

Coordinació del projecte de Seguiment d'Ocells Comuns a Catalunya (SOCC) i elaboració d'indicadors ambientals basats en el seguiment d'ocells

Informe 2013



Institut Català d'Ornitologia



Coordinació del projecte de Seguiment d'Ocells Comuns a Catalunya (SOCC) i elaboració d'indicadors ambientals basats en el seguiment d'ocells. 2013.

Memòria de resultats

1. INTRODUCCIÓ GENERAL	3
2. EL SEGUIMENT D'OCELLS COMUNS A CATALUNYA (SOCC)	4
2.1. Introducció al SOCC	4
2.2. El protocol de treball bàsic del programa SOCC	5
2.3. Tasques de coordinació durant l'any 2013	5
2.4. Tasques de compilació de dades d'altres seguiments durant l'any 2013	8
3. INDICADORS BASATS EN EL SEGUIMENT D'OCELLS	10
3.1. Metodologia emprada per a l'obtenció d'indicadors	11
3.1.1. Fonts de dades	11
3.1.2. Càlcul de tendències de les poblacions d'ocells comuns nidificants	12
3.1.3. Avaluació dels canvis en la població de les espècies	12
3.1.4. Avaluació dels canvis en el grau d'amenaça de les espècies	14
4. INDICADORS DE L'ESTAT DE LES POBLACIONS D'OCELLS	15
4.1. Indicador dels ocells comuns autòctons	15
4.2. Indicador dels ocells exòtics	15
4.3. Indicadors de les espècies incloses en l'annex I de la Directiva Aus	16
5. INDICADORS DE L'ESTAT DELS SISTEMES NATURALS	19
5.1. Indicadors d'estat dels hàbitats	19
5.2. Indicadors agrícoles a la Plana de Lleida	21
5.3. Indicadors d'estat de terra baixa, muntanya mitjana i alta muntanya	23
6. INDICADORS DELS EFECTES DELS FACTORS DE CANVI DEL MEDI NATURAL EN ELS OCELLS	25
6.1. Indicadors dels efectes del canvi climàtic	25
6.2. Indicadors dels efectes de l'aforestació	26
6.3. Exploració d'indicadors per mesurar dels efectes de la fragmentació de l'hàbitat	28
6.4. Síntesi de les principals forces de canvi ambiental	29
7. TENDÈNCIES TEMPORALS DELS INDICADORS AL SISTEMA D'ESPais NATURALS PROTEGITS DE CATALUNYA	30
7.1. Indicador forestal en espais naturals protegits	31
7.2. Indicador agrícola en espais naturals protegits	32
7.3. Indicador de zones obertes naturals en espais naturals protegits	33
7.4. Indicador de zones estèpiques en espais naturals protegits	34
8. RECERCA	36
9. TRANSFERÈNCIA	37
10. CONCLUSIONS GENERALS	38
11. PROPOSTES DE FUTUR	40
REFERÈNCIES	41
ANNEX I. TENDÈNCIES DE TOTES LES ESPÈCIES UTILITZADES EN L'INFORME, ORÍGEN DE LES DADES I INDICADORS EN ELS QUE S'UTILITZA CADA UNA	44

ANNEX II. ESPÈCIES DE L'ANNEX I DE LA DA UTILITZADES EN EL CÀLCUL DEL RLI.....	56
ANNEX III. ESPÈCIES UTILITZADES EN EL CÀLCUL DELS INDICADORS DELS EFECTES DE CANVI	58
ANNEX IV. ARTICLE SOBRE INDICADORS D'EFECTES DE CANVI A LA REVISTA <i>ECOLOGICAL INDICATORS</i>	61

1. Introducció general

El seguiment temporal de l'estat de la biodiversitat és una de les qüestions destacades de les polítiques ambientals i permet identificar tendències en la dinàmica dels sistemes naturals, tot proveint a la societat, una potent eina en el procés de presa de decisions, tant per a la diagnosi de l'estat de conservació dels sistemes naturals com per a l'avaluació de les accions que s'emprenen des de l'administració o dels canvis esdevinguts a causa de la dinàmica socioeconòmica del país. A Catalunya, el seguiment de la biodiversitat s'enmarca dins l'Estratègia de biodiversitat que representa un desplegament en clau local dels Objectius d'Aichi, aprovats l'any 2010 a Nagoya, durant la cimera de les Nacions Unides sobre biodiversitat, objectius detallats tant en el Conveni per a la diversitat biològica de les Nacions Unides com en l'Estratègia de la Unió Europea per a la biodiversitat fins al 2020.

Malgrat aquestes consideracions, són pocs els grups biològics que poden ser, a efectes pràctics, monitoritzats adequadament. Els ocells conjuguen dues característiques que les fa el grup òptim per al seguiment a llarg termini en escales territorials grans. D'una banda, gaudeixen d'un ampli grup d'aficionats a la seva observació. D'una altra banda, la seva mobilitat i adaptabilitat fa que responguin d'una manera ràpida i clara als canvis en el medi. Aquestes dues circumstàncies fan que els ocells siguin, sens dubte, el grup on amb més èxit s'han pogut promoure projectes de seguiment a llarg termini que cobreixin àmpliament el territori i generin eines útils per a la gestió de la biodiversitat.

A Catalunya en els darrers anys han anat sorgint diverses iniciatives de seguiment d'ocells a llarg termini. D'una banda hi ha dues iniciatives promogudes des de fa més de deu anys per la Generalitat de Catalunya i l'Institut Català d'Ornitologia; el programa de Seguiment d'Ocells Comuns a Catalunya (SOCC) i la xarxa d'estacions d'anellament d'esforç constant (SYLVIA). D'altra banda, des de diferents institucions també es realitzen de manera periòdica programes de monitoratge restringits a determinades àrees protegides de difícil accés pels voluntaris, o a determinades espècies altament sensibles per la seva escassetat i interès de conservació. Tot aquest volum de dades generades en els diferents seguiments d'ocells permet elaborar tendències a llarg termini que, degudament estandarditzades es poden combinar entre sí per tal de generar periòdicament indicadors multiespecífics que ens donen informació sobre l'estat del medi natural.

Els dos objectius d'aquesta memòria són:

- 1) Explicar les tasques de coordinació del SOCC, així com de recopilació de dades d'altres projectes de seguiment d'ocells realitzada tant per l'ICO com per altres institucions durant l'any 2013.
- 2) Elaborar, a partir dels resultats del SOCC i d'altres programes de seguiment, indicadors robustos sobre l'evolució de les poblacions de les espècies d'ocells, els sistemes naturals i els factors de canvi sobre la biodiversitat a Catalunya.

2. El Seguiment d'Ocells Comuns a Catalunya (SOCC)

El SOCC és un dels projectes de seguiment que aporta un major gruix d'informació per elaborar indicadors que avaluen l'estat de la biodiversitat a Catalunya. Aquest motiu i el fet que l'ICO ha assumit des del seu inici la coordinació del projecte, fan que en aquesta memòria es doni especial èmfasi al SOCC i se'n mostrin tant els seus conceptes bàsics com les tasques de coordinació realitzades el 2013.

2.1. Introducció al SOCC

Els projectes de seguiment d'ocells en general i, de manera particular, els projectes de seguiments d'ocells comuns són una de les eines més adequades per a l'elaboració d'indicadors que ens donin informació sintètica de l'estat del medi ambient i de la resposta general dels organismes als canvis globals i concrets que s'estan produint en el nostre entorn (Gregory & van Strien 2010). A diferència de les espècies d'ocells escasses, normalment molt emblemàtiques, els ocells comuns no acostumen a estar subjectes a mesures de conservació específica que poden portar confusió a l'hora d'interpretar els canvis temporals observats. A més, els ocells comuns són els que més fàcilment poden ser monitoritzats en projectes de voluntariat duts a terme per aficionats a l'ornitologia. Per tot això, la major part d'indicadors que es desenvolupen arreu són extrets a partir de les tendències d'ocells comuns. En un context europeu, els programes de seguiment d'ocells comuns es desenvolupen en 25 països i s'integren al Pan-European Common Bird Monitoring Scheme (vegeu www.ebcc.info), gran projecte de recopilació de les dades nacionals que rep el suport de la Comissió Europea i a partir del qual s'elaboren indicadors per a l'EUROSTAT.

El Seguiment d'Ocells Comuns a Catalunya (SOCC) és un projecte a llarg termini que té com objectiu conèixer les tendències temporals de les poblacions d'ocells comuns a Catalunya i, mitjançant aquestes dades, generar indicadors sobre la qualitat del medi. El SOCC és un projecte realitzat a Catalunya des de l'any 2002.

El SOCC és un projecte científic fonamentat en la participació ciutadana. Com a tal, és obert a tots els ornitòlegs que vulguin col·laborar-hi mitjançant la realització de censos d'ocells. Aquests censos es realitzen de forma sistemàtica sobre uns mateixos itineraris de 3 km, subdividits en sis seccions de 500 m cadascuna, que es repeteixen dos cops a la primavera i a l'hivern, ja que el SOCC pretén conèixer les tendències de les poblacions, tant a la temporada de nidificació com a l'hivern.

Durant la temporada de nidificació de l'any 2013 es van dur a terme censos en 285 itineraris i hi van col·laborar 212 ornitòlegs. Aquesta xifra representa un lleu descens respecte l'any 2012, tot i que en el comput global dels darrers anys es pot considerar que la participació s'ha estabilitzat al voltant dels 290-300 itineraris anuals. Cal destacar que durant la primavera de 2013 hi va haver una climatologia particularment adversa que va fer que alguns col·laboradors haguessin de desistir de fer els seus mostratges. En definitiva sembla que, malgrat el descens, el SOCC gaudeix de bona salut i que el volum de participació és molt adequat per tal d'assolir els objectius plantejats. Tot i això la xifra d'enguany ha de donar un toc d'alerta. En aquest sentit, de cara al 2014 s'ha marcat com una prioritat de la coordinació del projecte recuperar els itineraris que no estan actius mirant d'assegurar la bona distribució territorial dels itineraris per tal d'evitar possibles biaixos en l'elaboració dels resultats finals.

2.2. El protocol de treball bàsic del programa SOCC

El protocol de treball bàsic del programa SOCC es pot resumir en els següents punts:

- El SOCC es basa en el transsecte com a mètode per censar els ocells. Durant el cens l'observador anota tots els ocells que va detectant, ja sigui visualment o auditivament, al llarg d'un itinerari de 3 km.
- El SOCC és un projecte que permet estudiar tant les poblacions nidificants com les que són presents a l'hivern. Per aquest motiu, cada any es fan 2 censos en cada estació. El primer cens de primavera es pot fer qualsevol dia entre el 15 d'abril i el 15 de maig i el segon es pot fer entre el 15 de maig i el 15 de juny, per bé que a l'alta muntanya tots dos períodes es poden allargar 15 dies més. A tot el territori el primer cens d'hivern es fa durant el mes de desembre i el segon durant el gener.
- Cadascun d'aquests 4 censos té una durada d'entre 2 i 2:30 hores i es realitza sempre a primera hora del matí i en bones condicions meteorològiques.
- Hi ha dues modalitats metodològiques, en funció de la complexitat de la informació que es recull: el SOCC estàndard i el SOCC ampliat. Al SOCC estàndard el col·laborador només ha d'anotar els ocells que veu o sent a cadascuna de les 6 seccions de 500 m, sense prestar atenció a la distància a la qual es troba l'ocell ni al seu sexe. En el SOCC ampliat, l'observador ha d'anotar la banda (0-25 m, 25-100 m o >100m) dintre de la qual es detecta l'ocell i separar els mascles (quan es poden identificar amb certesa) de la resta.

2.3. Tasques de coordinació durant l'any 2013

El SOCC és segurament el projecte de seguiment de la biodiversitat amb una cobertura territorial més bona del país. El nombre d'unitats de mostreig actives per unitat de superfície és comparable a la dels països amb major tradició en projectes de seguiment de

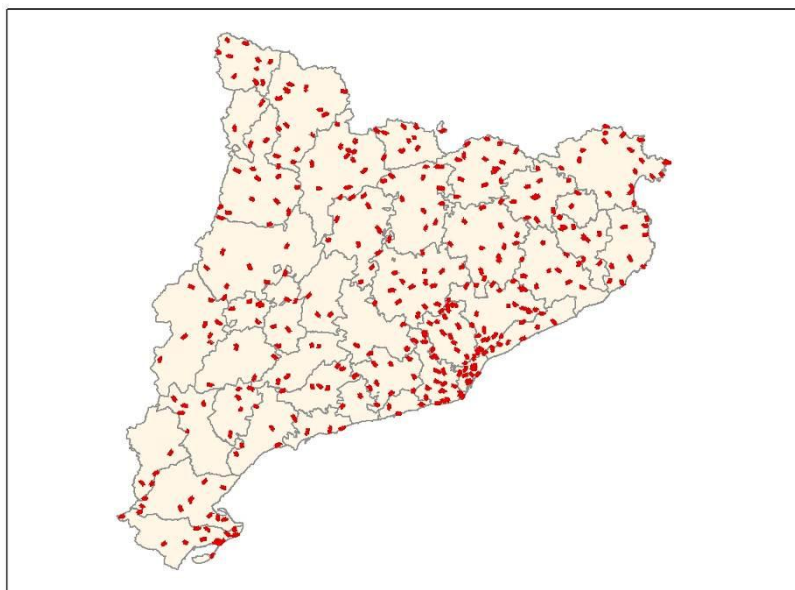


Figura 1. Localització dels 374 itineraris que tenen dades d'almenys dos anys consecutius per a poder generar tendències i índexs poblacionals d'ocells.

gran escala i llarg termini, com ara el Regne Unit, Suïssa, Suècia o Finlàndia. Actualment s'empren dades de fins a 374 itineraris (Figura 1) per generar els índexs i tendències poblacionals de més de 130 espècies d'ocells comuns de Catalunya, la qual cosa aporta resultats molt robustos als indicadors multiespecífics que se'n deriven.

Des de l'inici del projecte, l'any 2002, l'evolució de la participació

ha estat molt bona (Figura 2), aprofitant sinèrgies molt oportunes, com la que es va establir l'any 2006 amb la realització del projecte d'Atlas dels ocells de Catalunya a l'hivern 2006-2009. En conjunt, en els darrers anys sembla que hi ha una estabilització al voltant dels 290-300 itineraris actius per temporada.

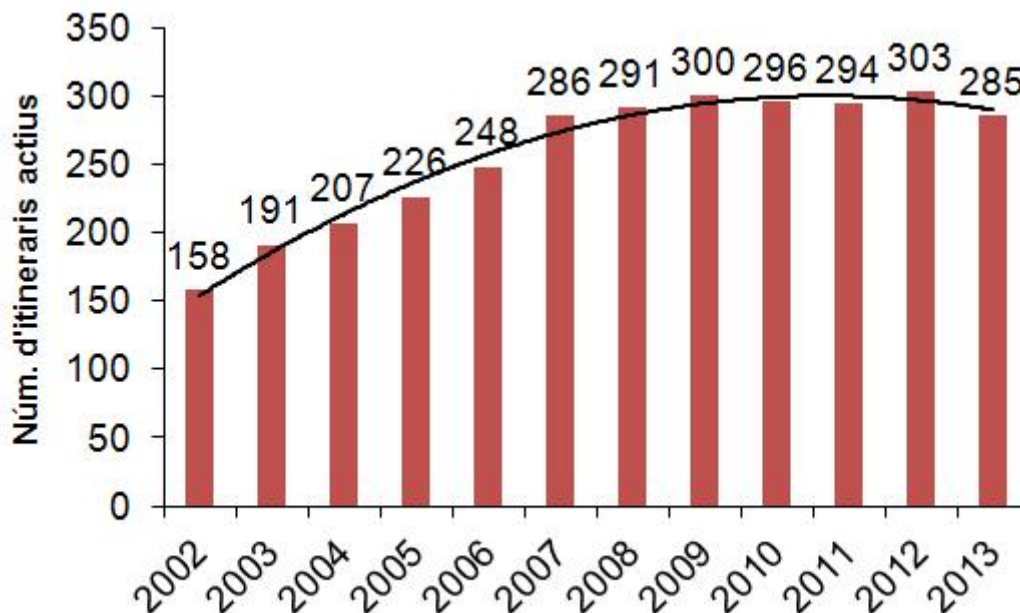


Figura 2. Evolució del nombre d'itineraris actius en temporada de nidificació des de l'inici del projecte fins a l'actualitat.

Cal destacar que el decrement en el nombre d'itineraris de 2013 respecte anys anteriors, suposa un fre al notable increment de la participació voluntària dels darrers anys i que possiblement és el resultat de l'efecte combinat de dos factors. D'una banda la particular meteorologia de la primavera de 2013 (amb molts dies de mal temps) i d'altra la delicada situació econòmica. La meteorologia adversa va ser la causa de la impossibilitat de dur a terme els censos en 7 itineraris diferents, mentre que en relació a l'aspecte purament socioeconòmic cal destacar que, durant els darrers anys el projecte ha patit una disminució de suport per part de determinades administracions locals o empreses privades, cosa que ha afectat un percentatge d'itineraris que eren remunerats. A més, la situació econòmica familiar ha portat a diversos col·laboradors a no poder assumir els costos de desplaçament, dietes i allotjament fora de casa. Això no s'havia vist reflectit en la participació fins al 2013, però sembla que en aquest moment s'ha fet palès, tot i que si tenim present la situació de moltes empreses i famílies en els darrers anys i l'evolució de les seves rendes, és prou clar que el projecte SOCC està mantenint una salut superior a la mitjana del país. Això sens dubte s'ha pogut produir en bona part gràcies al compromís i finançament renovat des del Departament de Territori i Sostenibilitat, el qual ha permès continuar amb les tasques de coordinació i divulgació del projecte que són fonamentals per mantenir el grau de compromís dels col·laboradors voluntaris.

Seguint la línia que s'apuntava en la memòria corresponent a l'any 2012 les tasques de coordinació del projecte s'han centrat bàsicament en tres objectius principals: 1) assegurar i controlar la qualitat de les dades que es recullen, 2) incrementar el nivell de participació en el projecte i 3) mantenir i, si pot ser, millorar la cobertura geogràfica. És en aquestes 3 línies on des de la coordinació portem ja des de 2012 desenvolupant una estratègia de futur per

prioritzar quins han de ser els esforços de coordinació del projecte i, per tant, poder optimitzar els recursos disponibles.

De manera detallada, en relació al primer objectiu d'assegurar i controlar la qualitat de les dades durant el 2013 s'ha continuat incidint en:

1. Incentivar, per sobre de tot, la continuïtat dels observadors sobre els mateixos itineraris.
2. Mirar de cobrir determinades baixes particularment importants amb personal propi, una estratègia que no s'ha pogut dur a terme en tots els casos i en un total de 6 itineraris s'ha perdut una de les sessions degut al mal temps que va fer la primavera passada sense que haguem pogut cobrir la baixa.
3. Relaxar una mica la demanda de cobertura de SOCCs prioritaris, sense deixar de tenir present la importància cabdal de la representativitat territorial del mostreig.
4. Promoure entre els observadors actius i potencials el portal www.BirdID.no, una eina dissenyada per una universitat noruega que permet certificar el nivell d'identificació visual i auditiva de l'usuari que hi accedeix.
5. Aplicar i millorar els filtres que fan que no totes les dades rebudes s'incorporin a les anàlisis. Aquests filtres es basen en les espècies identificades i el nombre d'ocells detectats i esdevenen d'importància crucial quan es tracta d'un itinerari on hi ha hagut un canvi d'observador.

A més, de cara a les noves incorporacions s'ha començat a aplicar un sistema d'avaluació dels resultats dels censos que consisteix en no contemplar les dades dels nous voluntaris durant el primer any per tal de veure si es produeix un procés d'aprenentatge que recomani prescindir dels primers anys de censos i incorporar els resultats quan aquests siguin prou fiables i estables.

En relació al segon objectiu de coordinació que és incrementar el nivell de participació en el projecte, cal destacar que:

1. S'ha insisit de manera particular en la promoció de la participació en tots els fòrums en els quals l'ICO hi és present: premsa, xarxes socials, activitats pròpies de l'entitat o promogudes per altres entitats. En aquest sentit cal destacar que en els darrers anys, un dels punts importants en la tasca de l'associació ha estat la realització de cursos i sortides d'observació tant per a profans com per a personal ja introduït en la ornitologia. Aquesta tasca està creant un reservori de nous voluntaris que quan es detecta que tenen el nivell adequat se'ls convida a incorporar-se al projecte, de manera que en el darrer any la major part de les noves incorporacions accedeixen al SOCC per aquesta via.
2. En la memòria de 2012, es va apuntar que “en el futur s'establiran cicles de xerrades per incentivar a nivell comarcal el manteniment dels itineraris existents i la represa dels que estan de baixa”. Aquest fet s'havia de fer en sintonia amb els agents locals i en particular en aquelles àrees on calia prestar més atenció a aquesta continuïtat temporal dels itineraris. La realitat ha estat que s'han intentat accions en punts concrets com l'Anoia o el Pallars Sobirà que no han sortit l'efecte desitjat per manca de participació ciutadana.

3. En relació a l'efecte ja esmentat de la fiabilitat dels resultats segons el nombre d'itineraris per als quals falta algun any amb dades, s'ha comprovat com el programa d'anàlisi TRIM comença a donar resultats menys fiables quan manca un nombre de dades iguals o superiors al 30%. Això no només ens portaria a la mencionada incentivació de la continuïtat del SOCCs, sinó també, malgrat els problemes de comparabilitat que es poden donar amb els canvis d'observador en un itinerari, a la necessitat de prioritzar la cobertura dels itineraris que han estat funcionant en el passat en front al disseny de nous itineraris.

I finalment, en relació al darrer objectiu, el de mantenir i, si pot ser, millorar la cobertura geogràfica, cal apuntar que s'ha continuat insistint en enviar voluntaris a les àrees on s'ha detectat una necessitat d'incrementar el mostreig (Anoia-Penedès, Baix Ebre-Prioritat, Alta Ribagorça-Pallars-Vall d'Aran i Noguera-Alt Urgell) i, ja en el 2014 s'ha iniciat una campanya de captació de nous voluntaris centrada en aquesta àrea, els resultats dels quals esperem que es puguin veure els resultats aviat. En aquest sentit és important destacar la sinèrgia amb la Diputació de Barcelona, ja que amb aquesta institució s'han posat les primeres pedres per elaborar i signar un conveni de col·laboració per mirar d'assegurar cobertura en SOCCs en baixa de cara a 2014. Queda per a desenvolupar, encara, una anàlisi més particularitzada de les necessitats de mostreig, que tractin aspectes estratègics com la cobertura en determinats espais de la xarxa natura 2000, o espècies o ambients particulars per a les quals la mostra actual és encara massa baixa.

2.4. Tasques de compilació de dades d'altres seguiments durant l'any 2013.

Tots som conscients de la diversitat dels seguiments de l'avifauna que es fan al país més enllà dels que es promouen i coordinen en el marc del conveni entre el Departament de Territori i Sostenibilitat (DTS) i l'Institut Català d'Ornitologia (ICO) i de les possibilitats de sinèrgies entre els diferents projectes per aconseguir indicadors ecològics. Per tant, és voluntat nostra incorporar als indicadors que hem estat elaborant fins ara les dades d'altres programes de seguiment d'ocells impulsats per altres organismes públics i, en menor mesura, privats. En aquest sentit cal esmentar molt especialment la col·laboració del Parc Natural del Delta de l'Ebre, el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i el Consorci de l'Estany d'Ivars i Vila-sana en la cessió de les dades que recopilen sobre l'avifauna nidificant en cada un d'aquests espais.

El fet d'incorporar dades no incloses directament dins el conveni de col·laboració DTS-ICO per tal de millorar i ampliar els indicadors generats fins al moment representa una novetat important d'aquest informe, ja que obre una via per generar informació d'escala catalana a partir de la integració de dades de projectes d'àmbit més local. Això permet que aquells projectes d'interès innegable per a les polítiques de conservació locals o específiques passin a tenir un valor afegit amb la seva incorporació als indicadors generals de país. En aquest sentit, cal destacar que en la present memòria, els indicadors que es presenten incorporen dades poblacionals de 151 espècies, una xifra que suposa un 67% de les 226 espècies d'ocells que nidifiquen de manera regular al nostre país i un increment del 14% sobre les 132 que es van analitzar en l'anterior memòria (ICO 2013). Tot i que el gruix de tendències provenen del SOCC (142 espècies), resulta vital anar incorporant més dades a les anàlisis que permetin tractar espècies que es troben en ambients als que les dades del SOCC no arriben. D'aquesta manera podrem arribar a determinar millor el sentit dels canvis que s'estan produint al medi natural de Catalunya. El que es mostra en aquesta memòria és un primer pas important, peròensem que cal seguir caminant en aquesta

direcció i per això s'han incorporat també unes propostes de futur que creiem que poden ser el full de ruta per a properes temporades.

