit d'estudi. Per a calcular aquest cost s'ha utilitzat l'eina *raster calculator* del conjunt d'eines d'ArcGIS *Spatial Analyst*.

El càlcul que s'ha realitzat ha estat el següent: la classificació de l'estat ecològic dels rius i de les zones humides s'ha ponderat respectivament per 0,05; la zonificació dels rius per 0,1; els usos del sòl per 0,2; el pendent per 0,1; els passos de fauna i els hàbitats d'interès comunitari per 0,1 respectivament; els espais naturals de protecció especial per 0,1; i la categorització de les 4 tipologies de carreteres segons l'IMD i les carreteres sense IMD s'han ponderat per 0,4.

El conjunt de la suma d'aquestes variables sumen 1, que a l'haver estat classificades del 0-100 i en estar ponderades, poden donar com a cost ecològic més òptim fins a 100. Tanmateix, tal com s'ha esmentat anteriorment, no totes les variables varen ser classificades amb el valor més òptim (100), ja que no complien els requisits per a valorar-les d'aquesta forma. Per tant, el valor màxim, no arribarà a 100.

5.2 Anàlisi de la connectivitat paisatgística

L'anàlisi de la connectivitat paisatgística s'ha realitzat a tres escales d'aproximació diferents. En un primer nivell, s'han analitzat les mètriques de classe i paisatge d'una àrea que comprèn des del sud del Parc Natural del Cap de Creus fins al nord del Parc Natural del Montgrí, les illes Medes i el Baix Ter; dins d'aquest nivell també s'inclou gran part de la superfície dels municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls d'Empordà i està compresa la totalitat d'aquest. Aquesta escala d'anàlisi s'ha emprat per tal de veure la qualitat de la connectivitat paisatgística entre els espais naturals protegits que envolten el PNAE i entre aquest i els espais mencionats.

En un segon nivell, s'ha analitzat la connectivitat paisatgística dins del mateix PNAE i les seves àrees limítrofes, catalogades com a espais d'interès natural. Aquestes àrees annexes estan compostes pel curs del Riutort, riera que connecta el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà amb el Parc Natural del Cap de Creus, el sector del Mas d'en Gaston, Can Colls i el rec de la Serra del Mal Sec. Aquesta zona d'EIN també inclou la platja de la Rovina, el marge

esquerre del riu Gran –excepte l'illa Gran- i el Fluvià Nàutic (vegeu figura 55, annex 2).

En el tercer nivell, s'ha dut a terme l'anàlisi de tots aquells municipis que tenen part del seu terme municipal dins del PNAE. S'ha exclòs d'aquests municipis totes aquelles àrees protegides sota les figures de protecció de qualsevol espai natural de protecció especial present en aquests, per tal d'analitzar la connectivitat paisatgística que no està sota cap protecció; excloent així, aquelles àrees municipals que estan dins del Parc Natural del Cap de Creus i el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà.

Per analitzar la connectivitat paisatgística del primer i segon nivell, s'ha hagut de descarregar primer, el Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya (MCSC). Per tal d'estudiar l'evolució de les cobertes del sòl dins del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, s'han utilitzat les 4 edicions d'aquest Mapa. La primera edició és de l'any 1993, la segona del període 2000-2003, la tercera del 2005-2007 i, la quarta i última edició és de l'any 2009.

El programa amb el que s'ha visualitzat i treballat el Mapa de Cobertes ha sigut l'ArcGIS, la versió 10.

El tipus d'arxiu vectorial amb el qual treballa l'ArcGis és el *shapefile* i les dues primeres edicions del MCSC no estan en aquest format; per aquesta raó, s'ha procedit a descarregar el programa MiraMon, un Sistema d'Informació Geogràfica i programari de Teledetecció, del Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF) i de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), amb el qual es poden transformar els arxius en format *mmz* (MiraMon) en *shapefile* per poder així, treballar conjuntament les edicions amb ArcGIS (CREAF, 2018).

Per poder analitzar tot el paisatge que forma l'àrea d'estudi del primer i segon nivell, s'ha necessitat la descàrrega de 6 fulls de cada edició del MCSC. El nom dels fulls són els següents: el full 25821, 25822, 25911, 25912, 29621 i 29711. El conjunt d'aquests abasten un territori que va, de nord a sud, des del Cap de Creus fins al municipi de l'Escala i, d'est a oest, des de la façana litoral –golf de Roses- fins al ben mig de la plana de l'Empordà.

En el cas del tercer nivell, s'ha hagut de descarregar, a més a més, els fulls 25811, 22012 i 22022 de les versions compreses –també– en el període 1993-2009, ja que els límits municipals de la part nord de Peralada sortien fora de l'àmbit inclòs pels fulls descarregats per als nivells d'anàlisi anteriors.

Els procediments que s'han seguit –en tots els nivells– per convertir els arxius *mmz* de les primeres dues edicions del MCSC han sigut els següents: s'ha descomprimit l'arxiu *mmz* per generar-ne un *mmm*⁶ amb l'eina del MiraMon, *Fitxer* → *Publicar mapa a internet/intranet* → *Crear/Descomprimir MMMZ/MMM*. A partir d'aquí s'ha utilitzat l'eina *Exportar* per a convertir l'arxiu en format *.pol*, extret en la descompressió del *mmz* al *mmm*, en un arxiu *shape*.

Quan totes les edicions han estat convertides, s'ha procedit amb ArcGIS, a unir cadascuna d'aquestes edicions amb un arxiu *dbf* que contenia les diferents categories d'especificació dels usos del sòl, categories que van des de la més general –*Cat_Niv_1*– a la més específica –*Cat_Niv_5*–, passant per un seguit de nivells intermedis. El nivell de categorització dels usos del sòl considerat adient per analitzar l'evolució del paisatge ha sigut el *Cat_Niv_1F*, format per 9 usos del sòl. Aquests usos són els: d'aiguamolls, aigües continentals, arbrat clar, arbrat dens, conreus, improductiu artificial, improductiu natural, matollars i, prats i herbassars.

Posteriorment, a través de l'eina *merge* d'ArcGIS, s'han unit les edicions del període 2000-2003, la del 2005-2007 i la de l'any 2009 a través del camp *Cat_Niv_1F* de la seva taula d'atributs. L'edició de 1993 té la seva pròpia coberta de sòl i, per tant, no es pot unir amb les anteriors categories citades.

Tot seguit, s'ha realitzat una simplificació dels polígons presents en els diferents nivells d'estudi mitjançant l'eina *dissolve* d'ArcGis, que fa que els límits dels polígons veïns amb un mateix ús de sòl es dissolguin, creant així fragments més grans d'aquest ús.

Destacar que abans de portar a terme les accions mencionades, s'ha hagut de transformar les projeccions geogràfiques de les dues edicions més antigues, ja que aquestes estaven projectades en un sistema de coordenades diferent

⁶ Arxiu MiraMon descomprimit.

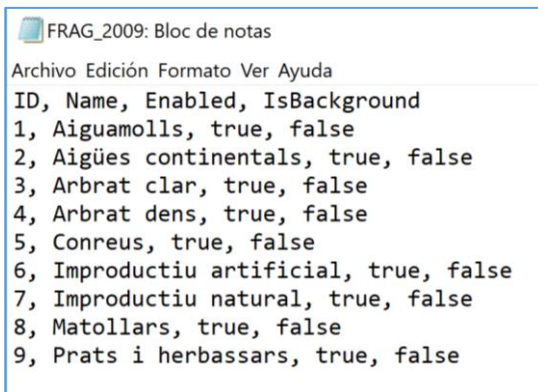
-GCS European 1950- i anterior a l'utilitzat per les edicions del 2005-2007 i 2009 -GCS ETRS 1989-. La transformació de les dues primeres edicions al sistema de coordenades geogràfiques de les dues últimes s'ha realitzat, mitjançant l'eina *project* d'ArcGIS, pertanyent al conjunt d'eines de *Data Management Tools*. Aquesta acció s'ha efectuat perquè els límits dels diferents fulls de les edicions emprades coincideixin i perquè els càlculs resultants siguin els més fidedignes possibles.

Tornant a la qüestió de l'especificació de *Cat_Niv_1F*, destacar que aquest està format per 9 usos del sòl, no obstant això, l'edició de l'any 2000-2003 té un ús del sòl afegit, anomenat zones recents cremades, situades al sud del massís del Montgrí. Aquest ús del sòl temporal correspon a l'incendi que es va iniciar al sector de la muntanya Gran del Montgrí, el juny de 2001, que va cremar un total de 376 hectàrees; visualitzades parcialment pel full 29711 (WIKIPEDIA, s.d.).

El següent pas ha sigut rasteritzar l'arxiu *shape* –de la unió entre els diferents fulls-, convertir-lo en un ràster mitjançant l'eina *polygon to raster* del conjunt d'eines *Conversion Tools*. El ràster està format per una malla de cel·les on cadascuna té un valor determinat, en aquest cas, de l'ús de sòl al qual pertany.

La mida de cel·la d'aquesta “rasterització” ha sigut de 20 metres quadrats, ja que s'ha cregut una mida òptima per a la superfície de l'àrea a analitzar. El ràster ha estat exportat en format imatge (*img.*).

Tot seguit, s'ha obert el bloc de notes, on s'ha descrit la següent informació -de



```
FRAG_2009: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
ID, Name, Enabled, IsBackground
1, Aiguamolls, true, false
2, Aigües continentals, true, false
3, Arbrat clar, true, false
4, Arbrat dens, true, false
5, Conreus, true, false
6, Improductiu artificial, true, false
7, Improductiu natural, true, false
8, Matollars, true, false
9, Prats i herbassars, true, false
```

gran importància- perquè Fragstats pugui analitzar correctament els càlculs demanats:

Figura 13. Format utilitzat perquè Fragstat computi correctament les diferents mètriques demanades. Elaboració: pròpia.

A *ID*, s'ha descrit la identificació numèrica de l'ús del sòl corresponent a la categoria de cobertes del sòl escollida (nivell 1 F). A *Name* s'ha indicat el nom dels diferents usos del sòl presents. Per la seva banda, en tots els usos del sòl, *Enabled* s'ha marcat com a *true*, acció realitzada per donar l'ordre al software perquè processés els càlculs sobre el conjunt d'aquests usos del sòl. Per últim, dins del bloc de notes s'ha marcat *IsBackground* com *false*; *background* o fons és per a Fragstats una àrea indefinida del paisatge d'interès, el valor del qual ha de ser –si es vol tenir en compte aquest fons– un nombre sencer qualsevol, s'assumeix que els valors de fons positius corresponen a l'interior del paisatge i els negatius a l'exterior d'aquest (Ferrero, 2009). Com no es volia que es reclassifiquessin els càlculs dels usos del sòl tenint en compte el valor de fons, s'ha marcat aquesta casella com *false*.

Recalcar que aquesta metodologia, tant el procés de rasterització i creació de l'arxiu d'imatge com el bloc de notes, s'ha seguit per a les diferents edicions del MCSC.

Elaborat ja el bloc de notes, s'ha procedit a estudiar amb detall quines serien les millors anàlisis per reflectir de manera més adequada l'evolució del paisatge del període 1993-2009. Abans però, s'ha arribat a la conclusió que no és adequat per al treball analitzar les mètriques de fragments –*patch*– per la grandària del camp d'estudi, ja que, per exemple, la imatge –ràster– dels usos del sòl del 2000-2003 estava formada per més de 13.000 fragments a analitzar, una quantitat ingent d'informació, gens útil per analitzar l'evolució general del paisatge i dels usos del sòl dels quals està compost. Per aquesta raó, s'ha considerat que les mètriques a analitzar correspondrien a les de paisatge i a les de classe.

De totes les edicions del MCSC s'han calculat les següents mètriques de classe: PLAND, PD, LPI, ED, ENN_MN, CONNECT i COHESION. El PLAND, PD, LPI i ED pertanyen al conjunt de mètriques d'àrea, densitat i límit. L'ENN_MN, pertany a les mètriques d'isolació/proximitat. I per últim, CONNECT i COHESION pertanyen a les mètriques de connectivitat.

El *Percentage of Landscape* (PLAND), mètrica d'àrea, s'apropa a 0 quan el tipus d'ús del sòl és rar en el paisatge i s'apropa a 100 quan aquest hi predomina (UMASS, 2018).

El *Largest Patch Index* (LPI), una altra mètrica d'àrea, representa el percentatge d'àrea que ocupa el fragment més gran d'un determinat ús del sòl en relació a l'àrea total del paisatge, és una mesura de dominació (UMASS, 2018).

El *Patch Density* (PD), mètrica de densitat, calcula el nombre de fragments d'un determinat ús del sòl per cada 100 hectàrees (UMASS, 2018).

L'*Edge Density* (ED), mètrica de densitat, calcula els metres de límit o frontera que té un determinat ús del sòl per hectàrea, serveix entre altres coses per saber si l'ús del sòl analitzat es distribueix en pocs fragments o si ho fa en nombrosos fragments, tenint com a conseqüència en aquest darrer cas, més superfície de límit (UMASS, 2018).

L'*Euclidean Nearest Neighbor Distance* (ENN_MN), mètrica d'isolació/proximitat, calcula la distància mitjana en metres que hi ha entre els fragments d'un mateix ús del sòl, útil per veure l'aïllament que poden tenir els diferents hàbitats i/o usos del sòl (UMASS, 2018).

El *Connectance* (CONNECT) és igual a la quantitat d'unions funcionals entre tots els fragments d'una mateixa classe, dividit pel nombre total de possibles unions entre aquests –multiplicat per 100, per convertir el resultat en percentatge. CONNECT és proper a 0 quan una determinada classe forma un únic fragment o quan cap o pocs dels fragments de la classe estan connectats (dins d'una distància que l'usuari determina com a òptima). En canvi, és proper a 100 quan tots els fragments d'un determinat ús del sòl estan connectats (UMASS, 2018).

En el valor del resultat de connexió, intervé el càlcul que es faci mitjançant l'anàlisi de les cel·les a partir de l'opció 4 cel·les veïnes o mitjançant 8, és a dir, a partir d'unions només ortogonals o ortogonals i diagonals respectivament (UMASS, 2018). En aquest cas, s'ha realitzat el càlcul a partir de les 8 cel·les veïnes, ja que qualsevol unió directa entre els mateixos usos del sòl és cabdal

per a la connectivitat. A més, s'ha considerat com un valor intermedi i òptim per a calcular les unions funcionals entre els mateixos fragments d'usos del sòl 120 metres de distància. Cal tenir en compte, que les distàncies es calculen des del centre d'una cel·la determinada fins al centre d'una altra, en utilitzar cel·les de 20⁷ metres d'amplada, representa que s'ha considerat com a unió funcional una separació màxima de 5 cel·les entre una cel·la, per exemple, d'aiguamolls amb una altra del mateix tipus.

Per últim, dins de les mètriques de classe s'ha calculat el valor COHESION, índex que expressa la connectivitat física entre els fragments. El valor d'aquest índex s'incrementa a mesura que el tipus de fragment es fa més gran o agregat en la seva distribució, per tant més connectat físicament (UMASS, 2018).

Remarcar que en els resultats no s'ha realitzat una comparació entre les mètriques de classe de l'edició de 1993 del MCSC amb les altres edicions, per tenir aquesta usos del sòl diferents dels de la resta. El que sí que es farà és analitzar els resultats de les mètriques del paisatge d'aquesta edició amb els de la resta.

En relació a les mètriques de paisatge, s'ha calculat el: *Simpson's Diversity Index* (SIDI). El valor de SIDI representa la probabilitat que si se seleccionen 2 píxels a l'atzar, aquests siguin de diferents usos del sòl (UMASS, 2018).

Abans que hom observi els resultats d'aquesta anàlisi, remarcar que tal com s'ha esmentat anteriorment, els usos del sòl es varen "rasteritzar" amb un *cellsize* de 20 metres, és a dir, amb una resolució de píxel de 20 x 20 m. Cal tenir en compte que la mida de les cel·les influeix en el resultat dels càlculs, com major sigui la resolució, més ajustats seran les anàlisis. S'han fet assajos amb cel·les de mida més petita però el temps en obtenir els índexs era molt més perllongat, ja que el programa havia d'analitzar un major nombre de cel·les. S'ha cregut per tant, que la resolució emprada és adequada i òptima per a estudiar la superfície de les diferents escales d'aproximació utilitzades per analitzar la connectivitat paisatgística.

⁷ Aquests 20 metres d'amplada és la mida de la cel·la que s'ha obtingut a partir de la rasterització de les edicions vectorials del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya. Per aconseguir-ho s'ha indicat al programa que el *cellsize* –mida de cel·la- fos d'aquesta grandària.

5.3 Anàlisi dels accidents de trànsit amb animals

Gràcies a les dades facilitades per part del Servei Català de Trànsit sobre els accidents amb fauna a les carreteres de la demarcació de Girona, corresponents al període comprés entre el gener del 2011 fins al febrer del 2018, s'ha pogut analitzar aquesta problemàtica que afecta tant a la seguretat viària com a la capacitat de dispersió de les espècies faunístiques entre espais naturals.

Aquesta anàlisi ha consistit en un primer terme, en fer un buidatge de dades, on s'han pres com a rellevants, les dades de totes aquelles carreteres que creuen el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà pel seu interior, aquelles que l'envolten i aquelles que estan situades en punts geogràfics d'interès per a la connectivitat ecològica amb altres espais naturals protegits com seria el cas del Parc Natural del Cap de Creus.

Les carreteres que s'han seleccionat han sigut les següents: C-68 (antigament denominada C-260), GI-610, GI-614, GIV-6102, GIV-6103, GIV-6216, GIV-6217 i la GIV-6303.

En la segona fase, s'han ampliat els atributs de la taula d'accidents, creant-se alhora, un camp corresponent a la suma del nombre total d'accidents que hi ha hagut en aquest període (gener 2011 – febrer 2018) en un mateix punt quilomètric i un camp corresponent a les dates de quan varen succeir aquests. Aquesta fase ha donat resultats rellevants pel que fa a la concentració d'accidents en determinats punts quilomètrics.

En la tercera, s'han passat els punts quilomètrics a coordenades. Per a aquesta acció s'han necessitat tres aplicacions d'ordinador. En primer lloc, s'ha visualitzat en la pàgina web *infocardgt*⁸ els punts quilomètrics on hi havia hagut accidentalitat. En aquesta pàgina només són representats els punts quilomètrics principals, és a dir, no es representa el punt quilomètric 10,5, sinó que es representa el 10 i l'11. Per aquest fet, no hi havia la possibilitat d'agafar les coordenades dels diferents PK⁹, per tant, s'ha considerat oportú agafar les

⁸ Pàgina web emprada: <http://infocar.dgt.es/etraffic/>

⁹ PK: abreviació de punt quilomètric.

coordenades a partir d'un treball de precisió visual on s'ha calculat els centímetres que separaven els diferents PK a *infocardgt*, sempre utilitzant la mateixa escala, per calcular, a quina alçada del mapa se situaven aquells PK amb decimals. Tot seguit, gràcies a la visualització en doble pantalla, tant dels mapes d'*infocardgt* com de *Google Maps* i mitjançant la utilització d'aquelles cartografies –ortofotomapes, mapes híbrids, *google mapa*- que compartien aquestes dues aplicacions, s'ha arribat a aconseguir una precisió òptima en la presa de coordenades. Per aconseguir aquesta precisió, a part de l'esmentat, sempre s'han buscat punts de referència per fer més fàcil la georeferenciació.

Les coordenades obtingudes a *Google Maps* estaven en format graus, minuts i segons. Per aquesta raó, en la quarta fase, el que s'ha fet ha sigut passar aquest format de coordenades a UTM, amb les quals estic més familiaritzat i per ser també, un format de coordenades òptimes per treballar amb ArcGIS. Aquesta acció s'ha realitzat gràcies a l'opció de conversió que té en la seva pàgina web Atlas Caja Marca (<http://www.atlascajamarca.info/conversor/>)¹⁰.

Posteriorment, s'han visualitzat i analitzat els resultats d'aquestes dades a partir d'un mapa de densitat per mostrar quins són els punts més problemàtics per a la connectivitat ecològica de les espècies entre els dos polígons del Parc, entre aquest i altres espais naturals protegits i, entre el Parc i la matriu territorial que l'envolta que, encara que no està protegida sota cap figura de protecció, té una certa permeabilitat ecològica per tractar-se, majoritàriament, d'un espai agrari.

En l'última fase, s'han vinculat els resultats d'aquesta anàlisi amb els passos de fauna presents en l'àmbit d'estudi, per tal d'observar si aquests són eficients o si hi ha trams d'algunes vies de comunicació que necessitarien l'adequació dels seus marges i/o la construcció de passos de fauna, per disminuir l'accidentalitat amb fauna implicada.

¹⁰ Aquesta pàgina web ha quedat obsoleta; per a modificar alguns errors de coordenades que es van observar en finalitzar l'anàlisi, es va haver de convertir les coordenades a UTM amb la pàgina web de la Junta de Andalucía (<http://www.juntadeandalucia.es/economiainnovacioncienciayempleo/pam/ConvED50.action>).

5.4 Fitxes passos de fauna

La informació principal sobre les característiques dels passos de fauna que hi ha en l'àmbit del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, s'ha extret de l'*Inventari d'Estructures de Connectivitat a la Xarxa Viària Catalana*, actualitzat el juliol de 2014 pel Departament de Territori i Sostenibilitat.

La descripció dels passos de fauna ve en aquest document acompanyada de fotografies que ens mostren l'estructura i el material dels que estan fets. Un dels factors que falten en aquest document seria el seu estat actual de conservació, ja que en alguns casos, poden haver estat deteriorats pel pas del temps, pel poc o nul manteniment o per comportaments incívics com seria l'abocament de deixalles i altres residus. Per aquesta raó, s'ha volgut fer un treball de camp que ha consistit en la realització d'una sèrie de fotografies de cadascun d'aquests passos de fauna per observar el seu estat de conservació actual, per analitzar si hi ha algun impacte antròpic –deixalles, pneumàtics- i per fer-hi la descripció adient al fet observat. Per últim, s'ha agafat la geolocalització d'aquests passos per poder-los situar posteriorment en un mapa i facilitar així l'anàlisi d'aquells punts per on podrien passar possibles connectors.

Amb tota aquesta informació recollida, s'ha elaborat una fitxa conformada pels següents apartats: un primer apartat on es recull la fotografia realitzada pel Departament de Territori i Sostenibilitat i publicada en el document esmentat anteriorment, un segon apartat on es descriuen les característiques principals de la infraestructura –de quin material està construït, l'alçada, l'amplada, la llargada i les cobertes de sòl que l'envolten-, un tercer on es descriu l'estat de conservació i on s'adjunta una o més fotografies per veure els canvis que hi ha hagut en la qualitat del pas de fauna des de la publicació del document i, per últim, la situació geogràfica, aconseguida gràcies a l'aplicació mòbil GPS Essentials.

| Nom del pas de fauna | |
|--|--|
| Fotografia | |
| Descripció (característiques principals) | |
| Estat de conservació | |
| Situació geogràfica | |

Figura 14. Fitxa model emprada per a la descripció dels passos de fauna. En aquesta taula es recull la descripció de les característiques principals dels diferents passos de fauna del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i de les zones d'interès per a la connectivitat adjacents a aquest. A més, tal com s'ha esmentat, s'analitza l'estat de conservació i es donen les coordenades del pas. Elaboració: pròpia.

Aquest treball de camp no només ha sigut de profit per ampliar la descripció d'aquests passos de fauna, primordials per a facilitar la connectivitat de les espècies en un espai natural fragmentat per les infraestructures viàries, sinó que també ha sigut útil per tenir una visió de la realitat social i ecològica d'aquest entorn, que conjuntament formen un singular paisatge mosaic en el qual, conviuen els camps de cultiu i les maresmes, les carreteres i els camins, els canals de regadiu i els rius, l'artificial amb el natural.

6. ESTAT ACTUAL DE LA CONNECTIVITAT ECOLÒGICA I PAISATGÍSTICA

6.1 Connectivitat ecològica del PNAE amb el Cap de Creus

La qualitat de la connectivitat ecològica entre el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i el Parc Natural del Cap de Creus i altres espais naturals protegits pròxims varia segons les característiques, l'estat de conservació, les pressions i els impactes que pateixen els diferents corredors biològics que tenen la funció potencial d'interconnectar aquests espais naturals.

Així doncs, la importància de mantenir una elevada qualitat ecològica i funcional dels corredors biològics rau en la necessitat de preservar la biodiversitat mitjançant la unió d'unes reserves naturals, en el cas de Catalunya, de superfície reduïda, que romanen aïllades entre si per diverses barreres que dificulten la dispersió de les espècies (Gútiérrez i Seguí, 1998).

Gútiérrez i Seguí (1998), en el treball de camp, han incidit en els hàbitats comuns que hi ha entre els dos espais: per una banda les espècies i comunitats mediterrànies i per una altra les espècies i comunitats aquàtiques i de ribera. Seguint aquests paràmetres, identifiquen un total de 5 connectors que uneixen ecològicament el Parc Natural del Cap de Creus i el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, descrits a continuació.

El connector núm. 1 és la riera de Vilajuïga-Pedret, que passa pels termes municipals de Vilajuïga (riera de Vilajuïga i de Quermançó), Marzà (riera de Vilajuïga-Pedret) i Peralada (riera de Pedret) i que està situat a l'extrem occidental de la zona de contacte entre els dos parcs naturals. Aquest connector té una distància entre ambdós parcs de 4,5 km i una amplada mitjana de 275 metres. El seu coeficient de forma¹¹ és de 16,4. Aquest connector està afectat per l'ocupació de les vores de la riera, ja que travessa el nucli urbà de Vilajuïga i la carretera de Vilajuïga a Roses (GI-610), així com

¹¹ El coeficient de forma s'obté mitjançant la divisió entre la llargada i l'amplada del corredor en qüestió. Aquells corredors que tinguin un coeficient de forma més baix, proper a 1, són els més adequats per a la dispersió de les espècies.

l'espai que deixen entre elles la via del tren i la carretera GIP-6041, que puja de Vilajuïga a Sant Pere de Roda. Un altre impacte que pateix és la contaminació de l'aigua per l'abocament d'aigües urbanes de Vilajuïga. Malgrat tot, la qualitat i la importància relativa de la riera fan aconsellable mantenir-la com a connector biològic, prioritzant el flux biològic per la via aquàtica (Gútiérrez i Seguí, 1998).

El connector núm. 2, anomenat la roca de l'Àliga, passa pels termes municipals de Pau i Vilajuïga. Aquest connector té una distància de 3 km entre els dos parcs i una amplada mitjana de 400 metres. El seu coeficient de forma és de 7,5. Aquest connector està format pel corredor natural de la carena de la serra de Pau; des de la roca de l'Àliga, davalla seguint els afluents del rec de la serra del mas Sec. L'impacte principal que pateix aquest connector és la carretera que uneix Vilajuïga amb Roses, a partir d'aquest encreuament, l'ús del sòl passa de ser brolla a conreu llenyós de secà que es perllonga fins a la carretera de Pedret a Pau (GIV-6101), per sota, fins a la confluència amb el corredor del Riutort, és gairebé tot conreu herbaci (Gútiérrez i Seguí, 1998).

Un altre impacte que pot afectar-lo en un futur és la construcció d'una urbanització dins del terme municipal de Pau, anomenada Parc d'Empordà, que està projectada per a construir-se en un sector definit com a sector U4 –a les Normes Subsidiàries que regeixen en el terme municipal de Pau-, dins del qual es tenen previstos tres subsectors: una subzona urbanitzada de cases unifamiliars aïllades de forma semi extensiva, una subzona de cases unifamiliars aïllades de forma extensiva i una subzona per usos comercials, turístics i per allotjaments de caràcter turístic (Pla parcial d'ordenació Parc d'Empordà, de 1993/000899/G, p. 5). L'extensió que serà ocupada, en cas que es construeixi la urbanització, serà de 34 hectàrees¹², caldrà veure els possibles efectes que tindrà sobre el connector. L'Ajuntament en cas que es porti endavant el projecte, hauria de tenir en compte la funcionalitat del connector, essencial per a mantenir una part dels fluxos biològics entre els dos parcs.