3. Indicadors basats en el seguiment d'ocells

La complexitat dels processos ecològics que es deriven del canvi global demanen d'esforços de síntesi importants que només poden ser descrits a través d'una bateria de variables essencials sobre la biodiversitat biològica, d'entre les quals hi ha les que provenen del seguiment de les poblacions de determinats grups d'espècies com ara els ocells (Pereira *et al.* 2013). En aquesta memòria els indicadors que s'elaboren pretenen donar informació sobre l'estat de les poblacions de les espècies, del conjunt dels ecosistemes on viuen i de les conseqüències que tenen en la biodiversitat tres dels principals agents de canvi global: el canvi climàtic, el canvi dels usos del sòl i les invasions biològiques.

Seguint la línia dels darrers anys, durant aquest 2013, s'ha continuat amb la producció d'indicadors que sintetitzen informació sobre el que està succeint en la biodiversitat a partir de les dades dels seguiments d'ocells basant-nos en els conceptes i protocols metodològics bàsics desenvolupats a nivell europeu per l'European Bird Census Council (e.g. Gregory *et al.* 2003, Gregory *et al.* 2005, Gregory *et al.* 2009) o per la Unió Internacional per la Conservació de la Natura (Butchart *et al.* 2004, Butchart *et al.* 2005, Butchart *et al.* 2006 i Butchart *et al.* 2007). L'actual estat de desenvolupament d'aquests protocols permet disposar d'una àmplia bateria metodològica per tal de poder analitzar en detall els diferents elements i processos del medi natural a partir del seguiment dels ocells.

En l'actual memòria s'ha analitzat en detall els següents indicadors ecològics:

- **Indicadors de l'estat de les poblacions d'ocells** en funció del seu interès de conservació o, el seu possible impacte en el medi natural, concretament:
 - a. els ocells comuns autòctons com un test de la salut de les poblacions d'ocells en el conjunt del país.
 - b. els ocells exòtics com a indicador dels canvis en les espècies invasores i, finalment.
 - c. les espècies incloses a l'Annex I de la Directiva Aus, com aquell grup d'espècies sobre les quals el nostre país hi té una responsabilitat de conservació en virtut del marc legal de la UE.
- **Indicadors de l'estat dels sistemes naturals** monitoritzats a partir de la informació que prové de les espècies, d'acord amb els hàbitats definits pels seus requeriments ecològics:
 - a. Medis agrícoles
 - b. Medis estèpics
 - c. Medis forestals
 - d. Medis oberts naturals
 - e. Aiguamolls

A nivell territorial, degut a la importància que es dona a la conservació dels ocells dels espais agrícoles, tant l'indicador d'ocells estèpics com l'agrícola s'ha avaluat també a la Plana de Lleida, la qual constitueix l'espai agrícola continu més important del país. A més, aquests indicadors s'han utilitzat per avaluar la xarxa de Sistemes d'Espais Naturals Protegits.

Finalment, en aquesta memòria hem volgut introduir tres nous indicadors associats no pas a hàbitats concrets sinó a agrupacions d'hàbitats que componen paisatges modelats per l'altitud, un dels principals gradients ambientals de Catalunya. Així, es mostren indicadors del conjunt d'espècies de terra baixa, muntanya mitjana i alta muntanya, definits d'acord amb les preferències altitudinals de les espècies que componen l'indicador.

- **Indicadors dels efectes dels factors de canvi** a partir de l'anàlisi de la resposta particular de cada espècie al factor de canvi, i de les tendències poblacionals del conjunt d'ocells que mostren una sensibilitat als factors de canvi concrets. Els indicadors elaborats són:
 - a. L'indicador dels efectes del canvi climàtic en els ocells, que ja és el tercer any que es fa. Cal destacar que s'han establert contactes amb l'Oficina Catalana de Canvi Climàtic per començar a avaluar-ne el seu ús en el context de l'Estratègia Catalana de Canvi Climàtic.
 - b. L'indicador d'aforestació que es va incorporar l'any 2010 en alguns dels espais naturals de protecció especial i el 2011 a escala catalana i que, enguany, es presenta en una versió definitiva després d'incorporar alguns canvis metodològics suggerits per experts europeus i haver-se publicat en una revista de gran prestigi internacional (Herrando *et al* 2014, vegeu Annex IV).

Al mateix temps s'ha començat a treballar en un futur indicador de fragmentació del territori del qual només en fem un esboç de l'estat en el que es troba la nostra recerca per tal de poder arribar a la seva elaboració en els propers anys.

3.1. Metodologia emprada per a l'obtenció d'indicadors

3.1.1. Fonts de dades

En l'anàlisi de les dades corresponents a la temporada de nidificació de 2013 s'ha fet un pas endavant per tal de donar una imatge global de l'evolució del medi natural a Catalunya utilitzant els ocells com a indicadors biològics. Aquest pas consisteix en la incorporació al càlcul d'alguns indicadors de dades de seguiments d'ocells alienes al programa SOCC. En detall les dades utilitzades enguany provenen: 1) de manera majoritària del programa SOCC que és el que té una major cobertura territorial i aporta dades d'un major nombre d'espècies, 2) del programa SYLVIA (programa d'anellament en estacions d'esforç constant) impulsat pel propi ICO amb la col·laboració de la Generalitat de Catalunya i 3) dels censos d'ocells aquàtics nidificants que s'efectuen a les principals zones humides del país. Concretament s'han utilitzat les dades facilitades pel Parc Natural del Delta de l'Ebre, el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i el Consorci de l'Estany d'Ivars i Vila-sana. No s'han pogut utilitzar dades d'altres zones ja que no ens han arribat a temps per a incorporar-les als indicadors.

Es tracta d'un primer pas, encara en fase incipient, que ens ha permès generar un indicador d'estat de les zones humides robust i fiable. Cal recordar que en les primeres memòries del projecte SOCC aquest indicador es calculava, però es va deixar de presentar ja que amb dades només del SOCC resultava poc robust i notablement esbiaixat cap a les espècies aquàtiques més oportunistes i que, per tant, tenen una distribució major en el territori. Aquesta nova línia consistent en incorporar dades alienes als projectes de l'ICO, comporta treballar conjuntament amb altres organitzacions i altres projectes, un fet que facilita

l'establiment de sinèrgies, però també genera dificultats de gestió, sobretot per encaixar els tempos de treball de cada institució. Creiem, però, que els avantatges superen amb escreix els inconvenients i que amb aquesta proposta s'obre un ventall de possibilitats molt ampli que, de ben segur, donarà noves vies d'anàlisi i un major detall de coneixement del que està passant a la natura del nostre país.

3.1.2. Càlcul de tendències de les poblacions d'ocells comuns nidificants

El primer pas per a realitzar el càlcul dels indicadors ha estat la determinació de les tendències temporals en la mida poblacional de les espècies incloses en cada indicador. En aquesta ocasió s'han estudiat els canvis que han tingut les poblacions reproductores de 151 espècies durant el període 2002-2013 (Annex I), de les quals 142 s'han avaluat exclusivament amb les dades del programa SOCC, 2 amb una combinació de dades dels projectes SOCC i SYLVIA i les 7 restants amb les dades dels censos d'ocells aquàtics nidificants.

Totes les anàlisis s'han realitzat mitjançant el programa TRIM (Pannekoek & van Strien 2001), que genera, d'una banda un índex anual de canvi en les poblacions d'ocells en relació a un valor de referència prefixat, normalment en el primer any de la sèrie estudiada i d'altra banda una tendència final que és la que s'expressa en l'annex I. Cal assenyalar, però, que s'han tingut en compte les particularitats de cada matriu de dades que s'entrava al programa. D'aquesta manera en el cas d'aquelles espècies les quals la tendència s'ha calculat sobre les dades del SOCC o del SOCC i del SYLVIA s'ha considerat que els resultats obtinguts provenen d'una mostra del total de la població i que, per tant, cal controlar el que estadísticament es coneix com *overdispersion*. També cal considerar la importància relativa de cada punt de seguiment (el que estadísticament s'anomena pes) en funció del seu hàbitat i localització geogràfica. En canvi quan la tendència s'ha calculat en base a les dades dels censos d'ocells aquàtics nidificants s'ha considerat que la dada correspon a una part molt important del total de la població (més del 90%) i que, per tant, es pot tractar com si fos un cens absolut del nombre total d'individus reproductors i no contemplar ni la *overdispersion* ni el pes estadístic de cada cens.

Un altre punt important en el càlcul de la tendència de les diferents espècies ha estat l'anàlisi del grau de cobertura dels diferents ambients en el programa SOCC durant la sèrie temporal analitzada. D'aquesta manera, la voluntat d'incorporar les aus aquàtiques en l'anàlisi del 2013 ha fet que, per algunes espècies per les quals el SOCC proporcionava prou informació però que es troben localitzades als ambients humits del Delta de l'Ebre, la tendència es comenci a calcular a partir de l'any 2006, moment en el qual s'inicia el SOCC com a programa de seguiment pel Parc Natural del Delta de l'Ebre. D'aquesta manera per a 11 espècies de medis aquàtics amb tendències calculades a partir de la mostra SOCC, la tendència que es mostra i s'utilitza en el càlcul dels indicadors correspon al període 2006-2013 (Annex I).

3.1.3. Avaluació dels canvis en la població de les espècies

Els índexs poblacionals multiespecífics són eines molt útils tant per avaluar els canvis en l'estat de determinades poblacions d'ocells que presentin alguna característica en comú (per exemple compartir l'ambient on viuen), com per quantificar la resposta a determinats factors de canvi que incideixen en les pròpies poblacions de les espècies. Aquest doble vessant en l'anàlisi dels canvis en les poblacions s'expressa en la present memòria mitjançant l'ús de dos tipus d'indicadors:

- **Indicadors d'estat.** Actuen com un termòmetre de l'estat d'un factor ecològic en cada un dels anys d'estudi, sense considerar de manera diferent cap de les espècies escollides com a indicadors del citat factor. El seu càlcul es basa en la metodologia desenvolupada per Gregory *et al.* (2005) per a la generació de l'indicador d'ocells agrícoles a escala europea i consta de dos passos: 1) en primer lloc s'agrupen les espècies en funció de la seva afinitat amb el factor que es vol estudiar (en el nostre cas la seva preferència per un ambient, per un gradient altitudinal o per tenir un interès de conservació determinat). 2) després es considera que el valor de l'indicador en cada un dels anys d'estudi és la mitjana geomètrica de cada un dels índexs anuals de totes les espècies considerades calculat mitjançant el programa TRIM. Com que els índexs anuals de totes les espècies s'han igualat previament a un any de referència, es pot considerar que el canvi observat al llarg del temps en l'indicador és atribuïble a l'evolució del factor que agrupa a les espècies que s'inclouen en el càlcul. Per tant aquests indicadors poden ser emprats per inferir informació sobre l'estat de conservació del factor estudiat. En la present memòria aquesta metodologia s'ha emprat per avaluar l'estat tant de les poblacions d'ocells com dels sistemes naturals, be siguin en la totalitat del país o en determinades àrees geogràfiques (apartats 4, 5 i 7).
- **Indicadors dels efectes dels factors de canvi.** Aquests indicadors permeten quantificar l'efecte d'un factor de canvi sobre les poblacions d'ocells i per a fer-ho incorporen, a més de la tendència temporal de cada espècie, informació relativa a la resposta de cada una de les espècies al factor de canvi estudiat. El seu càlcul es basa en els treballs de Gregory *et al.* (2009) per a l'elaboració d'un indicador dels efectes del canvi climàtic en els ocells i consisteix en: 1) avaluar la posició d'una espècie dins d'un gradient de canvi d'un factor ecològic tot considerant la seva afinitat per a un dels extrems del gradient. De manera entenedora a cada espècie se li assigna un valor més positiu o més negatiu en funció de si es preveu que les seves poblacions augmentin o disminueixin amb major o menor intensitat, quan el factor de canvi intervé. D'aquesta manera es pot considerar que unes espècies responen positivament al gradient, mentre que unes altres ho fan de manera negativa i, a més a més, que unes espècies responen d'una manera més intensa (més positivament o més negativament) que les altres. 2) un cop establert aquest valor per cada espècie es procedeix a calcular dos components de l'indicador final: el de les espècies positives i el de les negatives. Cada component correspon a la mitjana geomètrica dels índexs anuals de les espècies amb resposta positiva o negativa ponderada pel seu valor dins del gradient. Per exemple, si estudiem la resposta de les espècies al creixement del bosc, tindrà un valor més positiu el canvi en una població d'una espècie estrictament forestal que el canvi en una espècie que viu tant en els boscos com en matolls, mentre que una espècie que viu només als prats tindrà un valor fortament negatiu. 3) finalment es calcula un únic índex que equival al quocient entre els dos components, el de les espècies positives i el de les espècies negatives, i que representa l'evolució de l'avifauna en resposta al factor de canvi estudiat. D'una manera entenedora, aquests indicadors aporten informació interessant per a conèixer quins són els processos que dirigeixen els canvis detectats en els ocells en un determinat context geogràfic i en quin grau actuen. Aquesta metodologia s'ha emprat en el càlcul dels indicadors dels efectes dels factors de canvi que es mostren a l'apartat 6 de la present memòria.

Un aspecte metodològic important que cal destacar és que en el cas d'alguns indicadors d'estat, la disponibilitat de dades fiables per a algunes espècies no abarca tota la sèrie temporal (2002-2013) que analitzem (vegeu apartat 3.1.2. Càlcul de tendències de les

poblacions d'ocells comuns nidificants). Aquest fet ens ha obligat a afegir una variació metodològica que consisteix en utilitzar mitjanes geomètriques de conjunts variables en nombre d'espècies al llarg de la sèrie. A mode d'exemple, l'indicador de zones humides està compost per un total de 15 espècies en el període 2002-2005, mentre que en el període 2006-2013 representa l'evolució conjunta de 26 espècies. Tot i que considerem que a mida que s'incrementa el nombre d'espècies per calcular un indicador d'aquestes característiques augmenta la robustesa matemàtica del resultat i per tant l'indicador esdevé més fiable, creiem que el fet de combinar les dades d'aquesta manera permet millorar el marc temporal sobre el que s'extreuen conclusions en un moment en el que la sèrie anual de dades del SOCC encara és molt curta.

3.1.4. Avaluació dels canvis en el grau d'amenaça de les espècies

Malgrat l'interès dels indicadors basats en índexs poblacionals, cal destacar que aquests no incorporen totes les espècies d'ocells que tenen poblacions reproductores a Catalunya, sinó només els que són prou comuns per ser avaluats amb metodologies de cens com ara el SOCC o aquells pels quals es fan programes de seguiment específics. Per tal d'esmenar aquesta mancança, es poden elaborar un altre tipus d'indicadors que sí que inclouen totes les espècies; els indicador de llista vermella o Red List Index (RLI en endavant). El RLI s'ha d'interpretar com una mesura del canvi en el risc d'extinció d'un conjunt d'espècies i pren un valor entre 0 i 1, sent 1 el valor que indica un risc d'extinció nul i 0, el valor que indicaria que totes les espècies estudiades s'han extingit. El fenomen de l'extinció és un aspecte clau en el context de la pèrdua de biodiversitat, amb una clara rellevància en els processos ecològics i en el funcionament dels ecosistemes. A més, l'extinció és un terme conegut, de ressonància en la societat, i important per a la presa de decisions. Els RLI donen resposta a la pregunta de com està canviant el risc d'extinció i mostren un índex de la proporció d'espècies que s'espera que mantinguin la seva existència en el futur pròxim sense accions addicionals de conservació, entenent el futur proper en la major part del casos com un període de 10-50 anys (Butchart *et al.* 2007, Bubb *et al.* 2009).

El càlcul del RLI es fonamenta en els canvis de categories de la Llista Vermella de la UICN i es poden calcular per a qualsevol conjunt representatiu d'espècies que hagi estat avaluat almenys en dues ocasions prou distants en el temps (Butchart *et al.* 2005). A Catalunya en l'actualitat disposem d'una primera avaluació de les categories de la Llista Vermella per al període 1999-2002 publicada en l'atles dels ocells nidificants de Catalunya (Estrada *et al.* 2004), i una posterior posada al dia a 2012 utilitzant les dades que s'havien generat durant la darrera dècada (Anton *et al.* 2013). Aquest fet va permetre determinar el canvi en el RLI per als ocells nidificants de Catalunya que es va valorar en augment del 5% (Herrando & Anton 2013).

En la present memòria l'indicador de llista vermella s'ha utilitzat per avaluar el canvi en el risc d'extinció de les espècies incloses en l'annex I de la Directiva 79/409/CEE, de 2 d'abril de 1979, relativa a la conservació de les aus silvestres, coneguda també com la Directiva Aus (en endavant DA) i comparar-lo amb el del conjunt de les espècies nidificants a Catalunya.

4. Indicadors de l'estat de les poblacions d'ocells

4.1. Indicador dels ocells comuns autòctons

L'indicador d'ocells comuns autòctons (Figura 3) és un indicador d'estat que correspon a l'evolució conjunta de les poblacions de 144 espècies d'ocells comuns ben representats en el projecte SOCC (Annex I). El resultat cal interpretar-lo com la tendència global de la comunitat dels ocells comuns a Catalunya, un valor que ja s'està utilitzant en altres països de la Unió Europea com un indicador de sostenibilitat i que pot esdevenir una referència interessant per a comparar-lo amb l'evolució d'altres grups d'espècies. A títol d'exemple al Regne Unit i a Dinamarca presenta una tendència estable, mentre que a França el còmput general és negatiu (Gregory & van Strien 2010). A Catalunya, després de 12 anys l'indicador d'ocells autòctons es pot considerar estable, motiu pel qual, sembla que les poblacions nidificants d'ocells gaudeixen d'un estat global saludable. Al 2013, però, l'índex es va situar al nivell més baix de la sèrie. Aquest fet es deu, segurament, a l'enllaç de dos anys consecutius amb males temporades de cria producte de condicions climatològiques adverses: primavera freda i plujosa al 2013 i càlida i seca al 2012 (butlletins climàtics del Servei Meteorològic de Catalunya, www.meteo.cat).

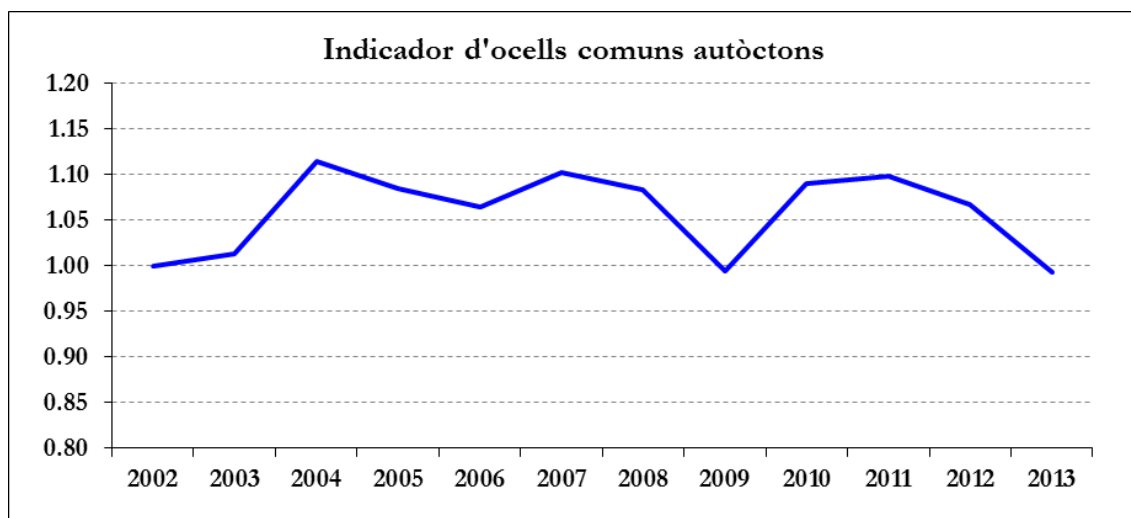


Figura 3. Canvis en la tendència promig de les 144 espècies autòctones nidificants pel conjunt de Catalunya.

4.2. Indicador dels ocells exòtics

L'indicador d'ocells exòtics (Figura 4) és un indicador d'estat que correspon a l'evolució conjunta de les poblacions d'aquelles espècies exòtiques que es consideren establertes o en vies d'establiment segons Andreu *et al* (2012) i que presenten prou mostra al SOCC com per a poder-ne determinar la seva tendència en els darrers 12 anys. De la llista donada per Andreu *et al* (2012) només se n'ha fet una excepció, el colom domèstic, una espècie que hem considerat com autòctona degut a la gestió que se'n fa des de molts ens municipals. En total, l'indicador s'ha construït a partir de les dades obtingudes en el SOCC de 6 espècies: el faisà, l'aratinga mitrada, la cotorra de Kramer, la cotorreta de pit gris, el bec de corall senegalès i el rossinyol del Japó (Annex I).

L'evolució de l'indicador mostra un increment espectacular entre 2005 i 2010, període en el qual el conjunt de les poblacions de les espècies considerades es va multiplicar per 6. Posteriorment s'aprecia una estabilització en el període 2010-2013. Actualment es desconeix l'efecte que poden tenir les espècies exòtiques d'ocells més enllà d'alguns danys en l'agricultura que han portat a emetre permisos de caça especial de la cotorreta de pit gris.

Cal aprofundir en l'estudi dels possibles impactes de la introducció d'espècies exòtiques sobre els altres elements de la biodiversitat, tot cercant algun indicador més elaborat que permetés comparar l'evolució de les espècies exòtiques en relació a les espècies autòctones, especialment en aquelles àrees de major presència d'exòtiques (veure mapa a Andreu *et al.* 2012).

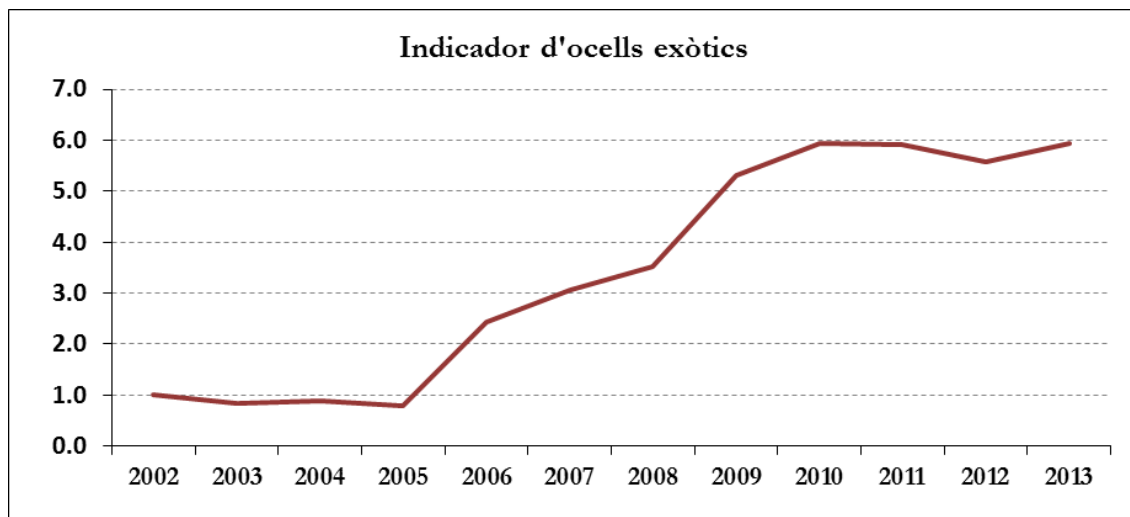


Figura 4. Canvis en la tendència promig de les 6 espècies exòtiques pel conjunt de Catalunya.

4.3. Indicadors de les espècies incloses en l'annex I de la Directiva Aus

Un punt important que ha de poder determinar el monitoratge és l'evolució de les espècies amb alt interès de conservació. En aquest sentit, un grup important, són les espècies incloses en l'annex I de la Directiva Aus (Directiva 79/409/CEE, de 2 d'abril de 1979) que aquí s'analitzen en dos indicadors diferents.

El primer indicador (Figura 5) és un indicador d'estat construït sobre la mateixa base metodològica que el d'ocells comuns autòctons i el d'ocells exòtics. Aquest indicador representa l'evolució conjunta de les 35 espècies incloses a l'annex I de la DA per les quals s'ha pogut calcular la tendència utilitzant les dades disponibles (SOCC, SYLVIA i censos d'ocells aquàtics nidificants). L'evolució de l'indicador apunta a què, en general, aquest grup d'espècies mostra un patró molt similar al del conjunt dels ocells comuns nidificants. Cal assenyalar que en aquest cas els canvis interanuals són més marcats que en els ocells autòctons, un fet que cal considerar normal ja que les poblacions d'aquestes espècies són menors en comparació a les espècies més comuns, de manera que les variacions en el nombre d'individus entre un any i un altre suposen, de manera relativa, un salt major.

El segon indicador és un indicador de llista vermella, RLI, que s'ha determinat per al grup d'espècies incloses en l'annex I de la DA que presenten alguna població nidificant a Catalunya (Figura 6). El resultat s'ha comparat amb el que es va obtenir per al conjunt de Catalunya (Herrando & Anton 2013) i apunta que les espècies de l'annex I de la DA han experimentat una millora en el seu risc d'extinció global del 7%, superior al 4% de la totalitat dels ocells nidificants de Catalunya. Tot i així en valor absolut el RLI a 2012 per a les espècies de l'annex I de la DA encara està lluny del RLI del conjunt de les poblacions d'ocells a Catalunya.