El connector núm. 3, anomenat Riutort, està dins dels termes municipals de Pau i Palau-saverdera. Té una distància de 4,5 km entre ambdós parcs. El

¹² Pla parcial d'ordenació Parc d'Empordà, DOGC 4965 § 18251 a 18278 (1999). p. 5.

Riutort davalla de l'entorn de Sant Pere de Rodes i de Santa Helena, domini de la brolla. A l'altura de Palau-saverdera, a la carretera GI-610, és on estan els impactes més destacats. A dalt de la carretera, a la dreta del Riutort hi ha la urbanització Els Olivars (Pau), per sota d'aquesta, hi ha una sèrie d'horts amb filats que ocupen la ribera; annexa a la ribera esquerra està el camí que va al cementiri. Un altre factor que dificulta la connectivitat és l'encreuament del Riutort amb el rec Transversal i amb diverses carreteres, una de les quals, ressegueix el seu curs (Gútierrez i Seguí,1998).

El connector núm. 4, anomenat Serra de Rodes, està dins del terme municipal de Palau-saverdera i Roses. Té una distància de 2,75 km entre ambdós parcs i una amplada mitjana d'1 km. El seu coeficient és de 2,75. Aquest connector davalla per un llom que es desprèn de la serra de Rodes, emmarcat per dues rieres, entra amb connexió amb el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà en el sector SE de l'àmbit de connexió entre aquest i el PN del Cap de Creus. Una de les rieres es bifurca abans de la carretera GI-610 en dos, en el rec de la Fantasia, rec més cabalós que l'altre, tanmateix, aquest és un rec que està massa a prop de zones urbanitzades, fet que va propiciar que no es considerés com a corredor biològic; l'altre rec, el del Salt de l'Aigua, conjuntament amb el rec del Cap del Terme, a pesar que tenen alguns impactes a causa d'algunes construccions, gaudeixen d'una major naturalitat pel que fa als usos del sòl i menor distància entre els parcs (Gútierrez i Seguí,1998).

Un fet que destaca en aquest connector, és la presència de diferents basses artificials que faciliten la dispersió d'aquelles espècies que poden alternar ambients humits amb ambients terrestres. No obstant això, hi ha un abocador intermunicipal que afecta a la vora d'una part del connector i que hauria de ser retirat o si més no, prohibir el seu creixement i prendre les mesures adequades per tal de reduir els danys vers la qualitat i funcionalitat del connector. Un altre element que dificulta la dispersió de les espècies és el desnivell de la conca que passa dels 670 metres d'altitud a tan sols 1 m en una distància molt reduïda (Gútierrez i Seguí,1998).

Per últim, està el connector del rec Transversal, aquest passa pels termes municipals de Vilajuïga, Pau i Palau-saverdera. L'amplada mitjana del

connector és de tan sols un metre, donat que és un curs d'aigua canalitzat i té una llargària de 8 quilòmetres. L'objectiu d'aquest connector segons Gútiérrez i Seguí (1998) és establir una connexió transversal entre els 4 corredors longitudinals. La connexió s'estableix entre el rec i les rieres a través dels sobreexidors en moments de fort cabal o a través de les fibres. Un dels objectius d'aquest connector és afavorir el transvasament als corredors i al Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà d'espècies aquàtiques com la *Rana perezi*, *Physa acuta*, *Chara globularis*, provinents de la Muga.

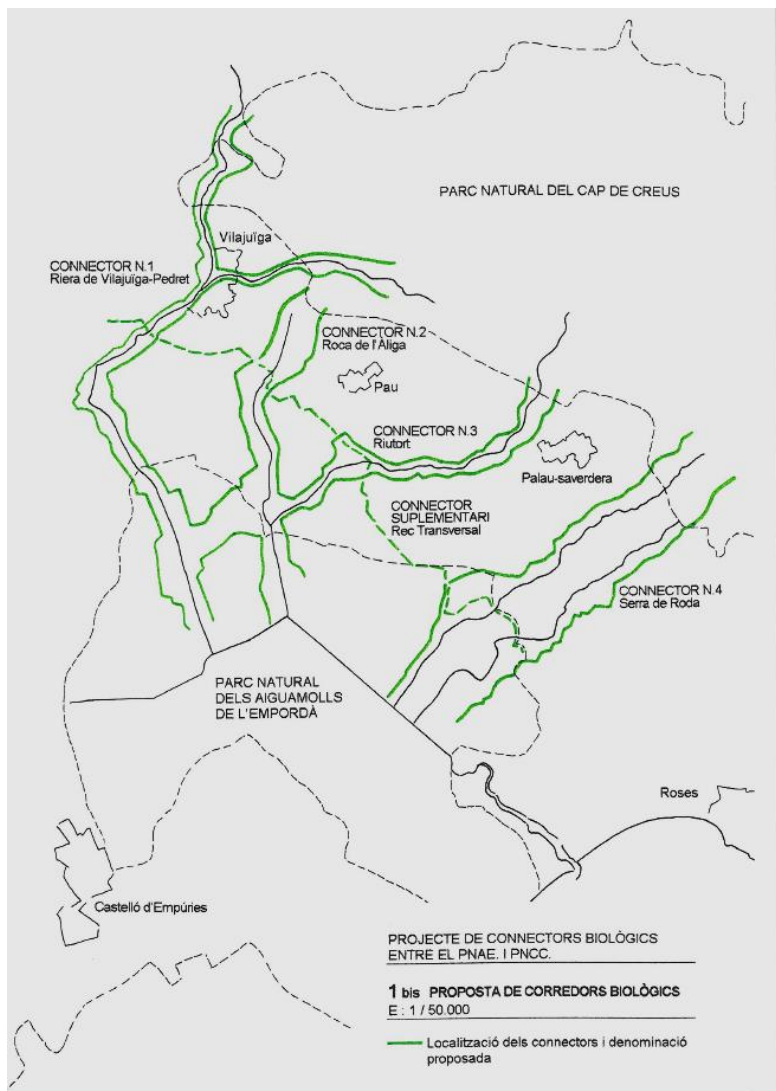


Figura 15. Els 5 connectors que uneixen ecològicament el Parc Natural del Cap de Creus amb el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. Font: imatge extreta de l'obra Proposta per a l'establiment de connectors biològics entre el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i el Parc Natural del Cap de Creus. Font: *Gutiérrez, C., i Seguí, J. M^a. (1998)*. Proposta per a l'establiment de connectors biològics entre el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i el Parc Natural del Cap de Creus.

6.2 Elements de connectivitat al PNAE

6.2.1 Connectivitat ecològica

El principal element de connectivitat ecològica dins del PNAE, per distància i situació entre els dos polígons del Parc, és la riera de la Mugueta. A causa d'aquest fet, a continuació, es descriurà l'estat de conservació, les característiques, els impactes i les diferents pressions entorn d'aquest connector.

La riera de la Mugueta és el braç antic de la Muga que "*desembocava més al nord, a l'estany de Castelló*" (Saavedra i Sargatal, 1994, p. 6). La riera de la Mugueta segueix sent avui dia, un curs d'aigua que només porta un cabal natural "*en situació d'aiguats, quan el nivell de la Muga és molt elevat*", l'aigua entra "*per uns tubs col·locats a la mota de defensa de la Muga*" (Saavedra i Sargatal, 1994, p. 6). Aquests autors expliquen però, que el cabal principal -encara que artificial- de la Mugueta:

[...] prové del rec del Molí, canal que recull l'aigua de la resclosa de Vilanova de la Muga (riu Muga) i la porta fins a Castelló d'Empúries, on fa funcionar la Farinera [...]. Tot seguit, una part de l'aigua s'extreu del rec per abastir els termes municipals de Roses i Cadaqués i el cabal restant va a parar a la Mugueta, a uns 600 metres del seu inici. (p. 6)

Queda clar doncs, que la Mugueta és un ambient que ha de ser renaturalitzat, ja no rep un constant cabal natural per la barrera física que suposa la mota de la Muga; tan sols rep aigua de la Muga per les grans esdevingudes, cada vegada més rares per la laminació de les crescudes que realitza l'embassament de Boadella. Si no fos pel cabal residual, provinent del rec Molí, romandria seca durant gairebé tot l'any.

Per aquesta raó Saavedra i Sargatal (1994) consideren que és important modificar la mota de la Muga. Esmenten que s'hauria de fer un drenatge de la llera de la Mugueta, ja que està reblerta per llims que arriben a tenir un gruix d'aproximadament un metre; alhora s'hauria de col·locar "*3 encofrats de 2 metres d'amplada i 1,5 metres d'alçada*" (p. 16), on estan els tubs actuals

-d'una mida menor a la proposada- per on es filtra l'aigua en les avingudes i, a més, col·locar en cada un d'aquests "*comportes [...], de forma que aquests puguin ser tancats*" (p. 17) en cas de *mugades* que puguin afectar a cultius o masos propers a la riera.

Mitjançant aquestes mesures la riera guanyaria naturalitat, ja que la presència d'aigua seria més abundant, creant així un corredor aquàtic, un medi excel·lent per albergar un gran nombre d'espècies.

C. Gutiérrez i J. M. Seguí (1998), destaquen aquest fet, fent menció als corredors aquàtics que són imprescindibles per a moltes espècies, les quals obligatòriament han de seguir el corredor, no tenen possibilitat de fuga lateral, excepte pels afluents.

En una zona humida com els Aiguamolls de l'Empordà amb la particularitat de ser un espai natural protegit dividit en dos polígons separats, aquests corredors esdevenen essencials per a la dispersió de les espècies aquàtiques o hidròfiles com peixos, amfibis, insectes i petits mamífers. Per tant, la bona conservació del connector ecològic de la Mugueta és primordial per mantenir una certa connectivitat entre els dos polígons.



Figura 16. Estat de conservació de la Mugueta. Autor: Daniel Bejarano Leandro.

Actualment, tal com es pot observar en la fotografia, dins del llit de la Mugueta estan creixent tota classe d'espècies arbòries i herbàcies, el que indica que és una riera que gran part de l'any o tot l'any no porta cap cabal, si més no, un cabal menor insuficient per a eradicar aquestes espècies vegetals que no acostumen a estar presents a l'interior dels llits de les rieres mediterrànies, caracteritzades per la seva capacitat de portar grans cabals d'aigua i arrossegar importants quantitats de sediments en els mesos més humits, coincidint amb llevantades, fent impossible el creixement i la instal·lació d'espècies arbòries al ben mig del llit de la riera.

Per tal de millorar la situació de conservació de la Mugueta i així també la seva funció com a connector ecològic Mallarach (2001), esmenta que s'hauria de modificar l'actual sistema de motes per tal d'augmentar l'amplada del connector, restaurant posteriorment la franja de bosc de ribera amb una amplada mínima de 75 metres a banda i banda de la Mugueta. Mallarach (2001), afegeix que:

Per tal de garantir el flux hídic i la conseqüent recuperació de la vegetació humida, caldria assegurar que l'aigua depurada del municipi de Castelló d'Empúries –basses de tractament biològic situades al camí vell de Castelló a Roses- i del molí fariner de Castelló d'Empúries hi aboquessin. (pàg. 70)

Aquesta última proposta, avui en dia, ja s'ha fet efectiva.

L'abocament d'aigües depurades no sol presentar cap impacte sobre la biodiversitat i la connectivitat ecològica. Un exemple és l'EDAR Empuriabrava, un element antròpic que facilita el manteniment de l'entorn natural dels Aiguamolls de l'Empordà i de la seva xarxa de rieres i rierols per l'abocament de les seves aigües depurades. Aquesta EDAR utilitza un Sistema d'Aiguamolls Construïts (SAC) que depura l'aigua gràcies a helòfits i altres espècies aquàtiques com els cladòcers, uns petits crustacis encarregats de reduir la turbolesa de l'aigua i la presència de microorganismes patògens. Aquesta aigua depurada, a part de proporcionar un cabal major a les masses d'aigua dels Aiguamolls, propicia una menor extracció d'aigua d'aquestes, ja que és utilitzada per a l'aprofitament agrícola i per al rec de camps de golf (Diari de Girona, 2018).

En conclusió, perquè un connector fluvial com la Mugueta sigui viable ecològicament, a part de tenir un cabal mínim d'aigua adient per les espècies aquàtiques o semiaquàtiques, ha d'estar compost a banda i banda de la llera d'una comunitat vegetal que faciliti també la dispersió a altres espècies animals no adaptades al medi aquàtic.

Dins d'aquest connector, trobem fragments molt ben constituïts de bosc de ribera *Populetum albae* amb *Populus alba*, *Fraxinus angustifolia* i *Alnus glutinosa*; també trobem *Salix alba* i *S. atrocinerea* i, l'*Iris foetidissima*, espècies típiques d'aquests ambients (Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge dels Aiguamolls de l'Alt Empordà, volum II).

Accentuar que, perquè aquest connector sigui el més òptim possible encara ha de millorar molt el seu estat de conservació, tant de la vegetació de ribera com del seu cabal i de la qualitat de les seves aigües.

6.2.2 Connectivitat paisatgística

El paisatge de la plana de l'Empordà i per defecte dels Aiguamolls de l'Empordà ha estat subjecte a continus canvis com a conseqüència de l'acció humana, tal com s'ha descrit anteriorment en l'apartat de medi social. A partir del segle XVII i XVIII, la població alt empordanesa va començar a assecar a gran escala bona part dels aiguamolls i estanys presents a la plana i a la franja litoral per tal d'ampliar les terres a conrear i per lluitar contra el paludisme. En l'àmbit del polígon nord del Parc Natural, en el s. XVIII, encara hi havia presència d'un gran estany, l'Estany de Castelló¹³ que com a resultat de les variacions naturals constants de la Muga i el desenvolupament econòmic de caràcter agrari de l'època, varen fer que s'anés assecant progressivament, transformant així el paisatge palustre de la regió (Compte i Freixanet, 2000). Els aiguamolls presents avui dia, estan protegits dins del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i es caracteritzen per ser llacunes litorals i espais de

¹³ L'antic Estany de Castelló té una bona cartografia històrica perquè els propietaris de les terres havien de tenir ben delimitades les seves parcel·les per tal de pagar el delme a l'Església. Segons es tracti del mapa de 1748 o el de 1769, l'Estany tenia unes dimensions de superfície d'entre 284 i 288 hectàrees i entre 315 i 320, respectivament (Compte i Freixanet, 2000).

maresma que han sobreviscut, tant al procés dessecador com al recent procés urbanitzador del litoral (Romagosa, 2008).

Actualment la dinàmica natural dels cursos fluvials que desemboquen a l'àmbit dels Aiguamolls ja no té la mateixa força modificadora del paisatge que posseïa segles enrere, ja sigui perquè en els seus trams mitjans hi ha embassaments –com en el cas del riu Muga-, ja sigui per la canalització artificial dels rius – Muga i Fluvià- en les seves desembocadures o per la sobreexplotació dels recursos hídrics per a l'agricultura intensiva, model d'explotació de la terra predominant en la plana de l'Empordà.

En la descripció de la unitat del paisatge de la plana de l'Empordà per part de l'Observatori del Paisatge de Catalunya, es manifesta que l'aprofitament de la terra no sempre va ser de caràcter intensiu. Aquest canvi de l'explotació agrícola es deu a l'augment de la demanda de farratges i a alguns aspectes de la Política Agrària Comunitària (PAC), que han afavorit la transformació de les terres de conreu de secà, dedicades tradicionalment als cereals d'hivern, i els prats i pastures en terres de regadiu per al cultiu del blat de moro i el gira-sol. Aquest fet, lligat a la necessitat d'ampliar l'extensió de terres cultivables, ha comportat la desaparició de molts paravents d'arbres i de closes, afectant així a la composició i configuració del paisatge en un procés d'homogeneïtzació d'aquest ús del sòl que és predominant al Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà.

Les principals conseqüències de la destrucció de les closes ha sigut la pèrdua d'hàbitats essencials per a grups taxonòmics com els lepidòpters, els amfibis i altres espècies de distribució escassa, associades a les xarxes de rec de les closes (Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge dels Aiguamolls de l'Alt Empordà, volum II). Aquesta homogeneïtzació ha afectat per tant a la connectivitat paisatgística i, de retruc, a l'ecològica.

Mallarach (2001) emfatitza aquesta pèrdua avaluant que a l'Alt Empordà, *“s'han destruït quasi el 90% de les closes que existien el 1957”*, malgrat tot, segons l'autor, *“dins del Parc Natural [...] s'han conservat i recuperat més de 800 hectàrees”* d'aquest paisatge característic i identitari de la societat empordanesa.

6.3 Elements barrera al PNAE

Aquest apartat es focalitza en la part interna del Parc però també les zones adjacents que incideixen en la connectivitat d'aquest en relació als espais naturals veïns.

6.3.1 Desenvolupaments urbans

Tal com s'ha esmentat anteriorment a l'apartat de medi social de l'àrea d'estudi, cal remarcar en primer lloc que la franja litoral està altament urbanitzada, sent especialment predominant en alguns municipis una gran quantitat de segones residències vinculades al turisme d'estiu, com es pot observar en la següent taula:

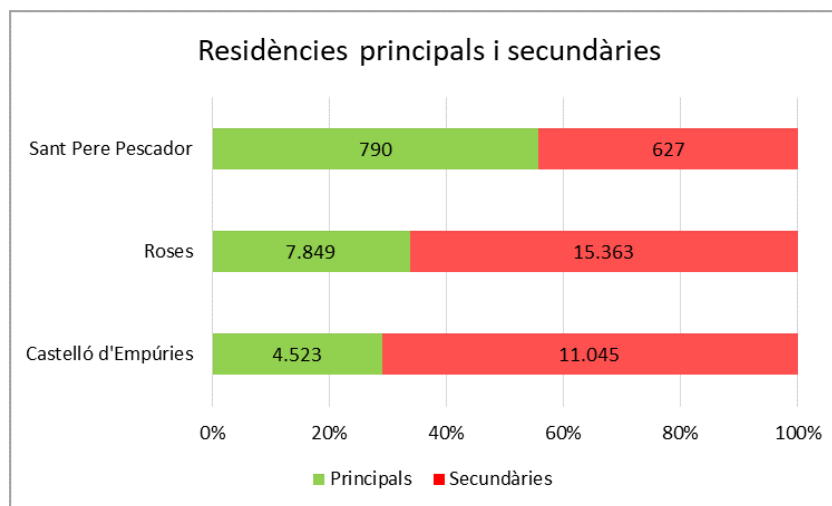


Figura 17. Pes de les residències principals i secundàries dels municipis amb més població de l'àmbit d'estudi. Font: Cens d'habitatges 2011. Habitatges segons la seva tipologia per municipis (Idescat). Elaboració: pròpia.

Tal com s'observa en el gràfic, a Sant Pere Pescador les segones residències tenen un pes important, encara que, les principals representen més de la meitat dels habitatges. Per una altra banda, tenim a Roses on les segones residències pràcticament doblen a les principals i Castelló d'Empúries, un municipi on el gran pes que té la macrourbanització d'Empuriabrava provoca que les segones residències gairebé tripliquin a les principals, concentrades aquestes últimes, en el nucli urbà de Castelló d'Empúries.

Un element que caracteritza els habitatges de segona residència que agreuja alhora la fragmentació del paisatge i, dificulta la connectivitat interna del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i la connectivitat d'aquest amb altres espais naturals, és que aquests es caracteritzen per ser unifamiliars, el que es representa en el territori com una gran taca urbana de poca densitat que ocupa grans superfícies que abans podien tenir una certa utilitat connectora com els cultius.

L'auge i expansió de la construcció de les segones residències a la Costa Brava es divideix, segons Albert Saló (2004), en quatre períodes, tres dels quals afecten l'àmbit d'estudi d'aquest treball. Entre 1960 i 1970 s'inicia l'activitat constructora de la zona i es pot definir com una etapa d'explosió; entre el 70 i el 81, és l'etapa de consolidació de la Costa Brava, on es construeixen més segones residències en termes absoluts (47.449 habitatges en onze anys); continua creixent aquest tipus d'habitatge en el període 1981-1991 amb 36.185 segones residències, dins d'aquesta etapa apareix la urbanització de la marina d'Empuriabrava i; per últim, en l'última dècada abans d'entrar al segle XXI, apareixen les urbanitzacions turístiques de segones residències en el municipi de Torroella de Montgrí, especialment al seu nucli litoral, l'Estartit.

Ha quedat palès que el creixement d'aquestes residències va ser explosiu, fet que va ocasionar que en diversos casos les urbanitzacions es desenvolupessin en el vessant de les muntanyes litorals, una imatge típica que es reproduïx al llarg de la línia litoral de la Costa Brava. A la Costa Brava Nord tenim un magnífic exemple d'aquesta realitat en les urbanitzacions de Roses que s'enfilen pels contraforts de la serra de Rodes, entre aquestes, destaquen la del Puig Rom, una urbanització que dificulta la dispersió d'espècies entre el polígon nord dels Aiguamolls de l'Empordà i el sector sud del Parc Natural del Cap de Creus on es troben espais naturals protegits com la RNI el Cap Norfeu.



Figura 18. Urbanització residencial del Puig Rom (Roses). Aquesta urbanització és un clar exemple del creixement descontrolat i poc planificat de les segones residències on no es va tenir en compte en cap moment, l'impacte paisatgístic i ecològic d'aquests creixements urbanístics ni tampoc els riscos ambientals que pot comportar la construcció d'edificis sobre lleres de rieres o propers a aquestes, a causa de l'alteració que poden provocar aquestes estructures en la circulació de l'escorrentia superficial en episodis de fortes pluges. Autor: Daniel Bejarano Leandro.

Cuadrado, Durà, Estalella i Breton (2004) conclouen que:

Les conseqüències de l'aparició d'aquesta gran massa urbanitzada a primera línia de mar [...] es poden resumir en: la destrucció i l'alteració del paisatge, l'ocupació i la privatització del territori, la introducció de models arquitectònics forans i la substitució i pèrdua de l'arquitectura tradicional i el fet de tenir una gran massa urbanitzada sense articular, sense una adequada provisió de serveis, sovint degradada i amb una gran quantitat d'habitatges que romanen buits la major part de l'any. (p. 49)

En referència a l'esmentat, un dels casos que ha aixecat més controvèrsia entre els grups ecologistes, l'administració i el promotor, ha sigut el projecte Illa del Fluvià. Aquest projecte es basa en la construcció d'un port esportiu a prop de la desembocadura del Fluvià que consistirà també en la construcció d'un restaurant, piscines i una sèrie d'instal·lacions esportives (Sud, s.d).

El promotor del projecte es queixa de la situació actual en què es troba el projecte, ja que en el sistema fluvial del riu Fluvià i l'estany Sirvent s'exploten, des de fa anys, el lloguer d'amarratges de forma irregular i amb un cert descontrol que ocasiona danys a l'entorn, segons ell, amb la coneixença de l'administració local, de costes i del Parc Natural. El promotor, Víctor Latorre, menciona que el lideratge de l'amarratge és del càmping Nàutic Almatà i se'n

beneficien dues instal·lacions més, l'amarrador de la Llisa que gestiona l'alcalde i el Club Nàutic.

El promotor remarca que la construcció d'aquest port es portaria a terme fora de l'àmbit del Parc Natural. Fins al moment, Ajuntament i promotor no han arribat a un acord per tirar endavant el projecte d'Illa Fluvià (Latorre, 2014).

Es considera que la construcció i el desenvolupament de l'activitat nàutica, ben a prop de la desembocadura del riu, suposaria un altre impacte sobre el paisatge i sobre el poc ambient natural que resta al tram final del Fluvià.

Un altre cas que ha aixecat polèmica entre els agents esmentats en el paràgraf anterior ha sigut l'aprovació del nou POUM de Castelló d'Empúries.

El nou POUM de Castelló d'Empúries va ser aprovat definitivament l'any 2014. El municipi de Castelló d'Empúries és cabdal per a la connectivitat ecològica dels dos polígons del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, ja que al sud-est del nucli del municipi hi ha la unió entre la Muga i la Mugueta, la qual funciona com a connector entre els dos polígons. Ara bé, en aquest nou POUM el sector comprès entre el marge esquerre de la Muga i el marge esquerre de la Mugueta, un sector de Castelló d'Empúries ordenat com a Pla Parcial Urbanístic PPU-1 (carretera del Botxí/ La Mugueta) i PPU-2 (Hort d'en Negre/ Tià de l'Estanyol), queda classificat pel Pla com un "sector de sòl urbanitzable delimitat" (Document C. 2., p. 5).

Segons el Document C. 2. (2014), corresponent als Plans Parcial Urbanístics es poden arribar a construir un total de 320 habitatges dins del PPU-2, aquesta part del Pla destinada a ser residencial no arribarà fins a la riera de la Mugueta que tindrà un sector de sòl classificat com a espai lliure amb la clau urbanística V8, que indica una zona en la qual es realitzaran treballs de restauració dels espais concebuts com de connexió ecològica (p. 6). En el PP-1, el sector que limita amb la Mugueta, també està classificat amb l'anterior clau urbanística (p. 5)

El Document A. 2. (2014) corresponent a la Memòria d'Ordenació del POUM esmenta que en el PPU-2 (l'Hort d'en Negre/Tià de l'Estanyol) s'ha reservat "*un ample espai lliure de protecció respecte del connector natural de la Mugueta*"

(p. 47), que estarà situat entre el teixit urbà previst per al mateix sector del PPU-2 i el connector esmentat.

Es considera no obstant que és una mesura insuficient, ja que la zona d'aquest PPU-2 reservada a la construcció d'aquest teixit urbà –compost per 320 habitatges- suposarà un augment de la pressió i els impactes sobre l'entorn d'aquest connector -tan important per a la dispersió d'espècies entre els dos polígons del PNAE- mitjançant aquelles alteracions que poden produir les obres de construcció d'aquest sector residencial –contaminació acústica, moviment de terres, etc.- i les dinàmiques que es desenvoluparan quan aquest hagi finalitzat.

Aquesta reflexió es recolza en allò que mencionen autors com Mayor (2001) que estimen que l' "*afectació perimetral potencial*" de ciutats jardins –tipologia similar a la que es vol construir en el sector PPU-2 pel que fa a la densitat d'habitatges per hectàrea–, té una afectació sobre l'entorn natural de "300 metres" (citada per Mallarach, 2001, p. 33). Tenint en compte que la distància mínima entre la ribera de la Mugueta i aquest sector residencial és menor als 250 metres, queda clar que aquest nou entramat urbà suposarà una nova pressió cap a aquest connector que ja pateix una sèrie d'impactes als marges del seu curs, com ara la presència de magatzems i granges situats al marge dret de la Mugueta a l'est del municipi de Castelló (vegeu figura 51, annex 1).

6.3.2 Vies de comunicació

El Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà a l'estar situat dins d'un context socioeconòmic dinàmic està envoltat per una àmplia xarxa viària que connecta els diversos municipis situats al voltant de l'espai natural protegit (vegeu figura 56, annex 2).

Una de les carreteres que dificulta més el flux biològic entre els dos sectors del Parc és l'autovia C-68, caracteritzada per tenir una gran càrrega de trànsit en l'estació estiuenca i en els dies festius. Una altra carretera que travessa per l'interior del polígon nord és la GI-6103 o carretera de Castelló d'Empúries que connecta el municipi homònim amb el de Palau-saverdera.

Pel que fa al sector sud del Parc, aquest és creuat per la GIV-6216 que tot i ser una carretera comarcal és molt transitada en l'època estiuenca, ja que connecta els municipis de Castelló d'Empúries i Sant Pere Pescador; aquest últim, amb nombrosos càmpings i àmplies platges que generen un flux continu en aquesta època de l'any.