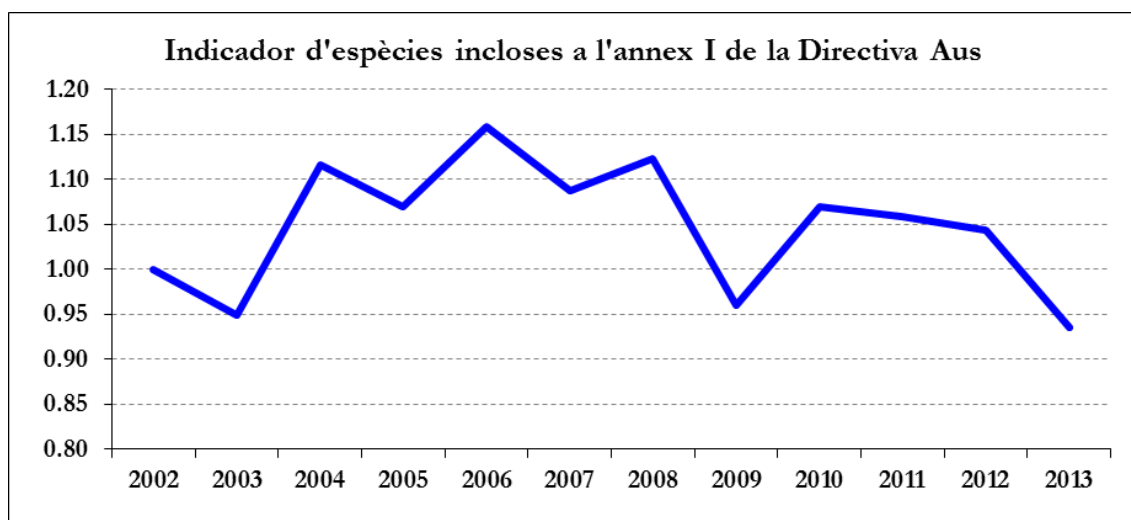


Figura 5. Canvis en la tendència promig de les espècies incloses a l'annex I de la DA pel conjunt de Catalunya. Aquest indicador està compostat per un nombre variable d'espècies, de manera que les dades entre 2002-2005 agrupen a 29 espècies, mentre que el període 2006-2013 agrupa les tendències de 35 espècies.

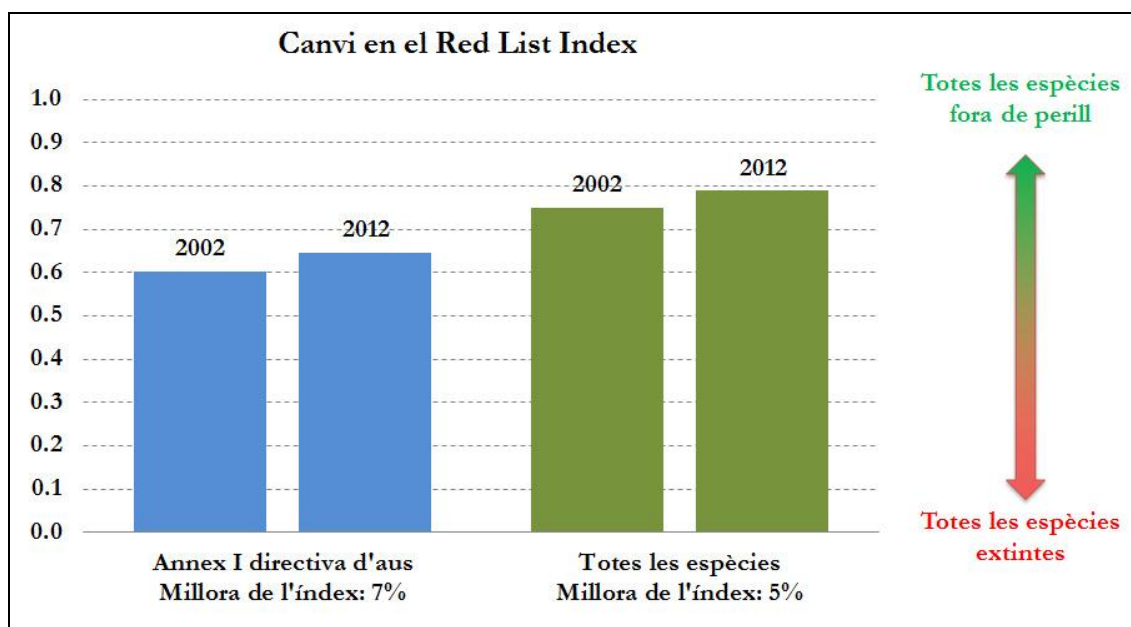


Figura 6. Canvis en l'Indicador de Llista Vermella o Red List Index per al conjunt d'espècies incloses en l'annex I de la DA i per a totes les espècies nidificants regulars a Catalunya segons Herrando *et al.* 2013. La llista d'espècies incloses en el annex I de la DA es pot consultar a l'annex II de la present memòria.

Malgrat no hi ha dades de context pel període estudiat a Catalunya (2002-2013), en el conjunt d'Europa el RLI va patir un lleu descens entre 1994 i 2004, més acusat a la Europa dels 25 que al conjunt del continent (<http://goo.gl/vKjrT6>). En valors absoluts el RLI per al 2004 a Europa es trobava al voltant del 0,87, molt per sobre dels valors que es donen a Catalunya en qualsevol dels subconjunts d'espècies estudiats. Aquest fet, però, cal considerar-lo normal, ja que el risc d'extinció està relacionat directament amb el nombre d'individus d'una població, així com en l'extensió geogràfica que ocupa, de manera que al disminuir la superfície de l'àrea estudiada, augmenta considerablement el risc d'extinció general.

Cal assenyalar també que, a diferència dels indicadors basats en índexs poblacionals, aquests indicadors de llista vermella només es poden actualitzar cada cop que es reavalua el risc d'extinció de les espècies, cosa que a Catalunya s'ha fet només dos cops, la primera

l'any 2002 (Estrada *et al.* 2004) i la segona el 2012 (Anton *et al.* 2013) i que en la majoria dels països del nostre entorn es fa amb una periodicitat propera als 10 anys (per exemple 10 anys a Suïssa, Aye *et al.* 2011 o 7 anys al Regne Unit, Eaton *et al.* 2009). Per aquest motiu hem prè la opció de mostrar dos indicadors relatius a les espècies de l'annex I de la DA amb la voluntat de generar la millor informació possible. D'aquesta manera mentre l'indicador d'estat d'espècies de l'annex I de la DA (Figura 5) dona una visió anual sobre una mostra d'espècies del grup que es poden monitoritzar fàcilment, el RLI ofereix una revisió exhaustiva del grup en la seva totalitat. Creiem que en un futur cal actualitzar les tendències amb periodicitat anual mitjançant l'indicador d'estat, mentre que el RLI pot ser actualitzat cada dècada junt amb les categories de conservació, tal i com suggereix la pròpia UICN (UICN 2013).

5. Indicadors de l'estat dels sistemes naturals

Una altra de les preguntes clau a la que ha de respondre un bon sistema de monitoratge de la biodiversitat és quin és l'estat dels sistemes naturals estudiats. Sota aquest objectiu, des de fa temps es venen calculant amb les dades del SOCC indicadors d'estat corresponents a 3 grans unitats de paisatge: els espais agrícoles, els ambients forestals i les zones obertes naturals (e.g. ICO 2013). Enguany, però, s'ha ampliat el nombre d'indicadors presentats: D'una banda, s'ha incrementat el nombre d'ecosistemes analitzats tot afegint un indicador de sistemes estèpics i un de zones humides. Aquests dos indicadors s'han pogut recuperar dels primers informes gràcies a tres fets. El primer afecta a l'indicador d'ambients estèpics i és l'increment en el volum de dades que li dona una major robustesa. El segon i el tercer fet afecten a l'indicador de zones humides i són, respectivament, la incorporació de dades procedents de projectes aliens al SOCC i l'aplicació d'una novetat metodològica que permet comparar sèries temporals diferents (veure darrer paràgraf de l'apartat 3.1.3. Avaluació dels canvis en la població de les espècies). D'altra banda s'han aplicat els indicadors agrícola i estèpic a la Plana de Lleida amb l'objectiu de conèixer la resposta d'aquestes espècies en el nucli central de la seva àrea de distribució i, finalment, s'ha generat una nova bateria d'indicadors d'estat per analitzar els canvis de les poblacions d'ocells en el gradient altitudinal per tal de monitoritzar adequadament els sistemes de muntanya.

L'adició d'aquests nous paquets d'indicadors permet donar una imatge completa tant dels grans sistemes naturals com de les variacions geogràfiques en l'evolució de les poblacions d'ocells del nostre país, una imatge que ha de permetre definir amb claredat objectius més precisos de recerca en àmbits concrets on es detectin problemàtiques tant de caire estructural com conjuntural.

5.1. Indicadors d'estat dels hàbitats

En aquest apartat es presenten i comenten els indicadors d'estat corresponents a 5 grans hàbitats de Catalunya, els espais agrícoles, els boscos, les zones obertes naturals, els ambients estèpics i les zones humides (Figura 7). Tots els indicadors mostrats a la figura corresponen a l'evolució de les poblacions dels conjunts d'espècies que es consideren representatives de cada ambient (veure Annex I per conèixer la selecció d'espècies per a cada indicador).

Els valors dels indicadors d'estat dels diferents ambients per a l'any 2013 han patit en general una reducció respecte als valors de 2012, un descens comparable al que denota l'indicador d'ocells comuns autòctons (Figura 3). La única excepció ha estat l'indicador d'ambients estèpics que va pujar un 0,5% respecte a l'any anterior, possiblement degut a que la climatologia més humida de la primavera resulta beneficiosa per al grup d'ocells que habiten aquests ambients fortament perjudicats per les sequeres severes. Cal assenyalar que les disminucions no són totes de la mateixa magnitud, de manera que l'indicador que pateix un descens major és el de zones humides amb un 20% de descens, seguit del de zones obertes naturals amb un 12%, i el forestal i l'agrícola, ambdós amb un 9%.

Pel que fa a l'evolució de les poblacions en el període 2002-2013 els tres indicadors que es generaven anteriorment continuen confirmant els patrons que ja havien mostrat els darrers anys (Figura 7). L'indicador d'espais agrícoles (inclòs entre els indicadors oficials de L'IDESCAT i l'EUROSTAT) i el d'ambients forestals es poden considerar estables, mentre que l'indicador de zones obertes naturals continua mostrant una davallada general que s'ha accentuat en els dos darrers anys. Cal destacar que la informació que donen aquests indicadors pot ser matisada a partir de la informació que aporten els indicadors dels efectes

dels canvis (apartat 6 de la present memòria). En aquest sentit, és especialment rellevant que en l'estat actual de la recerca en indicadors desenvolupada per l'ICO, podem afirmar que la davallada detectada a l'indicador de zones obertes naturals, sembla més relacionada amb el creixement de la vegetació associada a la baixa freqüència d'incendis i pèrdua de pastures i altres usos forestals, que no pas a la pèrdua d'espais oberts per abandonament de les activitats agrícoles. Aquest fet es confirma en l'anàlisi del factor de canvi abandonament agrícola (veure apartat 6.2. Indicador dels efectes de l'aforestació, Figura 11 i Herrando *et al* 2014 mostrat en tota la seva integritat a l'Annex IV de la present memòria).

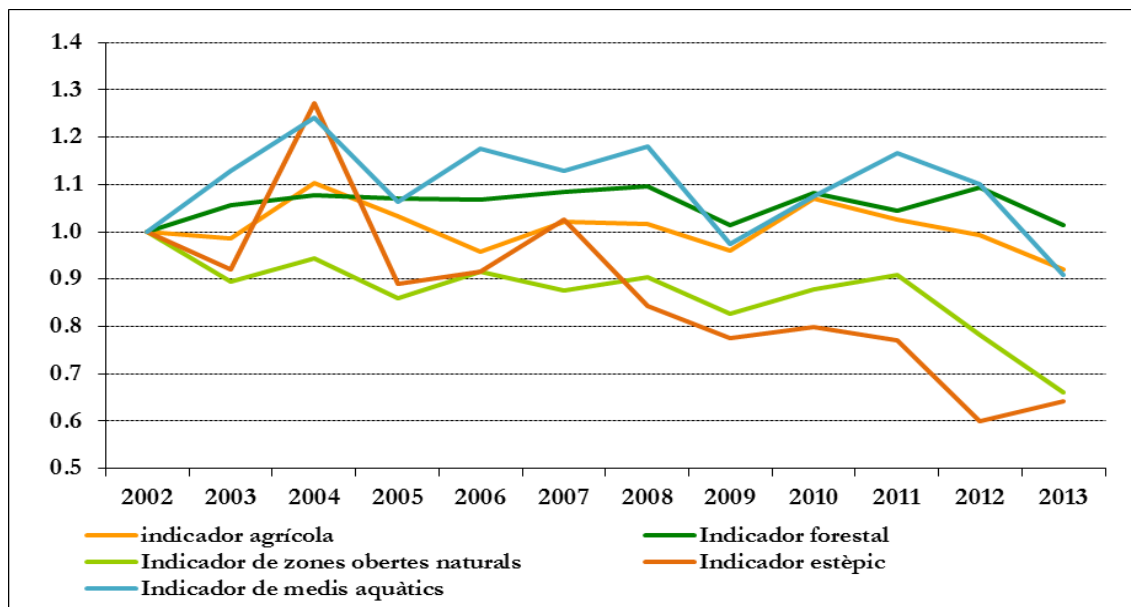


Figura 7. Canvis en els principals indicadors d'estat dels hàbitats desenvolupats fins al moment a partir de les dades dels programes de seguiment. L'indicador agrícola està compost per les tendències conjuntes de 41 espècies característiques dels conreus, l'indicador forestal ho està per les de 26 espècies pròpies dels boscos, el de zones obertes naturals per les 11 espècies pròpies de les zones arbustives i els prats naturals, el d'ambients estèpics per 6 espècies pròpies dels secans lleidatans i el de zones humides té una composició d'espècies variable amb 15 espècies en el període 2002-2005 i 26 espècies en el període 2006-2013 (veure detalls a 3.1.3. *Avaluació dels canvis en la població de les espècies*), totes elles fortament associades a la presència de masses d'aigua.

D'altra banda l'evolució dels dos indicadors que es recuperen de les primeres memòries mostren una evolució diferent i val la pena comentar-los per separat. L'indicador de zones humides el qual els primers anys d'establiment del programa SOCC semblava en clar increment, mostra una lleu davallada més o menys constant des de l'any 2004. Tot i així, les notables oscil·lacions que pateix aquest indicador aconsellen prudència i, en aquest moment, caldria dir que sembla estable. Cal assenyalar que el conjunt de les espècies aquàtiques havia mostrat en les dues dècades finals del Segle XX un notable augment en la seva distribució (Estrada *et al.* 2004) i, possiblement, en el nombre d'individus. Aquest augment va ser fruit de la protecció de les principals zones humides del país i la millora en la qualitat de l'aigua dels rius. En l'actualitat, és possible que estiguem assistint a una estabilització de les seves poblacions a causa de la saturació en la capacitat de càrrega d'aquests ambients.

En canvi l'indicador d'espais estèpics mostra una profunda davallada que situa la mitjana de les poblacions d'ocells estèpics al 2013 a menys del 70% de les que hi havia al 2002. Aquesta davallada és una continuació de la que ja es va determinar en l'atles dels ocells nidificants (Estrada *et al* 2004) i sembla un procés llarg que, de moment, no sembla aturar-se malgrat s'han pres un notable nombre de mesures de conservació d'aquests ambients en els darrers anys.

Finalment cal destacar que el llistat d'espècies concret per a cada indicador es pot considerar definitiu en el cas dels 3 indicadors que es mostraven en els darrers anys: agrícola, forestal i de zones obertes naturals. En canvi la metodologia implementada enguany a l'indicador de zones humides, consistent en afegir noves espècies utilitzant tant seguiments externs al SOCC com períodes diferents de càlcul segons les espècies i la cobertura del SOCC en determinats ambients o àrees, obren noves perspectives per poder millorar els altres dos indicadors. L'indicador de zones humides pot ser ampliat en vora una desena d'espècies més si arribem a recollir totes les dades generades en seguiments aliens a l'ICO. El resultat segurament serà molt similar però l'indicador esdevindrà més robust a l'afegir noves espècies. L'indicador d'ambients estèpics pot ser millorat de manera considerable si s'hi afegeixen les tendències calculades a partir de les dades de seguiments de pteròclids o aquells que es fan en relació a la implementació del canal Sagarra-Garrigues. En aquest cas l'addició de més espècies a una mostra actual que és relativament baixa, podria donar lloc a canvis més o menys importants en els resultats. Per aquests motius cal considerar que els dos indicadors nous (el d'espais estèpics i el de zones humides), tot i que semblen prou robustos, es poden considerar, encara, provisionals i en fase exploratòria.

5.2. Indicadors agrícoles a la Plana de Lleida

En els darrers anys, a la UE s'ha posat un especial èmfasi en la conservació del medi agrícola com una garantia de conservació de la biodiversitat. Fruit d'aquesta voluntat el Farmland Bird Indicator (Indicador d'Ocells Agrícoles) va entrar a formar part dels indicadors de sostenibilitat de la Unió Europea, essent el primer indicador biològic en incorporar-s'hi. El missatge que ens dóna fins ara aquest indicador, però, no convida gaire a l'optimisme, ja que la regressió de les espècies d'ocells d'ambients agrícoles ha estat espectacular en les darreres dècades. A nivell català malgrat aquest indicador s'ha mantingut força estable en els darrers 12 anys (Figura 7) cal investigar si els canvis que es produeixen en el medi agrícola afecten en major o menor mesura als nostres ocells. Amb aquesta finalitat durant els darrers anys bona part de la recerca en indicadors desenvolupada per l'ICO s'ha destinat a cercar un indicador que mesuri els efectes dels factors de canvi associats al medi agrícola que potencialment poden incidir en les tendències dels ocells que hi habiten.

L'agricultura a Catalunya pateix des de fa ja unes dècades un impacte global producte d'un procés dual. Mentre a les zones tradicionalment menys productives (essencialment zones muntanyoses) existeix un procés d'abandonament agrícola i d'avançament de la massa forestal, a les zones més productives (essencialment les planes), l'agricultura ha sofert una marcada intensificació. Moltes vegades aquest procés d'intensificació ha anat acompanyat d'un increment notable de la ramaderia intensiva com element important de diversificació de la renta agrària, cosa que sovint ha acabat tenint un pes molt important (Aldomà, 2009). Tot i això, anàlisi a escales més globals assenyalen que els canvis agrícoles al nostre país no tenen la intensitat que s'han detectat en altres regions d'Europa (Feranec *et al.* 2010).

Ambdós processos, abandonament i intensificació, tot i ser en molts aspectes contraposats, sembla que haurien de tenir igualment efectes molt negatius sobre les espècies d'ocells d'ambients agrícoles, però les nostres investigacions, de moment no han generat cap resultat clar en aquest sentit durant el període 2002-2013. D'aquesta manera, la generació d'un indicador d'abandonament agrícola amb la mateixa metodologia utilitzada per l'indicador d'aforestació mostra una manca d'incidència d'aquest factor de canvi en l'avifauna catalana (Herrando *et al.* 2014), mentre que l'indicador d'intensificació agrícola presentat en la passada memòria (ICO 2013) en la que ja s'apuntava que calia treballar-hi

més ens genera cada cop més dubtes, ja que no sembla que la resposta individual de cada una de les espècies estigui correlacionada amb les observacions fetes in situ sobre l'ecologia de les espècies.

Enguany, hem fet més proves aplicant l'indicador d'intensificació només als itineraris SOCC que es duen a terme a la Plana de Lleida, una escala geogràfica on es concentra la major part de l'activitat agrícola catalana i, per tant, els processos de modificació de l'espai agrícola haurien d'incidir de manera més evident. Els resultats han estat de nou decebedors i cal suposar que o bé hi ha un error analític, o bé el procés d'intensificació no afecta de manera clara l'avifauna catalana, un punt que sembla improbable. Cal per tant, continuar amb la recerca sobre aquest tema, sobretot des d'un punt de vista d'afinar amb les variables ambientals que fins ara hem utilitzat tot cercant una major correlació entre elles i la distribució dels ocells per tal de poder aventurar quina serà la incidència del canvi en cada espècie.

Per tots els motius expressats anteriorment, al final hem decidit abordar el problema a partir dels indicadors d'estat, concretament l'indicador agrícola i el d'ocells estèpics, però aplicant-los només sobre els resultats dels censos SOCC que es realitzen a la Plana de Lleida. La metodologia aplicada pels indicadors de canvi dels ocells agrícoles coincideix amb l'aplicada als indicadors d'estat dels hàbitats i per tant, cal considerar que els indicadors que aquí es mostren responen a l'evolució de les poblacions d'ocells agrícoles i estèpics en l'espai geogràfic estudiat.

Els resultats dels dos indicadors mostren una evolució prou diferent dels dos grups d'espècies (Figura 8). D'aquesta manera, mentre el conjunt de les espècies dels medis agrícoles mostren una tendència força estable durant el període 2002-2013, les espècies d'ambients estèpics disminueixen de manera clara. Cal assenyalar que aquestes darreres conformen un grup fortament lligat a l'activitat agrícola tradicional i de secà, de manera que les causes de la seva disminució segurament es troben en els canvis soferts per aquesta activitat agroromadera. Aquest patró de la Plana de Lleida coincideix força amb el que es detecta pel conjunt del país, una similitud que dona fe de la importància d'aquest espai en la conservació de l'activitat agrícola i, en conseqüència, de la biodiversitat associada a ella.

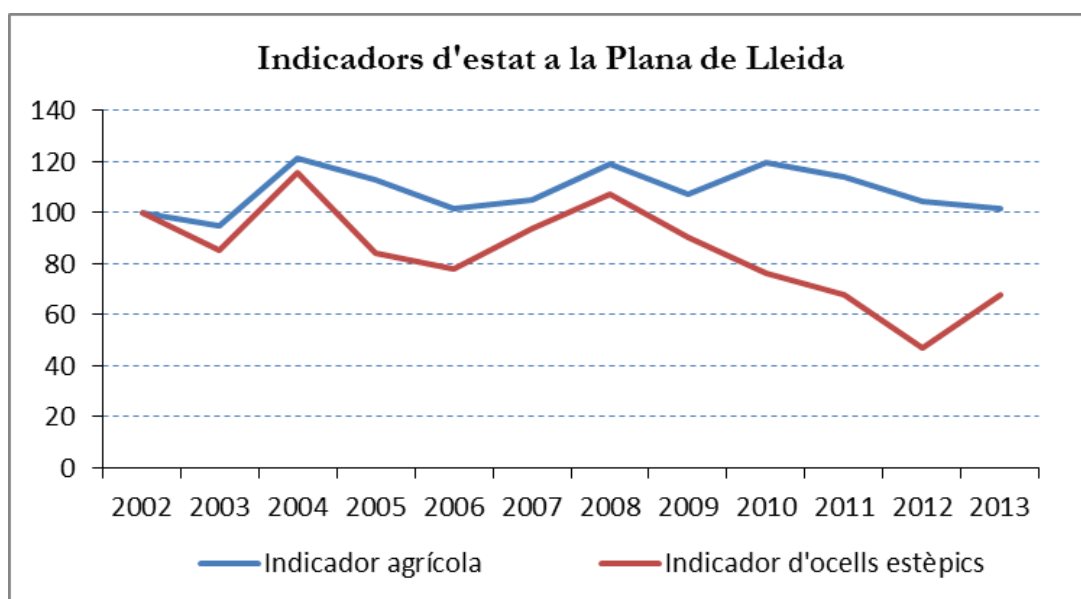


Figura 8. Canvis en dos indicadors d'estat dels principals ambients de la Plana de Lleida. L'indicador agrícola està compostat per les tendències conjuntes de 36 espècies característiques dels conreus, mentre que l'indicador d'ambients estèpics ho està per 6 espècies

5.3. Indicadors d'estat de terra baixa, muntanya mitjana i alta muntanya

Catalunya mostra un gradient altitudinal remarcable i això implica que l'afectació de processos de canvi ambiental com ara el canvi climàtic o l'aforestació poden diferir depenent de l'altitud. Per tot plegat, les espècies montanes podrien estar tenint una davallada considerable, tal i com ja s'ha constatat a Escandinàvia (Lehikoinen *et al.* 2014).