Com a resultat de l'elevat dinamisme que sostenen algunes de les carreteres esmentades anteriorment, hi ha un impacte negatiu sobre la dispersió de les espècies del PNAE, ja que aquestes vies suposen una barrera física vers el moviment de les espècies. La correlació entre la necessitat de travessar la carretera per part d'algunes espècies o individus –en el seu desplaçament cap als seus hàbitats o per la necessitat de portar a terme diferents processos vitals- i un elevat trànsit, implica una gran accidentalitat viària que provocà segons les dades obtingudes per Minuartia (2015), en el període 2000-2015, un total de 271 accidents amb ungulats. Aquesta consultoria ambiental afegeix que “*La mitjana anual d'accidents amb ungulats és de 16,9, dels quals 13,4 són amb senglar i 3,5 amb daina*” (Minuartia, 2015, p. 45).

El més destacat d'aquest informe és que “*el 82% dels accidents enregistrats [...] es concentren en quatre carreteres: GIV-6216 (94 accidents), GI-610 (54), C-260 (47) i C-31 (27)*” (Minuartia, 2015, p. 47).

Cal remarcar que aquestes espècies no són les més afectades pels atropellaments sinó que són les que suposen un perill més gran cap a les persones que pateixen un accident, ja que per les seves característiques físiques -mida i pes- poden causar accidents amb lesions greus.

Tal com observa Mallarach (2001):

Les espècies més afectades són la granota verda (*Rana perezi*), el gripau comú (*Bufo bufo*), el gripau corredor (*Bufo calamita*) i la reineta (*Hyla meridionalis*). També són víctimes d'atropellaments freqüents els ofidis termòfils, certs ocells rapinyaires nocturns, com l'òliba (*Tyto alba*). (p. 53)

L'autor no cita dades absolutes sobre el nombre d'individus atropellats per al conjunt d'espècies mencionades, però segurament que amb la posterior

construcció de passos de fauna específics per a amfibis en la carretera GIV-6216 –l'any 2003¹⁴-, aquest nombre s'ha vist reduït.

Aquestes dades manifesten doncs, que el Parc pateix un gran impacte per la xarxa de vies de comunicació, el que perjudica la connectivitat ecològica entre els polígons d'aquest i entre aquests i altres espais naturals propers.

6.3.3 Infraestructura turística

Dins del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà hi ha presents nombrosos càmpings que fan perillar la dinàmica natural de l'espai protegit.

Segons el que esmenta Mallarach (2001), l'organisme competent en la gestió dels usos del sòl costaners a la província de Girona, el Servei de Costes de Girona, ha dut a terme l'atermenament per tota la façana marítima del Parc Natural i les seves Reserves Naturals Integrals, llevat de les desembocadures fluvials. Aquesta excepció en l'atermenament de la línia de costa, té els seus protagonistes en el càmping Nàutic Almatà a la desembocadura del riu Fluvià que té una extensió de 17 hectàrees i el càmping Laguna a la del riu Muga que té una extensió de 14 hectàrees (vegeu figura 57, annex 2).

Segons el Pla Especial del Parc, dins l'espai protegit no s'hi inclouen nuclis de població o urbanitzacions, no obstant això, existeixen explotacions agràries amb habitatge, generalment en masos i més puntualment en altres edificacions noves. L'impacte sobre la connectivitat que comporta aquesta vida residencial lligada a l'activitat agrària és minsa. Cal remarcar però, que aquesta menció sobre que no hi ha nuclis de població, s'ha d'agafar amb pinces, ja que dins dels límits i al voltant del Parc hi ha una gran quantitat de càmpings turístics que tenen la capacitat d'albergar una població destacada, en especial, en els mesos més càlids de l'any.

Els càmpings pot ser, no suposen un nucli de població estable però sí que comporten un nucli important de caràcter estacional. Aquests són unes infraestructures a les quals van lligades: una intensitat elevada dels

¹⁴ Minuartia (2014). Inventari d'estructures de connectivitat a la xarxa viària catalana. P. 61-64.

desplaçaments dels clients i proveïdors, un gran consum d'aigua, contaminació lumínica i acústica, diverses pertorbacions que ocasionen sovint greus impactes sobre els hàbitats litorals i sobre totes aquelles espècies que en depenen.

Cal destacar que segons el Departament d'Empresa i Coneixement de la Generalitat de Catalunya, el conjunt de càmpings que s'ubiquen dins del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà o que es troben al voltant dels seus límits, tenen una capacitat d'allotjament de 20.214 persones, una xifra que supera a la població empadronada en el municipi de Roses l'any 2017 on tenia una població de 19.216 habitants (dades Idescat).

La dada de capacitat d'allotjament que facilita el Departament d'Empresa i Coneixement pot ser àmpliament superada, ja que per exemple, en el cas del càmping Naútic Almatà, la capacitat segons el Departament és de 3.261 places, mentre que el càmping informa¹⁵ que aquesta capacitat pot ascendir a les 5000 places si es té en compte una mitja d'ocupació de 4 persones per parcel·la, per caravana i per a la resta d'allotjaments –bungalows, cabanyes- que posseeix la infraestructura; el mateix passa amb el càmping Rubina Resort on el Departament menciona que té un allotjament per a 1.869 persones i, el mateix càmping, comunica que poden arribar a tenir entre 2.500 i 3.000 persones en temporada d'estiu.

Aquestes dades mostren la gran capacitat d'allotjament d'aquests càmpings i la gran pressió que suposa aquest pes poblacional per a la connectivitat ecològica.

Els càmpings que es troben dins del Parc Natural són: Càmping Riu del municipi de Sant Pere Pescador; Rubina Resort, Càmping la Laguna, Naútic Almatà i Castell Mar a Castelló d'Empúries i sumen -segons el Departament d'Empresa i Coneixement- una capacitat d'allotjament de 9.285 places.

Aquells que es troben al voltant dels límits del Parc són: Càmping la Gaviota, Aquarius, Las Palmeras, La Ballena Alegre Costa, L'Àmfora i Las Dunas; tots

¹⁵ Les dades de capacitat d'allotjament han sigut facilitades pels càmpings a través del contacte personal per correu electrònic. El contacte amb les empreses ha manifestat les diferències de capacitat d'allotjament entre les dades del Departament i les d'aquestes, demostrant així que el pes demogràfic pot ser major del que considera l'Administració.

ells al municipi de Sant Pere Pescador i sumen -segons el Departament d'Empresa i Coneixement- una capacitat d'allotjament de 10.929 places.

Entre els càmpings que es troben a l'interior del PNAE, Nàutic Almatà ho està dins d'una zona altament inundable, ja que segons l'Agència Catalana de l'Aigua, el càmping queda totalment inundat en el període de retorn de tan sols 10 anys. Teòricament, segons la zonificació del reglament del domini públic hidràulic, el càmping està situat a la zona de policia, ja que part d'ell no està a més de 100 metres –zona de policia- de la màxima crecuda ordinària del riu Fluvià, que marca l'àrea de domini públic hidràulic.

Així doncs, l'àrea del càmping compresa dins de la zona de policia hauria de ser una superfície on no hi haguessin usos que no suposessin un obstacle en els períodes d'avingudes (http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/publicacions/espais_fluvials/zonificacio/zonificacio.htm)

6.3.4 Estat de les masses d'aigua

El *2n Programa de seguiment i control 2013-2018*¹⁶ de l'Agència Catalana de l'Aigua assenyala que la Muga, el Fluvià, el rec Madral i el rec Sirvent dins del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà tenen un estat general de conservació dolent. Pel que fa a l'estat ecològic dels rius, aquests presenten una qualitat mediocre, excepte el rec Madral que presenta un estat deficient.

Dins de l'estat ecològic es mesuren tres estats més: la qualitat biològica, la qualitat fisicoquímica i la hidromorfològica, de la qual es tenen dades parcials. L'ACA expressa que la qualitat biològica *“Es mesura a partir dels indicadors biològics usant les valoracions de diferents elements de qualitat biològica, les comunitats de macroinvertebrats, diatomees, macròfits i peixos”*, en el cas de la Muga i el rec Sirvent la qualitat és bona, el Fluvià en té una de mediocre i el rec

¹⁶ Tota la informació sobre la qualitat general, ecològica i química de les masses d'aigua descrites en aquest apartat ha sigut extreta de <http://aca-web.gencat.cat/WDMA/> on s'ha seleccionat l'àmbit de les masses d'aigua “comarca de l'Alt Empordà”, el tipus de massa “aigües superficials continentals/rius” i el període de control “programa 2013-2018”. En relació a aquelles cites escrites entre cometes s'han extret de la icona d'informació de les respectives anàlisis de les masses d'aigua.

Madral té una qualitat biològica deficient. En el cas de la qualitat fisicoquímica, l'ACA menciona que s'utilitzen:

[...] un seguit de paràmetres fisicoquímics que poden influir en la qualitat de les comunitats que determinen la qualitat biològica. Els paràmetres fisicoquímics són elements generals com la conductivitat o la matèria orgànica mesurada a través de la concentració de carboni orgànic total (TOC), les sals (clorurs, sulfats, etc.), i nutrients (amoni, nitrats i fosfats).

Els resultats d'aquests paràmetres indiquen que totes les masses esmentades anteriorment, exceptuant el Fluvià que té una bona qualitat química, tenen una qualitat dolenta.

L'estat general de les masses d'aigua no només depenen de l'estat ecològic dels rius sinó que també ho fan de l'estat químic. Pel que fa a aquest estat, totes les masses d'aigua esmentades tenen una bona qualitat, el que indica que són rius que no contenen grans concentracions de plaguicides, dissolvents orgànics, hidrocarburs, metalls pesants, etc.

No obstant això, es considera que s'ha de seguir treballant en realitzar inspeccions més periòdiques sobre l'estat dels nostres rius, en especial, d'aquells que van a desembocar o travessen espais naturals protegits o hàbitats fràgils com ho són els d'aiguamolls. Cal emprendre mesures per millorar-ne la qualitat i conscienciar a la població dels beneficis de tenir els nostres rius amb una elevada qualitat general, tant química com ecològica. Aquesta baixa qualitat de les aigües és un factor que incideix també en la connectivitat doncs redueix tant la biodiversitat del medi aquàtic com les possibilitats d'una utilització més eficient dels rius, rieres i canals com a vectors pel moviment d'espècies.

7. RESULTATS

7.1 Connectivitat ecològica

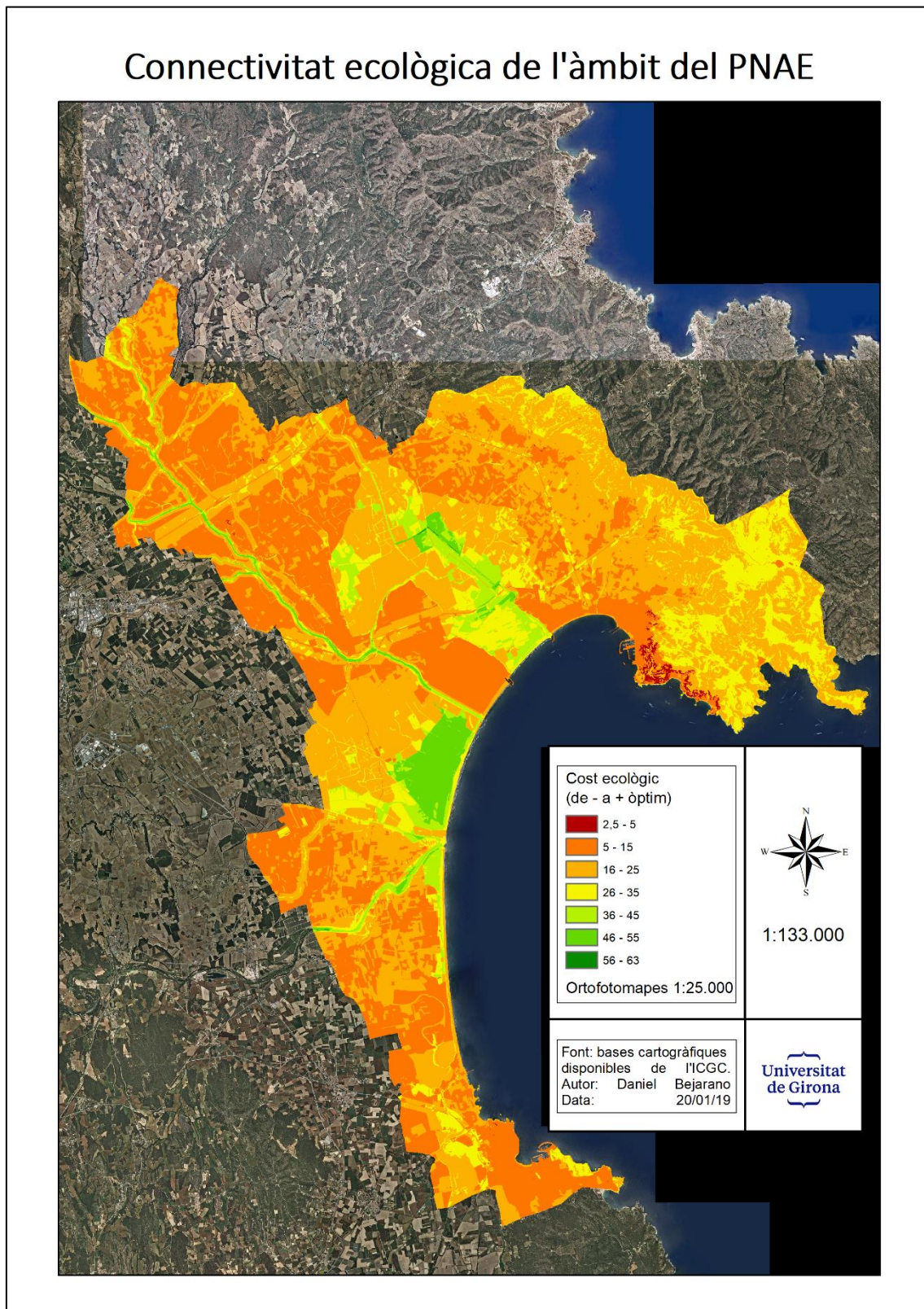


Figura 19. Connectivitat ecològica dels municipis amb part de la seva superfície municipal dins del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. En aquest mapa s'observen, amb color verd fosc, les àrees més òptimes per a la dispersió de les espècies. Totes aquestes coincideixen amb les zones d'aiguamolls i els rius. Autor: Daniel Bejarano Leandro

Els resultats que s'han obtingut després de realitzar la ponderació de les diferents variables emprades per a l'obtenció d'un gradient de connectivitat ecològica, s'han obtingut per a l'àmbit d'estudi, un rang de connectivitat que va des d'un valor mínim de 2,5 fins a un valor màxim de 63. El 2,5 representa aquelles àrees de l'àmbit del Parc menys òptimes per a la dispersió de les espècies i el 63, el valor més òptim per al moviment de la biodiversitat dins de l'àmbit del Parc.

S'han obtingut uns valors de connectivitat ecològica poc elevats, degut al fet que hi havia algunes variables que no reunien les característiques necessàries per ser valorades amb el valor màxim (100) per al moviment d'espècies. La ponderació i conseqüent superposició de les diferents variables ha originat que no s'hagi obtingut el valor màxim de connectivitat en l'àrea d'estudi. No obstant això, els valors assolits es consideren prou bons, tenint en compte que el PNAE és un espai natural envoltat per una realitat agrícola i urbana on els hàbitats purament naturals són escassos, realitat que afecta directament a la possibilitat que les espècies puguin desplaçar-se per la matriu territorial.

Tornant als resultats, aquests es poden dividir en quatre rangs de connectivitat: connectivitat molt baixa, baixa, mitjana i moderada.

Aquelles àrees amb una connectivitat molt baixa amb valors d'entre 2,5 i 5, corresponen a les urbanitzacions –com la del Puig Rom- de Roses que estan situades en el vessant sud de la serra de Rodes i que es caracteritzen per estar en un relleu amb forts pendents. Com són espais urbans amb un pendent accentuat, esdevenen àrees gens òptimes per a la dispersió de les espècies, raó per la qual tenen el valor menys òptim de tota l'àrea d'estudi.

Les àrees amb una connectivitat baixa tenen valors entre 5 i 25, pertanyen a la xarxa viària, les zones urbanes i els cultius intensius. Tots aquests usos del sòl descrits es caracteritzen per ser focus emissors d'impactes envers la biodiversitat. En aquest rang també estarien les rieres que no tenen boscos de ribera en les seves lleres i que per tant, tenen marges poc naturals.

Com a zones amb una connectivitat mitjana, trobem, entre els valors 26 i 45, cultius no intensius, zones àmplies d'aiguamolls i cursos de rius amb un estat ecològic baix.

Per últim, les àrees amb una connectivitat ecològica moderada i que són alhora aquells espais de l'àmbit d'estudi més òptims per a la dispersió d'espècies, pertanyen als cursos dels rius amb un estat ecològic bo i a zones d'aiguamolls ubicades dins del Parc i protegides sota la figura de protecció de Reserva Natural Integral. Aquests espais més òptims per al moviment de la biodiversitat tenen uns valors compresos entre el 46 i el 63.

Els resultats manifesten que aquelles àrees més propenses a la connectivitat ecològica són aquelles que estan millor protegides jurídicament i les que gaudeixen d'una major naturalitat, la majoria situades dins del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà.

Un dels principals objectius d'aquest treball era trobar quin era el connector més òptim per a connectar els dos polígons del Parc i així millorar-ne la connectivitat entre aquests dos espais. A partir dels resultats obtinguts, es considera que aquell connector més òptim per a aquesta connexió tan necessària és la riera de la Mugueta, antic braç del riu Muga que connecta el polígon sud amb la Reserva Natural Integral dels Estanys, situada al polígon nord. Perquè aquesta riera esdevingui totalment òptima per a la dispersió de les espècies s'han d'executar una sèrie d'accions que es recullen en les conclusions.

7.2 Connectivitat paisatgística

7.2.1 Entre els espais naturals limítrofs del PNAE

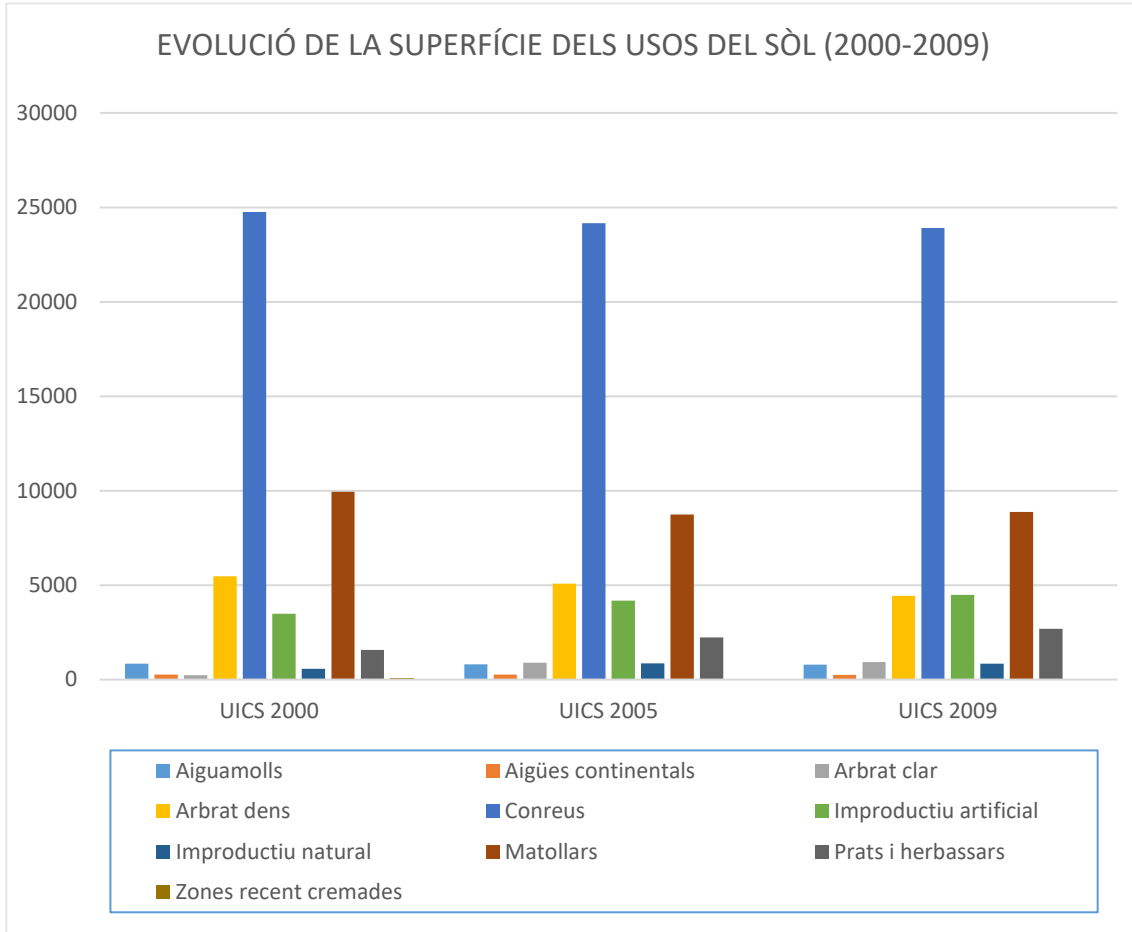


Figura 20. Evolució de la superfície dels usos del sòl en l'àmbit d'estudi en el període 2000-2009. Font: dades obtingudes a partir d'emprar l'eina Calculate Geometry d'ArcGIS per tal d'obtenir les hectàrees dels diferents usos del sòl. Elaboració: pròpia.

Aquesta gràfica ens indica a grans trets quina ha sigut l'evolució de la superfície dels diferents usos del sòl presents en el primer nivell d'estudi, compresa entre el sud del Parc Natural del Cap de Creus i el nord del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter, en el període comprès entre els anys 2000 i 2009.

Els usos del sòl que més han disminuït han sigut els conreus, l'arbrat dens i els matollars. Per altra banda, aquells que més han augmentat han sigut l'improductiu artificial, els prats i herbassars i l'arbrat clar, aquest últim especialment entre l'any 2000 i el 2005.

El PLAND indica la gran predominança en el paisatge dels conreus, que suposen més de la meitat de la matriu territorial de l'àmbit d'estudi. Tal com s'ha observat en la taula de l'evolució de la superfície dels diferents usos del sòl, entre el 2000 i el 2009, aquells usos que més creixen són l'improductiu artificial amb un 29%, l'improductiu natural amb un 48%, els prats i herbassars amb un 71% i, sobretot, l'arbrat clar amb un 291%. Per contra aquells que més han disminuït han sigut els matollars amb un retrocés de l'11% i l'arbrat dens amb un 19%.

| UICS | PLAND | | | Variació |
|------------------------|-------|-------|-------|----------|
| | 2000 | 2005 | 2009 | |
| Matollars | 21,07 | 18,53 | 18,81 | -11% |
| Arbrat dens | 11,57 | 10,74 | 9,39 | -19% |
| Improductiu natural | 1,20 | 1,80 | 1,77 | 48% |
| Arbrat clar | 0,50 | 1,91 | 1,96 | 291% |
| Prats i herbassars | 3,33 | 4,72 | 5,70 | 71% |
| Zones recents cremades | 0,17 | - | - | -100% |
| Improductiu artificial | 7,39 | 8,85 | 9,50 | 29% |
| Conreus | 52,44 | 51,20 | 50,65 | -3% |
| Aigües continentals | 0,54 | 0,56 | 0,53 | -3% |
| Aiguamolls | 1,78 | 1,70 | 1,69 | -5% |

Figura 21. Percentage of Landscape entre els espais limítrofs al PNAE (Parc Natural del Cap de Creus-Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). Els resultats de PLAND s'apropen a 0 quan l'ús de sòl es fa més rar en el paisatge, en canvi, s'apropa a 100 quan l'ús del sòl determinat domina l'àmbit analitzat. Elaboració: pròpia.

El gran increment de l'arbrat clar es deu a la revegetació natural que està tenint lloc al massís del Montgrí, després dels incendis de l'any 2001 i 2004 (Puntí, 2015). El mateix ha passat a la zona del Parc Natural del Cap de Creus, un indret on la problemàtica dels incendis és molt present. Es segueix el mateix patró de creixement de l'arbrat clar als terraprimers de l'Empordà, especialment per l'abandonament de l'activitat agrària. En canvi, a la zona de la plana de l'Empordà i a l'interior del mateix Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, l'increment de la superfície d'aquest ús del sòl és minsa.

El *Largest Patch Index* apunta que els fragments més grans presents a l'àrea d'estudi pertanyen als conreus i matollars, ocupant cadascun d'ells un 16,5% i un 14,2% respectivament. No obstant això, aquells usos del sòl en els quals els seus majors fragments han crescut més, han sigut l'improductiu natural, l'improductiu artificial i els prats i herbassars, amb un creixement del 63%, 185% i 680% respectivament.

| LPI | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|----------|
| UICS | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Matollars | 16,51 | 13,91 | 14,17 | -14% |
| Arbrat dens | 2,04 | 2,48 | 1,22 | -40% |
| Improductiu natural | 0,13 | 0,13 | 0,21 | 63% |
| Arbrat clar | 0,04 | 0,03 | 0,03 | -7% |
| Prats i herbassars | 0,10 | 0,07 | 0,76 | 680% |
| Zones recents cremades | 0,03 | - | - | -100% |
| Improductiu artificial | 0,98 | 2,19 | 2,80 | 185% |
| Conreus | 17,95 | 17,43 | 16,52 | -8% |
| Aigües continentals | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 2% |
| Aiguamolls | 0,82 | 0,87 | 0,88 | 7% |

Figura 22. Largest Patch Index entre els espais limítrofs al PNAE (Parc Natural del Cap de Creus-Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). LPI reflecteix la superfície que ocupa el fragment més gran dels diferents usos del sòl en relació amb la superfície del paisatge. Elaboració: pròpia.

El *Patch Density* fa palès el creixement dels usos del sòl que s'han comentat anteriorment, ja que per exemple, en el cas de l'arbrat clar que ha anat augmentant la seva superfície també ho han fet el seu nombre de fragments presents per cada 100 hectàrees de paisatge analitzat. Per contra, també s'observa un lleuger esmicolament dels fragments d'alguns usos del sòl que han patit una disminució lleugera pel que fa a la superfície com serien els matollars i els aiguamolls; el que ens indica, que han patit un lleuger procés de fragmentació.

| PATCH DENSITY | | | | |
|------------------------|------|------|------|----------|
| UICS | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Matollars | 7,38 | 7,82 | 7,99 | 8% |
| Arbrat dens | 6,17 | 5,43 | 5,55 | -10% |
| Improductiu natural | 2,45 | 4,23 | 4,28 | 74% |
| Arbrat clar | 0,92 | 2,71 | 2,82 | 206% |
| Prats i herbassars | 4,61 | 6,64 | 7,14 | 55% |
| Zones recents cremades | 0,13 | | | -100% |
| Improductiu artificial | 5,30 | 6,34 | 6,10 | 15% |
| Conreus | 1,27 | 1,16 | 1,26 | -1% |
| Aigües continentals | 0,56 | 0,68 | 0,68 | 21% |
| Aiguamolls | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 4% |

Figura 23. Patch Density entre els espais limítrofs al PNAE (Parc Natural del Cap de Creus-Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). Aquest índex mostra el nombre de fragments de cada ús del sòl presents per cada 100 hectàrees de territori analitzat. Elaboració: pròpia.