Sota aquestes consideracions en la present memòria es presenta una primera aproximació a les tendències de la biodiversitat en el gradient altitudinal de Catalunya tot elaborant indicadors d'estat en diferents estatges altitudinals. Amb aquest objectiu s'han generat 3 indicadors de gradient altitudinal que corresponen a l'evolució de les espècies que troben la seva preferència altitudinal en algun dels rangs previamente determinats. Aquests rangs han estat, la terra baixa entre els 0 i els 1.000 m. d'altitud, la muntanya mitjana entre els 1.000 i els 1.800 m d'altitud i l'alta muntanya per sobre dels 1.800 m d'altitud. L'assignació de les espècies a cada un dels rangs es detalla en l'Annex I i s'ha basat en les preferències d'altitud que es van determinar en l'atles dels ocells nidificants (Estrada *et al.* 2004).

Els resultats (Figura 9) apunten clarament a un decrement de les espècies pròpies de l'alta muntanya en el període 2002-2013, procés que no es detecta en altres rangs altitudinals, on els ocells mostren una evolució estable molt similar a la del conjunt dels ocells comuns autòctons (Figura 3). És important destacar que aquest indicador no té en compte cap component d'hàbitat i per tant, en cada grup s'hi analitzen de manera conjunta espècies molt heterogènies en relació al seu nínxol ecològic. Per tant cal considerar que el descens que es detecta es pot donar en tot l'espectre d'ambients de l'alta muntanya pirinenca, des dels boscos de pi negre i avet, fins als roquissars dels cims.

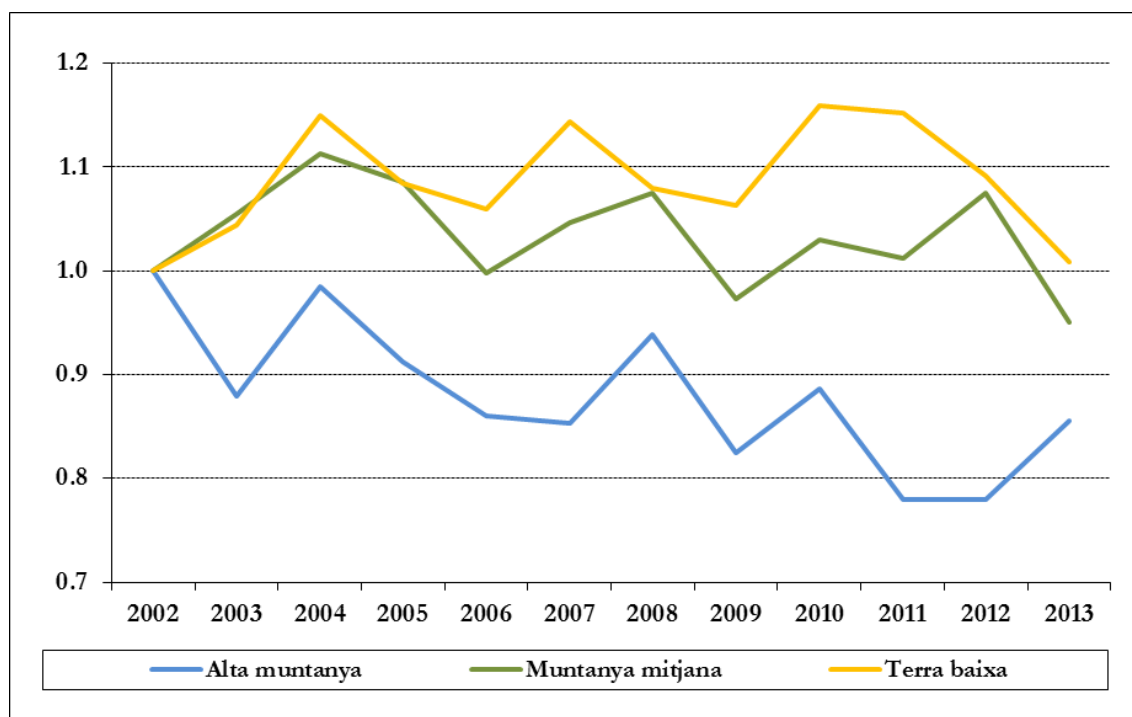


Figura 9.. Canvis en les poblacions d'ocells a diferents gradients altitudinals. Els indicadors consten de les tendències conjuntes de les 64 espècies que mostren la seva preferència altitudinal entre els 0 i els 1.000 m d'altitud (terra baixa), les 44 espècies que mostren preferència pel rang altitudinal entre els 1.000 i els 1.800 m d'altitud (muntanya mitjana) i les 17 espècies que es troben de manera preferent a partir dels 1.800 m d'altitud (alta muntanya).

És important assenyalar però que el mostratge a l'alta muntanya és difícil degut al rigor del medi i les dificultats d'accés. Per tant l'alta muntanya és, probablement, la regió menys representada al SOCC. A més cal afegir que les pròpies dificultats del medi alpí fan que la seva diversitat ornítica sigui menor i que, per tant, el nombre d'espècies sigui reduït. Per aquest motiu seria interessant poder disposar de dades addicionals per tal d'elaborar un indicador d'alta muntanya més robust, tal i com s'ha fet amb l'indicador de zones humides. En aquest sentit, programes de seguiment com el Gallipyr, els seguiments de grans rapinyaires o els seguiments que es duen a terme a l'interior del Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici podrien aportar informació complementària de gran interès.

6. Indicadors dels efectes dels factors de canvi del medi natural en els ocells

6.1. Indicadors dels efectes del canvi climàtic

El canvi climàtic està considerat actualment com un dels principals factors de canvi sobre la biodiversitat i aturar-ne la seva incidència ha esdevingut una de les principals preocupacions dels governants a escala planetària. Conèixer la magnitud del canvi que està produint en la biosfera és, per tant, una prioritat i quasi, una obligació, però no sempre és senzill trobar mesures del què està passant. En aquest sentit, el seguiment dels ocells comuns pot aportar informació notable i robusta que es pot representar de forma senzilla i entenedora sobre els efectes del canvi climàtic en aquest grup zoològic.

Tal i com hem anat presentant en els darrers informes, enguany utilitzem les dades del SOCC per analitzar els efectes que el canvi climàtic està tenint sobre les poblacions d'ocells reproductors de Catalunya a partir de la metodologia desenvolupada per Gregory *et al.* (2009). En síntesi, es genera un indicador dels efectes del canvi climàtic considerant que el gradient analitzat és un gradient de canvi climàtic basat en la resposta estimada en les projeccions que es van fer en l'Atlas climàtic dels ocells d'Europa (Huntley *et al.* 2007). Amb les projeccions a futur que es van desenvolupar en aquesta obra es classifiquen dos grans grups: 1) el de les espècies que es va calcular que veurien incrementada la seva àrea de distribució es consideren espècies Clima (+), i 2) aquelles en les quals les prediccions van preveure una disminució de la seva àrea de distribució es cataloguen com a Clima (-). Per dir-ho d'una manera més entenedora, les Clima (+) són aquelles espècies més termòfiles que es veuen afavorides pels augments de temperatura, mentre que les Clima (-) serien aquelles espècies pròpies de medis freds que veuran desaparèixer les àrees que responen als seus requeriments climàtics i per tant, tendiran a desaparèixer. Finalment, es calcula el valor anual d'efectes del canvi climàtic fent el quocient entre els dos indicadors, Clima (+) i Clima (-). El conjunt d'espècies considerades com a Clima (+) i Clima(-) es pot consultar a l'Annex III de la present memòria.

Pel que fa als resultats cal assenyalar que en el conjunt del període 2002-2013, l'indicador d'efectes del canvi climàtic en ocells (Figura 10) s'ha incrementat un 6% en 12 anys. Tot i així, després d'un fort increment en els primers 10 anys (2002-2011), l'indicador sembla que s'estabilitza en uns valors més moderats. Aquest fet pot portar a pensar que els ocells a Catalunya no estan patint un canvi profund d'acord amb les previsions d'escalfament global del nostre planeta, però la tendència global de la sèrie apunta a un increment continu en el valor de l'indicador que encara es manté per sobre del valor de referència de l'any 2002. En aquest context general per a tot el període estudiat, una anàlisi en detall de cada un dels subíndexs que compona l'indicador, el Clima (+) i el Clima (-), apunta a què, en conjunt, i tot i les oscil·lacions naturals pròpies de totes les espècies, els ocells d'ambients càlids es mantenen més o menys estables i els d'ambients freds mostren una lleu tendència a la baixa. Aquests resultats suggereixen que el progressiu increment de les temperatures n'és el causant ja que les poblacions de les espècies que toleren millor la calor mantenen les seves poblacions i les que necessiten temperatures més baixes perden efectius. A més aquest fet concorda amb els resultats obtinguts en l'anàlisi de la resposta poblacional dels ocells en el gradient altitudinal (vegeu apartat 5.3. Indicadors d'estat de terra baixa, muntanya mitjana i alta muntanya) on les espècies que mostren una major regressió, són les pròpies dels ambients alpins.

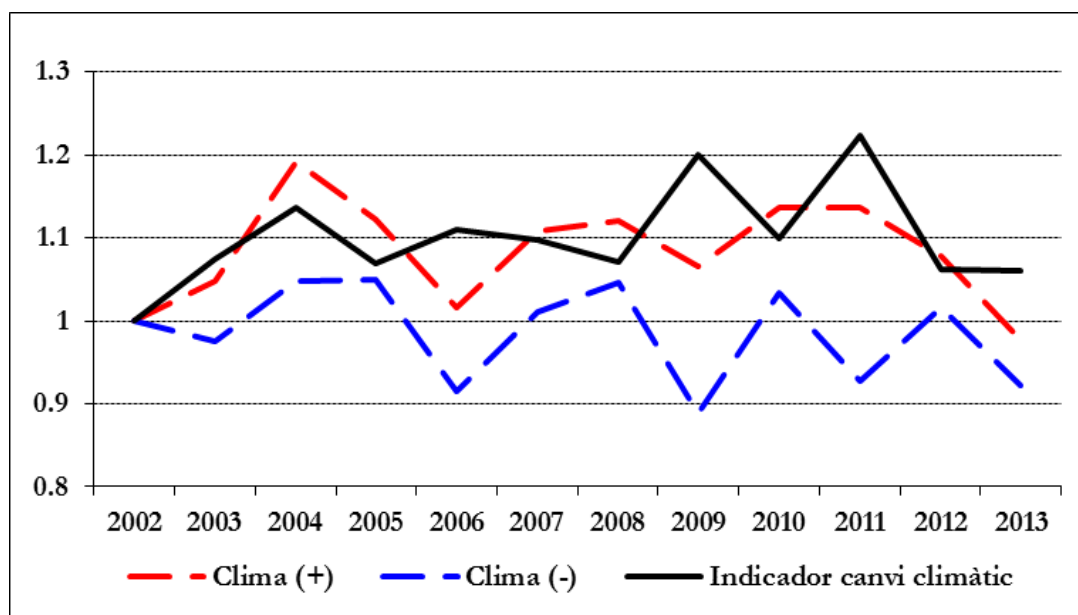


Figura 10. Canvis en l'indicador de canvi climàtic desenvolupat a partir de les dades del SOCC. Aquest indicador està format per dos subíndexs, el Clima (+) mostra la tendència conjunta de les 56 espècies que s'espera que expandeixin la seva distribució a Europa a conseqüència del canvi climàtic, i el Clima (-) mostra la tendència conjunta de les 29 espècies que s'espera que restringeixin la seva distribució a Europa a conseqüència del canvi climàtic. S'ha elaborat seguint la metodologia proposada per Gregory *et al.* (2009).

En relació al 2012, cal apuntar que l'indicador dels efectes del canvi climàtic mostra per aquest 2013 una estabilització important després d'uns anys de fortes oscil·lacions. Tot i així, en aquest cas, l'estabilització es deu a la baixada general de totes les espècies d'ocells comuns autòctons (Figura 3) que ha afectat de manera similar tant a les espècies que componen el grup de les afavorides pel canvi climàtic, com a les que s'haurien de veure desfavorides per aquest fenomen. En general el 2013 va ser un any meteorològicament normal, tot i que amb una primavera freda i plujosa (www.meteo.cat). Aquest fet probablement va causar la disminució general de les poblacions d'ocells en el moment en el que es realitzen els censos del SOCC amb un retard en les postes i, segurament un important fracàs de la cria. Com ja havíem apuntat caldrà seguir treballant en aquestes anàlisis però tot plegat suggereix que les respostes dels ocells als fenòmens climàtics no es deuen només als valors promitjos d'un determinat període, sinó també als fenòmens extrems i és possible que l'efecte del clima sobre els ocells a Catalunya al 2012 es pugui relacionar amb episodis de fortes precipitacions.

6.2. Indicadors dels efectes de l'aforestació

Un altre dels principals factors de canvi sobre els hàbitats és la modificació de l'estructura de la vegetació i de la seva composició específica, ja sigui pel seu propi creixement o per la seva reducció. Ambdós processos són naturals en sí mateixos (successió, pertorbació) per bé que l'home en pot alterar la seva dinàmica amb la seva gestió directa o indirecta. Sigui quin sigui l'origen, la major part d'organismes responen fortament al gradient que va del prat al bosc, però molt pocs poden ser monitoritzats adequadament. En aquest sentit el grup dels ocells comuns ens pot aportar informació de forma senzilla i econòmica però alhora robusta (moltes espècies i repartides al llarg del gradient esmentat) i aquesta informació es pot tractar tant de manera separada com conjunta i resumir en un únic indicador.

Des de l'ICO hem desenvolupat un indicador d'aforestació (Herrando *et al.* 2014) utilitzant les dades del SOCC per analitzar la direcció i magnitud amb la que aquest factor de canvi està actuant en el conjunt de Catalunya. A tal efecte hem utilitzat la metodologia dels indicadors d'efecte de canvi desenvolupada per Gregory *et al.* (2009) per l'indicador d'efectes del canvi climàtic, tot considerant un gradient que es basa en la relació entre l'abundància d'una espècie amb els hàbitats que ocupa. En aquest gradient, que anomenem Aforestació, hi ha espècies que responen positivament al procés de creixement de la vegetació i, per tant, són més abundants a les àrees més boscoses i d'altres que ho fan negativament i, per tant, se situen en els ambients més oberts. Un cop obtingut un valor per a cada espècie en l'escala del prat al bosc, s'agrupen en aquelles que estan afectades positivament per l'Aforestació i les que hi estan afectades negativament. Aquesta agrupació permet que per ambdós grups es generi per a cada any, l'índex d'Aforestació (+) i el d'Aforestació (-). Finalment, es calcula el valor anual d'efectes del canvi per Aforestació fent el quocient entre els dos índexs Aforestació (+) i Aforestació (-). El conjunt d'espècies que s'han utilitzat en el càlcul de l'indicador i la seva afinitat per un dels dos extrems del gradient del prat al bosc es pot consultar a l'Annex III de la present memòria.

Una diferència important en relació a l'indicador dels efectes del canvi climàtic és que l'aforestació és un procés que es dona només en aquelles àrees on la vegetació natural constitueix una part important del paisatge, mentre que el clima afecta a la totalitat del territori. Per aquest motiu, l'indicador que es presenta aquí està calculat amb les dades d'un conjunt d'itineraris SOCC (Figura 11) on la matriu de vegetació natural representa més del 60% de la cobertura vegetal en un buffer de 350 m al voltant de l'itinerari i que fonamentalment correspon a les àrees improductives de muntanya.

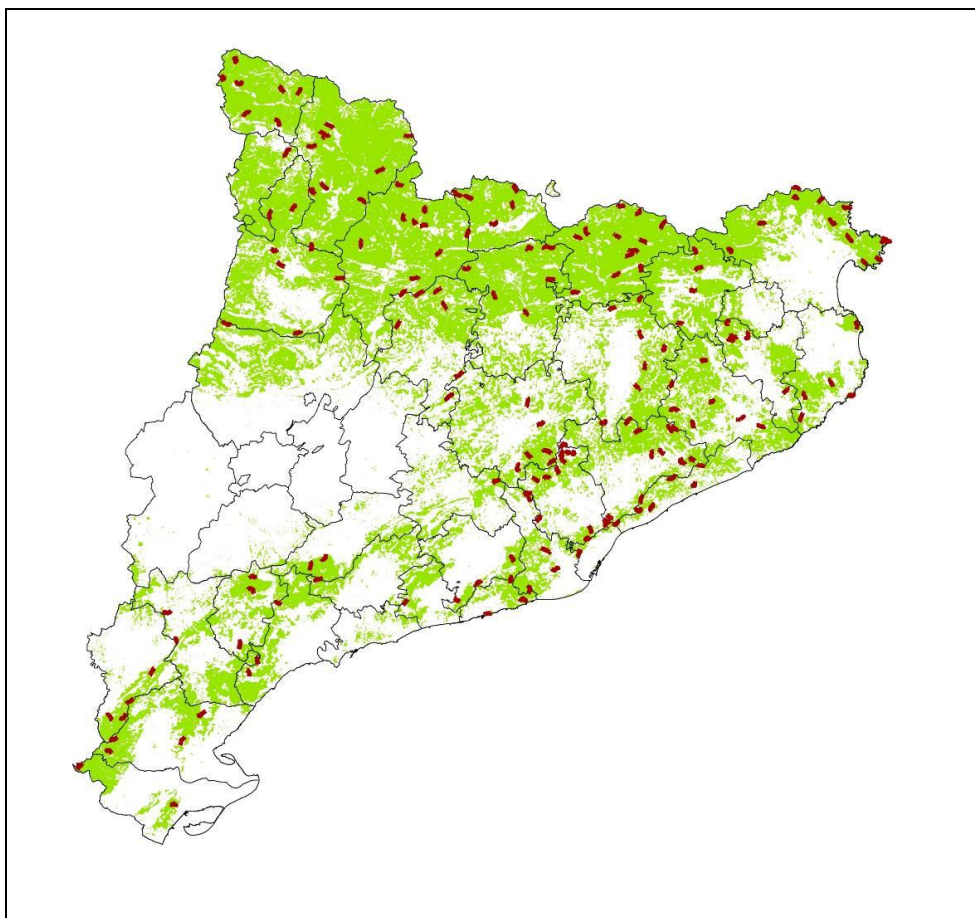


Figura 11. Distribució de les àrees (en verd) amb una matriu de vegetació natural superior al 60% i dels itineraris SOCC (en vermell) que s'utilitzen per al càlcul de l'indicador d'aforestació.

En aquest informe presentem la tendència de l'indicador d'efectes de l'aforestació a escala catalana (Figura 12). Cal assenyalar que el resultat presentat aquí és producte de tres anys de recerca que s'acaben de publicar en una revista d'alt impacte d'àmbit internacional (Herrando *et al* 2014 que es mostra complet a l'annex IV) i que, per tant, es pot considerar que ja que ha superat els durs filtres que s'imposen en aquestes publicacions. Per tant, tot i que en memòries anteriors només s'havia presentat de manera preliminar, en aquest moment, el resultat aportat és prou robust i, a més, mostra una significació estadística molt alta.

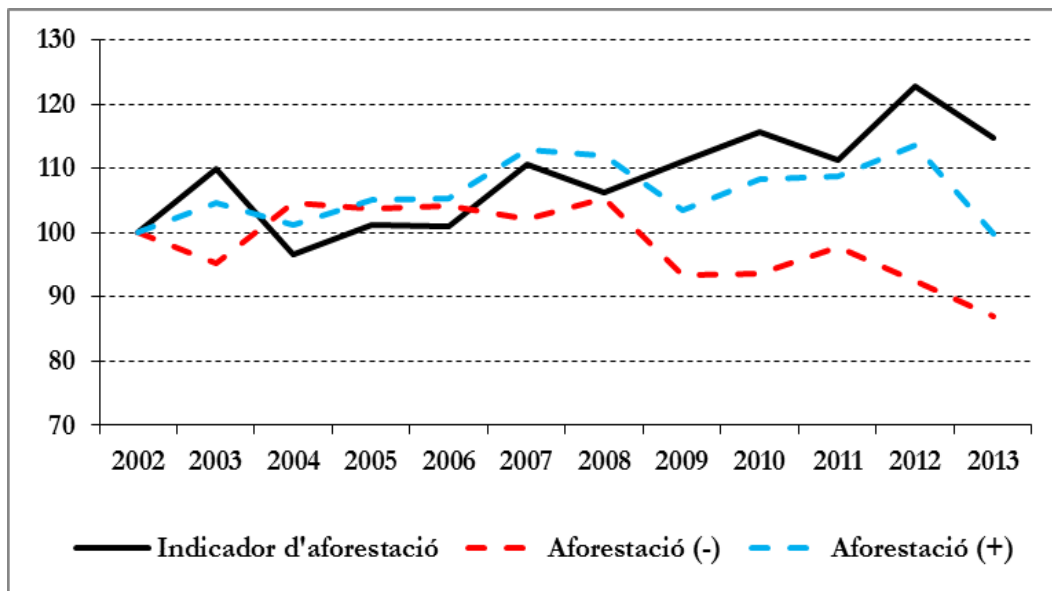


Figura 12. Canvis en l'indicador d'aforestació desenvolupat a partir de les dades del SOCC. Aquest indicador està format per dos subíndexs, l'Aforestació (+), que mostra la tendència conjunta de les 44 espècies que s'han definit com a espècies que mostren preferència per espais forestals i l'Aforestació (-), que mostra la tendència conjunta de les 22 espècies que mostren preferència per espais oberts, prats i matollars de fins a 1,5 m d'alçada, i que, per tant, es veuen desfavorides per processos de creixement de la vegetació. S'ha elaborat seguint la metodologia proposada per Gregory *et al.* (2009) en l'indicador d'efectes de canvi climàtic i adaptada per Herrando *et al.* (2014) als canvis d'usos del sòl.

En l'indicador s'aprecia clarament una tendència a l'increment, tendència per la qual podem establir que a primers del S. XXI, els processos de creixement de la vegetació són més potents que els processos de destrucció. Cal, per tant concloure, que en aquests 12 anys, la incidència de les roturacions d'espais forestals, dels incendis, de la obertura de camins i d'altres impactes negatius sobre les masses boscoses han quedat compensades pel creixement de la coberta vegetal natural, que ha actuat com un dels motors en els canvis de l'avifauna a escala catalana.

6.3. Exploració d'indicadors per mesurar dels efectes de la fragmentació de l'hàbitat

La fragmentació del territori a causa de la creixent urbanització i la construcció d'infraestructures de tota mena ha estat definit com un dels factors de canvi importants en l'actual escenari de pèrdua de la biodiversitat (e.g. Lindenmayer 2006). Per aquest motiu és voluntat del programa SOCC mostrar la resposta dels ocells a aquest procés. Malgrat en aquest moment no estem encara en disposició de mostrar cap resultat, durant el 2013 s'ha avançat en l'elaboració d'un protocol metodològic per dissenyar un indicador dels efectes de la fragmentació del territori que de manera molt resumida passaria per:

1. Establir un índex de fragmentació que es pugi aplicar a quadrats UTM 1x1 km per tal de poder determinar el valor de l'índex en cada un dels quadrats UTM 1x1 km

mostrejats durant l'atles de nidificants. Es considerarà només la fragmentació produïda per causes antròpiques, és a dir per infraestructures de comunicacions i energia i per urbanització.

2. Buscar una correlació entre la probabilitat d'aparició de cada espècie amb el valor de l'índex de fragmentació per tal de determinar l'afinitat de les espècies a determinats valors de fragmentació i poder classificar les espècies com afavorides per la fragmentació i desfavorides per la mateixa. Cal notar que és possible que no hi hagi espècies clarament afavorides sobre un determinat llindar de fragmentació de manera que és possible que calgui avaluar d'alguna manera aquest llindar i situar les espècies afavorides i desfavorides per sobre i per sota del llindar que es triï.
3. Generar l'indicador aplicant la metodologia desenvolupada per Gregory *et al.* (2009) a l'indicador dels efectes del canvi climàtic en ocells.

6.4. Síntesi de les principals forces de canvi ambiental

A la vista dels resultats dels diferents indicadors i, a l'espera de poder-ne desenvolupar de nous que responguin amb claredat a la pregunta, creiem que en l'actualitat estem en condicions d'afirmar que els més importants motors de canvi al nostre país en el conjunt de l'avifauna són el clima i l'aforestació, dos processos que en l'actualitat estan fortament influïts per l'acció humana.

En relació al clima, és del tot indubtable que en aquests moments el canvi climàtic és un dels principals responsables del canvi global i l'ample seguiment que se'n fa en fòrums internacionals és una bona mostra de la preocupació que causa. A casa nostra podem veure com aquest factor sembla incidir particularment en les espècies que habiten les majors altituds i, per tant, és allà on caldrà posar l'accent en matèria de conservació i planificació.

En relació a l'aforestació, a la vista de les anàlisi que fins al moment hem fet, sembla que és l'únic motor de canvi associat a canvis d'usos del sòl que està mostrant una incidència clara en les tendències de les poblacions d'ocells al nostre país. En aquest sentit cal assenyalar que treballs recents sobre les capes CORINE a escala europea (Feranec *et al.* 2010) determinen que a Catalunya els canvis més importants que es van produir a la dècada 1990-2000 han estat precisament en els processos d'aforestació-deforestació, mentre que els canvis al medi agrícola han resultat d'una escala molt menor, un fet que sembla coincidir amb les anàlisi mostrades en la present memòria. Aquest mateix estudi denota, però, un important procés d'urbanització que cal associar a la fragmentació de l'hàbitat i, per tant, aquest ha de ser un dels punts claus en la recerca futura per tal de poder determinar si aquest factor incideix de manera clara en els canvis en la biodiversitat i com ho fa. Finalment cal indicar que en el capítol dels efectes dels canvis en el món agrícola ens cal trobar algun mecanisme que ens permeti determinar amb exactitud les causes de la disminució dels ocells estèpics tot incidint en el detall dels processos d'intensificació i abandonament de l'activitat agroromadera tradicional a casa nostra.