L'*Edge Density* ens dóna un resultat molt aclaridor sobre com es configura el paisatge. L'arbrat clar i els aiguamolls tenien aproximadament la mateixa superfície l'any 2009, tal com s'observa a la taula de l'índex PLAND. No obstant això, els seus límits són totalment diferents, ja que l'arbrat clar tenia una

densitat de límit l'any 2009 de 14,3 metres per hectàrea i en canvi, els aiguamolls el mateix any en tenia tan sols 3,58. Aquesta diferència rau en el fet que els aiguamolls és un ús del sòl que es distribueix en el territori de forma compacta –a pesar de l'esmentada lleugera fragmentació- format bàsicament per grans fragments, tenint el seu major exemple en el polígon nord i sud del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà.

| EDGE DENSITY | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|----------|
| UICS | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Matollars | 51,48 | 59,43 | 60,78 | 18% |
| Arbrat dens | 46,78 | 42,14 | 41,38 | -12% |
| Improductiu natural | 7,23 | 13,21 | 13,09 | 81% |
| Arbrat clar | 3,80 | 13,87 | 14,29 | 276% |
| Prats i herbassars | 22,23 | 32,70 | 35,32 | 59% |
| Zones recents cremades | 0,91 | - | - | -100% |
| Improductiu artificial | 28,28 | 27,12 | 28,42 | 0% |
| Conreus | 58,98 | 60,73 | 61,25 | 4% |
| Aigües continentals | 3,84 | 3,82 | 3,65 | -5% |
| Aiguamolls | 3,40 | 3,51 | 3,58 | 5% |

Figura 24. Edge Density entre els espais limítrofs al PNAE (Parc Natural del Cap de Creus-Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). ED mostra la mitja dels metres de límit que té cada classe de sòl per hectàrea, ens assenyala quines formes tenen els fragments de cada classe, quant més allargats i més arestes tinguin aquest, més metres de límit tindran, quant més compactes siguin en tindran menys. Elaboració: pròpia.

L'*Euclidean Nearest Neighbor Distance*, mostra com la distància mitjana entre el conjunt dels fragments de la gran majoria d'usos de sòl s'ha reduït, el que ens indica que hi ha hagut una compactació d'aquests fragments, és a dir, la majoria d'usos del sòl han crescut en superfície i per tant, s'ha reduït la distància entre les cel·les d'un mateix ús del sòl. En el cas de l'improductiu artificial, creix la seva superfície, disminueixen la distància entre les seves cel·les i millora així la seva cohesió, una dada que indica també un increment de les barreres en relació als connectors ecològics i paisatgístics.

| ENN_MN | | | | |
|------------------------|--------|--------|--------|----------|
| UICS | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Matollars | 69,31 | 67,67 | 65,24 | -6% |
| Arbrat dens | 75,13 | 81,10 | 81,66 | 9% |
| Improductiu natural | 107,97 | 109,06 | 110,06 | 2% |
| Arbrat clar | 272,83 | 130,13 | 127,80 | -53% |
| Prats i herbassars | 108,88 | 94,34 | 92,14 | -15% |
| Zones recents cremades | 230,03 | - | - | -100% |
| Improductiu artificial | 94,71 | 86,69 | 88,06 | -7% |
| Conreus | 84,95 | 82,78 | 83,02 | -2% |
| Aigües continentals | 200,12 | 157,05 | 153,59 | -23% |
| Aiguamolls | 343,76 | 281,43 | 275,29 | -20% |

Figura 25. Euclidean Nearest Neighbor Distance entre els espais limítrofs al PNAE (Parc Natural del Cap de Creus-Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). ENN_MN, calcula la mitja de metres de distància que hi ha entre el conjunt de fragments d'un mateix ús del sòl. Elaboració: pròpia.

La taula de l'índex *Connectance* revela que aquells usos de sòl amb millors unions funcionals entre els seus fragments són els conreus, les aigües continentals i, sobretot amb gran diferència respecte als altres, els aiguamolls. Cal esmentar que els valors de tots els usos del sòl són baixos perquè la distància utilitzada per realitzar el càlcul és baixa –tal com es comenta a l'apartat metodològic d'anàlisi del paisatge-, si aquesta distància s'augmentés, els valors també ho farien. Amb el que hom s'ha de fixar doncs, és en la dominància dels aiguamolls com a ambient amb un grau considerable d'unió funcional.

| CONNECTANCE | | | | |
|------------------------|------|------|------|----------|
| UICS | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Matollars | 0,07 | 0,06 | 0,06 | -14% |
| Arbrat dens | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0% |
| Improductiu natural | 0,21 | 0,10 | 0,10 | -52% |
| Arbrat clar | 0,14 | 0,10 | 0,10 | -29% |
| Prats i herbassars | 0,07 | 0,05 | 0,05 | -29% |
| Zones recents cremades | 3,72 | - | - | -100% |
| Improductiu artificial | 0,09 | 0,08 | 0,08 | -11% |
| Conreus | 0,34 | 0,38 | 0,35 | 3% |
| Aigües continentals | 0,84 | 0,69 | 0,69 | -18% |
| Aiguamolls | 2,92 | 3,07 | 3,08 | 5% |

Figura 26. Connectance entre els espais limítrofs al PNAE (Parc Natural del Cap de Creus-Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). CONNECT ens indica la quantitat d'unions funcionals que hi ha entre els fragments d'una mateixa classe, dividits aquests pel nombre total de possibles unions entre fragments de la mateixa classe, multiplicat per 100 per convertir el resultat en percentatge. S'ha utilitzat una distància màxima d'unió funcional de 120 metres, tenint cel·les de 20 x 20, representa que s'ha agafat com a funcional la unió entre 5 cel·les, ja que aquesta distància es computa des del centre de cada fragment. Elaboració: pròpia.

Cohesion mostra que hi ha una gran connectivitat física entre els fragments dels diferents usos del sòl com a conseqüència del fet que aquests fragments estan agregats a un patró de distribució compacte, el qual caracteritza la gran majoria d'usos del sòl. L'arbrat clar és l'ús que té una menor connectivitat física, ja que es distribueix de forma més dispersa en el territori. No obstant això, hi ha una tendència de creixement lleuger de la connectivitat física de tots els usos del sòl –excepte el de l'improductiu natural; per contra, hi ha l'arbrat dens, al qual se li redueix la seva superfície, augmenta la distància entre les seves cel·les i hi ha una disminució lleugera de la seva cohesió.

| COHESION | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|----------|
| UICS | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Matollars | 99,55 | 99,58 | 99,58 | 0% |
| Arbrat dens | 97,04 | 97,57 | 96,65 | 0% |
| Improductiu natural | 88,83 | 86,54 | 87,34 | -2% |
| Arbrat clar | 79,33 | 82,13 | 82,14 | 4% |
| Prats i herbassars | 85,58 | 86,06 | 91,76 | 7% |
| Zones recents cremades | 90,18 | - | - | -100% |
| Improductiu artificial | 96,46 | 96,47 | 97,38 | 1% |
| Conreus | 99,77 | 99,77 | 99,76 | 0% |
| Aigües continentals | 91,93 | 91,61 | 91,68 | 0% |
| Aiguamolls | 98,16 | 98,38 | 98,37 | 0% |

Figura 27. Cohesion entre els espais limítrofs al PNAE (Parc Natural del Cap de Creus-Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). COHESION calcula la connectivitat física entre els fragments. Aquest índex augmenta a mesura que el tipus de fragment es fa més gran o agregat en la seva distribució. Elaboració: pròpia.

Pel que fa a l'indicador de diversitat del paisatge SIDI, aquest indica que no hi ha hagut grans canvis, ja que mostra un lleuger augment de la possibilitat que en aquesta escala d'anàlisi si s'escullen dos píxels a l'atzar, siguin de diferents usos del sòl, és a dir, hi ha hagut un lleuger increment de la fragmentació; el que indica que hi ha hagut un procés on la distribució proporcional de l'àrea entre els diferents usos del sòl presents ha esdevingut més equitativa.

| ÍNDEX | 1993 | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
|-------|------|------|------|------|----------|
| SIDI | 0,65 | 0,66 | 0,68 | 0,69 | 5,2% |

Figura 28. Simpson's Diversity Index entre els espais limítrofs al PNAE (Parc Natural del Cap de Creus-Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter). Calcula la riquesa de fragments (tipus d'usos de sòl) que hi ha en el paisatge, s'apropa a 0 quan un tipus de fragment ocupa pràcticament la totalitat del paisatge, en canvi, s'apropa a 1, quan augmenta el nombre de diferents tipus de fragments i la distribució proporcional de l'àrea entre els tipus de fragments presents en el paisatge es fa més equitativa. Concretament, representa la probabilitat que qualsevol de 2 píxels seleccionats a l'atzar siguin de diferents tipus. Elaboració: pròpia.

7.2.2 Interna del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà

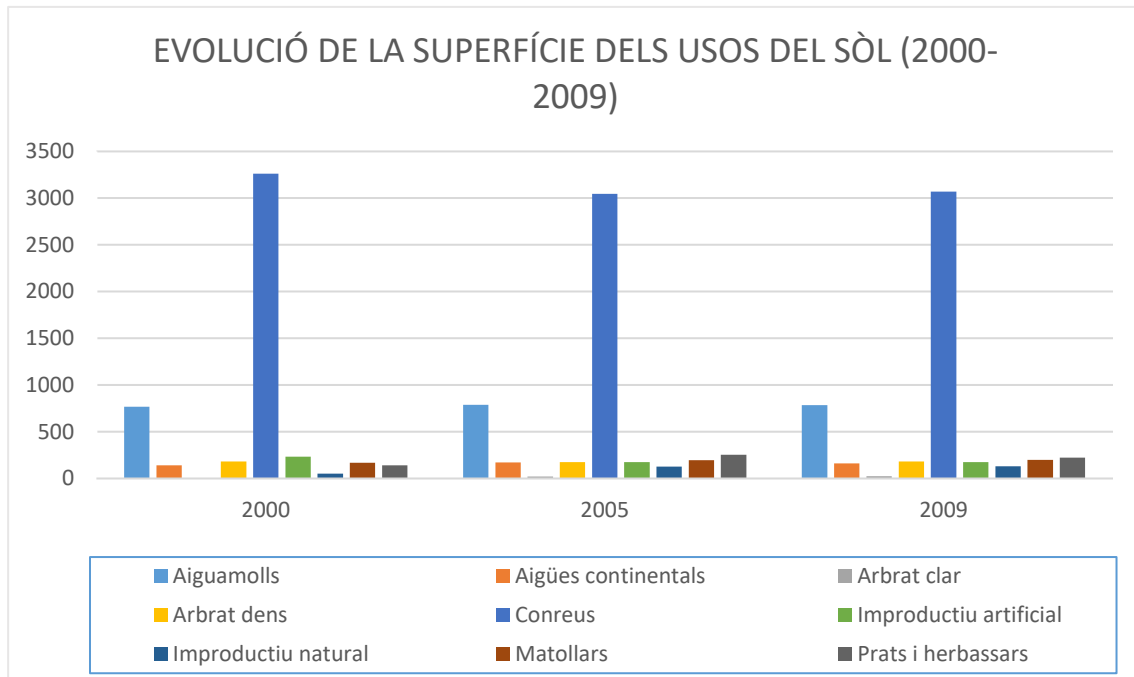


Figura 29. Evolució de la superfície dels usos del sòl al Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i els seus EIN'S annexos en el període 2000-2009. Font: dades obtingudes a partir d'emprar l'eina Calculate Geometry d'ArcGIS per tal d'obtenir les hectàrees dels diferents usos del sòl. Elaboració: pròpia.

Aquest gràfic assenyala quina ha sigut l'evolució de superfície dels diferents usos del sòl dins del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i els seus EIN'S annexos en el període 2000-2009. Els conreus han disminuït lleugerament. L'arbrat clar ha sigut l'ús de sòl que més ha crescut, ha passat de tenir unes 3 hectàrees el 2000, a tenir-ne més de 20 el 2009, no obstant això, és l'ús més rar de la zona d'anàlisi. Una altra dada a destacar és l'augment lleuger dels aiguamolls. Destacar, que els usos del sòl dominants són similars respecte al nivell d'anàlisi anterior, ja que, dins del PNAE també els que tenen més superfície són els conreus i els aiguamolls, per aquest ordre.

Els resultats de l'anàlisi de l'índex PLAND ens mostra, com en el polígon nord del Parc l'ús del sòl dominant, l'any 2009, és el de conreus (62,04%), seguit dels aiguamolls (15,85%), prats i herbassars (4,51%) i els matollars (4%). Cal destacar l'evolució negativa dels conreus on aquests han perdut quasi un 9% de representació total en relació al percentatge de superfície ocupat pels altres usos del polígon nord; per contra, els aiguamolls han guanyat un 3% de representació. Pel que fa al polígon sud, els conreus (55,87%) representen una

proporció menor que en el polígon nord i els aiguamolls tenen una major representació en comparació amb el sector nord -19,8%.

Cal destacar el gran creixement proporcional de l'improductiu natural, el qual ha augmentat enormement en els dos polígons del Parc. Altres dos usos a destacar pel seu creixement, són les aigües continentals i l'arbrat clar al polígon nord.

| UICS/PLAND | POLÍGON NORD | | | | POLÍGON SUD | | | |
|------------------------|--------------|-------|-------|----------|-------------|-------|-------|----------|
| | 2000 | 2005 | 2009 | Variació | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Aiguamolls | 12,32 | 12,14 | 15,85 | 29% | 18,73 | 19,73 | 19,80 | 6% |
| Aigües continentals | 0,66 | 1,14 | 3,28 | 396% | 5,10 | 5,90 | 5,68 | 12% |
| Arbrat clar | 0,10 | 0,81 | 0,47 | 383% | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0% |
| Arbrat dens | 4,57 | 4,04 | 3,68 | -20% | 2,76 | 2,95 | 2,95 | 7% |
| Conreus | 71,49 | 67,17 | 62,04 | -13% | 60,26 | 55,58 | 55,87 | -7% |
| Improductiu artificial | 4,47 | 2,77 | 3,50 | -22% | 5,04 | 4,32 | 4,24 | -16% |
| Improductiu natural | 0,54 | 0,91 | 2,68 | 398% | 1,49 | 4,29 | 4,54 | 204% |
| Matollars | 2,97 | 3,42 | 4,00 | 34% | 3,80 | 4,55 | 4,73 | 25% |
| Prats i herbassars | 2,88 | 7,59 | 4,51 | 56% | 2,82 | 2,64 | 2,16 | -23% |

Figura 30. Percentage of Landscape del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. La taula mostra l'evolució de l'índex en els dos polígons del PNAE en el període 2000-2009 i la seva variació acumulada en %. Elaboració: pròpia.

Tal com mostra l'índex LPI, aquells usos del sòl, dels quals, el seu fragment més gran ocupa una major superfície en relació amb l'àrea total del paisatge – polígons del PNAE- són els conreus amb una unitat que representa en el polígon nord més d'un 30% de la superfície total d'aquest i una altra unitat que representa quasi la meitat de la superfície del polígon sud. Remarcar que al polígon sud, els aiguamolls tenen una major compacitat que en el sud, on estan lleugerament més distribuïts per la superfície d'aquest.

| UICS/LPI | POLÍGON NORD | | | | POLÍGON SUD | | | |
|------------------------|--------------|-------|-------|----------|-------------|-------|-------|----------|
| | 2000 | 2005 | 2009 | Variació | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Aiguamolls | 4,90 | 7,63 | 8,41 | 72% | 15,70 | 16,81 | 17,00 | 8% |
| Aigües continentals | 0,11 | 0,36 | 1,04 | 838% | 1,08 | 2,09 | 2,10 | 94% |
| Arbrat clar | 0,06 | 0,07 | 0,04 | -37% | 0,01 | 0,02 | 0,00 | -59% |
| Arbrat dens | 0,75 | 0,65 | 0,23 | -70% | 0,48 | 0,45 | 0,45 | -7% |
| Conreus | 70,41 | 59,33 | 30,44 | -57% | 50,43 | 47,67 | 47,84 | -5% |
| Improductiu artificial | 2,26 | 0,75 | 0,38 | -83% | 1,10 | 0,77 | 0,78 | -30% |
| Improductiu natural | 0,39 | 0,44 | 1,24 | 216% | 0,85 | 2,42 | 2,52 | 195% |
| Matollars | 0,49 | 0,38 | 0,22 | -55% | 0,18 | 0,33 | 0,45 | 153% |
| Prats i herbassars | 0,71 | 1,23 | 0,58 | -19% | 0,22 | 0,25 | 0,25 | 13% |

Figura 31. Largest Patch Index del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. La taula mostra l'evolució de l'índex en els dos polígons del PNAE en el període 2000-2009 i la seva variació acumulada en %. Elaboració: pròpia.

El *Patch Density* indica la proliferació de fragments d'arbrat clar en els dos polígons del Parc; cal tenir en compte però, que la variació és molt exagerada perquè és un ús del sòl amb poca representació en l'àrea d'estudi i per poc que apareguin nous fragments, repercuteix de forma acusada a la variació acumulada. No obstant això, l'arbrat clar no és l'ús del sòl més fragmentat, aquest és el matollar amb més d'11 fragments per cada 100 hectàrees en ambdós polígons. Un altre ús que es distribueix de forma fragmentada en el territori és l'arbrat dens que està representat majoritàriament en la vegetació de ribera i rodejant els conreus de la plana, formant el paisatge típic de les closes. Per contra, els aiguamolls són juntament amb els conreus els usos del sòl menys fragmentats, el que ens indica que es distribueixen en el territori de forma compacta.

| UICS/PD | POLÍGON NORD | | | | POLÍGON SUD | | | |
|------------------------|--------------|------|-------|----------|-------------|-------|-------|----------|
| | 2000 | 2005 | 2009 | Variació | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Aiguamolls | 0,88 | 1,00 | 1,09 | 23% | 1,26 | 0,98 | 0,98 | -22% |
| Aigües continentals | 1,29 | 1,96 | 2,85 | 121% | 4,15 | 3,55 | 3,84 | -8% |
| Arbrat clar | 0,16 | 2,56 | 1,55 | 868% | 0,12 | 0,33 | 0,29 | 134% |
| Arbrat dens | 8,12 | 8,43 | 8,85 | 9% | 7,25 | 8,31 | 8,32 | 15% |
| Conreus | 1,17 | 1,44 | 1,25 | 7% | 0,81 | 0,94 | 1,02 | 25% |
| Improductiu artificial | 1,81 | 4,68 | 5,69 | 215% | 5,21 | 6,40 | 6,45 | 24% |
| Improductiu natural | 0,56 | 2,20 | 2,20 | 291% | 2,52 | 2,12 | 2,33 | -8% |
| Matollars | 6,47 | 8,27 | 11,59 | 79% | 15,10 | 15,41 | 14,89 | -1% |
| Prats i herbassars | 2,29 | 5,68 | 5,31 | 132% | 4,64 | 4,16 | 4,28 | -8% |

Figura 32. Patch Density del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. La taula mostra l'evolució de l'índex en els dos polígons del PNAE en el període 2000-2009 i la seva variació acumulada en %. Elaboració: pròpia.

L'*Edge Density* assenyala que aquells usos del sòl que tenen més metres de límit per hectàrea són els conreus i els matollars, tant en el polígon nord com en el sud. El primer cas s'explica perquè és l'ús del sòl amb més extensió dins de les dues àrees d'estudi, en canvi, el segon cas és conseqüència de la seva distribució caracteritzada per una elevada fragmentació. Una altra elevada densitat de límit és representada pels aiguamolls que segueix el patró de distribució dels conreus. Les aigües continentals, al ser un ús amb un model de distribució lineal i dispers en el territori, segueix més el patró dels matollars, encara que de forma menys fragmentada; una distribució, caracteritzada per una xarxa força ben comunicada en forma de ramificacions d'una extensió reduïda com són els canals, rius, rieres i estanys. Per altra banda, aquells usos

amb menys metres de límit per hectàrea són l'arbrat clar i l'improductiu natural, que són alhora els usos del sòl amb menor superfície de l'àrea d'estudi.

| UICS/ED | POLÍGON NORD | | | | POLÍGON SUD | | | |
|------------------------|--------------|-------|-------|----------|-------------|-------|-------|----------|
| | 2000 | 2005 | 2009 | Variació | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Aiguamolls | 22,46 | 30,61 | 32,88 | 46% | 32,78 | 33,56 | 33,67 | 3% |
| Aigües continentals | 6,05 | 7,58 | 17,75 | 193% | 31,24 | 29,71 | 29,32 | -6% |
| Arbrat clar | 0,95 | 7,81 | 4,41 | 365% | 0,20 | 0,30 | 0,19 | -4% |
| Arbrat dens | 43,05 | 37,10 | 34,11 | -21% | 24,26 | 27,51 | 27,68 | 14% |
| Conreus | 74,50 | 78,66 | 67,10 | -10% | 58,40 | 54,25 | 55,21 | -5% |
| Improductiu artificial | 11,89 | 18,31 | 18,87 | 59% | 21,83 | 19,11 | 18,98 | -13% |
| Improductiu natural | 4,30 | 7,59 | 9,49 | 121% | 9,03 | 10,98 | 11,62 | 29% |
| Matollars | 28,52 | 31,08 | 36,32 | 27% | 43,25 | 42,09 | 41,89 | -3% |
| Prats i herbassars | 15,37 | 35,63 | 26,30 | 71% | 19,71 | 16,83 | 15,65 | -21% |

Figura 33. Edge Density del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. La taula mostra l'evolució de l'índex en els dos polígons del PNAE en el període 2000-2009 i la seva variació acumulada en %. Elaboració: pròpia.

L'*Euclidean Nearest Neighbor Distance*, ens mostra que hi ha hagut una certa compactació general del conjunt dels usos del sòl, ja que la mitja de metres que separen el conjunt dels fragments dels diferents usos del sòl s'han vist reduïts en el període analitzat. Si posem en correlació, que la superfície de l'ús del sòl dels aiguamolls augmenta, tal com s'observa en la taula del PLAND; es redueix la distància entre les cel·les de l'ús i augmenta lleugerament la cohesió, vol dir que els aiguamolls s'han expandit i s'han cohesionat en el període analitzat. No obstant això, si posem en correlació els diferents índexs esmentats ara mateix amb el conjunt dels usos del sòl, trobem que hi ha hagut una fragmentació general dels usos del sòl, que ha sigut més greu al polígon nord.

| UICS/ENN | POLÍGON NORD | | | | POLÍGON SUD | | | |
|------------------------|--------------|--------|--------|----------|-------------|--------|--------|----------|
| | 2000 | 2005 | 2009 | Variació | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Aiguamolls | 116,15 | 123,04 | 80,48 | -31% | 121,01 | 53,14 | 52,70 | -56% |
| Aigües cont. | 275,27 | 167,59 | 100,92 | -63% | 72,28 | 99,83 | 93,06 | 29% |
| Arbrat clar | 442,48 | 178,73 | 161,21 | -64% | 799,95 | 146,17 | 50,75 | -94% |
| Arbrat dens | 63,65 | 72,26 | 6,75 | -89% | 71,63 | 78,71 | 59,01 | -18% |
| Conreus | 66,65 | 80,49 | 112,15 | 68% | 203,60 | 142,33 | 162,56 | -20% |
| Improductiu artificial | 236,15 | 139,37 | 118,33 | -50% | 130,21 | 105,54 | 107,92 | -17% |
| Improductiu natural | 605,68 | 220,24 | 172,17 | -72% | 116,90 | 126,52 | 92,72 | -21% |
| Matollars | 96,82 | 71,99 | 63,23 | -35% | 57,87 | 58,36 | 59,00 | 2% |
| Prats i herbassars | 180,76 | 122,84 | 114,99 | -36% | 101,53 | 102,84 | 104,24 | 3% |

Figura 34. Euclidean Nearest Neighbor Distance del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. La taula mostra l'evolució de l'índex en els dos polígons del PNAE en el període 2000-2009 i la seva variació acumulada en %. Elaboració: pròpia.

L'índex *Connectance* presenta un gran retrocés de les unions funcionals al polígon nord. De forma més lleugera també es produeix una certa disminució al polígon sud. Els únics usos del sòl en els quals augmenta les unions funcionals de forma destacada dins del polígon sud són els aiguamolls amb un creixement acumulat del 21% i l'improductiu natural amb un 20%. No obstant això, l'evolució del conjunt dels polígons indica un retrocés també en aquests dos usos.

| UICS/CONNECT | POLÍGON NORD | | | | POLÍGON SUD | | | |
|------------------------|--------------|------|------|----------|-------------|-------|-------|----------|
| | 2000 | 2005 | 2009 | Variació | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Aiguamolls | 6,06 | 7,00 | 3,63 | -40% | 6,88 | 9,42 | 8,33 | 21% |
| Aigües continentals | 3,02 | 4,08 | 1,65 | -45% | 2,64 | 2,97 | 2,63 | 0% |
| Arbrat clar | 16,67 | 2,43 | 2,15 | -87% | 33,33 | 17,86 | 23,81 | -29% |
| Arbrat dens | 1,16 | 1,09 | 0,66 | -43% | 1,80 | 1,71 | 1,71 | -5% |
| Conreus | 6,40 | 5,40 | 2,96 | -54% | 4,74 | 4,35 | 4,67 | -1% |
| Improductiu artificial | 1,52 | 1,22 | 0,58 | -62% | 1,53 | 1,14 | 1,11 | -27% |
| Improductiu natural | 7,69 | 1,82 | 1,39 | -82% | 3,12 | 3,39 | 3,76 | 20% |
| Matollars | 1,21 | 0,93 | 0,40 | -67% | 0,68 | 0,68 | 0,69 | 2% |
| Prats i herbassars | 1,44 | 0,89 | 0,53 | -63% | 1,66 | 1,48 | 1,41 | -15% |

Figura 35. *Connectance* del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. La taula mostra l'evolució de l'índex en els dos polígons del PNAE en el període 2000-2009 i la seva variació acumulada en %. Elaboració: pròpia.

En canvi pel que fa a l'índex *Cohesion*, mostren una elevada connectivitat física per ser usos del sòl amb una elevada compacitat, els conreus, els aiguamolls, l'improductiu natural i les aigües continentals. L'ús del sòl menys compacte és per contra, l'arbrat clar.

| UICS/COHESION | POLÍGON NORD | | | | POLÍGON SUD | | | |
|------------------------|--------------|-------|-------|----------|-------------|-------|-------|----------|
| | 2000 | 2005 | 2009 | Variació | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Aiguamolls | 97,37 | 98,11 | 98,62 | 1% | 98,97 | 99,10 | 99,13 | 0% |
| Aigües continentals | 81,24 | 87,24 | 93,69 | 15% | 92,65 | 94,62 | 94,52 | 2% |
| Arbrat clar | 79,28 | 71,19 | 72,00 | -9% | 45,39 | 46,94 | 13,50 | -70% |
| Arbrat dens | 88,71 | 87,81 | 85,30 | -4% | 83,23 | 85,11 | 85,06 | 2% |
| Conreus | 99,89 | 99,81 | 99,65 | 0% | 99,70 | 99,70 | 99,70 | 0% |
| Improductiu artificial | 95,26 | 90,04 | 87,87 | -8% | 89,38 | 86,01 | 85,91 | -4% |
| Improductiu natural | 91,81 | 87,98 | 95,18 | 4% | 90,87 | 96,61 | 96,41 | 6% |
| Matollars | 85,91 | 81,20 | 79,57 | -7% | 75,17 | 78,53 | 80,37 | 7% |
| Prats i herbassars | 89,66 | 91,97 | 88,83 | -1% | 82,78 | 83,58 | 81,86 | -1% |

Figura 36. *Cohesion* del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. La taula mostra l'evolució de l'índex en els dos polígons del PNAE en el període 2000-2009 i la seva variació acumulada en %. Elaboració: pròpia.