7. Tendències temporals dels indicadors al sistema d'espais naturals protegits de Catalunya

El SOCC i els indicadors que se'n deriven tenen la voluntat d'esdevenir eines de gestió eficaçes sobretot a l'escala a la que es va dissenyar el programa, que no és altre que la totalitat de la superfície de Catalunya. Aquesta eina, però, cal aplicar-la a cada cas i un dels elements més importants de la protecció de la natura a Catalunya ha estat la determinació del Sistema d'Espais Naturals Protegits (SENP), que inclou tant els elements del Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN) com la Xarxa Natura 2000. Dins el SENP a més prenen especial rellevància els Espais Naturals de Protecció Especial (ENPE) configurats com a xarxa d'unitats territorials que gaudeixen de figures de protecció específiques. Ambdós sistemes, el SENP i la xarxa ENPE conformen les dues principals xarxes territorials sobre la que es basa la protecció del territori i, per tant, conèixer l'evolució de la biodiversitat en elles ha d'esser un objectiu clar dels programes de seguiment.

En aquest sentit, l'àmplia cobertura del programa SOCC en ambdues xarxes (Figura 13) permet calcular l'evolució dels indicadors d'ocells en el seu interior per tal de conèixer l'estat de conservació de les poblacions d'ocells comuns que hi viuen i, determinar, si s'escau, prioritats en l'estratègia de conservació d'aquestes dues figures de protecció. En aquest apartat, per tant, es mostra l'evolució de 4 indicadors d'estat (agrícola, forestal, de zones obertes naturals i estèpic) en la xarxa SENP i la xarxa ENPE i es compara amb els resultats dels mateixos indicadors a escala catalana. S'ha exclòs d'aquest anàlisi l'indicador de zones humides ja que és un tipus d'ecosistema que, a Catalunya, es troba majoritàriament a l'interior dels espais protegits i, per tant, els resultats serien molt similars a aquells que s'han mostrat pel conjunt del país.

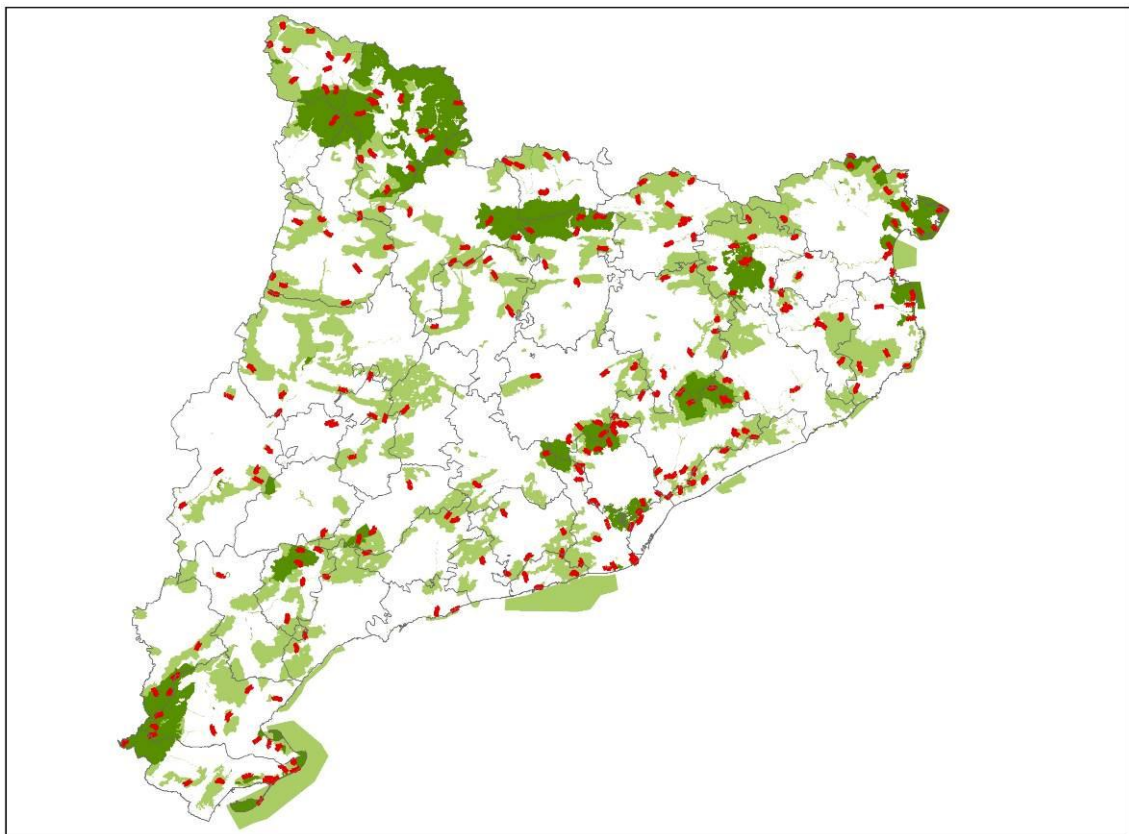


Figura 13.. Localització dels itineraris SOCC (en vermell) en el marc del Sistema d'Espais Naturals Protegits (SENP: PEIN+Xarxa Natura 2000, tota la trama verda) i del conjunt dels Espais Naturals de Protecció Especial (ENPE, trama verd fosc).

Finalment, cal remarcar un cop més, dues consideracions importants. D'una banda, tot i que hem avançat molt en la millora dels indicadors, encara queden molts passos per fer i és necessari recordar que el llistat d'espècies concret que configura cada indicador (Annex I) encara pot patir algun canvi en funció de la millora de la informació o de l'adopció de nous criteris. A més, tot i que analíticament s'ha pogut compensar la importància (ambiental i geogràfica) relativa de cada itinerari SOCC a escala catalana per millorar la representativitat del mostratge, això encara no s'ha pogut fer a escala de SENP i de ENPE, on, per ara, tots els SOCCs han comptat igual a l'hora de generar les tendències.

D'altra banda encara no s'han calculat els indicadors dels efectes dels factors de canvi per a les xarxes SENP i ENPE. Tot i tenir ja el vist i plau de la comunitat internacional en el procediment de càlcul dissenyat des de l'ICO, creiem que l'adaptació d'aquest procediment a una escala menor com són les citades xarxes SENP i ENPE és un tema que, a hores d'ara, encara no tenim resolt de manera definitiva. La nostra recerca apunta a que l'escala geogràfica a la que s'apliquen aquests indicadors és determinant en els resultats i, per tant, cal establir protocols acurats pel càlcul dels indicadors en unitats geogràfiques diferents a la catalana.

7.1. Indicador forestal en espais naturals protegits

L'indicador forestal per al període 2002-2013 sembla que mostra una diferència de comportament en les dues xarxes d'espais de protecció estudiats. D'aquesta manera, mentre que a la xarxa SENP, el comportament de l'indicador és molt similar al que trobem per al conjunt de Catalunya amb una tendència lleument a l'alça, a la xarxa ENPE, mostra una disminució lleu (Figura 14).

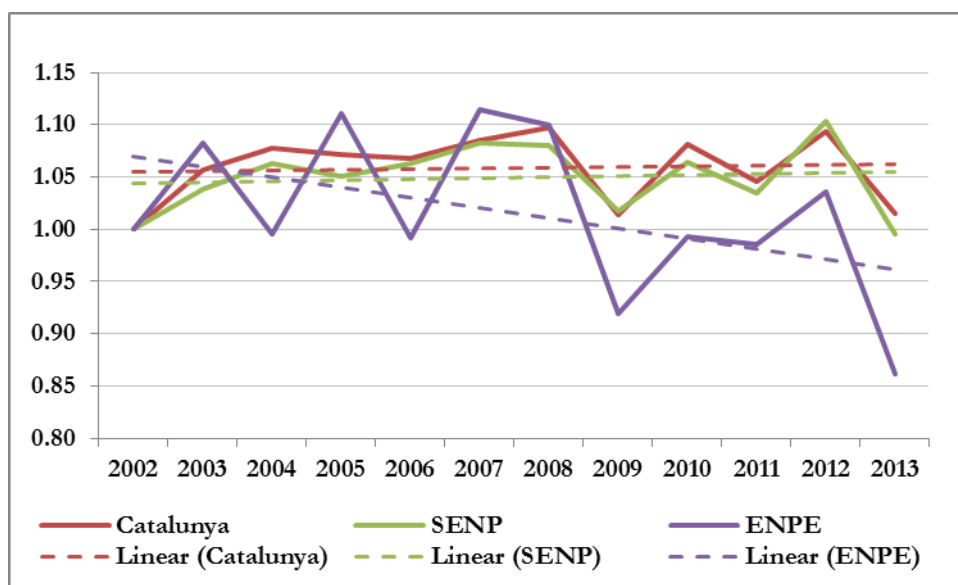


Figura 14. Canvis en l'indicador forestal en el període 2002-2013 en el conjunt de Catalunya, el Sistema d'Espais Naturals Protegits (SENP) i els Espais Naturals de Protecció Especial (ENPE). La línia discontinua mostra la tendència lineal del període. Per interpretar les diferències en l'evolució del paràmetre cal prestar atenció al pendent d'aquesta recta. No s'ha realitzat cap test estadístic per comprovar la significació d'aquestes diferències de pendent a causa del baix nombre d'anys estudiats encara.

Cal assenyalar que la disminució detectada a la zona ENPE s'ha donat després de marcades fluctuacions i es troba fortament influenciada per les dades del darrer any d'estudi (2013). Per aquest motiu, cal ser prudents alhora d'avaluar-la com a preocupant i al mateix temps cal tenir en compte algunes consideracions sobre la fisiognomia de la xarxa i la seva gestió. S'ha de tenir en compte que a Catalunya, les àrees protegides eren majoritàriament

boscoses quan se'n va decretar la seva protecció i que, el creixement del bosc s'ha produït més aviat fora d'aquestes. Al mateix temps, és probable que les mesures de gestió que s'adopten en el conjunt de la xarxa ENPE tinguin algun efecte en la resposta de l'indicador d'ocells forestals. Cal considerar que en els darrers anys s'ha insistit molt en la pèrdua dels espais oberts i que, fruit d'aquesta preocupació, una bona part de les mesures de gestió que s'han aplicat en espais protegits han anat encaminades a recuperar aquests espais. En aquest sentit, la major intervenció dels gestors en els ENPE, podria explicar d'alguna manera, el diferent comportament d'aquests espais en relació als de la xarxa SENP i al conjunt del territori.

7.2. Indicador agrícola en espais naturals protegits

L'indicador agrícola mostra una lleu davallada per al període 2002-2013 tant a escala de tot Catalunya com a les xarxes SENP i ENPE (Figura 15), tot i que la tendència és més acusada a l'interior dels espais protegits. La disminució dels ocells dels ecosistemes agrícoles s'ha relacionat amb diverses causes: 1) la pèrdua d'espais agrícoles a les zones de productivitat agropecuària marginal (abandonament rural), 2) la intensificació de les zones més productives (eliminació de marges, aplicació de pesticides per millorar les collites, intensificació ramadera, etc.) i 3) el procés d'urbanització del medi rural. En l'actualitat, però, no disposem de cap eina analítica per determinar quina d'elles actua amb major intensitat sobre les poblacions d'ocells.

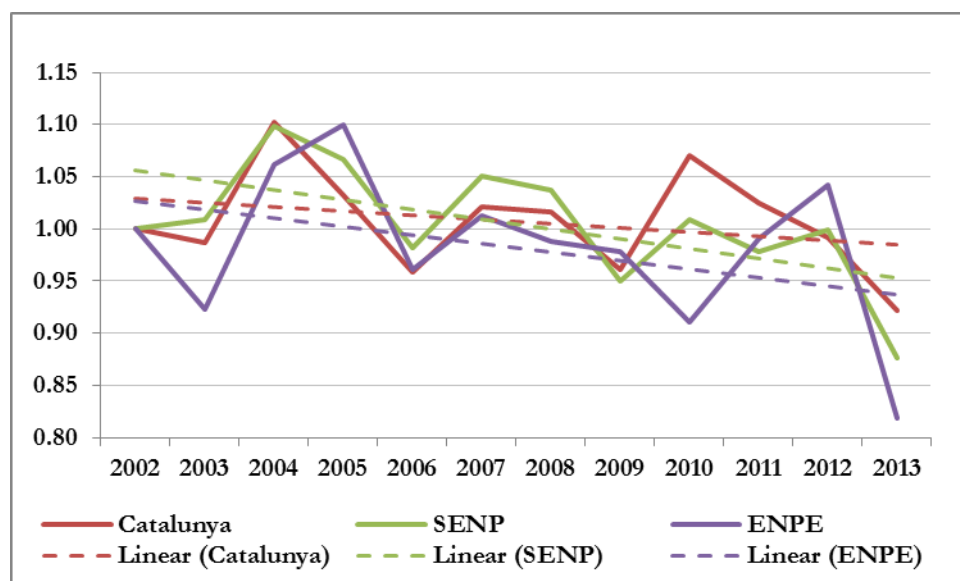


Figura 15. Canvis en l'indicador agrícola en el període 2002-2013 en el conjunt de Catalunya, el Sistema d'Espais Naturals Protegits (SENP) i els Espais Naturals de Protecció Especial (ENPE). La línia discontinua mostra la tendència lineal del període. Per interpretar les diferències en l'evolució del paràmetre cal prestar atenció al pendent d'aquesta recta. No s'ha realitzat cap test estadístic per comprovar la significació d'aquestes diferències de pendent a causa del baix nombre d'anys estudiats encara.

Cal posar especial èmfasi en assenyalar que l'estudi del descens de l'indicador agrícola en la xarxa SENP i la determinació de les seves causes continua sent una de les principals fites en els propers anys. Cal recordar que dins d'aquesta xarxa s'hi troben alguns dels retalls d'espais agropecuaris més interessants en matèria de biodiversitat a Catalunya i que, per tant, poden representar una de les principals figures de protecció per garantir el desenvolupament d'un espai agrícola d'alta diversitat natural. En aquesta línia enguany s'ha fet un pas endavant i l'anàlisi de l'indicador agrícola en la xarxa SENP s'ha detallat per a dues submostres d'itineraris SOCC: 1) la d'espais agrícoles, que és aquella que incorpora els itineraris que estan rodejats per una matriu agrícola de més del 50% en un buffer de 350 m

al votant de l'itinerari i 2) la dels espais no agrícoles, que inclou els itineraris en els quals la matriu agrícola no supera el llindar del 50%. Aquesta distinció permet calcular l'indicador agrícola de la xarxa SENP en els espais que tenen un caràcter més netament agrícola i els que no el tenen (Figura 16).

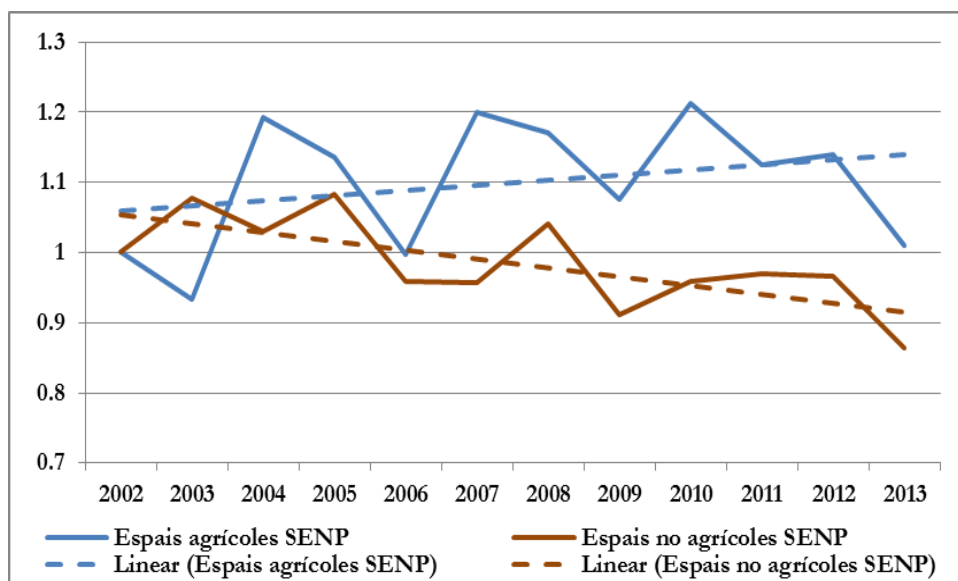


Figura 16. Canvis en l'indicador agrícola en el període 2002-2013 en el conjunt de la xarxa SENP en aquells itineraris on la matriu agrícola en un buffer de 350 m al voltant de l'itinerari supera el 50% (espais agrícoles) o no supera aquest llindar (espais no agrícoles). La línia discontinua mostra la tendència lineal del període. Per interpretar les diferències en l'evolució del paràmetre cal prestar atenció al pendent d'aquesta recta. No s'ha realitzat cap test estadístic per comprovar la significació d'aquestes diferències de pendent a causa del baix nombre d'anys estudiats encara.

El resultat sembla apuntar a que els ocells de medis agrícoles a la xarxa SENP tenen una tendència més favorable dins els espais netament agrícoles que en aquells on l'activitat agrícola és baixa. Aquest fet pot indicar que la problemàtica de la xarxa en matèria de protecció de l'activitat agrícola tradicional podria estar més relacionada amb processos de fragmentació i pèrdua d'hàbitat en aquelles zones on l'agricultura és quantitativament poc important, bàsicament a les àrees muntanyoses del país.

7.3. Indicador de zones obertes naturals en espais naturals protegits

L'indicador de zones obertes naturals mostra una tendència general negativa molt similar tant en el conjunt de Catalunya com als Espais Naturals de Protecció Especial (ENPE) i el Sistema d'Espais Naturals Protegits (SENP) (Figura 17). Aquesta regressió general podria estar relacionada amb una pèrdua d'ambients arbustius a causa del progressiu desenvolupament vegetal. Així doncs, les dades suggereixen que, en conjunt, i per a aquest període de 12 anys, el paper dels incendis forestals com a elements de fre per al desenvolupament dels ecosistemes forestals i el manteniment de zones obertes de natura arbustiva ha estat menys rellevant que el de la successió vegetal (veure 6.2. Indicadors dels efectes de l'aforestació, Figura 12). Cal assenyalar que, malgrat en els ENPE i el SENP on les mostres són més petites s'observen grans fluctuacions, la tendència lineal és quasi paral·lela a la catalana i, per tant, cal considerar que les tres tendències que es mostren a la Figura 17 són molt similars.

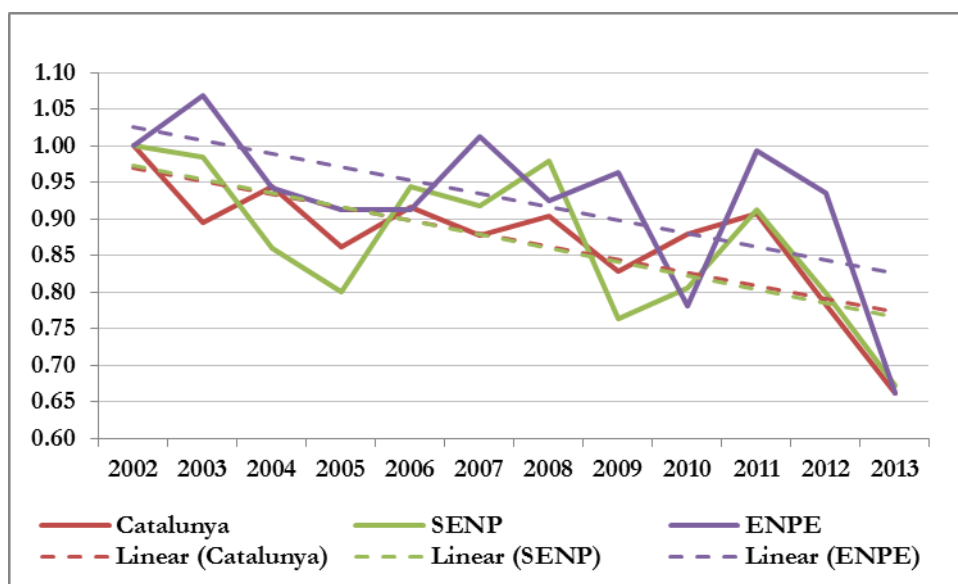


Figura 17. Canvis en l'indicador de zones obertes naturals en el període 2002-2013 en el conjunt de Catalunya, el Sistema d'Espais Naturals Protegits (SENP) i els Espais Naturals de Protecció Especial (ENPE). La línia discontinua mostra la tendència lineal del període. Per interpretar les diferències en l'evolució del paràmetre cal prestar atenció al pendent d'aquesta recta. No s'ha realitzat cap test estadístic per comprovar la significació d'aquestes diferències de pendent a causa del baix nombre d'anys estudiats encara.

7.4. Indicador de zones estèpiques en espais naturals protegits

L'indicador d'ocells estèpics mostra un clar descens molt similar tant per al global de Catalunya com per al SENP (Figura 18) i no s'ha pogut calcular per als ENPE ja que no hi ha en l'actualitat cap espai que contingui sistemes estèpics amb una figura legal de protecció.

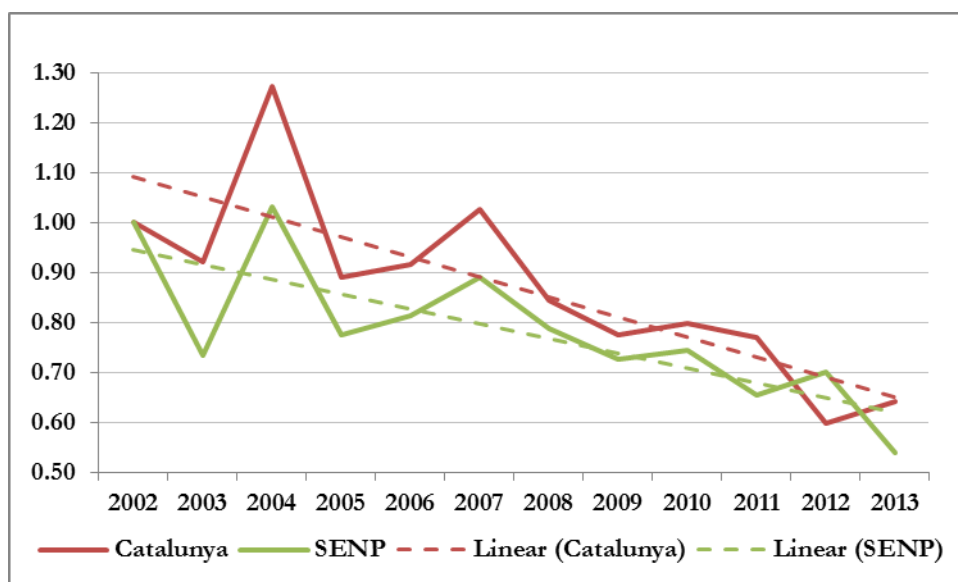


Figura 18. Canvis en l'indicador d'ocells estèpics en el període 2002-2013 en el conjunt de Catalunya i el Sistema d'Espais Naturals Protegits (SENP). La línia discontinua mostra la tendència lineal del període. Per interpretar les diferències en l'evolució del paràmetre cal prestar atenció al pendent d'aquesta recta. No s'ha realitzat cap test estadístic per comprovar la significació d'aquestes diferències de pendent a causa del baix nombre d'anys estudiats encara. No hi ha dades d'aquest grup d'espècies a l'interior dels Espais Naturals de Protecció Especial (ENPE) ja que no n'hi ha cap que cobreixi l'ambient estèpic.

L'origen de la regressió dels ocells estèpics és llunyà, tal i com ja es va mostrar a l'Atles dels ocells nidificants (Estrada *et al.* 2004) i ha d'estar lligat als canvis soferts en el medi agrícola a la Plana de Lleida. Aquesta regressió no s'ha aconseguit aturar tot i l'aplicació d'un gran nombre de mesures encaminades a mantenir les activitats agrícoles tradicionals per a afavorir l'avifauna. Cal destacar, però, que l'indicador que presentem està format per un nombre molt baix d'espècies que han estat 6 en el cas de Catalunya i només 5 en el dels SENP, ja que en aquesta xarxa no tenim prou dades de l'espàrver cendrós *Circus pygargus* per incloure'l a l'indicador. En aquest sentit seria molt convenient cercar dades d'altres seguiments d'espècies estèpiques, en particular dels seguiments de les poblacions reproductores de pteròclids. Aquestes dades permetrien millorar la fiabilitat de l'indicador i donar una imatge més acurada de la realitat.