Pel que fa al paisatge hi ha hagut pocs canvis en el polígon nord. On l'índex SIDI ha augmentat de forma lleugera ha sigut en el polígon sud. En ambdós casos, mostra que hi ha hagut una fragmentació general dels usos del sòl.

| POLÍGON NORD | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|----------|
| ÍNDEX | 1993 | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| SIDI | 0,50 | 0,47 | 0,52 | 0,52 | 2% |

Figura 37. Evolució de l'índex de paisatge de SIDI en el període 1993-2009 i la seva variació acumulada en % dins del polígon nord del PNAE. Elaboració: pròpia.

| POLÍGON SUD | | | | | |
|-------------|------|------|------|------|----------|
| ÍNDEX | 1993 | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| SIDI | 0,57 | 0,59 | 0,64 | 0,64 | 12% |

Figura 38. Evolució de l'índex de paisatge de SIDI en el període 1993-2009 i la seva variació acumulada en % dins del polígon sud del PNAE. Elaboració: pròpia.

7.2.3 Interna dels municipis del PNAE amb exclusió d'espais naturals

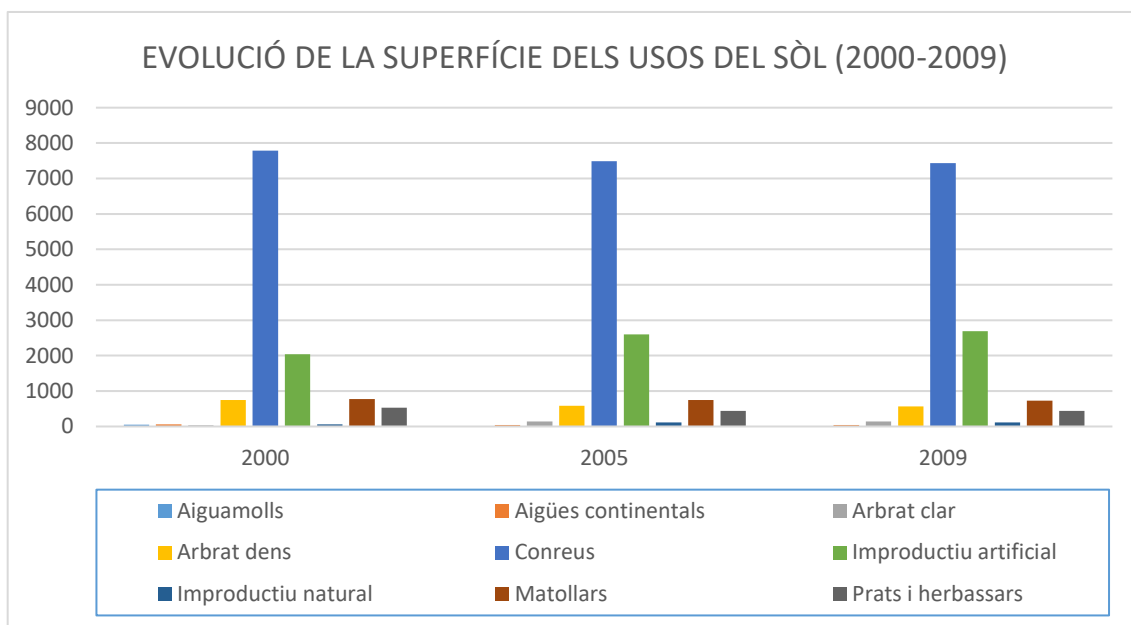


Figura 39. Evolució de la superfície dels usos del sòl (2000-2009) en els municipis que tenen superfície dins del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs tota aquella superfície pertanyent a aquest Parc i a altres espais naturals protegits. Font: dades obtingudes a partir d'emprar l'eina Calculate Geometry d'ArcGIS per tal d'obtenir les hectàrees dels diferents usos del sòl. Elaboració: pròpia.

La superfície de conreus torna a ser l'ús del sòl predominant, tal com s'ha pogut observar en els dos anteriors nivells d'anàlisi. El segueixen l'improductiu artificial, els matollars, l'arbrat dens i els prats i herbassars. Cal destacar aquí la gran importància de l'improductiu artificial que en els anteriors nivells era marginal quant a proporció, en especial, el de l'anàlisi de la connectivitat del PNAE.

En aquest període hi ha hagut una lleugera disminució de la superfície de conreus, en especial entre l'any 2000 i el 2005 i, per contra, un augment de la

superfície d'improductiu artificial que s'ha donat també en els anys esmentats, coincidint amb el gran auge urbanitzador d'aquest període. Remarcant que en aquest nivell d'anàlisi els aiguamolls són pràcticament inexistents, aproximadament l'any 2009 representaven unes 7 hectàrees per a una escala d'estudi amb una superfície total de més de 12.000 hectàrees¹⁷.

Pel que fa als resultats de les mètriques de classe, PLAND demostra la dominància dels conreus com a l'ús de sòl que ocupa més superfície de l'àmbit d'aquest nivell d'anàlisi. El segueixen l'improductiu artificial, els matollars, l'arbrat dens i els prats i herbassars; la resta d'usos del sòl són marginals. En correlació amb la pèrdua de superfície dels conreus hi ha un augment de l'improductiu artificial i de l'arbrat clar –incipients taques de boscos de ribera; l'augment del primer, correspon a la construcció d'urbanitzacions en sòls que anteriorment eren agrícoles i en el segon cas, per l'abandonament d'aquestes terres. Destacar també, la variació negativa en els aiguamolls.

| PLAND | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|----------|
| UICS | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Aiguamolls | 0,40 | 0,06 | 0,06 | -84% |
| Aigües continentals | 0,52 | 0,34 | 0,32 | -38% |
| Arbrat clar | 0,29 | 1,16 | 1,18 | 309% |
| Arbrat dens | 6,16 | 4,82 | 4,66 | -24% |
| Conreus | 64,50 | 61,57 | 61,14 | -5% |
| Improductiu artificial | 16,88 | 21,41 | 22,08 | 31% |
| Improductiu natural | 0,48 | 0,95 | 0,92 | 93% |
| Matollars | 6,39 | 6,11 | 6,01 | -6% |
| Prats i herbassars | 4,39 | 3,58 | 3,62 | -17% |

Figura 40. Evolució de l'índex PLAND en els municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs la superfície municipal coberta per espais naturals protegits. Al marge dret, la variació acumulada (%) de l'índex en el període 2000-2009. Elaboració: pròpia.

Pel que fa al LPI, ens mostra que aquells fragments que ocupen una major superfície del paisatge formen part dels conreus, de l'improductiu artificial i dels matollars. El fragment més gran d'aquests usos ha augmentat, això no vol dir que en el cas dels matollars estigui havent-hi una compactació general de l'ús, ja que el *Patch Density* d'aquest ens indica tot el contrari, sinó que només hi ha hagut una certa compactació del fragment amb més superfície.

¹⁷ Aquestes dades han sigut obtingudes a partir de l'eina *Calculate Geometry* de l'*Attribute Table* (ArcGIS) que ha calculat les hectàrees de cada ús del sòl del nivell d'escala analitzat.

| LPI | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|----------|
| UICS | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Aiguamolls | 0,14 | 0,02 | 0,02 | -87% |
| Aigües continentals | 0,15 | 0,07 | 0,08 | -48% |
| Arbrat clar | 0,05 | 0,05 | 0,05 | -8% |
| Arbrat dens | 0,35 | 0,28 | 0,28 | -22% |
| Conreus | 15,48 | 15,60 | 15,62 | 1% |
| Improductiu artificial | 3,45 | 4,23 | 4,90 | 42% |
| Improductiu natural | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 14% |
| Matollars | 0,40 | 0,86 | 0,90 | 127% |
| Prats i herbassars | 0,22 | 0,10 | 0,12 | -44% |

Figura 41. Evolució de l'índex Largest Patch Index en els municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs la superfície municipal coberta per espais naturals protegits. Al marge dret, la variació acumulada (%) de l'índex en el període 2000-2009. Elaboració: pròpia.

El *Patch Density* ens indica que hi ha hagut –si posem en relació aquest índex i el de PLAND- un esmicolament, és a dir, una fragmentació de les aigües continentals, dels matollars i dels prats i herbassars, ja que en el cas d'aquests usos del sòl, la superfície que ocupaven s'ha reduït, en canvi el nombre de fragments per cada 100 hectàrees ha augmentat, especialment a les aigües continentals. Com a cas contrari, tindríem l'improductiu artificial, que ha augmentat la seva superfície i la seva proporció sobre la superfície total del paisatge analitzat i, ha reduït el nombre de fragments per cada 100 hectàrees, és a dir, és un ús del sòl que ha tingut un procés de compactació.

| PD | | | | |
|------------------------|------|------|------|----------|
| UICS | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Aiguamolls | 0,15 | 0,09 | 0,07 | -56% |
| Aigües continentals | 0,75 | 0,98 | 1,05 | 40% |
| Arbrat clar | 0,74 | 2,31 | 2,38 | 223% |
| Arbrat dens | 8,08 | 6,71 | 6,99 | -14% |
| Conreus | 1,51 | 1,28 | 1,41 | -6% |
| Improductiu artificial | 6,62 | 6,34 | 6,07 | -8% |
| Improductiu natural | 1,23 | 2,78 | 2,71 | 121% |
| Matollars | 8,63 | 9,44 | 9,52 | 10% |
| Prats i herbassars | 6,84 | 6,48 | 7,52 | 10% |

Figura 42. Evolució de l'índex Patch Density en els municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs la superfície municipal coberta per espais naturals protegits. Al marge dret, la variació acumulada (%) de l'índex en el període 2000-2009. Elaboració: pròpia.

L'*Edge Density* assenyala el procés de compactació en relació al conjunt dels fragments de l'improductiu artificial, ja que ha reduït en un 18% els metres de límit per hectàrea. Aquest indicador està influenciat per la compactació o fragmentació dels usos del sòl presents al paisatge d'anàlisi, a més també ho

pot estar per l'augment o reducció de la superfície d'aquests. Un clar exemple d'aquesta influència és el cas de l'arbrat clar, que és l'ús de sòl amb un augment més elevat de la seva superfície en termes relatius -variació acumulada-, i a més, també és l'ús del sòl al qual li ha augmentat més els metres de límit per hectàrea. La correlació d'aquests dos resultats, ens indica que és un ús de sòl que ha augmentat la seva superfície mitjançant l'aparició de diverses taques arreu del paisatge.

| ED | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|----------|
| UICS | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Aiguamolls | 1,22 | 0,27 | 0,27 | -78% |
| Aigües continentals | 3,83 | 3,54 | 3,39 | -11% |
| Arbrat clar | 2,31 | 8,89 | 9,18 | 297% |
| Arbrat dens | 43,29 | 34,32 | 34,64 | -20% |
| Conreus | 68,16 | 69,49 | 70,31 | 3% |
| Improductiu artificial | 45,36 | 36,67 | 37,38 | -18% |
| Improductiu natural | 3,04 | 6,95 | 6,68 | 120% |
| Matollars | 41,78 | 38,95 | 38,84 | -7% |
| Prats i herbassars | 31,21 | 26,60 | 28,09 | -10% |

Figura 43. Evolució de l'índex Edge Density en els municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs la superfície municipal coberta per espais naturals protegits. Al marge dret, la variació acumulada (%) de l'índex en el període 2000-2009. Elaboració: pròpia.

L'*Euclidean Nearest Neighbor Distance*, designa que aquells usos del sòl que tenen els seus fragments a menys distància entre ells són els matollars, presents en especial al sud de la serra de Rodes; els conreus, l'arbrat dens, l'improductiu artificial i els prats i herbassars. Com a resultat del creixement de la superfície ocupada per l'arbrat clar, hi ha hagut també una reducció moderada de la distància que separa els seus fragments i un augment de la cohesió de l'ús com es podrà veure en la taula de l'índex COHESION. No hi ha hagut canvis molt sobtats, excepte en els aiguamolls on la distància entre els seus fragments ha augmentat ràpidament, en especial, entre el 2005 i el 2009 que ha anat acompanyada per una reducció de la cohesió entre els seus fragments, el que ens indica que ha patit una lleugera fragmentació.

| ENN_MN | | | | |
|------------------------|--------|---------|---------|----------|
| UICS | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Aiguamolls | 847,75 | 1104,58 | 1508,01 | 78% |
| Aigües continentals | 208,43 | 129,98 | 133,34 | -36% |
| Arbrat clar | 255,90 | 123,85 | 123,35 | -52% |
| Arbrat dens | 82,88 | 88,10 | 85,09 | 3% |
| Conreus | 68,59 | 73,06 | 70,93 | 3% |
| Improductiu artificial | 89,02 | 95,00 | 99,08 | 11% |
| Improductiu natural | 239,52 | 171,79 | 173,49 | -28% |
| Matollars | 74,65 | 69,29 | 68,53 | -8% |
| Prats i herbassars | 98,13 | 111,14 | 101,92 | 4% |

Figura 44. Evolució de l'índex Euclidean Nearest Neighbor Distance en els municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs la superfície municipal coberta per espais naturals protegits. Al marge dret, la variació acumulada (%) de l'índex en el període 2000-2009. Elaboració: pròpia.

L'índex *Connectance* mostra que aquells usos que posseeixen més unions funcionals són els aiguamolls i les aigües continentals, seguit pels conreus. No obstant això, cal esmentar que els aiguamolls han vist reduït moderadament la seva connectivitat com a conseqüència de la disminució de la seva superfície i l'augment de la distància entre els seus fragments; a part de ser un ús rar en aquesta escala d'anàlisi.

| CONNECT | | | | |
|------------------------|------|------|------|----------|
| UICS | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Aiguamolls | 7,84 | 7,27 | 3,57 | -54% |
| Aigües continentals | 1,59 | 1,58 | 1,57 | -1% |
| Arbrat clar | 1,07 | 0,46 | 0,48 | -55% |
| Arbrat dens | 0,21 | 0,23 | 0,23 | 9% |
| Conreus | 1,14 | 1,39 | 1,26 | 11% |
| Improductiu artificial | 0,31 | 0,28 | 0,28 | -11% |
| Improductiu natural | 0,95 | 0,35 | 0,35 | -63% |
| Matollars | 0,20 | 0,18 | 0,19 | -6% |
| Prats i herbassars | 0,20 | 0,17 | 0,16 | -18% |

Figura 45. Evolució de l'índex *Connectance* en els municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs la superfície municipal coberta per espais naturals protegits. Al marge dret, la variació acumulada (%) de l'índex en el període 2000-2009. Elaboració: pròpia.

Per últim, en les mètriques de classe, *Cohesion* assenyalava que aquelles classes de sòl que tenen una millor connectivitat física entre els seus fragments són amb diferència, els conreus i l'improductiu artificial; per contra, aquells que tenen una pitjor connectivitat física perquè no estan agregats en grans fragments i estan separats per una certa distància són l'arbrat clar, l'improductiu natural, els prats i herbassars, les aigües continentals i els aiguamolls.

| COHESION | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|----------|
| UICS | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
| Aiguamolls | 91,61 | 81,55 | 82,13 | -10% |
| Aigües continentals | 89,00 | 81,11 | 81,25 | -9% |
| Arbrat clar | 75,48 | 78,17 | 77,76 | 3% |
| Arbrat dens | 88,38 | 87,35 | 87,16 | -1% |
| Conreus | 99,43 | 99,49 | 99,48 | 0% |
| Improductiu artificial | 97,84 | 97,74 | 98,12 | 0% |
| Improductiu natural | 82,88 | 79,00 | 78,88 | -5% |
| Matollars | 88,33 | 89,79 | 89,76 | 2% |
| Prats i herbassars | 85,68 | 81,86 | 80,78 | -6% |

Figura 46. Evolució de l'índex Cohesion en els municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs la superfície municipal coberta per espais naturals protegits. Al marge dret, la variació acumulada (%) de l'índex en el període 2000-2009. Elaboració: pròpia.

Quant a les mètriques del paisatge, SIDI mostra que hi ha hagut un augment lleuger de la riquesa de fragments, el que demostra en aquest cas, que hi ha hagut una lleugera fragmentació general dels usos del sòl presents en el paisatge analitzat. Cal dir també, que els valors de SIDI són els més baixos de les tres anàlisis que s'han fet a diferent escala de detall i, això té a veure amb la gran predominança que tenen en aquesta escala d'estudi els conreus i l'improductiu artificial en comparació amb la superfície ocupada per la resta d'usos del sòl.

| ÍNDEX | 2000 | 2005 | 2009 | Variació |
|-------|------|------|------|----------|
| SIDI | 0,55 | 0,57 | 0,57 | 4% |

Figura 47. Evolució de SIDI en els municipis que formen part del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, als quals se'ls hi ha exclòs la superfície municipal coberta per espais naturals protegits. Al marge dret, la variació acumulada (%) dels indicadors en el període 2000-2009. Elaboració: pròpia.

7.3 Sinistralitat de la fauna

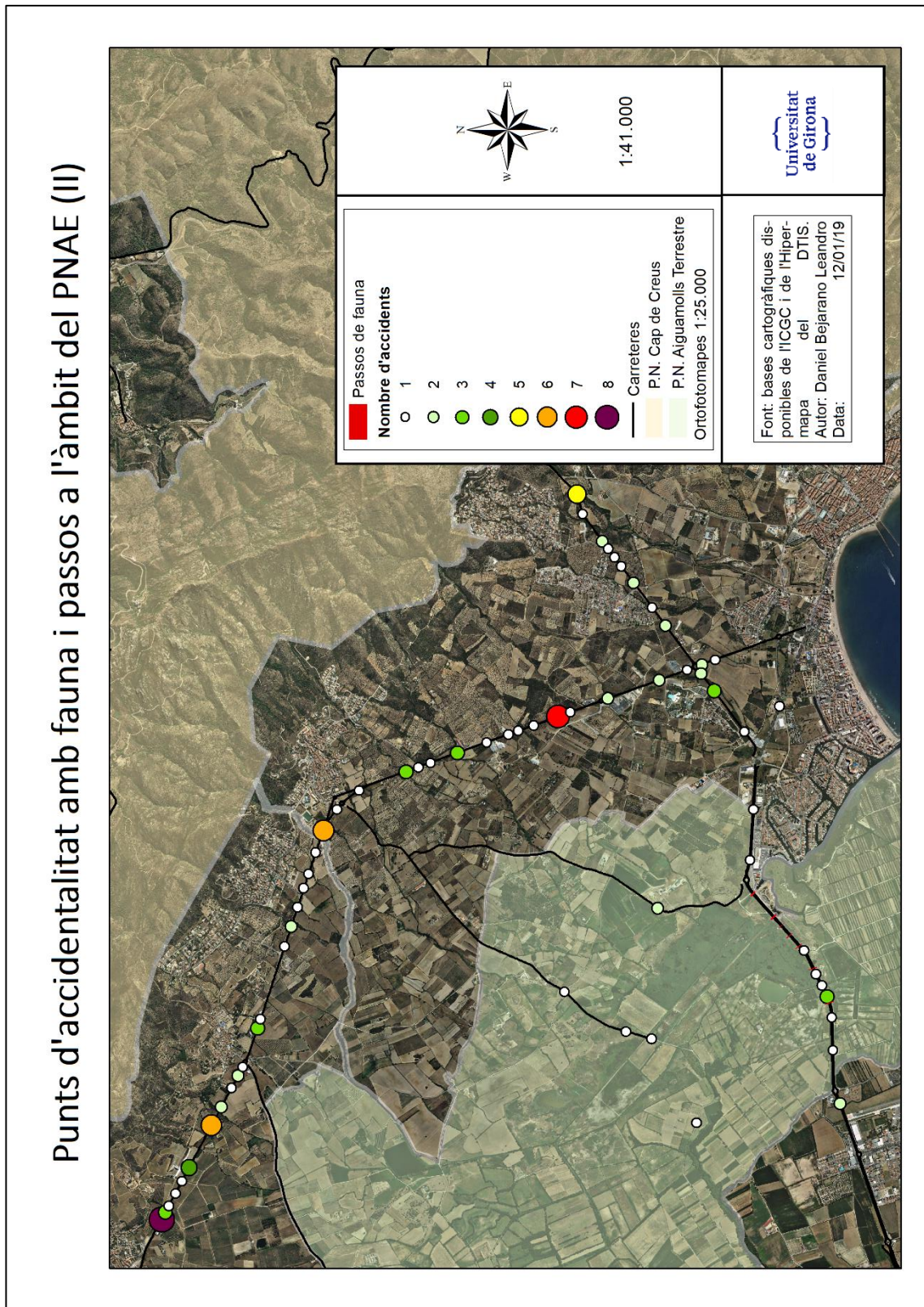


Figura 48. Punts quilomètrics d'accidents amb fauna en la GI-610, C-68, GI-614 i carreteres comarcals. En aquest mapa s'observen els punts quilomètrics on hi ha hagut accidents amb fauna en l'àrea de connexió entre el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i el Parc Natural del Cap de Creus; també s'observen un conjunt de carreteres que travessen el polígon nord del PNAE. Dins del PNAE, a la via C-68, s'observa una bateria de passos de fauna. Autor: Daniel Bejarano Leandro.

Després de treballar les dades facilitades pel Servei Català de Trànsit, s'han obtingut, per a les carreteres de l'àmbit del Parc, un total de 99 punts quilomètrics on hi ha hagut com a mínim un accident en el període comprès entre el gener del 2011 i el febrer de 2018. El conjunt d'aquests punts quilomètrics han sumat un total de 176 accidents, mostrant així, que l'accidentalitat vers els animals està, encara avui dia, molt present.

La carretera en la qual els animals pateixen més atropellaments és la GI-610 que uneix Roses amb Vilajuïga. Aquesta carretera acumula en aquest període 37 punts quilomètrics on hi ha hagut un total de 77 accidents (vegeu figura 62 per a la GI-610, annex 3). A més, dins d'aquesta via hi ha punts quilomètrics molt problemàtics pel que fa al nombre d'animals atropellats. En el PK 9, a prop del municipi de Vilajuïga, en una àrea agrícola, hi ha hagut un total de 8 accidents –l'únic amb tants accidents en tot l'àmbit- en tan sols 7 anys; en el PK 8, 6 accidents, tots ocorreguts a prop d'un corriol; en el PK 5, a la zona de contacte entre el PNAE i el Parc Natural del Cap de Creus, al rec del Mas Oriol, un total de 6 accidents i; un altre cas destacat és el del PK 2,5 que acumula un total de 8 accidents i es troba a prop del restaurant Mas Bech (vegeu figura 48, situada en l'anterior pàgina).

Dins d'aquest mapa (figura 48) també podem observar les carreteres GI-614, GIV-6102, GIV-6103 i un tram de la C-68 entre Empuriabrava i Roses. D'aquestes 4 carreteres esmentades, destaca el PK 3 de la GI-614, la carretera que comunica Roses amb Cadaqués, que acumula un total de 5 accidents, a l'altura del Mas Fumats (vegeu figura 60 per la GI-614; figura 61 per a la C-68, entre el PK 39 i el 43; figura 63 per a la GIV-6102 i la GIV-6103, annex 3). La GI-614, presenta un nombre destacat de punts quilomètrics amb accidents, només entre les urbanitzacions de La Garriga i Mas Fumats; en el tram de corbes entre Mas Fumats i Cadaqués gairebé no hi ha accidents, tan sols 2 atropellaments en dos punts quilomètrics diferents¹⁸, a causa de la menor velocitat dels vehicles.

¹⁸ Aquests dos punts quilomètrics on hi hagut un accident en cadascú, no s'han comptat en la suma total dels punts quilomètrics on hi ha hagut com a mínim un accident amb fauna implicada, ja que estan fora de l'àmbit d'estudi del treball.

Segueix a aquesta carretera la GIV-6216 que travessa de nord a sud el polígon sud del Parc i que uneix els municipis de Castelló d'Empúries i Sant Pere Pescador. En aquesta carretera hi ha hagut un total de 40 accidents en 24 punts quilomètrics diferents. Aquest elevat nombre d'atropellaments es deu al fet que els passos de fauna presents són específics per a amfibis, el que deixa desprotegits als ungulats -senglars i daines. No només la sinistralitat d'aquesta carretera és conseqüència de la manca de passos de fauna per a les espècies més grans sinó que també va lligada a l'elevat nombre de vehicles que recorren aquesta via en els mesos d'estiu (vegeu figura 58, annex 2). Dins d'aquest mapa també podem observar la GIV-6303 amb el PK 1 que acumula 2 accidents i, la GIV-6217 amb dos punts quilomètrics amb un accident cadascú (vegeu figura 64 per a la GIV-6216 i GIV-6217; vegeu figura 65 per a la GIV-6303, annex 3).

Per últim, està la C-68 que presenta una menor accidentalitat perquè té una àmplia bateria de passos de fauna tant per a grans mamífers com per a amfibis (vegeu figura 61 –del PK 34 al 36-, annex 3). A prop del riu Muga trobem una sèrie de bateries de passos de fauna d'una amplada considerable per a ungulats i altres espècies; el que destaca més és el viaducte de la Mugueta (vegeu figura 59, annex 2). Aquest tram de passos de fauna coincideix amb una zona sense accidents.

8. CONCLUSIONS

En primer lloc, en relació amb el primer objectiu d'avaluar l'estat de la connectivitat ecològica i paisatgística en el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, s'ha observat pel que fa a la connectivitat paisatgística una lleugera fragmentació general dels usos del sòl en les anàlisis del paisatge a escala de Parc i dels municipis -que tenen part de la seva superfície dins d'aquest espai natural, als quals se'ls ha exclòs aquesta superfície i la pertanyent a altres espais com el Parc Natural del Cap de Creus.

Aquesta tendència la indica l'índex *Cohesion* -que calcula la connectivitat física entre els fragments dels usos del sòl- en l'anàlisi de la connectivitat paisatgística del Parc (figura 35) on hi ha una reducció de la connectivitat en usos com l'arbrat clar i els matollars amb una disminució de la connectivitat física d'un 9% i 4% respectivament en el polígon nord i 1% dels prats i herbassars en ambdós polígons. Mencionar respecte a l'escala d'anàlisi anterior, que la disminució de la connectivitat física i funcional és més acusada al polígon nord del Parc. Aquesta reducció també és recollida pel mateix índex (figura 45) en l'anàlisi de la connectivitat paisatgística dels municipis on hi ha una reducció de la connectivitat física en la majoria d'usos del sòl; com en els aiguamolls que pateixen una disminució al voltant del 10% en el període 2000-2009, les aigües continentals un 9%, els prats i herbassars un 6% i l'improductiu natural un 5%.

No obstant això, s'ha detectat un procés de millora de la connectivitat física dels fragments dels diferents usos del sòl entre els espais naturals limítrofs del PNA; és a dir, la fragmentació s'ha concentrat especialment a la zona central i litoral de la plana de l'Empordà; en canvi, als extrems d'aquesta hi ha hagut un procés de compactació i cohesió tal com ho reflecteix la figura 26 on s'observa que la connectivitat física dels fragments de la majoria dels usos del sòl és estable o augmenta lleugerament, exceptuant, l'improductiu natural que redueix la seva connectivitat física en un 2%.

Remarcar que encara que hi hagi hagut un procés de fragmentació dins del Parc, destaca per sobre de la resta d'usos, l'elevada connectivitat funcional

-encara present- dels aiguamolls tal com es pot observar en les figures 25, 34 i 44. Aquesta connectivitat funcional és elevada perquè els aiguamolls són un ús del sòl compacte que està distribuït en grans fragments dins de l'espai natural protegit, facilitant així la connectivitat interna d'aquest ús del sòl.

Lligat al **primer objectiu** i vinculat als resultats de la **connectivitat ecològica**, queda manifest que les àrees òptimes -més extenses- per al moviment de les espècies estan compreses entre els límits del Parc –malgrat de la fragmentació esmentada-, fet que exemplifica la importància que exerceixen les figures de protecció sobre els espais naturals protegits, guardadors d'hàbitats d'elevada qualitat natural. Assenyalar com a fet important, que aquell espai de connexió més òptim per unir els dos polígons del Parc és, com ja s'ha esmentat, la riera de la Mugueta.

En segon lloc, lligat a les propostes per garantir el manteniment i la millora de la connectivitat ecològica, s'han enumerat una sèrie de propostes de cara a millorar diferents aspectes relacionats amb la connectivitat ecològica i la paisatgística, ambdues relacionades entre elles.

- 1- Els resultats obtinguts de l'anàlisi de la connectivitat paisatgística mostren que l'ús del sòl dominant en totes les escales d'anàlisi és el conreu. Aquesta realitat demostra que si es vol fomentar la connectivitat entre els diferents espais naturals i el PNAE, l'Administració ha de centrar primerament els esforços i els recursos en la protecció d'aquelles pràctiques agrícoles que generin menys impacte vers els processos vitals de les espècies i, posteriorment, aportar ajudes econòmiques a la reconversió de l'agricultura de regadiu intensiu cap a la de secà, un ús del sòl més favorable a la dispersió d'espècies.
- 2- Vinculada a la proposta anterior, es recomana el manteniment i la recuperació del paisatge de closes, un hàbitat seminatural al qual va adherida una elevada biodiversitat i que també pot realitzar la funció de corredor ecològic per la seva distribució lineal en el territori.
- 3- Lligat als resultats de la connectivitat ecològica i al connector ecològic per a la connexió dels dos polígons del Parc, esmentar que perquè la

Mugueta esdevingui òptima per a la dispersió de les espècies s'han d'executar una sèrie d'accions per renaturalitzar-la, entre les quals s'inclouen: la modificació de les motes, un cabal regular d'aigua i la revegetació dels marges de la riera allà on els cultius hagin estat abandonats.

En tercer lloc, vinculat a l'anàlisi de la sinistralitat de les carreteres de l'àmbit del Parc amb fauna implicada, s'observa que és primordial de cara al futur pròxim, la realització d'un seguiment de la sinistralitat animal en les carreteres de l'àmbit d'aquest espai natural protegit, no només enfocat a un grup taxonòmic concret sinó a totes aquelles espècies que es veuen afectades per la barrera física que suposen aquestes infraestructures. Dins d'aquests seguiments s'estima que s'hauria d'analitzar en profunditat quins són els punts quilomètrics més afectats, quines són les espècies més perjudicades i l'estacionalitat d'aquests accidents. Mitjançant la suma dels resultats d'aquests estudis es podran construir en un futur, passos de fauna que canalitzin millor la dispersió de la biodiversitat del Parc.

En l'actualitat, després d'analitzar l'accidentalitat amb fauna del període 2011-2018, es considera que la via de comunicació on s'haurien de portar a terme abans les correccions de la infraestructura seria la GI-610. Donat que es tracta d'una carretera que divideix en dues parts l'espai connector entre el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i el Parc Natural del Cap de Creus, separats en alguns indrets per menys de 500 metres de distància. Aquest elevat nombre d'atropellaments no només té a veure amb la ubicació de la carretera sinó que també va vinculat a la manca de passos de fauna, el que la fa més impermeable per al moviment de les espècies entre aquests dos espais naturals.

En quart i últim lloc, lligat a l'inventari de passos de fauna, s'opina que la construcció de nous passos no s'ha de fer tant en l'autovia que connecta Figueres amb Roses que és nova i ja té bateries de passos de fauna òptims. La planificació i disseny d'aquestes estructures es considera que s'ha de portar a terme, primordialment, en aquelles vies comarcals que tenen un nombre reduït

de passos o en les que aquestes estructures només estan destinades a un grup taxonòmic específic, com els de la GIV-6216, exclusius per als amfibis.

Un fet que va lligat a què els passos de fauna siguin òptims és la conservació d'aquests. Tal com s'ha pogut observar en el treball de camp, hi ha diversos passos que estan abandonats a la seva sort, que no reben cap manteniment per part de l'administració competent, el que provoca que aquests passos es tornin obsolets per l'obstrucció de l'entrada per part del creixement de denses comunitats herbàcies i/o per la presència de deixalles (vegeu fitxes dels passos de fauna, Annex 4). A més, s'han observat diversos casos on s'han produït accidents al costat d'aquestes estructures, segurament per un mal estat de la tanca perimetral que hauria de guiar als animals a travessar les carreteres per aquestes estructures construïdes específicament per a realitzar aquesta funció (vegeu figura 52, annex 1).

Altres conclusions:

Una de les conclusions generals a les quals s'ha arribat, a partir de l'anàlisi del Parc, és que serà difícil en un futur pròxim aconseguir l'establiment de connectors òptims segons allò que considera Mallarach (2001), el qual esmenta que *“per constituir una xarxa ecològica funcional s'haurien de plantejar connectors amb amplades superiors als 1500 metres”* (p. 27). S'estima doncs, que tractant-se d'un espai natural reduït com ho són els Aiguamolls de l'Empordà, aquesta recomanació és desitjable però pràcticament utòpica, no només per les dimensions de l'àmbit d'estudi, sinó per la densa xarxa d'infraestructures i l'extensa urbanització dispersa que caracteritza el territori que l'envolta. Aquesta realitat de la matriu territorial dificulta en gran mesura la creació dels connectors òptims dels quals parla aquest autor, per tal de connectar els dos polígons en què es divideix el Parc. Per fer possible la creació d'una xarxa de connectors funcionals d'aquestes característiques s'haurien de modificar diverses realitats de la matriu territorial present avui dia en l'àmbit d'estudi.

Malgrat tot, cal seguint millorant tots aquells aspectes que estiguin a l'abast de les administracions i dels agents amb competències en medi ambient. Aquestes millores han de centrar-se en el connector de la riera de la Mugueta, seguint les accions recomanades anteriorment, ja que a llarg termini, és l'únic connector òptim que s'albira en la connexió entre els dos polígons del Parc.

Una segona conclusió general a la qual s'ha arribat és l'observació que el polígon sud del Parc absorbeix tot el pes del turisme de l'espai protegit. Per la qual cosa es considera oportú dispersar l'oferta turística d'aquest, tal com menciona Romagosa (2008):

[...] la mayor parte de los equipamientos de uso público del parque se concentran en la RNI 2 [...]. Parecería adecuado, por lo tanto, diversificar la oferta para los visitantes, de forma que no se asocie el parque natural solo con la Reserva Natural de Les Llaunes (RNI 2), como ha sucedido hasta ahora, teniendo en cuenta también el Polígono Norte, así como la zona agraria del parque, que es la gran desconocida. (p. 116)

No obstant cal tenir en compte i valorar positivament, que el centre d'interpretació del Cortalet suposa un pol d'atracció per a aquells visitants que volen fer turisme de natura, facilitant així la reducció de la pressió a la resta de la reserva (Romagosa, 2018).

Per últim, es considera de gran importància que el CREAM actualitzi i posi a disposició de la comunitat científica noves versions del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya per tal de poder fer anàlisis de paisatge més acurats mitjançant períodes de temps més dilatats.

9. FUTURES LÍNIES DE RECERCA

Una de les línies de recerca que es consideren adients per treballar de cara al futur és l'estudi i anàlisi de la connectivitat social del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. Es considera que és la tipologia de connectivitat menys tractada per part de la comunitat científica, no obstant això, no menys important que les analitzades en aquest treball. S'aprofundiria en l'estudi de com es relaciona aquesta connectivitat amb l'ecològica i la paisatgística.

Estudiar la possibilitat que es pugui diversificar l'oferta turística del Parc i descongestionar el centre El Cortalet.

I com a última línia de recerca futura, analitzar les possibles solucions a l'elevada accidentalitat de les carreteres que formen una barrera física envers la dispersió de les espècies a l'espai de connexió entre el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i el Parc Natural del Cap de Creus, emfatitzant especialment en la carretera GI-610 que connecta Roses amb Vilajuïga i que és la carretera de l'àmbit d'estudi del PNAE amb més accidents amb fauna implicada. És una anàlisi que es considera important, ja que seria òptim la reducció d'aquesta accidentalitat per obtenir més seguretat viària i perquè les espècies no vegin el seu nombre reduït en desplaçar-se entre espais naturals.

10. REFERÈNCIES

Agència Catalana de l'Aigua (s. d.). *2on Programa de seguiment i control 2013-2018*. Recuperat de <http://aca-web.gencat.cat/WDMA/>

Agència Catalana de l'Aigua. (2017). *Zonificació de l'espai fluvial. Criteris de delimitació del domini públic hidràulic cartogràfic*. Recuperat de: http://aca-web.gencat.cat/aca/documentos/ca/publicacions/espais_fluvials/zonificacio/aca_p005_02_zonificacio_dph_v3.pdf

Agència Catalana de l'Aigua. (2017). *Zonificació dels espais fluvials*. Recuperat de: http://aca-web.gencat.cat/aca/documentos/ca/publicacions/espais_fluvials/zonificacio/zonificacio.htm#fragment-30

Audifilm Consultoria (coneguda com ATC). (2010). *Estudi de connectivitat ecològica i social entre els massissos de l'Albera i les Salines (Capmany)*. Recuperat de http://www.cilma.cat/wp-content/uploads/2011/03/INFORME_ECODUCTE_CAPMANY_v2.pdf

Baguette M., Blanchet S., Legrand D., Stevens V., Turlure C. (2012). Individual dispersal, landscape connectivity and ecological networks. *Biological reviews*. 88 (2), 1-17. doi: 10.1111/brv.12000

Castedo, A. (2011). *Canales públicos, acceso privado: Medio Ambiente rectifica y suaviza la aplicación de la Ley de Costas a 6.000 chalés de la mayor marina residencial del Mediterráneo*. *El País*. Recuperat de https://elpais.com/diario/2011/08/21/sociedad/1313877603_850215.html

Compte i Freixanet, A. (2000). Desviació del riu Muga i acceleració del procés d'eixugament de l'estany de Castelló en les centúries XVII i XVIII. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 50(15), 95-

118. Recuperat de:
<https://www.raco.cat/index.php/treballsscgeografia/article/viewFile/233501/315568>

Compte i Freixanet, A. (2000). Desviació del riu Muga i acceleració del procés d'eixugament de l'estany de Castelló en les centúries XVII i XVIII (Vol. XV). Treballs de la Societat Catalana de Geografia. Recuperat de
<https://www.raco.cat/index.php/treballsscgeografia/article/viewFile/233501/315568>

CREAF. (2018). QUÈ ÉS MIRAMON. Recuperat de
<https://www.creaf.uab.es/miramom/CAT/Presentacio.htm>

Cuadrado, S., Durà, A., Estalella, H., Breton, F. (2004) La plana de l'Empordà: un paisatge del litoral català que cal protegir. *Drassana: revista del Museum Marítim*, 12, 46-57. Recuperat de:
<https://www.raco.cat/index.php/Drassana/article/view/106254>

Culat, E. (2017, setembre 8). *Les illes, 'laboratoris naturals' del planeta: Científics de l'Imedea (CSIC-UIB) lideren diversos projectes de conservació a diferents arxipèlags del món. ARA: ARA Balears.* Recuperat de: https://www.arabalears.cat/balears/illes-laboratoris-naturals-del-planeta_0_1866413482.html

Decret 123/1987, de 12 de març, sobre declaració de reserves naturals parcials per a la protecció d'espècies animals en perill de desaparició a Catalunya, DOGC 833 (1987).

Decret 136/84, de 17 d'abril, de desplegament de la Llei 21/1983, de 28 d'octubre, de declaració de paratges naturals i de reserves integrals zoològiques i botàniques dels Aiguamolls de l'Empordà, DOGC 436 (1984).

Decret 231/1985, de 15 de juliol, de concreció topogràfica dels límits del paratge natural d'interès nacional i de les reserves integrals

d'interès zoològic i botànic dels Aiguamolls de l'Empordà, DOGC 582 (1985).

Departament d'Empresa i Coneixement. Llistat d'empreses i establiments turístics (Càmpings). Recuperat de http://empresa.gencat.cat/ca/treb_ambits_actuacio/emo_turisme/emo_empreses_establiments_turistics/emo_registre_turisme_catalunya/emo_llistat_establiments_turistics/index.html

Diari de Girona. (22 / 03 / 2018). La segona vida de les aigües residuals. Recuperat de <https://www.diaridegirona.cat/vida-i-estil/2018/03/22/segona-vida-aigues-residuals/902893.html>

Diari de Girona. (22/03/2018). La segona vida de les aigües residuals: La reutilització de l'aigua a les depuradores de la Costa Brava permet preservar els espais naturals de l'Empordà i reduir les extraccions d'aigua. És una mesura necessària i una estratègia eficaç, adient i econòmica per a l'estalvi. *Diari de Girona: Vida i estil*. Recuperat de <http://www.diaridegirona.cat/vida-i-estil/2018/03/22/segona-vida-aigues-residuals/902893.html>

Direcció General de Patrimoni Natural. (1996). *Pla d'espais d'interès natural*. Consulta de la Memòria, recuperat de http://www.gencat.cat/mediamb/publicacions/monografies/pein/1_P_EIN_Memoria.pdf

Document A. 2. Memòria descriptiva i justificativa: Ordenació (2014). Recuperat de http://poum.castello.cat/octubre_2013/Doc%20A-Memoria_TR_pdf/CdE_TR_A2-ordenacio.pdf

Document C. 2. Plans parcials urbanístics PPU (2014). Recuperat de http://poum.castello.cat/octubre_2013/Doc%20C-Normes%20i%20fitxes_TR_pdf/CdE_TR_C2-fitxes_7-PPU.pdf

Ferrero, R. (2009). FRAGSTATS. Recuperat de <http://statisticaecology-met.blogspot.com/2009/12/fragstats.html>

GOV/128/2008, de 3 de juny, pel qual s'aprova el Programa de seguiment i control del Districte de conca hidrogràfica o fluvial de Catalunya, DOGC, núm. 5180, pàg. 57965 (2008).

Gutiérrez, C., i Seguí, J. M^a. (1998). *Proposta per a l'establiment de connectors biològics entre el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i el Parc Natural del Cap de Creus*. Recuperat de http://gencat.cat/mediamb/parcs/aiguamolls_emporda/estudis/2049_PropostaCon_PNAECap Creus1998.pdf

Idescat, Generalitat de Catalunya. (maig-juny, 2018) Recuperat de: <https://www.idescat.cat/?lang=es>

Lastor Media, I. M. (Productor), Folguera, T., Fernández de Castro, D., & Parrado, R. (Directors). (2014). *Entre el cel i la terra. La guerra dels Aiguamolls*. [Pel·lícula]. Recuperat de <https://www.ccma.cat/tv3/alacarta/programa/Entre-el-cel-i-la-terra-La-guerra-dels-Aiguamolls/video/4793311/>

Lastor Media; coop. Intropía Media & TV3 (2014). *Entre el cel i la terra. La guerra dels Aiguamolls* (vídeo). Disponible des de <http://www.ccma.cat/tv3/alacarta/programa/Entre-el-cel-i-la-terra-La-guerra-dels-Aiguamolls/video/4793311/>

Latorre, V. (2014). *Les claus ocultes de la desembocadura del riu Fluvià*. Recuperat de <https://www.diaridegirona.cat/alt-emporda/2014/08/24/claus-ocultes-desembocadura-del-riu/684525.html>.

MacArthur, R. & Wilson, E. (1967). *The theory of island biogeography*. Princeton: Princeton University Press.

Mallarach, J. M^a., i Germain, J. *Bases per a les directrius de connectivitat ecològica de Catalunya*. (2006). Catalunya: Departament de Medi Ambient i Habitatge. Recuperat de http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/patrimoni_natural/connectivitat_ecologica/bases_per_a_les_directri

[us_de_connectivitat_ecologica_de_catalunya/documentos/bases_connectivitat.pdf](#)

Mallarach, J.M^a. (2001). Estudi de la connectivitat ecològica del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Alt Empordà. Inèdit. p.

Marull, J., Pino, J., Tello, E. i Mallarach, J. Análisis estructural y funcional de la transformación del paisaje agrario en el Vallès durante los últimos 150 años (1853-2004): relaciones con el uso sostenible del territorio. *Areas: Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 25, 105-126. Recuperat de: <http://revistas.um.es/areas/article/view/128031>

Mayor, X. (2008). *Connectivitat ecològica: elements teòrics, determinació i aplicació: Importància de la connectivitat ecològica com a instrument de preservació de l'entorn i d'ordenació del territori a Catalunya*. Recuperat de: http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/connectivitat_ecologica_baja.pdf

Minuartia (2014). *Inventari d'estructures de connectivitat a la xarxa viària catalana*. Recuperat de: http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/eines/inventari_xarxa_viaria/inventari_passos_fauna_cat_2012.pdf

Minuartia (2015). *Avaluació de les tendències poblacions dels ungulats del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà*. Recuperat de: http://gencat.cat/mediamb/parcs/aiguamolls_emporda/estudis/4169_seguiment_ungulats_PNAE_2015.pdf

MiraMon. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF), Facultat de Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). (juny de 2018). Recuperat de: <https://www.creaf.uab.es/miramom/CAT/Presentacio.htm>

Munro, David A (1991). *Cuidar la tierra: estrategia para el futuro de la vida*. 1991. Recuperat de <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/cfe-003-es.pdf>

Observatori del Paisatge. (2010). *Catàleg de Paisatge de les Comarques Gironines. Unitat de paisatge 17: Plana de l'Empordà*. 329-349. Recuperat de: http://www.catpaisatge.net/fixers/catalegs/CG/Memoria2/Unitats/M2_U17.pdf

Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i Departament de Territori i Sostenibilitat (2015). *Avaluació de les tendències poblacionals dels ungulats del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà*. Recuperat de: http://gencat.cat/mediamb/parcs/aiguamolls_emporda/estudis/4169_seguiment_ungulats_PNAE_2015.pdf

Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. Història de protecció del parc. Recuperat de <http://parcsnaturals.gencat.cat/ca/aiguamolls-emporda/coneixeu-nos/historia-proteccio-parc/>

Pla d'Ordenació Urbanística Municipal de Castelló d'Empúries, DOGC 6664 (2014).

Pla especial Regulació usos d'acampada al Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà (1987). Recuperat del RPUC <http://dtes.gencat.cat/rpucportal/AppJava/cercaExpedient.do?reqCode=veureDocument&codintExp=39825&fromPage=load>

Pla parcial d'ordenació Parc d'Empordà, DOGC 4965 § 18251 a 18278 (1999). Recuperat de http://dogc.gencat.cat/web/.content/continguts/serveis/normes_urbanistiques/normes_urbanistiques_contingut/PDFs/F00974.PDF

Puntí, J. (2015). Una lliçó ben apresada. Recuperat de <http://www.elpuntavui.cat/article/1-territori/11-mediambient/904265-una-llico-ben-apresa.html>

Resolución de 9 de diciembre de 1993, de la Subsecretaría, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros de 28 de mayo de 1993 por el que se autoriza la inclusión de las salinas de Ibiza y Formentera en la lista del Convenio sobre Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat para las Aves Acuáticas, BOE núm. 298 § 35169 (1993).

Romagosa, F. (2008). El procés històric de dessecació d'estanys a la plana empordanesa. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 53, 71-90. Recuperat de: <https://www.raco.cat/index.php/DocumentsAnalisi/article/view/130729>

Romagosa, F. (2008). Impactos de la frecuentación turística en el Parque Natural de los Aiguamolls de l'Empordà. *Investigaciones Geográficas*, 46, 107-125. Recuperat de <http://www.cervantesvirtual.com/obra/impactos-de-la-frecuentacion-turistica-en-el-parque-natural-de-los-aiguamolls-de-lemporda/>

Rosell, C. i Velasco, J. (1999). *Manual de prevenció i correcció dels impactes de les infraestructures viàries sobre la fauna*. p. 23. Recuperat de: http://www.gencat.cat/mediamb/publicacions/monografies/DQMA4_manual_prevencio_infras_viaries_fauna.pdf

Saavedra, D., i Sargatal, J. (1994). El corredor biològic de la Mugueta. Catalunya: Departament de Medi Ambient i Habitatge.

Saló, A. (2004). Les segones residències anàlisi específica per a la Costa Brava. *Revista de Girona: Economia*, 225, 494-499. Recuperat de: <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/7827>

Sud, A. (s. d) *ILLA DEL FLUVIÀ*. Recuperat de <http://oti.turismo-sostenible.net/project/illa-del-fluvia/>

Turner, M. & Gardner, R. (2015). *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*. doi: 10.1007/978-1-4939-2794-4.

UMASS. (2018). FRAGSTAT METRICS. Recuperat de <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/Metrics/Metrics%20TOC.htm>

UNESCO. 2018. *Programa sobre el Hombre y la Biosfera*. Recuperat de <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/ecological-sciences/man-and-biosphere-programme/>

WIKIPEDIA. (sense data). Incendi forestal. Recuperat de Cartell informatiu al Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter afectat pel foc de l'any 2001: https://ca.wikipedia.org/wiki/Incendi_forestal#/media/File:Focinfo.jp.

WRI, IUCN, UNEP, FAO & UNESCO (1992). *Estrategia Global para la Biodiversidad: guía para quienes toman decisiones*. Recuperat de http://pdf.wri.org/estrategiabiodiversidadespguia_bw.pdf

Wu, J. (2006). *Landscape Ecology, Cross-disciplinarity, and Sustainability Science*. doi: <https://doi.org/10.1007/s10980-006-7195-2>

ANNEXOS

ANNEX 1 - IMATGES



Figura 49. Skyline de la urbanització d'Empuriabrava. Reflex d'una arquitectura que no ha tingut en compte l'escenari paisatgístic en què s'ha ubicat. Autor: Daniel Bejarano.



Figura 50. Skyline de la urbanització de Santa Margarida i Roses. Un altre exemple d'arquitectura que no ha tingut en compte l'escenari paisatgístic en què s'ha ubicat. Autor: Daniel Bejarano.



Figura 51. Granges i magatzems al marge dret de la riera de la Mugueta. Una fotografia que demostra l'elevada antropització d'aquest connector ecològic. Font: ortofotomapa 1:25.000 de l'ICGC.



Figura 52. Tanca perimetral en mal estat. En aquesta fotografia s'observa com una part de la tanca perimetral de la bateria de passos fauna del tram de la C-68 que travessa el polígon nord està vençuda. Sense l'adequat manteniment d'aquestes estructures pot haver-hi un augment de l'accidentalitat amb animals, ja que els ungulats poden passar fàcilment per sobre d'aquestes tanques i travessar la carretera: Autor: Daniel Bejarano Leandro.

ANNEX 2 - MAPES

Municipis i entitats de població de l'àrea d'estudi

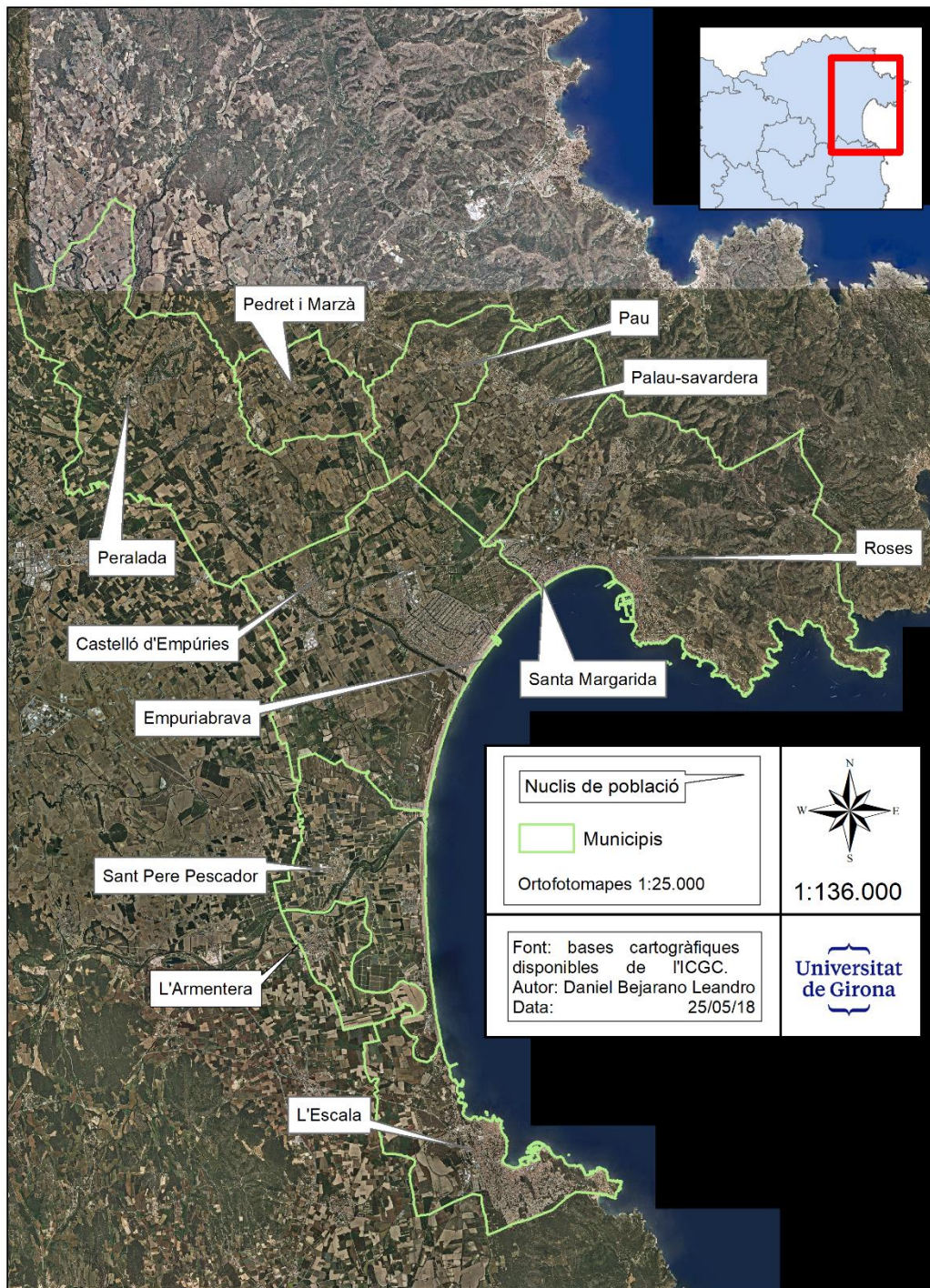


Figura 53. Els municipis i les entitats de població més destacades que tenen part de la seva superfície municipal dins del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. En aquests es desenvolupa una forta activitat econòmica en el mesos d'estiu com a conseqüència del turisme de sol i platja. Autor: Daniel Bejarano Leandro.