8. Recerca

La recerca científica és un element estructural indispensable per al bon desenvolupament del sistema d'indicadors biològics. La transferència des del món de la investigació científica fins als protocols tècnics de desenvolupament d'indicadors per al nostre país passa pel coneixement de la recerca que s'està fent a nivell mundial en indicadors basats en projectes de seguiment biològic a llarg termini i gran escala, però també per la innovació feta des de casa nostra, a partir de les nostres necessitats, sovint específiques.

D'aquest 2013 hem de destacar la publicació de diversos treballs realitzats amb les dades del SOCC amb especial incidència a l'article publicat a la prestigiosa revista *Ecological Indicators* que certifica la bondat de la metodologia que hem estat aplicant en els darrers anys per a desenvolupar indicadors d'efectes de canvis d'usos del sòl i que tot i ser publicat finalment al 2014 va ser desenvolupat íntegrament el 2013. La resta d'articles publicats l'any 2013 fan referència a l'actualització de les categories d'amenaça dels ocells nidificants, una tasca en la qual les dades del SOCC hi van jugar un paper fonamental per a la determinació tant de les tendències temporals com de les estimacions poblacionals de moltes espècies.

Els articles corresponents a 2013 que han basat bona part del treball en el SOCC han estat:

- Anton, M., Estrada, J., Herrando, S. 2013. The Red List of Catalan breeding birds (NE Iberian Peninsula) 2012. *Revista Catalana d'Ornitologia* 29, 1-19.
- Herrando, S. & Anton, M. 2013. Changes in the conservation status of breeding birds in Catalonia (NE Iberian Peninsula) in the period 2002–2012. *Revista Catalana d'Ornitologia* 29, 20-34.
- Herrando, S, Anton, M., Sardà-Palomera, F., Bota, G., Gregory, R.D, Brotons, L. 2014. Indicators of the impact of land use changes using large-scale bird surveys: Land abandonment in a Mediterranean region. *Ecological Indicators* 45, 235-244.

Així mateix, durant el 2013 s'ha actualitzat l'espai web de la producció científica indicant tots els articles que s'han publicat des de l'inici del projecte fins al moment. El llistat complet es pot consultar a: <http://goo.gl/Ie2hUx>

9. Transferència

Les tasques de transferència del coneixement i divulgació dels resultats realitzades enguany tenen diverses facetes. Pel que fa a la transferència de resultats específics per itinerari i per al conjunt del país, aquesta s'ha realitzat bàsicament a partir de l'actualització del portal www.sioc.cat, mentre que les dades a nivell d'indicadors s'han actualitzat a l'apartat corresponent del web de l'ICO i al web del Departament de Territori i Sostenibilitat corresponent als resultats.

El passat mes de març de 2013 es va publicar el 12è report del SOCC (Figura 19). Aquest report, descarregable on-line (<http://goo.gl/TeVSc4>), es fa arribar a tots els col·laboradors del projecte i a les institucions que li donen suport a Catalunya, a més de a l'European Bird Census Council. Atès que la major part de la comunicació del report es fa per via digital, el nombre d'exemplars en paper d'aquest número ha estat tan sols de 250.



Figura 19. Portada del report SOCC 2013

A l'estiu es va publicar el Population Trends of Common European Breeding Birds 2012 (Figura 20). Aquest projecte mostra els resultats dels seguiments d'ocells comuns en 25 països europeus, i les dades del SOCC hi estan integrades. Entre les institucions que donen suport al projecte europeu hi figuren l'ICO i la Generalitat de Catalunya.

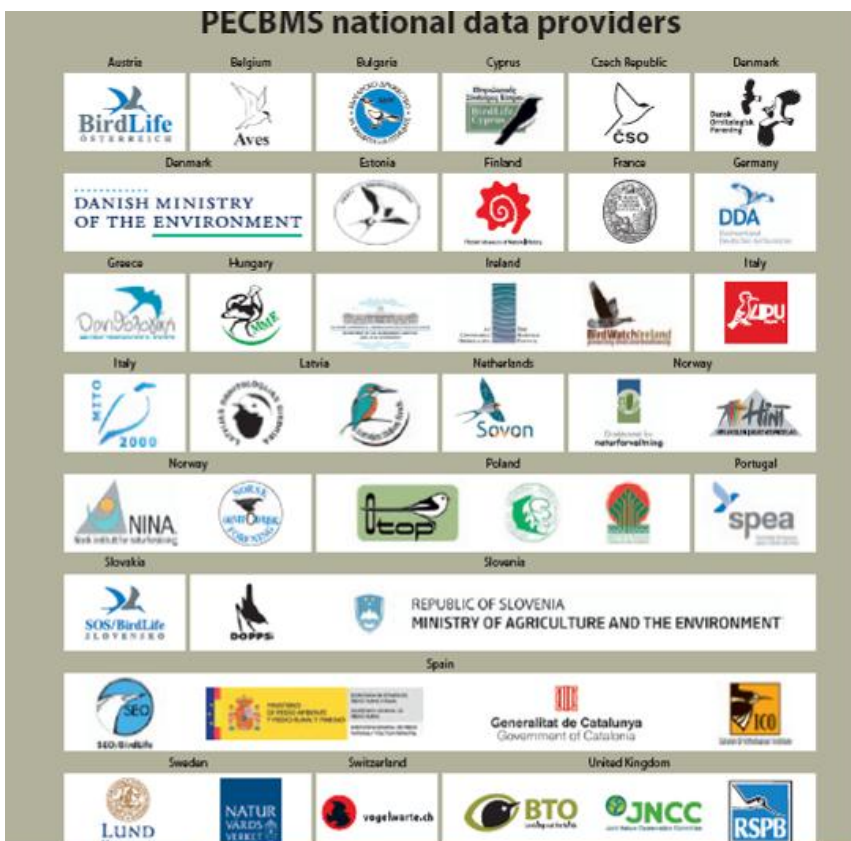


Figura 20. Contracoberta del Population trends of Common European Breeding Birds 2012

10. Conclusions generals

La memòria d'aquest 2013 ha de representar un punt d'inflexió en el càlcul dels indicadors de biodiversitat basats en el seguiment dels ocells a Catalunya. D'una banda, la publicació en una revista de gran renom en la comunitat científica d'un indicador d'efectes de canvi generat a casa nostra representa una fita en el món de la recerca i ens situa en primera línia internacional. D'altra banda les novetats metodològiques que ens permeten incorporar dades de més seguiments i ampliar els resultats obtinguts han de continuar en un futur per tal de poder oferir una visió més àmplia dels canvis en el medi natural. Les principals conclusions són:

1. La inclusió en els càlculs de les tendències de dades provinents de més programes de seguiment, a part del SOCC ha permès ampliar en un 14% el nombre d'espècies que s'utilitzen en el càlcul dels diferents indicadors fins arribar a les 151 espècies, una xifra que representa el 67% de les espècies d'ocells que nidifiquen de manera regular a Catalunya.
2. Tot i així, l'àmplia cobertura tant en espècies com a escala geogràfica del SOCC, fa que aquest programa es continuï perfilant com l'eina més potent per extreure conclusions globals sobre l'evolució dels sistemes naturals de Catalunya a partir del seguiment de les poblacions d'ocells, de manera que cal mantenir la xarxa per tal de disposar d'informació de base i utilitzar la resta de dades com a complement.
3. A nivell de grans hàbitats, l'anàlisi d'indicadors apunta a què els ocells mostren una tendència global estable a Catalunya en la darrera dècada, excepte en el cas de les zones obertes naturals, els ambients estèpics (Figura C.1) i els ambients d'alta muntanya (Figura C.2), tots tres amb una tendència regressiva.

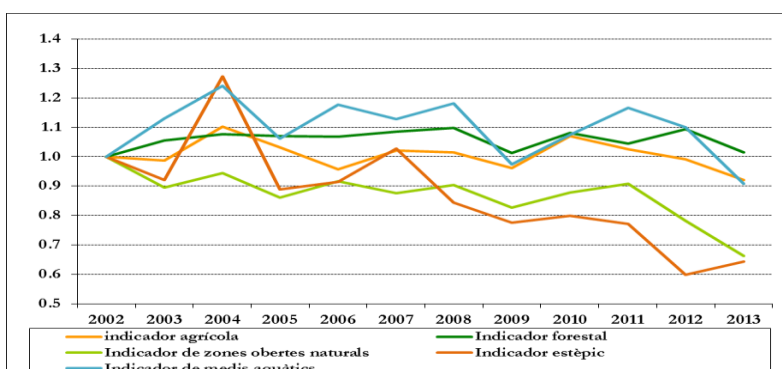


Figura C.1. Canvis en els 5 principals indicadors d'estat dels hàbitats desenvolupats fins al moment utilitzant les dades de programes de seguiment.

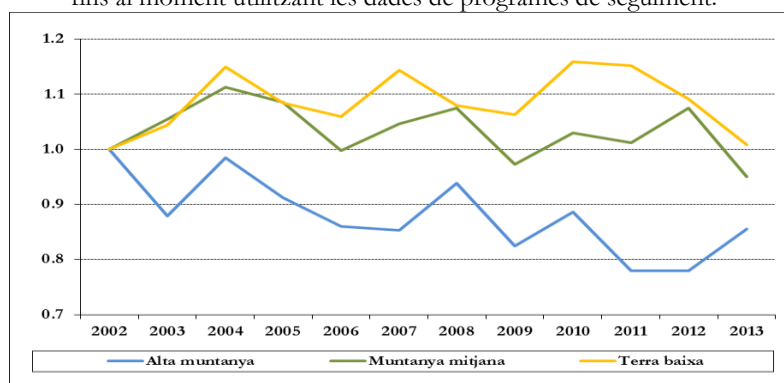


Figura C.2. Canvis en els 3 indicadors d'estat d'acord amb un gradient altitudinal a partir de les dades del SOCC.

4. D'acord amb les dades disponibles, els dos principals factors del canvi dels sistemes naturals a Catalunya en el període 2002-2013 han estat el canvi climàtic i el creixement de la massa vegetal associada als processos de successió ecològica (Figura C.3).

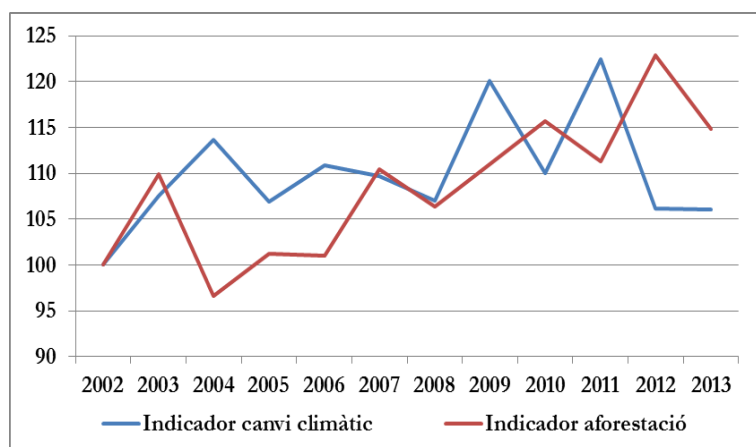


Figura C.3. Indicadors de processos de canvi associats al canvi climàtic i al procés d'aforestació. En ambdós casos s'aprecien valors sempre superiors als de l'any de referència (2002) i una tendència general a l'augment en els darrers 12 anys.

5. A nivell d'espais naturals, l'evolució dels indicadors de grans ambients és molt similar a la del conjunt del país. De tota manera enguany s'ha pogut determinar que als medis agrícoles en la xarxa SENP s'aprecia una disminució de les poblacions d'ocells (Figura C.4) concentrat en aquelles zones amb un menor component de la matriu agrícola i no pas en els espais més netament agrícoles.

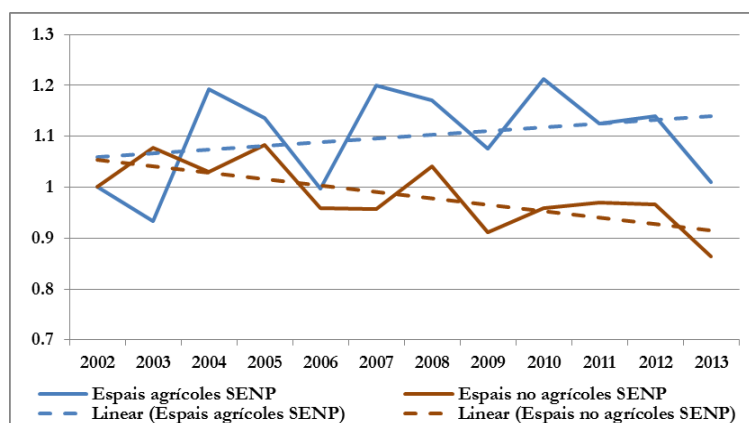


Figura C.4. Canvis en l'indicador agrícola en el període 2002-2013 en el conjunt de la xarxa SENP en aquells itineraris on la matriu agrícola en un buffer de 350 m al voltant de l'itinerari supera el 50% (espais agrícoles) o no supera aquest llindar (espais no agrícoles). La línia discontinua mostra la tendència lineal del període. Per interpretar les diferències en l'evolució del paràmetre cal prestar atenció al pendent d'aquesta recta.

11. Propostes de futur

Els nous camins oberts amb els canvis metodològics que hem anat incorporant durant els darrers anys, fruit tant de la pròpia recerca en matèria d'indicadors com de l'adopció d'estàndards internacionals, ens fan plantejar algunes propostes de millora que permetrien augmentar la qualitat dels indicadors que actualment s'elaboren:

1. Integrar dades de més tipus de seguiments per tal de poder determinar amb més fiabilitat les tendències que es van dibuixant en la present memòria. En aquest sentit seria molt important poder millorar:
 - a. La cobertura del SOCC, el qual representa la base de tot el sistema d'indicadors i encara té mancances importants en determinats sectors del país. En aquest sentit, i d'acord amb l'experiència acumulada, cal incidir en les sinèrgies amb altres projectes que poden emprar el SOCC com a font de dades, com ara els Atles d'ocells o els projectes d'escala més local.
 - b. Millorar la compilació de dades provinents d'altres fonts. En particular les dades del Projecte SACRE a Catalunya representarien una font destacada de dades similars a les del SOCC que valdria molt la pena d'incorporar. De caire menys general caldria destacar les possibilitats que per a l'indicador d'ocells estèpics suposarien les dades dels censos de pteròclids (ganga i xurra) i altres dades de seguiments d'ocells estèpics realitzats en el marc de la implementació del canal Segarra-Garrigues. Finalment, L'indicador d'alta muntanya es podria millorar amb dades de censos de galliformes de muntanya (programa Gallypir) i altres seguiments d'ocells alpins realitzats en la xarxa del SENP.
2. Aprofundir en la recerca sobre nous indicadors per mirar de respondre les preguntes que sorgeixen sobre els impactes que s'estan produint, com ara:
 - a. Elaborar un indicador de fragmentació d'hàbitat de manera realista i adequat a l'escala catalana que ens permeti avaluar tant l'impacte de les grans infraestructures com dels processos d'urbanització.
 - b. Incidir en la cerca d'indicadors de canvi en el medi agrícola per poder destriar aquells processos que afecten de manera clara a la biodiversitat.
 - c. Disenyar i calcular indicadors basats en les poblacions d'ocells en el període hivernal, per tal de determinar si la problemàtica detectada en els ocells nidificants es repeteix o cal considerar alguna efecte de l'estacionalitat en els processos del canvi global al nostre país.
3. Comparar els resultats dels indicadors realitzats amb dades d'ocells amb els d'altres grups biològics que tinguin programes de seguiment implementats a escala catalana com les papallones, per tal de determinar si els canvis detectats en els ocells poden ser considerats com a representatius de la comunitat biològica. En aquest sentit, caldria explorar les possibilitats d'indicadors que englobin informació de més d'un grup taxonòmic, per tal de millorar tant la robustesa dels resultats científics com la capacitat de transmetre els missatges a la societat.

Referències

- Aldomà, I. 2009. *Atles de la nova ruralitat*. Fundació del Món Rural. Pp 264
- Andreu, J., Pino, J., Basnou, C., Guardiola, M. & Ordóñez J. L. 2012. Les espècies exòtiques de Catalunya. CREA i Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.
- Anton, M., Estrada, J. & Herrando, S. 2013. The Red List of Catalan breeding birds (NE Iberian Peninsula) 2012. *Revista Catalana d'Ornitologia* 29:1-19.
- Aye, R., V. Keller, W. Müller, R. Spaar & N. Zbinden. 2011. Révision 2010 de la liste rouge et des espèces prioritaires de Suisse. *Nos Oiseaux* 58: 67–84.
- Bubb, P.J., Butchart, S.H.M., Collen, B., Dublin, H., Kapos, V., Pollock, C., Stuart, S. N., Vié, J-C. 2009. IUCN Red List Index - Guidance for National and Regional Use. Gland, Switzerland: IUCN.
- Butchart, S.H.M., Akçakaya, H.R., Kennedy, E., Hilton-Taylor, C. 2006. Biodiversity indicators based on trends in conservation status: strengths of the IUCN Red List Index. *Conservation Biology* 20: 579–581.
- Butchart, S.H.M., Akçakaya, H.R., Chanson, J., Baillie, J.E.M., Collen, B., Quader, S., Turner, W.R., Amin, R., Stuart, S.N., Hilton-Taylor, C. Mace, G.M. 2007. Improvements to the Red List Index. *PLoS ONE* 2: e140.
- Butchart, S.H.M., Stattersfield, A.J., Baillie, J.E.M., Bennun, L.A., Stuart S.N., Akçakaya, H.R., Hilton-Taylor, C. Mace, G.M. 2005. Using Red List Indices to measure progress towards the 2010 target and beyond. *Phil. Trans. R. Soc. B* 360: 255–268.
- Butchart, S.H.M., Stattersfield, A.J., Bennun, L.A., Shutes, S.M., Akçakaya, H.R., Baillie, J.E.M., Stuart, S.N., Hilton-Taylor, C. & Mace, G.M. 2004. Measuring global trends in the status of biodiversity: Red List Indices for birds. *PloS Biol.* 2: e383.
- Devictor, V. van Swaay, C. Brereton, T. Brotons, L. Chamberlain, D. Heliölä, J. Herrando, S. Julliard, R. Kuussaari, M. Lindström, Å. Reif, J. Roy, D.B. Schweiger, O. Settele, J. Stefanescu, C. Van Strien, A. Van Turnhout, C. Vermouzek, Z. DeVries, M.W. Wynhoff, I. Jiguet, F. 2012. Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale. *Nature Climate Change* 2: 121-124. doi: 10.1038/nclimate1347.
- Eaton M.A., Brown A.F., Noble D.G., Musgrove A.J., Hearn R., Aebischer N.J., Gibbons D.W., Evans A. and Gregory R.D. 2009. Birds of Conservation Concern 3: the population status of birds in the United Kingdom, Channel Islands and the Isle of Man. *Brit. Birds* 102: 296–341.
- Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds) 2004. *Atles dels ocells nidificants de Catalunya 1999-2002*. Institut Català d'Ornitologia (ICO)/Lynx Edicions, Barcelona.
- Feranec, J., Jaffrain, G., Soukup, T. & Hazeu, G. 2010. Determining changes and flows in European landscapes 1990-2000 using CORINE land cover data. *Applied Geography* 30: 19-35.
- Gregory, R. D., Noble, D. G., Field, R., Marchant, J. H., Raven, M. & Gibbons, D. W. 2003. Using birds as indicators of biodiversity. *Ornis hungaria* 12-13: 11-24.
- Gregory, R. D., Willis, S. G., Jiguet, F., Vorisek, P., Klvanova, A., Van Strien, A., Huntley, B., Collingham, Y. C., Couvet, D., Green, R. E. 2009. An indicator of the impact of climatic change on European bird populations. *PLoS ONE* 4 (3): 1-6.
- Gregory, R. D., Van Strien, A., Vorisek, P., Gmelig meyling, A. W.; Noble, D. G., Foppen, R. P.B., Gibbons, D. W. 2005. Developing indicators for European birds. *Phil. Trans. R. Soc. B* 360: 269-288.

- Gregory, R. D. & van Strien, A. 2010. Wild bird indicators: Ussing population trenes of birds measures of environmental health. *Ornithological Science* 9: 3-22.
- Herrando, S. & Anton, M. 2013. Changes in the conservation status of breeding birds in Catalonia (NE Iberian Peninsula) in the period 2002–2012. *Revista Catalana d'Ornitologia* 29:20-34.
- Herrando, S., Anton, M., Francesc Sardà-Palomera, F., Bota, G., Gregory, R. D., Brotons, L. 2014. Indicators of the impact of land use changes using large-scale bird surveys: Land abandonment in a Mediterranean region. *Ecological Indicators* 45: 235–244.
- Huntley, B., Green, R. E., Collingham, Y. C., Willis, S. G. 2007: A climatic atlas of European breeding birds. Barcelona: Lynx Edicions.
- ICO. 2013. Coordinació del projecte de seguiment SOCC i elaboració d'indicadors ambientals amb les dades d'aquest projecte. Informe 2012. Institut Català d'Ornitologia
- Lehtikoinen, A., Green, M., Husby, M., Kåslå, J. A. & Lindström, A. 2014. Common montane birds are declining in northern Europe. *Journal of Avian Biology* 45: 3–14.
- Lindenmayer, D. B., & Fischer, J. (2006). *Habitat fragmentation and landscape change: an ecological and conservation synthesis*. Island Press.
- Pannekoek, J. & Van Strien, A. 2005. *TRIM 3 Manual: Trends & Indices for Monitoring data*. Statistics Netherlands, Voorburg, Netherlands.
- Pereira, H.M., Ferrier, S., Walters, M., Geller, G.N., Jongman, R.H.G., Scholes, R.J., Bruford, M.W., Brummitt, N., Butchart, S.H.M., Cardoso, A.C., Coops, N.C., Dulloo, E., Faith, D.P., Freyhof, J., Gregory, R.D., Heip, C., Höft, R., Hurtt, G., Jetz, W., Karp, D.S., McGeoch, M.A., Obura, D., Onoda, Y., Pettorelli, N., Reyers, B., Sayre, R., Scharlemann, J.P.W., Stuart, S.N., Turak, E., Walpole, M. & Wegmann, M. (2013) Essential Biodiversity Variables. *Science*, 339, 277–278.
- UICN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. Available on line at: www.iucn-redlist.org.

programa SOCC

El SOCC és un projecte impulsat per:



Generalitat de Catalunya
**Departament de Territori
i Sostenibilitat**



Institut Català d'Ornitologia

Coordinació del projecte: Sergi Herrando, Marc Anton i Martí Franch

Contacte

Institut Català d'Ornitologia
Nat-Museu de Ciències Naturals de Barcelona
Plaça Leonardo da Vinci 4-5
08019 Barcelona
Tel: 93 256 59 91
socc@ornitologia.org, socc.ico@gmail.com

Redacció: Sergi Herrando i Marc Anton

Aquesta memòria no hagués estat possible sense la col·laboració dels centenars de voluntaris que han realitzat els censos al camp ni el suport dels espais gestionats per:



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Agricultura, Ramaderia,
Pesca, Alimentació i Medi Natural**



Diputació
Barcelona
xarxa de municipis



Ajuntament
de Barcelona

Estació Biològica del Pallars Jussà, Fundació Catalunya-La Pedrera, Consorci del Parc Collserola, Consorci del Parc Serralada Litoral, Ajuntament de Terrassa, Aigües de Terrassa, GACO, EGRELL i Aladrell

També cal agrair la cessió de les dades dels seguiments d'ocells aquàtics nidificants per part de:



**Parc Natural
del Delta de l'Ebre**



**Parc Natural
dels Aiguamolls
de l'Empordà**



Amb el suport de:



**museu de
ciències naturals**
de Barcelona

Citació recomanada: Herrando, S. & Anton, M. 2014. Coordinació del projecte de Seguiment d'Ocells Comuns a Catalunya (SOCC) i elaboració d'indicadors ambientals basats en el seguiment d'ocells. Informe 2013. Barcelona

Annex I. Tendències de totes les espècies utilitzades en l'informe, origen de les dades i indicadors en els que s'utilitza cada una.