Masses d'aigua del P. N. dels Aiguamolls de l'Empordà

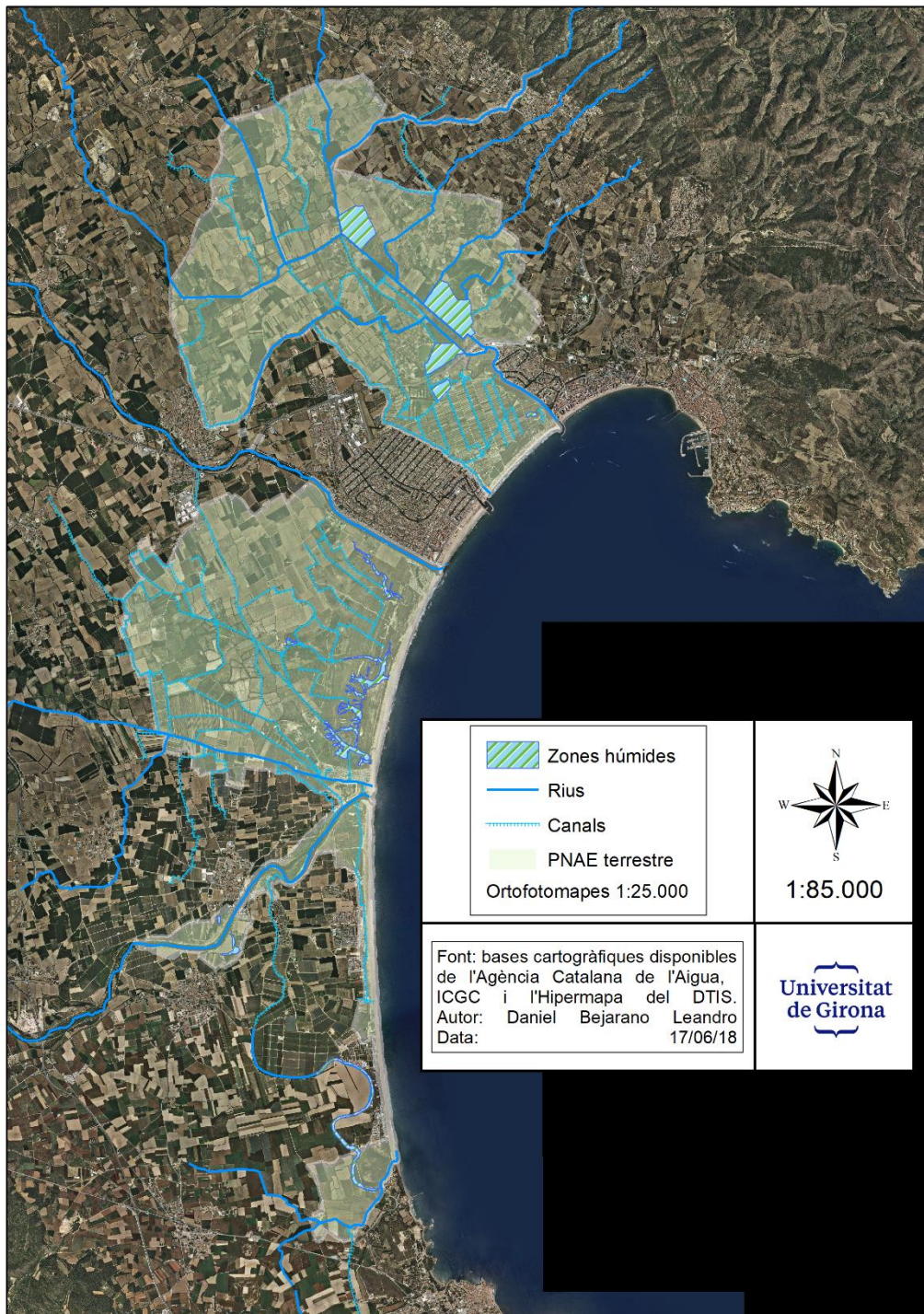


Figura 54. Masses d'aigua del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. En aquest mapa s'observa la ubicació i superfície de les diferents masses d'aigua que componen el PNAE. Autor: Daniel Bejarano Leandro.

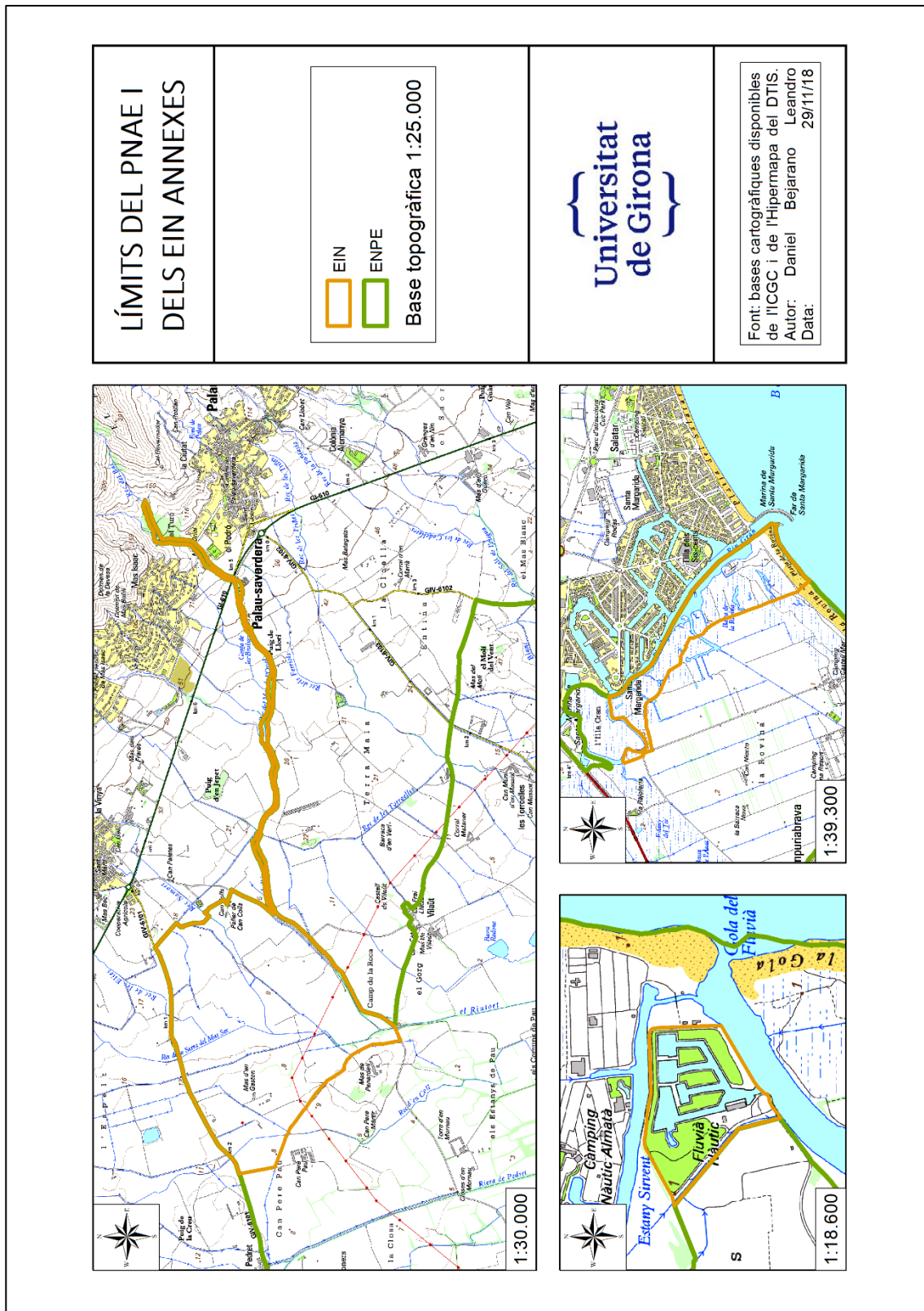


Figura 55. Límits del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i dels Espais d'Interès Natural annexos a aquest. Autor: Daniel Bejarano Leandro.

Xarxa viària de l'àmbit del PNAE

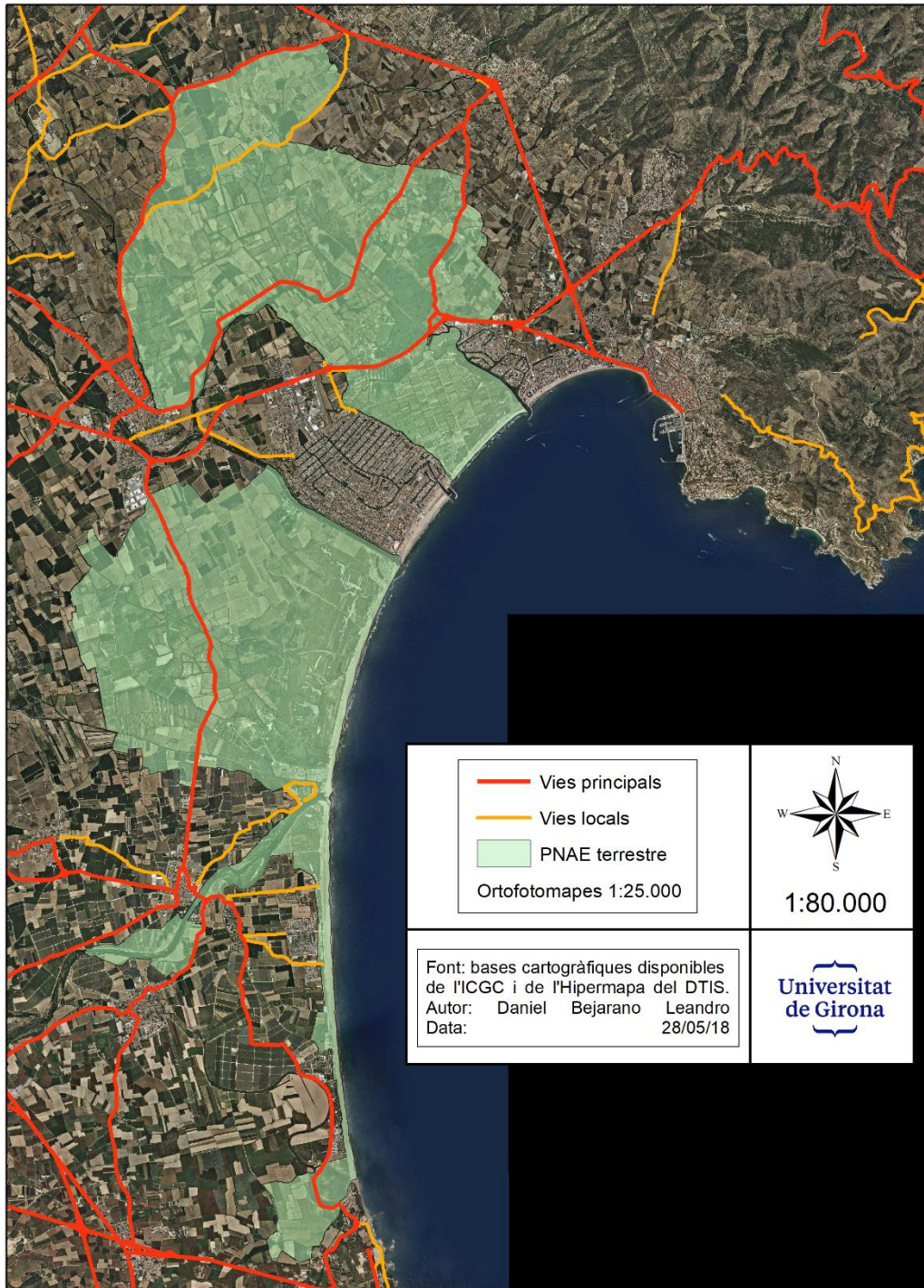


Figura 56. Xarxa de carreteres de l'àmbit d'estudi, vies principals i locals. Autor: Daniel Bejarano Leandro.

Atermenament del domini públic marítim-terrestre al sector Les Llaunes



Figura 57. Atermenament del domini públic marítim-terrestre entre la desembocadura del Fluvià i la de la Muga. En aquest mapa es percep que una part del càmping Nàutic Almatà i del càmping La Laguna estan dins del domini públic marítim-terrestre, un espai que hauria de ser d'ús públic. Autor: Daniel Bejarano Leandro.

Punts d'accidentalitat amb fauna i passos a l'àmbit del PNAE (I)

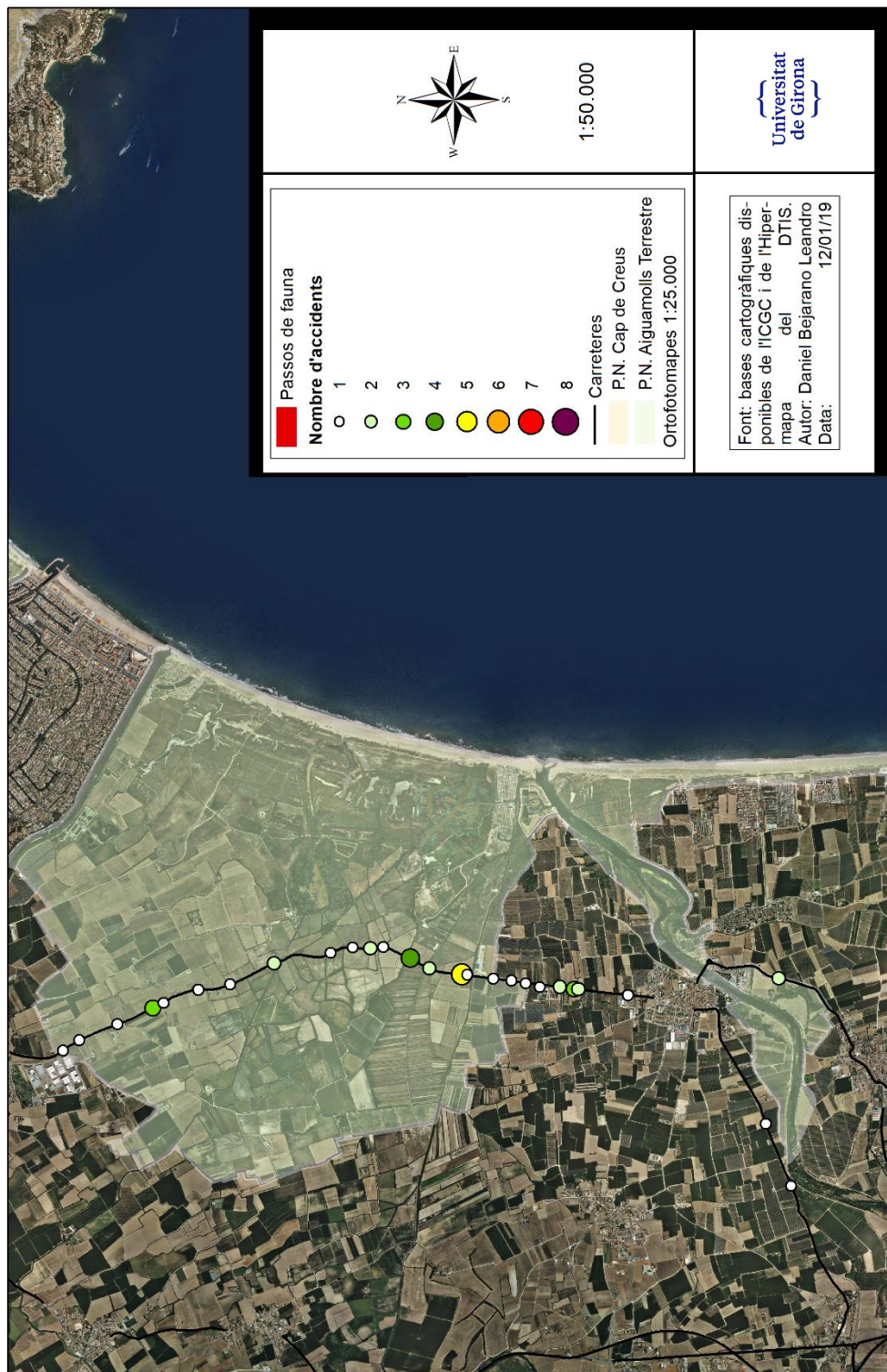


Figura 58. Punts quilomètrics d'accidents amb fauna implicada en les carreteres GIV-6216, GIV-6217, GIV-6303. En aquest cas, els passos de fauna presents no es perceben per les seves dimensions reduïdes, ja que són específics per als amfibis. Autor: Daniel Bejarano Leandro.

Punts d'accidentalitat amb fauna i passos a l'àmbit del PNAE (III)

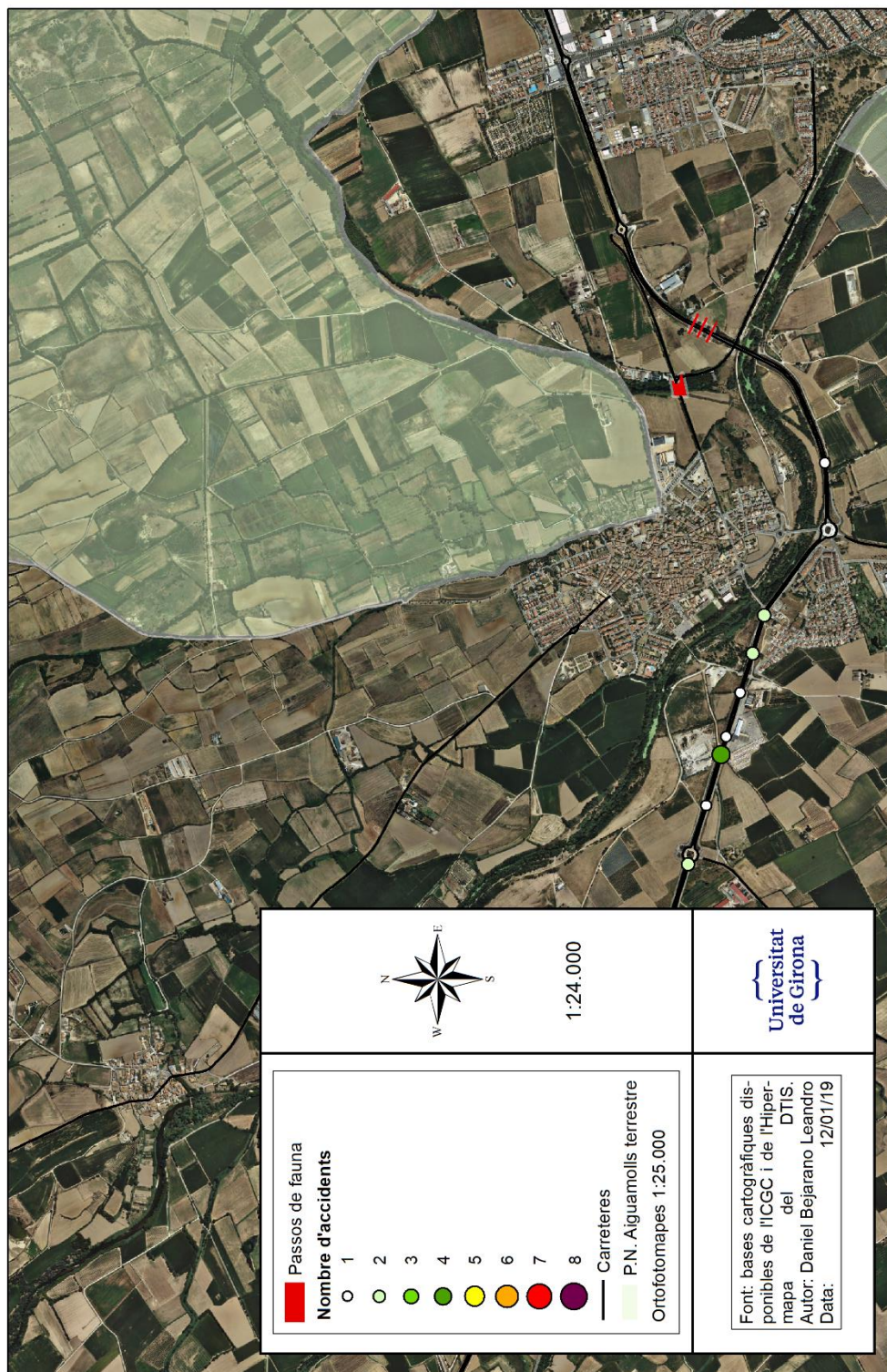


Figura 59. Accidentalitat amb fauna a la C-68 al seu pas pel municipi de Castelló d'Empúries. El pas de fauna que destaca és el viaducte de la Mugueta, el més gran de l'àmbit d'estudi; a prop, hi ha una bateria de 3 passos inferiors per a grups com els ungulats i altres mamífers. Autor: Daniel Bejarano Leandro.

ANNEX 3 - TAULES

Connectivitat ecològica i paisatgística del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà

| DATA | VIA | PK | CAUSA ACCIDENT | TIPUS ACCIDENT | F. GREUS | F. LLEUS | LATITUD | LONGITUD | NOMBRE ACCIDENTS PK |
|------------|--------|-----|----------------------------|----------------------------|----------|----------|------------|-----------|---------------------|
| 24.01.2015 | GI-614 | 0,3 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | 1 | 4680036,67 | 512508,46 | 1 |
| 23.12.2011 | | | | | | | | | |
| 29.11.2013 | GI-614 | 0,8 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4680317,6 | 512885,96 | 3 |
| 24.11.2017 | | | | | | | | | |
| 21.01.2012 | GI-614 | 1 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4680443,82 | 513051,72 | 2 |
| 17.04.2013 | | | | | | | | | |
| 31.01.2015 | GI-614 | 1,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4680774,44 | 513498,67 | 2 |
| 31.08.2016 | | | | | | | | | |
| 12.02.2015 | GI-614 | 1,7 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4680898,79 | 513665,4 | 1 |
| 14.11.2014 | GI-614 | 2 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4681072,57 | 513897,08 | 2 |
| 28.02.2016 | | | | | | | | | |
| 19.12.2014 | GI-614 | 2,2 | Xoc amb objecte o animal | Irrupció animal en calçada | - | - | 4681187,02 | 514050,62 | 1 |
| 07.08.2013 | GI-614 | 2,3 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4681247,81 | 514132,79 | 1 |
| 28.07.2017 | GI-614 | 2,4 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4681306,26 | 514213,39 | 1 |
| 28.07.2016 | GI-614 | 2,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4681362,2 | 514283,9 | 2 |
| 18.08.2016 | | | | | | | | | |
| 17.11.2016 | GI-614 | 2,8 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | 2 | 4681545,43 | 514539,55 | 1 |
| 09.10.2011 | | | | | | | | | |
| 01.08.2012 | GI-614 | 3 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4681598,12 | 514722,81 | 5 |
| 22.08.2015 | | | | | | | | | |
| 03.11.2016 | | | | | | | | | |
| 13.07.2017 | | | | | | | | | |

Figura 60. Nombre d'accidents de la via GI-614 en el període gener de 2011 - febrer de 2018, entre altres dades. Elaboració: pròpia.

| DATA | VIA | PK | CAUSA ACCIDENT | TIPUS ACCIDENT | F. GREUS | F. LLEUS | LATITUD | LONGITUD | NOMBRE ACCIDENTS PK |
|------------|------|------|----------------------------|----------------------------|----------|----------|------------|-----------|---------------------|
| 25.10.2016 | C-68 | 34 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4678371,36 | 504653,76 | 2 |
| 21.07.2011 | | | | | | | | | |
| 10.11.2016 | C-68 | 34,2 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4678283,2 | 504941,06 | 1 |
| 26.02.2011 | C-68 | 34,4 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4678187,01 | 505276,48 | 1 |
| 07.12.2013 | | | | | | | | | |
| 20.08.2016 | C-68 | 34,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | 2 | 4678210,86 | 505189,43 | 4 |
| 10.11.2017 | | | | | | | | | |
| 06.12.2017 | | | | | | | | | |
| 18.02.2017 | C-68 | 34,8 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4678117,4 | 505488,97 | 1 |
| 23.07.2013 | C-68 | 35 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4678056,89 | 505679,76 | 2 |
| 19.01.2018 | | | | | | | | | |
| 10.01.2012 | C-68 | 35,2 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | 4 | 4678001,8 | 505868,04 | 2 |
| 01.07.2015 | | | | | | | | | |
| 06.11.2014 | C-68 | 36 | Xoc amb objecte o animal | Irrupció animal en calçada | - | - | 4677704,57 | 506609,16 | 1 |
| 10.01.2011 | C-68 | 39 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4679143,67 | 509037,58 | 2 |
| 30.10.2017 | | | | | | | | | |
| 04.05.2012 | C-68 | 39,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4679210,73 | 509537,14 | 1 |
| 04.11.2013 | C-68 | 39,8 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4679220,04 | 509844,85 | 1 |
| 09.05.2011 | | | | | | | | | |
| 21.03.2014 | C-68 | 40 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4679265,22 | 510036,57 | 3 |
| 26.11.2015 | | | | | | | | | |
| 14.07.2015 | C-68 | 40,1 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4679314,74 | 510140,91 | 1 |
| 11.03.2016 | C-68 | 40,2 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4679371,13 | 510245,31 | 1 |
| 17.10.2016 | C-68 | 40,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4679481,36 | 510466,35 | 1 |
| 06.01.2017 | | | | | | | | | |
| 24.09.2011 | C-68 | 41,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4679985,8 | 511309,75 | 1 |
| 09.01.2015 | C-68 | 42 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4679953,96 | 511783,33 | 1 |
| 05.12.2012 | C-68 | 43 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4679710,77 | 512746,55 | 1 |

Figura 61. Nombre d'accidents de la via C-68 en el període gener de 2011 - febrer de 2018, entre altres dades. Elaboració: pròpia.

Connectivitat ecològica i paisatgística del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà

| DATA | VIA | PK | CAUSA ACCIDENT | TIPUS ACCIDENT | F. GREUS | F. LLEUS | LATITUD | LONGITUD | NOMBRE ACCIDENTS PK |
|--|--------|-----|----------------------------|----------------------------|----------|----------|------------|-----------|---------------------|
| 14.12.2015 | GI-610 | 0,9 | Xoc amb objecte o animal | Irrupció animal en calçada | - | - | 4680312.99 | 513177.87 | 1 |
| 11.01.2017 10.11.2017 | GI-610 | 1,1 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4680433.04 | 513134.72 | 2 |
| 25.07.2017 | GI-610 | 1,2 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4680570.70 | 513085.38 | 1 |
| 22.07.2016 09.08.2017 | GI-610 | 1,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4680833.55 | 512989.35 | 2 |
| 14.11.2013 21.06.2015 | GI-610 | 2,0 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4681311.19 | 512817.22 | 2 |
| 28.11.2016 | GI-610 | 2,4 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4681661.63 | 512689.14 | 1 |
| 10.09.2011 23.05.2012 14.12.2013 28.11.2014 15.10.2016 25.05.2017 16.09.2017 | GI-610 | 2,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | 2 | 4681774.37 | 512650.02 | 7 |
| 10.03.2016 | GI-610 | 2,8 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4682005.65 | 512565.37 | 1 |
| 31.10.2017 | GI-610 | 2,9 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4682148.98 | 512514.48 | 1 |
| 27.10.2013 04.10.2015 | GI-610 | 3,0 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | 1 | 4682239.57 | 512481.26 | 1 |
| 27.06.2015 | GI-610 | 3,2 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4682441.85 | 512409.72 | 1 |
| 14.10.2011 25.07.2012 07.11.2017 | GI-610 | 3,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4682715.61 | 512311.20 | 3 |
| 03.05.2013 | GI-610 | 3,8 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | 1 | 4682968.12 | 512216.35 | 1 |
| 16.07.2015 | GI-610 | 3,9 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4683081.71 | 512176.36 | 1 |
| 03.12.2014 29.10.2017 15.01.2018 | GI-610 | 4,0 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4683195.23 | 512135.27 | 3 |
| 08.12.2014 | GI-610 | 4,5 | Xoc amb objecte o animal | Irrupció animal en calçada | - | - | 4683632.88 | 511959.63 | 1 |
| 09.01.2011 | GI-610 | 4,8 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4683842.54 | 511784.12 | 1 |
| 05.01.2011 30.09.2011 21.10.2013 21.11.2014 13.08.2015 22.10.2016 | GI-610 | 5,0 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4683966.65 | 511585.40 | 6 |
| 16.11.2014 | GI-610 | 5,2 | Xoc amb objecte o animal | Irrupció animal en calçada | - | - | 4684040.54 | 511379.69 | 1 |
| 13.12.2014 | GI-610 | 5,5 | Xoc amb objecte o animal | Irrupció animal en calçada | - | - | 4684105.19 | 511183.22 | 1 |
| 13.05.2015 | GI-610 | 5,6 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4684152.11 | 511046.97 | 1 |
| 02.04.2016 | GI-610 | 5,8 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4684207.55 | 510871.15 | 1 |
| 05.10.2011 13.07.2013 | GI-610 | 6,0 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4684269.07 | 510689.29 | 2 |
| 25.03.2016 19.12.2011 | GI-610 | 6,2 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4684331.52 | 510506.36 | 1 |
| 19.12.2011 | GI-610 | 6,9 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | 1 | 4684554.72 | 509824.41 | 1 |
| 09.06.2012 25.08.2012 09.02.2016 | GI-610 | 7,0 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4684581.03 | 509743.03 | 3 |
| 14.01.2017 | GI-610 | 7,4 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4684717.66 | 509381.92 | 1 |
| 16.11.2013 10.07.2016 | GI-610 | 7,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4684763.22 | 509297.81 | 2 |
| 07.08.2016 | GI-610 | 7,6 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4684823.41 | 509184.12 | 1 |
| 21.06.2015 09.07.2016 | GI-610 | 7,8 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | 2 | 4684919.20 | 509006.07 | 2 |
| 11.02.2011 22.02.2011 17.03.2012 28.09.2014 20.11.2014 22.08.2015 | GI-610 | 8,0 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | 1 | 4685009.73 | 508835.21 | 6 |
| 24.11.2011 01.11.2013 31.08.2016 20.08.2017 | GI-610 | 8,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | 1 | 4685219.77 | 508442.41 | 4 |
| 01.06.2017 | GI-610 | 8,6 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4685288.32 | 508315.03 | 1 |
| 15.01.2016 | GI-610 | 8,7 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4685347.88 | 508201.16 | 1 |
| 16.08.2011 | GI-610 | 8,8 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | 1 | 4685411.17 | 508084.39 | 1 |
| 01.11.2013 28.04.2016 21.12.2016 | GI-610 | 8,9 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4685441.49 | 508025.12 | 3 |
| 04.01.2011 11.05.2012 31.10.2013 01.06.2016 23.08.2016 23.07.2017 07.10.2017 18.12.2017 | GI-610 | 9,0 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | 1 | 4685476.09 | 507959.01 | 8 |

Figura 62. Nombre d'accidents de la via GI-610 en el període gener de 2011 - febrer de 2018, entre altres dades. Elaboració: pròpia.