<i>Nom català</i>	<i>Tendència</i>	<i>Període</i>	<i>Origen de la informació</i>	<i>Zones humides</i>	<i>Forestal</i>	<i>Agrícola</i>	<i>Estèpic</i>	<i>Zones obertes naturals</i>	<i>Annex I Dir. Aus</i>	<i>Terra baixa</i>	<i>Muntanya mitjana</i>	<i>Alta muntanya</i>
Cabusset	+4%, Incert	2006-2013	SOCC	1								
Bitó comú		2002-2013	Censos aquàtiques nidificants	1					1			
Martinet menut	-1%, Incert	2006-2013	SOCC	1					1			
Martinet ros	+1%, Incert	2006-2013	SOCC	1					1			
Martinet blanc	-3%, Incert	2002-2013	SOCC	1					1			
Bernat pescaire	+1%, Estable	2002-2013	SOCC	1								
Agró roig	-2%, Incert	2006-2013	SOCC	1					1			
Flamenc		2002-2013	Censos aquàtiques nidificants	1					1			
Ànec griset	+6%, Incert	2006-2013	SOCC	1								
Ànec coll-verd	+2%, Augment moderat	2002-2013	SOCC	1								
Milà negre	+19%, Augment fort	2002-2013	SOCC						1			
Trencalòs	+1%, Incert	2002-2013	SOCC						1			
Voltor comú	+10%, Augment fort	2002-2013	SOCC						1			
Àguila marcenca	+6%, Augment moderat	2002-2013	SOCC						1			

Nom català	Tendència	Període	Orígen de la informació	Zones humides	Forestal	Agrícola	Estèpic	Zones obertes naturals	Annex I Dir. Aus	Terra baixa	Muntanya mitjana	Alta muntanya
Arpella vulgar	+12%, Augment moderat	2002-2013	SOCC	1					1			
Esparver cendrós	-7%, Incert	2002-2013	SOCC				1		1			
Astor	+2%, Incert	2002-2013	SOCC									
Esparver vulgar	+4%, Incert	2002-2013	SOCC		1							
Aligot comú	+3%, Augment moderat	2002-2013	SOCC			1						
Àguila daurada	-4%, Incert	2002-2013	SOCC						1			
Àguila calçada	+12%, Augment moderat	2002-2013	SOCC						1			
Àguila perdiguera	-5%, Incert	2002-2013	SOCC						1			
Xoriguer comú	0%, Estable	2002-2013	SOCC			1						
Falcó mostatxut	+2%, Incert	2002-2013	SOCC									
Falcó pelegrí	+2%, Incert	2002-2013	SOCC						1			
Perdiu roja	-1%, Estable	2002-2013	SOCC			1		1		1		
Guatlla	+2%, Estable	2002-2013	SOCC			1				1		
Faisà	+1%, Incert	2002-2013	SOCC									
Rascló	+3%, Incert	2006-2013	SOCC	1								
Polla d'aigua	+1%, Estable	2002-2013	SOCC	1								

Nom català	Tendència	Període	Origen de la informació	Zones humides	Forestal	Agrícola	Estèpic	Zones obertes naturals	Annex I Dir. Aus	Terra baixa	Muntanya mitjana	Alta muntanya
Polla blava	0%, Incert	2006-2013	SOCC	1					1			
Fotja	-4%, Incert	2006-2013	SOCC	1								
Sisó	-5%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC			1	1		1	1		
Cames llargues		2002-2013	Censos aquàtiques nidificants	1					1			
Bec d'alena		2002-2013	Censos aquàtiques nidificants	1					1			
Torlit	-3%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC			1	1		1	1		
Perdiu de mar		2002-2013	Censos aquàtiques nidificants	1					1			
Gamba roja vulgar		2002-2013	Censos aquàtiques nidificants	1								
Gavina vulgar		2002-2013	Censos aquàtiques nidificants	1								
Gavià argentat	-2%, Estable	2002-2013	SOCC									
Fumarell carablanc	-9%, Disminució moderada	2006-2013	SOCC	1					1			
Colom roquer	-1%, Estable	2002-2013	SOCC									
Xixella	0%, Estable	2002-2013	SOCC			1				1		

Nom català	Tendència	Període	Orígen de la informació	Zones humides	Forestal	Agrícola	Estèpic	Zones obertes naturals	Annex I Dir. Aus	Terra baixa	Muntanya mitjana	Alta muntanya
Tudó	+3%, Augment moderat	2002-2013	SOCC							1	1	
Tórtora turca	+2%, Augment moderat	2002-2013	SOCC							1		
Tórtora	+1%, Estable	2002-2013	SOCC			1				1		
Aratinga mitrada	+90%, Incert	2002-2013	SOCC									
Cotorra de Kramer	+7%, Incert	2002-2013	SOCC									
Cotorra argentina	+8%, Augment moderat	2002-2013	SOCC									
Cucut reial	-5%, Incert	2002-2013	SOCC							1		
Cucut	-1%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC							1	1	
Mussol comú	+1%, Incert	2002-2013	SOCC			1				1		
Falciot negre	+6%, Augment moderat	2002-2013	SOCC									
Ballester	+11%, Augment fort	2002-2013	SOCC									
Abellerol	+3%, Augment moderat	2002-2013	SOCC							1		

Nom català	Tendència	Període	Orígen de la informació	Zones humides	Forestal	Agrícola	Estèpic	Zones obertes naturals	Annex I Dir. Aus	Terra baixa	Muntanya mitjana	Alta muntanya
Gaig blau	+10%, Augment moderat	2002-2013	SOCC			1	1		1	1		
Puput	0%, Estable	2002-2013	SOCC			1				1		
Colltort	0%, Estable	2002-2013	SOCC			1				1	1	
Picot verd	-1%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC		1	1				1	1	
Picot negre	+3%, Incert	2002-2013	SOCC		1				1		1	1
Picot garser gros	+3%, Augment moderat	2002-2013	SOCC		1							
Picot garser petit	+16%, Augment moderat	2002-2013	SOCC							1		
Calàndria	+4%, Augment moderat	2002-2013	SOCC			1	1		1	1		
Terrerola vulgar	-23%, Disminució forta	2002-2013	SOCC			1	1		1	1		
Cogullada vulgar	+4%, Augment moderat	2002-2013	SOCC			1				1		
Cogullada fosca	-1%, Incert	2002-2013	SOCC					1	1	1		
Cotoliu	+2%, Augment moderat	2002-2013	SOCC			1			1			
Alosa vulgar	0%, Estable	2002-2013	SOCC			1						1

Nom català	Tendència	Període	Orígen de la informació	Zones humides	Forestal	Agrícola	Estèpic	Zones obertes naturals	Annex I Dir. Aus	Terra baixa	Muntanya mitjana	Alta muntanya
Roquerol	-1%, Estable	2002-2013	SOCC								1	
Oreneta vulgar	+4%, Augment moderat	2002-2013	SOCC							1		
Oreneta cua-rogenca	+3%, Incert	2002-2013	SOCC							1		
Oreneta cuablanca	+8%, Augment fort	2002-2013	SOCC							1	1	
Trobat	-2%, Incert	2002-2013	SOCC					1	1	1	1	
Piula dels arbres	-10%, Disminució forta	2002-2013	SOCC								1	
Grasset de muntanya	-5%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC									1
Cuereta groga	-8%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC							1		
Cuereta torrentera	-4%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC								1	1
Cuereta blanca	+1%, Estable	2002-2013	SOCC							1	1	
Cargolet	-2%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC		1						1	
Pardal de bardissa	-2%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC					1			1	1

Nom català	Tendència	Període	Orígen de la informació	Zones humides	Forestal	Agrícola	Estèpic	Zones obertes naturals	Annex I Dir. Aus	Terra baixa	Muntanya mitjana	Alta muntanya
Pit-roig	0%, Estable	2002-2013	SOCC		1						1	
Rossinyol	+1%, Augment moderat	2002-2013	SOCC			1				1		
Cotxa fumada	+1%, Estable	2002-2013	SOCC								1	1
Bitxac rogenc	-9%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC			1		1			1	1
Bitxac comú	-5%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC			1		1		1	1	
Còlit gris	+2%, Incert	2002-2013	SOCC									1
Còlit ros	-1%, Incert	2002-2013	SOCC			1		1		1		
Merla roquera	-3%, Incert	2002-2013	SOCC									
Merla blava	+5%, Incert	2002-2013	SOCC							1		
Merla de pit blanc	-1%, Incert	2002-2013	SOCC									1
Merla	0%, Estable	2002-2013	SOCC							1	1	
Tord comú	+1%, Estable	2002-2013	SOCC		1						1	
Griva	0%, Estable	2002-2013	SOCC		1	1					1	1
Rossinyol bord	+2%, Augment moderat	2002-2013	SOCC			1				1		
Trist	+1%, Estable	2002-2013	SOCC			1				1		
Boscaler comú	-31%, Disminució forta	2006-2013	SOCC + SYLVIA	1								

Nom català	Tendència	Període	Orígen de la informació	Zones humides	Forestal	Agrícola	Estèpic	Zones obertes naturals	Annex I Dir. Aus	Terra baixa	Muntanya mitjana	Alta muntanya
Boscarla mostatxuda	-2%, Incert	2006-2013	SOCC + SYLVIA	1					1			
Boscarla de canyar	+3%, Incert	2002-2013	SOCC	1						1		
Balquer	+8%, Augment moderat	2002-2013	SOCC	1						1		
Bosqueta vulgar	+3%, Augment moderat	2002-2013	SOCC			1				1		
Tallareta cuallarga	-2%, Estable	2002-2013	SOCC					1	1	1	1	
Tallarol de garriga	+3%, Augment moderat	2002-2013	SOCC		1					1		
Tallarol capnegre	+1%, Augment moderat	2002-2013	SOCC							1		
Tallarol emmascarat	+4%, Incert	2002-2013	SOCC			1		1		1	1	
Tallareta vulgar	-2%, Incert	2002-2013	SOCC								1	
Tallarol gros	+1%, Estable	2002-2013	SOCC								1	
Tallarol de casquet	+2%, Augment moderat	2002-2013	SOCC		1						1	
Mosquiter pàl·lid	+4%, Augment moderat	2002-2013	SOCC		1					1	1	

Nom català	Tendència	Període	Orígen de la informació	Zones humides	Forestal	Agrícola	Estèpic	Zones obertes naturals	Annex I Dir. Aus	Terra baixa	Muntanya mitjana	Alta muntanya
Mosquiter comú	-5%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC		1						1	
Reietó	-4%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC		1						1	1
Bruei	+1%, Augment moderat	2002-2013	SOCC		1					1	1	
Papamosques gris	0%, Estable	2002-2013	SOCC							1		
Rosinyol del Japó	+57%, Augment fort	2002-2013	SOCC									
Mallerenga cuallarga	0%, Estable	2002-2013	SOCC		1					1	1	
Mallerenga d'aigua	-1%, Incert	2002-2013	SOCC		1						1	
Mallerenga emplomallada	-2%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC		1							
Mallerenga petita	+1%, Augment moderat	2002-2013	SOCC		1						1	1
Mallerenga blava	+1%, Augment moderat	2002-2013	SOCC		1					1	1	
Mallerenga carbonera	0%, Estable	2002-2013	SOCC							1	1	

Nom català	Tendència	Període	Orígen de la informació	Zones humides	Forestal	Agrícola	Estèpic	Zones obertes naturals	Annex I Dir. Aus	Terra baixa	Muntanya mitjana	Alta muntanya
Pica-soques blau	+3%, Augment moderat	2002-2013	SOCC		1						1	
Raspinell comú	0%, Estable	2002-2013	SOCC		1					1	1	
Teixidor	-6%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC							1		
Oriol	+2%, Augment moderat	2002-2013	SOCC							1		
Escorxador	-4%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC			1			1		1	
Botxí meridional	-7%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC			1		1		1		
Capsigrany	+1%, Estable	2002-2013	SOCC			1				1		
Gaig	-1%, Estable	2002-2013	SOCC		1					1	1	
Garsa	-1%, Estable	2002-2013	SOCC							1		
Gralla de bec groc	+1%, Incert	2002-2013	SOCC									1
Gralla de bec vermell	+6%, Augment moderat	2002-2013	SOCC						1			1
Gralla	+6%, Augment moderat	2002-2013	SOCC			1				1		

Nom català	Tendència	Període	Orígen de la informació	Zones humides	Forestal	Agrícola	Estèpic	Zones obertes naturals	Annex I Dir. Aus	Terra baixa	Muntanya mitjana	Alta muntanya
Cornella	+4%, Augment moderat	2002-2013	SOCC			1					1	
Corb	-2%, Estable	2002-2013	SOCC								1	1
Estornell vulgar/negre	+1%, Estable	2002-2013	SOCC							1		
Pardal comú	-3%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC			1				1		
Pardal xarrec	0%, Estable	2002-2013	SOCC			1				1		
Pardal roquer	0%, Estable	2002-2013	SOCC			1				1		
Bec de corall senegalès	+7%, Incert	2002-2013	SOCC									
Pinsà comú	+2%, Augment moderat	2002-2013	SOCC		1						1	
Gafarró	-3%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC			1				1		
Llucareta	-3%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC		1							1
Verdum	-3%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC			1				1		
Cadernera	-3%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC			1				1		

Nom català	Tendència	Període	Orígen de la informació	Zones humides	Forestal	Agrícola	Estèpic	Zones obertes naturals	Annex I Dir. Aus	Terra baixa	Muntanya mitjana	Alta muntanya
Passerell comú	-4%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC			1		1				
Trencapinyes comú	-3%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC		1							1
Pinsà borroner	-6%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC		1						1	
Verderola	+4%, Incert	2002-2013	SOCC			1					1	
Gratapalles	0%, Estable	2002-2013	SOCC			1				1		
Sit negre	-3%, Disminució moderada	2002-2013	SOCC								1	
Hortolà	-2%, Incert	2002-2013	SOCC					1	1			
Cruixidell	+3%, Augment moderat	2002-2013	SOCC			1				1		

Annex II. Espècies de l'annex I de la DA utilitzades en el càcul del RLI

Espècies incloses a l'annex I de la directiva aus i la seva categoria d'amenaça a Catalunya segons els criteris de la UICN per a l'any 2002 (font: Estrada *et al.* 2004) i per a 2012 (font: Anton *et al.* 2013): RE: Extint a nivell regional, CR: En perill crític, EN: En perill, VU: Vulnerable, NT: Proper a l'amenaça, LC: Preocupació menor, NE: No avaluada.

Nom català	Nom científic	Estatut 2002	Estatut 2012
Agró blanc	<i>Egretta alba</i>	NE	EN
Agró roig	<i>Ardea purpurea</i>	NT	VU
Àguila calçada	<i>Hieraaetus pennatus</i>	VU	VU
Àguila daurada	<i>Aquila chrysaetos</i>	VU	VU
Àguila marcenca	<i>Circus gallicus</i>	NT	NT
Àguila perdiguera	<i>Hieraaetus fasciatus</i>	CR	CR
Aligot vesper	<i>Pernis apivorus</i>	VU	VU
Arpella pàl·lida	<i>Circus cyaneus</i>	EN	EN
Arpella vulgar	<i>Circus aeruginosus</i>	VU	VU
Aufrany	<i>Neophron percnopterus</i>	EN	EN
Bec d'alena	<i>Recurvirostra avosetta</i>	NT	VU
Bitó comú	<i>Botaurus stellaris</i>	EN	EN
Blauet	<i>Alcedo atthis</i>	LC	LC
Boscarla mostatxuda	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	EN	EN
Calàndria	<i>Melanocorypha calandra</i>	NT	LC
Cames llargues	<i>Himantopus himantopus</i>	LC	LC
Capó reial	<i>Plegadis falcinellus</i>	NE	NT
Cigonya blanca	<i>Ciconia ciconia</i>	NT	NT
Cogullada fosca	<i>Galerida theklae</i>	LC	LC
Còlit negre	<i>Oenanthe leucura</i>	NT	VU
Corb marí emplomallat	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	EN	VU
Cotoliu	<i>Lullula arborea</i>	LC	LC
Curroc	<i>Sterna nilotica</i>	VU	NT
Duc	<i>Bubo bubo</i>	NT	NT
Escorxador	<i>Lanius collurio</i>	LC	NT
Esparver cendrós	<i>Circus pygargus</i>	EN	VU
Esparver d'espàtles negres	<i>Elanus caeruleus</i>	NE	EN
Falcó pelegrí	<i>Falco peregrinus</i>	NT	NT
Flamenc	<i>Phoenicopterus roseus</i>	NT	NT
Fumarell carabanc	<i>Chlidonias hybrid</i>	NT	NT
Gaig blau	<i>Coracias garrulous</i>	VU	NT
Gall fer	<i>Tetrao urogallus</i>	VU	VU
Ganga	<i>Pterocles alchata</i>	CR	EN
Gavina capblanca	<i>Larus genei</i>	VU	VU
Gavina capnegra	<i>Larus melanocephalus</i>	NE	EN
Gavina corsa	<i>Larus audouinii</i>	VU	VU
Gralla de bec vermell	<i>Pyrhacorax pyrrhacorax</i>	NT	LC
Hortolà	<i>Emberiza hortulana</i>	LC	LC
Martinet blanc	<i>Egretta garzetta</i>	LC	LC
Martinet de nit	<i>Nycticorax nycticorax</i>	LC	LC
Martinet menut	<i>Ixobrychus minutus</i>	LC	LC
Martinet ros	<i>Ardeola ralloides</i>	NT	NT
Milà negre	<i>Milvus migrans</i>	VU	NT

Nom català	Nom científic	Estatus 2002	Estatus 2012
Milà reial	<i>Milvus milvus</i>	CR	EN
Mussol pirinenc	<i>Aegolius funereus</i>	VU	VU
Perdiu blanca	<i>Lagopus muta</i>	VU	VU
Perdiu de mar	<i>Glareola pratincola</i>	EN	EN
Perdiu xerra	<i>Perdix perdix</i>	EN	VU
Picot garser mitjà	<i>Dendrocopos medius</i>	EN	VU
Picot negre	<i>Dryocopus martius</i>	VU	VU
Polla blava	<i>Porphyrio porphyria</i>	NT	NT
Rasclet	<i>Porzana pusilla</i>	NA	NA
Sisó	<i>Tetrax tetrax</i>	EN	EN
Tallareta cuallarga	<i>Sylvia undata</i>	LC	LC
Terrerola vulgar	<i>Calandrella brachydactyla</i>	EN	CR
Torlit	<i>Burhinus oedinenus</i>	VU	VU
Trenca	<i>Lanius minor</i>	CR	CR
Trencalòs	<i>Gypaetus barbatus</i>	EN	EN
Trobat	<i>Anthus campestris</i>	LC	LC
Voltor comú	<i>Gyps fulvus</i>	NT	LC
Xatrac bec-llarg	<i>Sterna sandvicensis</i>	VU	VU
Xatrac comú	<i>Sterna hirundo</i>	VU	VU
Xatrac menut	<i>Sterna albifrons</i>	EN	EN
Xoriguer petit	<i>Falco naumanni</i>	VU	VU
Xurra	<i>Pterocles orientalis</i>	CR	CR

Annex III. Espècies utilitzades en el càlcul dels indicadors dels efectes de canvi

Espècies utilitzades en el càlcul dels indicadors dels efectes de canvi amb el valor que pren cada espècie en el gradient de canvi estudiat.

En el cas de l'indicador de canvi climàtic, les espècies amb valor positiu són aquelles per a les quals es preveu un augment en la seva àrea de distribució a escala europea, mentre que les que presenten un signe negatiu són aquelles per a les quals es preveu una disminució en la seva àrea de distribució a escala europea. Com més positiu o més negatiu és el valor, major és la previsió en el seu canvi de distribució.

En el cas de l'indicador d'aforestació, els valors positius corresponen a les espècies associades a les masses forestals i que, per tant, es veuen afavorides pel procés de creixement del bosc, mentre que els valors negatius són per a les espècies que requereixen ambients oberts i que acostumen a desaparèixer amb el tancament de la vegetació i el posterior increment de la massa forestal. Com més extrem és el valor, més fortament s'associa una espècie als boscos o als ambients oberts.

Espècie	Indicador dels efectes del canvi climàtic	Indicador d'Aforestació
Xoriguer comú	-0.174	-0.018
Perdiu roja		-0.041
Xixella	-0.015	
Tudó	-0.169	0.013
Tórtora turca	0.188	
Tórtora	0.089	0.008
Cucut	-0.147	
Falciot negre	-0.491	
Abellerol	0.660	-0.025
Puput	0.212	-0.016
Colltort	-0.071	-0.014
Picot verd	-0.048	
Picot negre	-0.089	
Picot garser gros	-0.095	0.018
Calàndria	0.090	
Terrerola vulgar	0.120	
Cogullada vulgar	0.434	
Cogullada fosca	-0.455	-0.052
Cotoliu	-0.382	-0.021
Alosa vulgar	-0.058	-0.037
Roquerol	0.145	-0.013
Oreneta vulgar	-0.082	
Oreneta cuablanca	-0.535	
Trobat	0.139	-0.035
Piula dels arbres	-0.082	
Grasset de muntanya		-0.064
Cuereta groga	-0.159	
Cuereta torrentera	-0.187	
Cuereta blanca	-0.237	

Espècie	Indicador dels efectes del canvi climàtic	Indicador d'Aforestació
Cargolet	-0.045	0.012
Pardal de bardissa	-0.152	-0.014
Pit-roig	-0.066	0.022
Rossinyol	0.101	-0.004
Cotxa fumada	-0.436	-0.015
Bitxac rogenic	-0.106	
Bitxac comú	0.026	-0.034
Còlit gris	-0.209	-0.060
Còlit ros	0.503	-0.074
Merla roquera		-0.029
Merla blava		-0.036
Merla	-0.284	0.007
Tord comú	-0.262	0.017
Griva	-0.166	
Rossinyol bord	0.062	
Trist	0.527	
Boscarla de canyar	-0.303	
Balquer	0.425	
Bosqueta vulgar	0.078	-0.017
Tallareta cuallarga	0.117	-0.035
Tallarol de garriga	0.031	-0.015
Tallarol capnegre	0.313	-0.018
Tallarol emmascarat		-0.022
Tallareta vulgar	-0.039	-0.053
Tallarol gros	-0.113	-0.010
Tallarol de casquet	-0.002	0.012
Mosquiter pàl·lid	-0.045	0.005
Mosquiter comú	-0.337	
Reietó	-0.172	0.014
Bruel	-0.065	0.021
Papamosques gris	-0.122	
Mallerenga cuallarga	-0.087	0.017
Mallerenga d'aigua	-0.040	
Mallerenga emplomallada	-0.118	0.015
Mallerenga petita	-0.211	0.012
Mallerenga blava		0.018
Mallerenga carbonera	-0.514	0.007
Pica-soques blau	-0.025	0.027
Raspinell comú	-0.047	0.020
Oriol	0.354	
Escorxador	0.084	-0.026
Botxí meridional		-0.069
Capsigrany	0.186	-0.033

Espècie	Indicador dels efectes del canvi climàtic	Indicador d'Aforestació
Gaig	-0.095	0.014
Garsa	-0.205	-0.017
Gralla de bec vermell	-0.050	-0.014
Gralla	-0.435	
Cornella	-0.373	-0.010
Corb	-0.080	-0.032
Pardal comú	-0.037	-0.010
Pardal xarrec	-0.498	-0.026
Pardal roquer	-0.320	-0.020
Pinsà comú	-0.393	0.009
Gafarró	0.402	-0.008
Verdum	-0.245	-0.013
Cadenera	0.378	-0.010
Passerell comú	0.070	-0.039
Trencapinyes comú		0.009
Pinsà borroner	-0.216	0.009
Verderola	-0.457	-0.019
Gratapalles	0.280	
Sit negre	0.157	-0.016
Hortolà	0.207	-0.045
Cruixidell	0.468	-0.032

En aquest annex incorporem complet un article enviat a la prestigiosa revista *ecological indicators* (<http://www.journals.elsevier.com/ecological-indicators/>) que tracta sobre els indicadors dels efectes dels canvis en els ecosistemes. Considerem que el fet que aquest article hagi estat acceptat fa que els indicadors que hem anat presentant en les darreres memòries de manera preliminar es puguin considerar prou robusts i verificats per la comunitat internacional. És degut a la importància que li donem a aquest pas que volem destacar en l'annex l'article presentat.

Indicators of the impact of land use changes using large-scale bird surveys: Land abandonment in a Mediterranean region

Sergi Herrando^{a,b,*}, Marc Anton^c, Francesc Sardà-Palomera^{c,b}, Gerard Bota^{c,b}, Richard D. Gregory^d, Lluís Brotons^{a,b,e}

^a European Bird Census Council-Catalan Ornithological Institute, Natural History Museum of Barcelona, Plaça Leonardo da Vinci 4-5, 08019 Barcelona, Catalonia, Spain

^b CEMFOR – CTFC, Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Ctra. St. Llorenç de Morunys km 2, 25280 Solsona, Catalonia, Spain

^c Catalan Ornithological Institute, Natural History Museum of Barcelona, Plaça Leonardo da Vinci 4-5, 08019 Barcelona, Catalonia, Spain

^d RSPB Centre for Conservation Science, The Lodge, Sandy, Bedfordshire SG19 2DL, UK

^e CREAF, Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Catalonia, Spain

article info

Article history:

Received 16 May 2013

Received in revised form 27 February 2014

Accepted 7 April 2014

Keywords:

Bioindicators

Bird monitoring

Land abandonment

Population trend

Composite indices

abstract

Developing sound indicators of biodiversity impact has been identified as a critical step towards our understanding of how global change components are affecting the environment across the globe. Land abandonment is recognized as a major component of global change in the Mediterranean basin, however, we lack adequate, quantitative, indicators of its impact on biodiversity. An appealing approach to develop biodiversity indicators is the use of large-scale bird monitoring projects, an important source of information that is already available in many countries. In this study we develop a method to quantify the impact of the two main processes associated with land abandonment in the Mediterranean region, namely the abandonment of farmland, which produces a shift from cultivated land to open natural habitats, and the encroachment by vegetation usually associated with reductions in livestock grazing and wood harvesting practices. We used data from bird atlas and monitoring schemes in Catalonia (north-east Iberian Peninsula) to characterize species' population response to these processes by means of detecting quantitative changes in relative abundances along a gradient ranging from habitats not affected by a given driving force to those that arise as a consequence of such force. We then generated multi-species indicators of the impact of these land use changes using these specific population responses to calibrate the relative contribution of each species in the composite index. The temporal patterns depicted by the two indicators in the period 2002–2011 show that vegetation encroachment did have a significant impact on bird communities, whereas any noticeable effect of farmland abandonment on bird populations was observed. The methodology proposed here could be employed to develop indicators capable to track biological impacts of land use change on an annual basis and inform decision-makers about the rate of increase or decrease on wildlife populations.