Connectivitat ecològica i paisatgística del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà

| DATA | VIA | PK | CAUSA ACCIDENT | TIPUS ACCIDENT | F. GREUS | F. LLEUS | LATITUD | LONGITUD | NOMBRE ACCIDENTS PK |
|--------------------------|----------|-----|----------------------------|--------------------------|----------|----------|------------|-----------|---------------------|
| 24/11/2015 30/09/2017 | GIV-6102 | 1,0 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4680845.03 | 510859.09 | 2 |
| 28/07/2012 | GIV-6103 | 2,8 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4681717.38 | 510082.85 | 1 |
| 21/02/2015 | GIV-6103 | 3,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4681144.92 | 509711.66 | 1 |
| 17/06/2016 | GIV-6103 | 4,0 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4680905.77 | 509641.00 | 1 |
| 28/09/2015 | GIV-6103 | 5,0 | Irrupció animal en calçada | Caiguda a la via | - | 1 | 4680485.58 | 508860.69 | 1 |

Figura 63. Nombre d'accidents que hi ha hagut en les vies GIV-6102 i GIV-6103 en el període gener de 2011 - febrer de 2018, entre altres dades. Elaboració: pròpia.

| DATA | VIA | PK | CAUSA ACCIDENT | TIPUS ACCIDENT | F. GREUS | F. LLEUS | LATITUD | LONGITUD | NOMBRE ACCIDENTS PK |
|--|----------|------|----------------------------|----------------------------|----------|----------|------------|-----------|---------------------|
| 09/01/2018 16/12/2017 | GIV-6216 | 0,8 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4671835.89 | 506889.93 | 2 |
| 23/03/2013 04/01/2013 | GIV-6216 | 1 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4672024.21 | 506914.18 | 2 |
| 04/03/2015 | GIV-6216 | 1,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4672513.98 | 506976.59 | 1 |
| 16/11/2011 | GIV-6216 | 1,7 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4672701.33 | 506998.48 | 1 |
| 12/01/2017 | GIV-6216 | 1,9 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4672962.96 | 507034.34 | 1 |
| 01/12/2013 25/01/2013 04/11/2012 14/12/2011 12/11/2011 | GIV-6216 | 2 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4673019.55 | 507039.20 | 5 |
| 18/01/2017 11/08/2015 09/06/2015 14/06/2017 | GIV-6216 | 2,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4673543.58 | 507203.92 | 4 |
| 26/07/2013 15/08/2011 | GIV-6216 | 3 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4673951.25 | 507307.27 | 2 |
| 10/04/2012 | GIV-6216 | 3,1 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4674126.12 | 507314.32 | 1 |
| 13/11/2016 | GIV-6216 | 3,3 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4674351.38 | 507258.32 | 1 |
| 02/03/2016 03/01/2013 | GIV-6216 | 4 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4674928.67 | 507154.89 | 2 |
| 24/09/2017 | GIV-6216 | 4,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4675373.25 | 506938.74 | 1 |
| 11/01/2015 | GIV-6216 | 5,2 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4676051.48 | 506751.70 | 1 |
| 18/10/2011 | GIV-6216 | 5,8 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4676520.11 | 506534.52 | 1 |
| 05/01/2014 | GIV-6216 | 6,3 | Xoc amb objecte o animal | Irrupció animal en calçada | - | - | 4676905.10 | 506372.44 | 1 |
| 23/01/2017 | GIV-6216 | 9,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4671334.10 | 506829.80 | 1 |
| 06/04/2014 08/10/2013 11/02/2013 | GIV-6216 | 10 | Xoc amb objecte o animal | Irrupció animal en calçada | - | - | 4671879.40 | 506889.95 | 3 |
| 18/07/2013 | GIV-6216 | 10,3 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | 1 | 4672228.03 | 506914.18 | 1 |
| 13/09/2011 | GIV-6216 | 10,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | 1 | 4672372.99 | 506950.55 | 1 |
| 14/11/2017 13/02/2016 | GIV-6216 | 11,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4673347.24 | 507105.08 | 2 |
| 28/12/2016 | GIV-6216 | 12 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4673818.71 | 507317.56 | 1 |
| 13/12/2016 | GIV-6216 | 14 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4675696.24 | 506882.51 | 1 |
| 04/02/2017 27/08/2016 04/02/2016 | GIV-6216 | 14,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4676157.77 | 506697.26 | 3 |
| 14/11/2015 | GIV-6216 | 15,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4677070.87 | 506266.54 | 1 |
| 14/02/2018 | GIV-6217 | 1,8 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4669676.25 | 504892.02 | 1 |
| 14/06/2017 | GIV-6217 | 2,5 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4669931.94 | 505523.09 | 1 |

Figura 64. Nombre d'accidents que hi ha hagut en les vies GIV-6216 i GIV-6217 en el període gener de 2011 - febrer de 2018, entre altres dades. Elaboració: pròpia.

| DATA | VIA | PK | CAUSA ACCIDENT | TIPUS ACCIDENT | F. GREUS | F. LLEUS | LATITUD | LONGITUD | NOMBRE ACCIDENTS PK |
|--------------------------|----------|------|----------------------------|--------------------------|----------|----------|---------|-----------|---------------------|
| 17.11.2013 09.01.2013 | GIV-6303 | 1,00 | Irrupció animal en calçada | Xoc amb objecte o animal | - | - | 4669804 | 507000,77 | 2 |

Figura 65. Nombre d'accidents que hi ha hagut en la via GIV-6303 en el període gener de 2011 - febrer de 2018, entre altres dades. Elaboració: pròpia.

ANNEX 4 - FITXES DESCRIPTIVES DELS PASSOS DE FAUNA

| Viaducte de la Mugueta | |
|---|---|
| Fotografia |  <p style="text-align: center;">ESTRUCTURA ACTUAL</p> <p><i>Imatge 1. Viaducte de la Mugueta.</i> Autor: Minuartia. Extret de l'<i>Inventari d'estructures de connectivitat a la xarxa viària catalana (memòria actualitzada, 2014)</i>. http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/eines/inventari_xarxa_viaria/inventari_passos_fauna_cat_2012.pdf</p> |
| Descripció (característiques principals) | <p>Aquest viaducte es troba a la carretera vella de Roses i va ser construït l'any 2004. El material de la base és el substrat natural cobert per vegetació herbàcia, la vegetació de l'entorn està composta per conreus herbacis extensius, bosc i ribera. Els usos de l'entorn són agrícoles i a 90 metres d'aquest pas de fauna hi ha edificacions.</p> <p>Hi ha presència temporal d'aigua.</p> <p>La mida d'aquesta infraestructura és de 36 m d'amplada i 10 m de longitud. L'accés al viaducte no té pendent.</p> |
| Estat de conservació |  <p><i>Imatge 2. Estat actual del viaducte de la Mugueta.</i> Autor: Daniel Bejarano.</p> |



Imatge 3. Basses d'aigua a la Mugueta. Autor: Daniel Bejarano.

Basses de la riera de la Mugueta mostren que la gran crescuda de la Muga -i dels seus afluents- (28 de novembre de 2018) va fer que entrés aigua pels tubs de la mota que separa el riu Muga de l'inici d'aquesta riera. En el treball de camp és va poder percebre l'alçada que va assolir l'aigua en aquest tram, aproximadament 1,5 metres.



Imatge 4. Petjada d'ungulat a la riera de la Mugueta.

Autor: Daniel Bejarano.

En aquest pas de fauna es van trobar nombroses petjades d'ungulats, pertanyents totes aquestes al porc senglar. Això demostra doncs que és un pas de fauna òptim per a la dispersió de les espècies quan aquest no porta un gran cabal d'aigua, fet que succeeix molt esporàdicament.

Les basses mostrades en la fotografia anterior mostren també que poden ser un hàbitat òptim per albergar amfibis i insectes aquàtics.

| | |
|----------------------------|-------------------------|
| Situació geogràfica (X, Y) | X: 506981 Y: 4678417 |
|----------------------------|-------------------------|

Figura 66. Fitxa del viaducte de la Mugueta. Elaboració: pròpia.

| Pas inferior específic per a la fauna I | |
|---|---|
| Fotografia |  <p><i>Imatge 5. Pas inferior específic per a la fauna I. Autor: Minuartia. Extret de l'Inventari d'estructures de connectivitat a la xarxa viària catalana (memòria actualitzada, 2014). http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/eines/inventari_xarxa_viaria/inventari_passos_fauna_cat_2012.pdf</i></p> |
| Descripció (característiques principals) | <p>Pas inferior específic per a la fauna construït l'any 2004. Aquest pas inferior està ubicat a la C-260 (al tram Castelló d'Empúries – Empuriabrava) i va ser construït l'any 2004. El material de la base és el substrat natural, la vegetació de l'entorn és herbàcia amb conreus herbacis extensius i arbres procedents de revegetació com alzines, freixes i tamarius. Els usos de l'entorn són agrícoles i a 150 metres de la infraestructura hi ha edificacions.</p> <p>La mida d'aquest pas de fauna és de 7 metres d'amplada, 39 m de longitud i 3,5 m d'alçada. L'accés al pas de fauna no té pendent.</p> <p>Tal com s'observa en la fotografia hi ha un tancament perimetral ajustat a la boca de la infraestructura per tal de dirigir la fauna cap a l'interior d'aquesta i que no hi hagi perill del fet que aquesta travessi la carretera per dalt.</p> <p>Minuartia (2010) mitjançant trampeig fotogràfic i bandes de pols de marbre i de substrat natural preparat va observar i analitzar les mostres registrant llebres europees, guineus, teixons, genetes, perdiu roja i altres micromamífers varen fer ús del pas de fauna.</p> |

Estat de conservació



Imatge 6. Tanca perimetral del pas inferior específic per a fauna I.
Autor: Daniel Bejarano.

En aquesta fotografia s'observa la tanca que ressegueix la C-260 en el tram Empuriabrava-Castelló d'Empúries on està ubicada la bateria de passos de fauna composta pels passos inferiors específics per a la fauna I, II i III. Aquestes tanques condueixen els animals cap als passos i impedeixen o dificulten que travessi la carretera per dalt.



Imatge 7. Visió general de l'estat de conservació del pas específic per a la fauna I. Autor: Daniel Bejarano.

La vegetació no impedeix la dispersió de les espècies que han utilitzat aquest pas per travessar la C-260, ja que es tracta en la seva majoria de grans mamífers.

| | |
|----------------------------|---|
| |  <p><i>Imatge 8.</i> Abocament il·legal de deixalles. Autor: Daniel Bejarano.</p> <p>Aquest abocament encara que sigui de reduïdes dimensions altera la qualitat de la infraestructura.</p> |
| Situació geogràfica (X, Y) | X: 507258 Y: 4678359 |

Figura 67. Fitxa del pas inferior específic per a la fauna I. Elaboració: pròpia.

| Pas inferior específic per a la fauna II | |
|--|--|
| Fotografia |  <p><i>Imatge 9. Pas inferior específic per a la fauna II. Autor: Minuartia. Extret de l'Inventari d'estructures de connectivitat a la xarxa viària catalana (memòria actualitzada, 2014). http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/eines/inventari_xarxa_viaria/inventari_passos_fauna_cat_2012.pdf</i></p> |
| Descripció (característiques principals) | <p>Pas inferior específic per a la fauna construït l'any 2004. Aquest pas inferior està ubicat a la C-260. El material de la base és el substrat natural, la vegetació de l'entorn és herbàcia amb conreus herbacis extensius i arbres procedents de revegetació com alzines, freixes i tamarius. Els usos de l'entorn són agrícoles i a 90 metres hi ha edificacions.</p> <p>La mida d'aquest pas de fauna és de 35 metres de longitud, 7 m d'amplada i 3,5 m d'alçada. L'accés al pas de fauna no té pendent.</p> <p>Tal com s'observa en la fotografia hi ha un tancament perimetral ajustat a la boca de la infraestructura.</p> <p>Minuartia (2010) mitjançant trampeig fotogràfic i bandes de pols de marbre i de substrat natural preparat va observar i analitzar les mostres registrant llebres europees, guineus, anurs, collverds, perdiu roja i micromamífers.</p> |


| | |
|-----------------------------------|---|
| <p>Estat de conservació</p> |  <p><i>imatge 10. Estat de conservació del pas específic per a la fauna II.</i> Autor: Daniel Bejarano.</p> <p>Està en bon estat, com en l'anterior, la vegetació que creix – comunitats herbàcies i grups de canyes- no impedeixen la dispersió de les espècies, ja que la majoria que utilitzen aquest pas de fauna són micro, mitjans i grans mamífers que no els hi afecta aquest tipus de vegetació baixa. No obstant això, es necessita un cert manteniment perquè aquesta vegetació no suposi en un futur una barrera per a les espècies.</p> |
| <p>Situació geogràfica (X, Y)</p> | <p>X: 507240 Y: 4678317</p> |

Figura 68. Fitxa del pas inferior específic per a la fauna II. Elaboració: pròpia.

| Pas inferior específic per a la fauna III | |
|---|--|
| Fotografia |  <p>Imatge 11. Pas inferior específic per a la fauna III. Autor: Minuartia. Extret de l'Inventari d'estructures de connectivitat a la xarxa viària catalana (memòria actualitzada, 2014). http://mediambient.gencat.cat/web/content/home/ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/eines/inventari_xarxa_viaria/inventari_passos_fauna_cat_2012.pdf</p> |
| Descripció (característiques principals) | <p>Pas inferior específic per a la fauna construït l'any 2004. Aquest pas inferior està ubicat a la C-260. El material de la base és el substrat natural, la vegetació de l'entorn és herbàcia amb conreus herbacis extensius i arbres procedents de revegetació com alzines, freixes i tamarius. Els usos de l'entorn són agrícoles i a 40 metres hi ha edificacions.</p> <p>La mida d'aquest pas de fauna és de 33 metres de longitud, 7 m d'amplada i 3,5 m d'alçada. L'accés al pas de fauna no té pendent.</p> <p>Tal com s'observa en la fotografia hi ha un tancament perimetral ajustat a la boca de la infraestructura.</p> <p>Minuartia (2010) mitjançant trampeig fotogràfic i bandes de pols de marbre i de substrat natural preparat va observar i analitzar les mostres registrant llebres europees, guineus, teixons, genetes, collverds, perdiu roja i altres micromamífers varen fer ús del pas de fauna.</p> |

| | |
|-----------------------------------|---|
| <p>Estat de conservació</p> |  <p>Imatge 12. Estat de conservació del pas inferior específic per a fauna III. Autor: Daniel Bejarano.</p> <p>L'estat de conservació és bo, cal dir que és possible que s'utilitzi també com un pas de maquinària, s'observa una zona més clara, fruit de l'empremta que ha deixat el pas d'algun vehicle pesant sobre les comunitats herbàcies. Aquesta utilització no ecològica del pas de fauna es deu que a banda i banda del pas de fauna es troben camps de cultiu.</p>  <p>Imatge 13. Abocament il·legal del pas inferior específic per a fauna III. Autor: Daniel Bejarano.</p> <p>En aquesta imatge es pot observar un abocament il·legal de deixalles de petites dimensions situat a l'interior del pas de fauna, no dificulta la dispersió, però sí que altera la qualitat d'aquesta infraestructura. Es considera que els Agents rurals haurien de fer una revisió mensual de l'estat dels passos de fauna i en cas d'observar aquest tipus d'abocaments denunciar-los a l'òrgan competent per a obrir una investigació que acabi amb aquest tipus d'incivisme.</p> |
| <p>Situació geogràfica (X, Y)</p> | <p>X: 507215 Y: 4678276</p> |

Figura 69. Fitxa del pas inferior específic per a la fauna III. Elaboració: pròpia.



| Pas inferior específic per a la fauna IV | |
|--|---|
| Fotografia |  <p>imatge 14. Pas inferior específic per a la fauna IV. Autor: Minuartia. Extret de l'Inventari d'estructures de connectivitat a la xarxa viària catalana (memòria actualitzada, 2014). http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/eines/inventari_xarxa_viaria/inventari_passos_fauna_cat_2012.pdf</p> |
| Descripció (característiques principals) | <p>Pas inferior específic per a la fauna construït el 1998. Aquest pas inferior està ubicat a la C-260 en la connexió amb la GI-614. El material de la base és de formigó, la vegetació de l'entorn està formada per canyissar, tamarigar i salicornar. Els usos de l'entorn són els aiguamolls.</p> <p>El pas de fauna està dividit en dos calaixos que conjuntament mesuren 28 metres de longitud, 10,50 m d'amplada i 2 m d'alçada. L'accés al pas de fauna no té pendent i temporalment pot haver-hi presència d'aigua.</p> <p>Pas de fauna situat a l'interior de la Reserva Natural Integral dels Estanys. Secció de carretera amb mota de terra al costat nord de la via i pantalla acústica al costat sud, per reduir els impactes de la carretera sobre la fauna.</p> <p>Tal com s'observa en la fotografia hi ha tancament perimetral metàl·lic continu, existent en el tram de via.</p> <p>Minuartia (2002 i 2011) mitjançant trampeig fotogràfic i bandes de pols de marbre va registrar guineus, teixons, senglars, llúdrigues, anurs, ofidis i micromamífers.</p> |
| Estat de conservació | Sense dades, ja que està situat dins de la RNI del Estanys i està prohibit el pas. |
| Situació geogràfica (X, Y) | X: 510795 Y: 4679749 |

Figura 70. Fitxa del pas inferior específic per a la fauna IV. Elaboració: pròpia.

| Passos per a amfibis I | |
|--|--|
| Fotografia |  <p><i>imatge 15. Passos per a amfibis I. Autor: Minuartia. Extret de l'Inventari d'estructures de connectivitat a la xarxa viària catalana (memòria actualitzada, 2014). http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/eines/inventari_xarxa_viaria/inventari_passos_fauna_cat_2012.pdf</i></p> |
| Descripció (característiques principals) | <p>Aquest pas per a amfibis està situat a la carretera C-260 i va ser construït l'any 1998. El material de la base és de formigó, la vegetació de l'accés és herbàcia i la de l'entorn són cultius herbacis, canyissars i salicornar. Els usos de l'entorn són cultius, pastures, canals de drenatge i aiguamolls.</p> <p>La fotografia anterior és d'un dels dos calaixos que constitueixen la bateria d'onze passos per a amfibis existent entre els PK 39+550 i 40+840 de la carretera C-68. Els calaixos tenen entre 32 i 34,5 metres de longitud i 1 m d'amplada per 1 m d'alçada. L'accés al pas per a amfibis no té pendent.</p> <p>Els nou passos restants estan constituïts per 9 tubs d'entre 28 i 33,5 metres de longitud i 0,8 m de diàmetre.</p> <p>El conjunt d'aquests passos està envoltat per una tanca perimetral.</p> |

| | |
|-----------------------------------|---|
| <p>Estat de conservació</p> |  <p><i>Imatge 16. Un dels dos calaixos que formen part de la bateria d'onze passos per a amfibis. Autor: Daniel Bejarano.</i></p> <p>Aquest és l'estat actual de conservació d'un dels dos dels calaixos que formen la bateria d'onze passos de fauna descrit anteriorment a les característiques. S'observa una entrada molt atapeïda de vegetació herbàcia, aquest fet pot afectar lleugerament a la dispersió d'espècies de mida reduïda; no obstant això, allò que redueix més la dispersió és que la boca de l'altre extrem del pas de fauna quasi no es pot percebre per la vegetació que hi creix, això crea en algunes espècies inseguretats, ja que no veuen el final. A més a l'entrada fotografia hi havia presència de deixalles, tal com plàstics i llaunes de refrescos.</p> |
| <p>Situació geogràfica (X, Y)</p> | <p>X: 510518 Y: 4679512</p> |

Figura 71. Fitxa dels passos per a amfibis I. Elaboració: pròpia.

| Passos per a amfibis II | |
|--|--|
| Fotografia |  <p><i>imatge 17. Passos per a amfibis II. Autor: Minuartia. Extret de l'Inventari d'estructures de connectivitat a la xarxa viària catalana (memòria actualitzada, 2014). http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/eines/inventari_xarxa_viaria/inventari_passos_fauna_cat_2012.pdf</i></p> |
| Descripció (característiques principals) | <p>Passos per a amfibis construït l'any 2003. Aquest pas per a amfibis està situat a la carretera GIV-6216. El material de la basa és formigó, la vegetació de l'accés és herbàcia i bardissa, la vegetació de l'entorn són cultius herbacis i fruiterars. Els usos de l'entorn són cultius, edificacions i canals de drenatge.</p> <p>El pas per a amfibis està dividit en dos tubs de 9 metres de longitud i 0,50 m de diàmetre cadascun. L'accés al per a amfibis no té pendent.</p> <p>Tal com es veu en la fotografia hi ha una estructura de guia per a amfibis discontinua.</p> |
| Estat de conservació | Sense dades no ha sigut trobat. |
| Situació geogràfica (X, Y) | No s'ha pogut localitzar. |

Figura 72. Fitxa dels passos per a amfibis II. Elaboració: pròpia.

| Passos per a amfibis III | |
|--|---|
| Fotografia |  <p><i>Imatge 18. Passos per a amfibis III. Autor: Minuartia. Extret de l'Inventari d'estructures de connectivitat a la xarxa viària catalana (memòria actualitzada, 2014). http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/eines/inventari_xarxa_viaria/inventari_passos_fauna_cat_2012.pdf</i></p> |
| Descripció (característiques principals) | <p>Passos per a amfibis construït l'any 2003. Aquest pas per a amfibis està situat a la carretera GIV-6216. El material de la basa és formigó, la vegetació de l'accés és herbàcia i bardissa, la vegetació de l'entorn són cultius herbacis i fruiterars. Els usos de l'entorn són cultius, edificacions i canals de drenatge.</p> <p>El pas per a amfibis està dividit en dos tubs de 9 metres de longitud i 0,50 m de diàmetre cadascun. L'accés al pas de fauna per a amfibis no té pendent.</p> <p>Tal com es veu en la fotografia hi ha una estructura de guia per a amfibis, que és discontinua.</p> |
| Estat de conservació |  <p><i>Imatge 19. Estructura de la guia per a amfibis del pas de fauna del PK 5+150 de la GIV-6216. Autor: Daniel Bejarano.</i></p> <p>Aquesta estructura serveix per guiar la direcció en què han d'anar els amfibis per travessar la carretera; a part de guia, és</p> |

| | |
|----------------------------|---|
| | útil per a que aquestes espècies no siguin atropellades en especial en les seves migracions per reproducció. L'estat de conservació d'aquestes estructures és bona. |
| Situació geogràfica (X, Y) | X: 506823 Y: 4675947 |

Figura 73. Fitxa dels passos per a amfibis III. Elaboració: pròpia.


| Possible pas per a amfibis i micromamífers (GI-8562) | |
|--|---|
| <p>Fotografia</p> |  <p><i>Imatge 20. Possible pas per a amfibis i micromamífers (GI-8562). Autor: Daniel Bejarano.</i></p> |
| <p>Descripció (característiques principals)</p> | <p>Possible pas per a amfibis i micromamífers. En una banda del tub hi ha conreus i en l'altra una petita mota amb un pendent suau, tot just després hi ha presència de canyissars que forma part de la comunitat vegetal de ribera del riu Muga. El tub té un diàmetre aproximat d'uns 40 centímetres i una longitud d'uns 26 metres.</p> <p>Aquest tub travessa la carretera GI-8562 que connecta Empuriabrava amb Castelló d'Empúries.</p> <p>El material del tub és el plàstic, el qual està cobert per una estructura de formigó, abans d'entrar al tub també hi ha la presència d'una petita plataforma de formigó. La vegetació que hi ha present a les dues entrades és de caràcter herbaci.</p> <p>Cal destacar que des de la boca del tub es veu el final d'aquest.</p> |
| <p>Estat de conservació</p> | <p>No hi ha cap estructura de guia per als amfibis o micromamífers que puguin utilitzar aquest tub com a pas de fauna, tampoc cap valla amb xarxa baixa que pugui impedir que les espècies creuin la carretera. No obstant, l'estat de conservació d'aquest possible pas de fauna és bo, ja que no hi ha presència de deixalles.</p> |
| <p>Situació geogràfica (X, Y)</p> | <p>X: 507153 Y: 4678174</p> |

Figura 74. Fitxa del possible pas per a amfibis i micromamífers (GI-8562). Elaboració: pròpia.


| Possible pas per a espècies aquàtiques (rec del Mig) | |
|--|--|
| Fotografia |  <p><i>Imatge 21. Possible pas per a espècies aquàtiques (rec del Mig). Autor: Daniel Bejarano.</i></p> |
| Descripció (característiques principals) | <p>Possible pas per a espècies aquàtiques en la desembocadura del rec del Mig en l'illa Gran. Aquesta estructura té una amplada d'uns 10 metres i una longitud d'uns 30 metres.</p> <p>El rec del Mig passa per sota de la C-68.</p> |
| Estat de conservació | <p>L'estat de conservació és bo. El que pot impedir la contínua funció de connector d'aquesta estructura per a les espècies aquàtiques són les comportes presents al final d'aquest rec, que en èpoques d'estiatge poden romandre tancades perquè els estanys de la Reserva Natural Integral dels Estanys puguin mantenir un cert nivell d'aigua durant l'estiu.</p> |
| Situació geogràfica (X, Y) | <p>X: 510795 Y: 4679749</p> |

Figura 75. Fitxa del possible pas per a espècies aquàtiques (rec del Mig). Elaboració: pròpia.

| Possible pas per a espècies aquàtiques (rec Madral) | |
|---|--|
| Fotografia |  <p><i>imatge 22. Possible pas específic per a espècies aquàtiques (rec Madral). Autor: Daniel Bejarano.</i></p> |
| Descripció (característiques principals) | <p>Possible pas per a espècies aquàtiques en la desembocadura del rec Madral en l'illa Gran.</p> <p>El rec Madral passa per sota de la C-68.</p> |
| Estat de conservació | <p>L'estat de conservació és correcte. No obstant això, hi ha un nombre elevat d'amarradors, que en època d'estiu, amb la sortida i entrada de vaixells poden tenir un cert envers les espècies aquàtiques que puguin utilitzar aquest pas de fauna, en la connexió entre el rec Madral, l'illa Gran i el sector marí de la platja de la Rovina.</p> |
| Situació geogràfica (X, Y) | <p>X: 511015 Y: 4679948</p> |

Figura 76. Fitxa del possible pas per a espècies aquàtiques (rec Madral). Elaboració: pròpia.