© 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

A general consensus exists that anthropic alterations of ecosystems are dramatically affecting biodiversity and that as a result there is a need to establish indicators that can measure the rate of biodiversity loss and determine the effectiveness of actions aimed at halting and reversing it (Landres et al., 1988; Noss, 2005; Collen

et al., 2008; Butchart et al., 2010). One of the main approaches to generate these summary statistics is to use population trends from existing wide-scale monitoring schemes (Buckland et al., 2005; Gregory et al., 2005; van Swaay and van Strien, 2005). Unlike the classical focus of conservation that centres on rare and localized species, common species usually reported in monitoring schemes can be very appropriate to produce indicators of biodiversity change at large scale due not only to practical reasons but also to their importance in ecosystem structure, functioning and services (Gaston and Fuller, 2008).

Within this context, birds are undoubtedly the taxonomic group that has spawned most research (e.g. Gregory et al., 2005; Devictor et al., 2008; Gregory et al., 2009; Butler et al., 2012; Le Viol et al.,

* Corresponding author at: Catalan Ornithological Institute, Natural History Museum of Barcelona, Plaça Leonardo da Vinci 4-5, 08019 Barcelona, Catalonia, Spain. Tel.: +34 932565991.

E-mail address: ornitologia@ornitologia.org (S. Herrando).

2012). A number of reasons exist that make birds good candidates for generating these indicators: they are very sensitive to environmental change, bird data can be obtained ‘low-cost’ (particularly when volunteer ornithologists are involved), recognized field and analytical methods exist to handle data on birds, birds play important roles in ecosystem services for humans and, finally, the ease with which birds can be used as communication tools (Gregory and van Strien, 2010). In addition, the existence of well-established, large-scale monitoring projects covering many countries and even continents – in Europe tens of thousands of survey plots in up to 25 countries currently produce data (PECBMS, 2012) – is another very practical reason for attempting to generate sensitive indicators using bird data. These monitoring projects allow reliable annual population indices and trends for common species at national and European level to be obtained, from which several multi-species indicators can be generated on a regular basis (Gregory et al., 2008; PECBMS, 2012).

Wild-bird composite indicators derived from large-scale monitoring data have recently become a tool of political relevance in many EU countries. In particular, the farmland bird index, a multi-species indicator that summarizes population trends for the avifauna of agricultural areas across Europe on the basis of data generated by the Pan-European Common Bird Monitoring Scheme (PECBMS, 2012), has been adopted by the European Union as a baseline indicator under its Rural Development Regulations and as a Sustainable Development and Structural Indicator (European Environmental Agency, 2007; Gregory and van Strien, 2010). This is actually the first indicator based on species’ population trends to be included in EUROSTAT (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>). Indicators based on data from bird monitoring schemes have also been developed at European, national and regional level for evaluating the general state of non-farmland ecosystems such as woodland, urban and wetland habitats (e.g. Gregory et al., 1999; DEFRA, 2002; Zbinden et al., 2005; Gregory et al., 2008; Herrando et al., 2012). Nevertheless, information obtained by state indicators could be complemented by means of indicators of impact of specific pressures, which would allow for better (1) understanding of the underlying processes affecting biodiversity, (2) quantifying its impact, (3) development of tools for communication and decision-making (Gregory et al., 2005; Mace and Baillie, 2007).

Land-use change has been identified as a major driver behind biodiversity changes worldwide (Sala et al., 2000). In the Mediterranean basin, land abandonment in less productive areas has been one of the most relevant changes in land use in recent decades and the footprint on ecosystems of decreased human activity has been reported to affect dramatically biodiversity (Ostermann, 1998; Blondel and Aronson, 1999; Suarez-Seoane et al., 2002; Sirami et al., 2008). However, despite the fact that evidence of the effect of this process has been reported from numerous locations, only a few quantitative meta-analyses have been conducted at regional level (Sirami et al., 2008), and no attempt has ever been made to generate indicators capable of monitoring the impact of this change on biodiversity on an annual basis and a large scale. Therefore, developing these indicators could be particularly interesting in the Mediterranean basin, which is one of the biodiversity hotspots in the world (Myers et al., 2000), and where birds may have a great potential for such purpose because they constitute the taxonomic group with the highest number of monitoring schemes (EuMon, 2014).

In this study, we analyze the impact of land abandonment by splitting this driving force into two different but related processes. First, we defined agriculture abandonment as the process whereby active crop production breaks down and leads to the spontaneous transformation of farmland into wild open habitats such as grassland and low shrubland (Bonet and Pausas, 2007). Then, we defined vegetation encroachment as the increase in density, cover and

biomass by indigenous woody or shrubby plants that induce the maturation of vegetation into forest cover. In the Mediterranean basin, vegetation encroachment seems to be closely associated with reductions in livestock grazing and activities related to woody fuel extraction (Lasanta-Martínez et al., 2005). These two processes have occurred mainly in mountain Mediterranean areas in which income from the land has progressively fallen and, consequently, has led to greater rural depopulation (Blondel and Aronson, 1999; Pinto-Correia and Vos, 2004).

As a means of developing indicators of the effects of agricultural abandonment and vegetation encroachment on birds at a large scale, we combined species’ population responses to these driving forces with species’ population trends in order to establish composite ecologically meaningful indexes. We developed an analytical framework to obtain these species’ population responses based on the generation of spatially explicit hypotheses relating habitat data with either abundance data from a common bird monitoring scheme or presence/absence data from a bird atlas. We then adapted the methodology developed by Gregory et al. (2009) to generate multi-species indicators that measure the impact that farmland abandonment and vegetation encroachment have had on the avifauna of a Mediterranean region in recent years.

We used data from Catalonia, a Mediterranean region in which farmland, shrubland and forest state indicators based on bird monitoring projects are updated on an annual basis following the principles adopted in other European countries (Gregory and van Strien, 2010). During the period 2002–2011 the farmland and the forest indicators were roughly stable, while the trend of the shrubland indicator, assessed as the geometric mean of the population indices of 15 species associated with natural open habitats, was clearly negative (ICO, 2012). Hence, this represents an interesting study area, for which indicators of the effects of land abandonment may potentially allow a better understanding of patterns shown by its biodiversity.

2. Methods

2.1. Study area

This study was carried out in Catalonia, a region of c. 32,000 km² situated in the north-east of the Iberian Peninsula in which farmland and areas of natural vegetation each cover almost half of its surface area (Fig. 1).

2.2. Data sources

2.2.1. Bird data

Both long-term monitoring data and atlas data, based on the surveillance of breeding bird populations, were employed in this study. The Catalan Common Bird Survey (SOCC) is an ongoing monitoring scheme that was started in spring 2002. It collates data from around 300 monitoring transects (each with a length of 3 km) scattered throughout Catalonia that are walked twice in each breeding period (from April 15 to June 15); the maximum number of individuals in the two censuses was retained as an estimate of relative bird abundance for each species. This scheme embraces two types of field methodology, standard (35%) and extended (65%) transects. In extended SOCC transects collaborators place all birds observed in one of three bands (0–25 m, 25–100 m or >100 m from the line transect), while in the standard SOCC no distance allocation is attempted. Although we analyzed both standard and extended SOCC data to assess annual population indices and trends for each bird species (see Section 2.4), we only used data from the more spatially explicit extended SOCC to derive estimates of the response by bird populations to the processes of farmland abandonment and

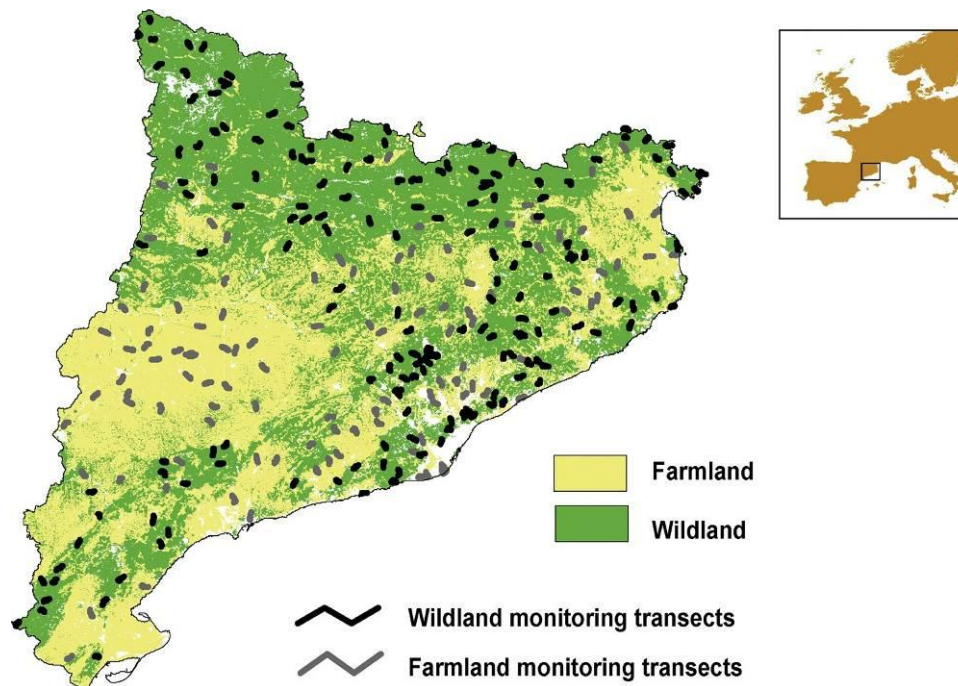


Fig. 1. Study area. Locations of farmland and wildland in Catalonia and of the bird monitoring plots included in the temporal trends shown in this study. The monitoring plots selected to analyze trends under the hypothesis of farmland abandonment ($n = 138$) were those for which farmland categories were present in $>60\%$ of a buffer zone of 350 m around each plot; monitoring plots situated in rice fields in the Ebro delta (southern Catalonia) were excluded because of the highly singular characteristics of both the avifauna and agricultural processes of this wetland area. Likewise, the monitoring plots selected to analyze trends under the hypothesis of vegetation encroachment ($n = 174$) were those for which wildland categories were present in $>60\%$ of a buffer zone of 350 m around each plot.

vegetation encroachment (see Section 2.3). The Catalan Breeding Birds Atlas (CBBA, Estrada et al., 2004) was a large-scale survey (1999–2002) that covered the whole of Catalonia and for which a total of 3077 $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ were surveyed in a stratified fashion (approximately 9% of the total surface area of Catalonia). Two one-hour surveys were conducted for each of the selected $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ during which every square was thoroughly surveyed and every detected species recorded. In this study CBBA data were employed as an alternative source that enabled us to derive a second set of estimates of bird population responses to the driving forces related to land abandonment (see Section 2.3).

2.2.2. Land-use data

Farmland abandonment can be described on a gradient ranging from cultivated areas to open natural habitats (grasslands and low shrublands). On the other hand, vegetation encroachment can be described on a gradient ranging between open natural habitats and tall shrublands and forests. Land-use data for the analyses of bird-habitat relationships were obtained from the Catalan Habitat Cartography (www.ub.edu/geoveg/en/mapes.php) that was completed in the period 1999–2010 using the CORINE land cover categories (www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover) with a minimum polygon size of $150 \text{ m} \times 150 \text{ m}$. The original 289 CORINE categories were reclassified to obtain GIS data for (i) Farmland, which includes arable land (mainly annual cereal crops), vineyards, tree crops (dry tree-crops such as olive and almonds and irrigated orchards), (ii) grasslands and shrublands, which include different types of brushwood from low grassland to shrubland up to 60-cm tall and, lastly, (iii) forests, including, among others, Mediterranean maquis and broadleaf evergreen, deciduous and coniferous forests.

2.3. Species' population responses to drivers

In order to develop indicators of the impact of farmland abandonment and vegetation encroachment, we quantified the

responses of bird species populations to these two processes as the changes in their relative abundances that occur in relation to a habitat gradient ranging from habitats not affected by a given driving force to the habitats that arise consequently. The statistical analysis of the specific response to each driving force was the basis for the selection of the set of species to be included in the indicators and of the relative contribution of each selected species to the final index. This approach to analyze species' response to the studied driving forces is the main dissimilarity between our methodology and that proposed by Gregory et al. (2009), who used the differences between current climatic ranges and ranges predicted under forecasted climatic scenarios as a means of evaluating species' population response to climate change. In our case, no predicted scenarios of species distribution as a result of land abandonment were available and hence that approach could not be used. In absence of these future scenarios, current patterns of species occurrence or abundance become an alternative in the quantification of species' population responses to particular driving forces since they can be associated to landscape patterns derived from particular pressures.

Species' population responses to drivers were analyzed using two independent bird datasets, the SOCC and CBBA, to produce two alternative values for each combination of species and driving forces. To do so we first characterized the habitat along the extended SOCC transects and in each of the $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ CBBA squares. For each SOCC transect, we calculated the percentage of cover for each habitat in a buffer zone of 100 m, while for the atlas dataset, habitat percentages were calculated within each surveyed $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$. In order to focus on each studied ecological gradient, we only selected those SOCC transects and CBBA squares in which the sum of the coverage of habitats of interest (farmland, grassland and shrubland for agriculture abandonment, and grassland, shrubland and forests for vegetation encroachment) was at least 75%. In the case of farmland abandonment, 110 SOCC transects and 1671 CBBA squares were selected, whereas in the case of vegetation

encroachment, 106 transects and 1803 CBBA squares were chosen. Hence, the SOCC transects or CBBA squares in which habitats other than the studied habitats were dominant were excluded from the analyses carried out to calculate species' population responses to the driving forces.

Given that the data for the Catalan Habitat Cartography was obtained between 1999 and 2010, we used the mean number of individuals observed along each SOCC transect over the studied period (2002–2011) in order to maximize the similarity between the periods of the two datasets. The most distant records (>100 m) were excluded from these calculations in order to match the spatial structure of habitat data in subsequent analyses. In the case of the CBBA, species presence data for a given square was obtained in only one of the four years of fieldwork.

To quantify the species' population responses to each driver we carried out generalized linear models (GLM) for the SOCC (monitoring) and CBBA (atlas) datasets. In the analyses carried out with the SOCC dataset, the GLM were run with a Poisson error distribution and a log link function, the abundance of the species was used as the response variable and the percentage of a habitat as the independent factor for each species found along the transect. In the analyses carried out with the CBBA dataset, GLM were run with a Binomial error distribution and a logit link function, the occurrence of the species was used as the response variable and the percentage of a habitat as the independent factor for each species found in a 1 km × 1 km. We selected species with significant models at $p < 0.05$ and then used the obtained model parameter as an estimation of their affinity to the focal gradient.

As in the approach employed by Gregory et al. (2009), two subgroups (+ and –) of species were defined according to whether their response to the driver was positive or negative. Species with a high estimated value (either positive or negative) have a greater weight in the final indicator, whereas species with an estimate close to 0 were unaffected by the driver. These statistical analyses were carried out using the R package (R Development Core Team, 2008).

Land use change and climate change can have interacting effects on biodiversity and this may influence our ability to detect their specific consequences through biodiversity indicators (Clavero et al., 2011). Therefore, we investigated the potential interaction between the species' population responses obtained in this study for land use changes and the responses of the same set of species for climate change. This was addressed by correlating species' population responses to farmland abandonment and vegetation encroachment with the climatic responses at European level (CLIMENS) reported by Gregory et al. (2009).

2.4. Species' annual indices and trends

Large-scale bird monitoring schemes may provide a valuable framework for studying the changes revealed by the studied indicators over time but it should be taken into account that temporal changes in population counts may vary among survey areas for ecological reasons (Amano et al., 2012). Therefore, we focussed our analyses of temporal patterns in the specific habitats in which each particular driving force could potentially have a role. Thus, in order to analyze trends in the indicators of the impact of farmland abandonment, we selected monitoring plots for which farmland land-use categories were present in >60% of the area in a buffer zone of 350 m around each transect. Similarly, we selected transects in areas with more >60% of natural vegetation to analyze trends in the indicators of the impact of vegetation encroachment (Fig. 1). Using data from selected transects, we estimated annual population indices and trends (period 2002–2011) for the common bird species that showed a significant population response to drivers. These values were assessed using the time-effects model of TRIM, a software package based on the analyses of time series

of counts using a Poisson regression (Pannekoek and van Strien, 2005). Species present in fewer than 10 selected transects were rejected; in these cases no population indices were calculated and they were excluded from the indicators.

2.5. Calculation of indicators

The indicators generated in this study were based on the geometric mean of abundance indices across species, and were computed by taking the average of the log of the annual indices of n species followed by a back-transformation. This type of index satisfies the majority of the desirable mathematical properties for indicators of biodiversity change (Buckland et al., 2005; Lamb et al., 2009; van Strien et al., 2012).

For each of our two studied driving forces we calculated two multi-species indicators, one derived from the SOCC data and the other from the CBBA data. In each case the two subgroups of species (+ and –) were determined according to the sign of the estimate in the corresponding regression models (see Section 2.3). These multi-species indicators were calculated using geometric means, but with a weight (W_i) for each species obtained from its position in the gradient under study (species estimate/sum of all estimates of the group (either + or –)), which enabled the concept of the unequal relative contribution of each species to the indicator to be introduced into the procedure (Buckland et al., 2005; van Strien et al., 2012).

For each species we used the annual index obtained by TRIM (see Section 2.4) as the population index for year a (I_a). Then, we obtained a value of change (X_{ab}) between years a and b , where $b = a + 1$, using the formula $X_{ab} = \log(I_b/I_a)$. Subsequently, we calculated the sum of $W_i \times X_{ab}$ for i species, where W_i is the weight of each species in the indicator (considered constant over the study period). The value obtained for this sum represents the logarithm of the proportional change in the index between two consecutive years for a given set of species. We then applied the anti-logarithm to obtain the annual index value. By establishing an initial value of the indicator at 100 for the first year (2002), we used the previously calculated values of annual change to calculate the annual values of the indicator. With this procedure we obtained the indicator values for species that respond favourably to each driving force (+), as well as the indicator for species that respond adversely to each driving force (–). We were able to generate an overall index of the change by calculating the ratio between the index for all species that respond favourably to farmland abandonment or vegetation encroachment (+) and the index for all species that respond negatively to these driving forces (–). The 95% confidence limits and standard deviation were obtained using a bootstrap method (Gregory et al., 2009).

We performed a randomization test to obtain the statistical significance of the trends in the two indicators during the period 2002–2011, as described by Gregory et al. (2009). This procedure consisted of obtaining a series of 10,000 indicators by reassigning at random the species estimates to the population data for a given species, and then calculating the difference in the regression coefficients between the models obtained with the real and random indicators. We took the proportion of repetitions in which the regression coefficient was as positive as or more positive than that observed from the real data as the probability of the observed trend of the indicator with calendar year having occurred by chance.

3. Results

Generalized linear models carried out with the SOCC dataset showed that the abundance of 63 species responded significantly to farmland abandonment (33 positively and 30 negatively, Table 1).

Table 1

Population response of bird species to the studied gradients of farmland abandonment (positive values for species linked to low shrubland and grassland, negative values for species linked to farmland) and vegetation encroachment (positive values for species linked to forests, negative values for species linked to low shrubland and grassland). Models were generated using two independent datasets, the Catalan Common Bird Survey (SOCC) and the Catalan Breeding Bird Atlas (CBBA). For analyses using the SOCC dataset, values correspond to the estimates of the generalized linear model with a Poisson error distribution and a log link function specified with the abundance of the species as the response variable and the percentage of a target habitat (% of grassland and low shrubland in the case of farmland abandonment and % of forest in the case of vegetation encroachment) as independent factors. For the analysis with the CBBA dataset generalized linear models were conducted with a Binomial error distribution given that only presence/absence data was available. Only estimates for significant models ($p < 0.05$) are shown.

English name	Latin name	Farmland abandonment		Vegetation encroachment	
		Monitoring data (SOCC)	Atlas data (CBBA)	Monitoring data (SOCC)	Atlas data (CBBA)
Mallard	<i>Anas platyrhynchos</i>		− 0.013		
Red-legged Partridge	<i>Alectoris rufa</i>	0.006		− 0.010	
Common Quail	<i>Coturnix coturnix</i>	− 0.019	− 0.016		− 0.014
Little Egret Grey	<i>Egretta garzetta</i>		− 0.016		
Heron Common	<i>Ardea cinerea</i>		− 0.008		
Buzzard Common	<i>Buteo buteo</i>		− 0.005		
Kestrel Common	<i>Falco tinnunculus</i>		− 0.003		− 0.015
Moorhen	<i>Gallinula chloropus</i>	− 0.083	− 0.024		
Little Bustard	<i>Tetrax tetrax</i>	− 0.115	− 0.062		
Stone Curlew	<i>Burhinus oedicephalus</i>	− 0.045	− 0.038		
Rock Dove	<i>Columba livia</i>		− 0.021		
Stock Dove	<i>Columba oenas</i>	− 0.019			
Woodpigeon	<i>Columba palumbus</i>	− 0.018	− 0.010	0.020	0.024
Collared Dove	<i>Streptopelia decaocto</i>	− 0.037	− 0.022		
Turtle Dove	<i>Streptopelia turtur</i>	− 0.019	− 0.010	0.030	0.022
Great Spotted Cuckoo	<i>Clamator glandarius</i>		− 0.010		
Common Cuckoo	<i>Cuculus canorus</i>		0.008	0.012	0.004
Little Owl	<i>Athene noctua</i>	− 0.021	− 0.015		
European Bee-eater	<i>Merops apiaster</i>	− 0.009	− 0.015	− 0.011	0.015
European Roller	<i>Coracias garrulus</i>		− 0.031		
Eurasian Hoopoe	<i>Upupa epops</i>	− 0.012	− 0.017	− 0.012	0.005
Eurasian Wren	<i>Jynx torquilla</i>		0.009		
Eurasian Green Woodpecker	<i>Picus viridis</i>	− 0.007	− 0.006		0.006
Great Spotted Woodpecker	<i>Dendrocopos major</i>		0.009	0.009	
Calandra Lark	<i>Melanocorypha calandra</i>	− 0.201	− 0.056		
Crested Lark	<i>Galerida cristata</i>	− 0.030	− 0.032		
Thekla Lark	<i>Galerida theklae</i>	0.016	0.004		
Woodlark	<i>Lullula arborea</i>	0.006	0.006	− 0.007	
Eurasian Skylark	<i>Alauda arvensis</i>	0.013		− 0.027	− 0.032
Eurasian Crag Martin	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	0.025	0.026		− 0.004
Barn Swallow	<i>Hirundo rustica</i>	− 0.023	− 0.025		0.004
Red-rumped Swallow	<i>Cecropis daurica</i>		0.012		
Northern House Martin	<i>Delichon urbicum</i>		− 0.007	0.006	
Tawny Pipit	<i>Anthus campestris</i>	0.027	0.019	− 0.017	
Tree Pipit	<i>Anthus trivialis</i>	− 0.018		− 0.018	− 0.021
Water Pipit	<i>Anthus spinoletta</i>	− 0.064		− 0.064	− 0.052
Grey Wagtail	<i>Motacilla cinerea</i>		0.008	− 0.014	− 0.005
White Wagtail	<i>Motacilla alba</i>	− 0.010		− 0.015	
Winter Wren	<i>Troglodytes troglodytes</i>	0.008	0.015	0.015	0.018
Hedge Accentor	<i>Prunella modularis</i>			− 0.022	− 0.024
European Robin	<i>Erithacus rubecula</i>	0.004	0.012	0.017	0.013
Common Nightingale	<i>Luscinia megarhynchos</i>	− 0.006	− 0.010	0.011	0.016
Black Redstart	<i>Phoenicurus ochruros</i>	0.020	0.022		
Common Stonechat	<i>Saxicola torquatus</i>	0.012	0.009	− 0.010	
Northern Wheatear	<i>Oenanthe oenanthe</i>			− 0.066	− 0.048
Black-eared Wheatear	<i>Oenanthe hispanica</i>	0.014	0.008	− 0.020	0.018
Rock Thrush	<i>Monticola saxatilis</i>			− 0.019	− 0.021
Blue Rock Thrush	<i>Monticola solitarius</i>	0.034	0.026		0.025
Ring Ouzel	<i>Turdus torquatus</i>				− 0.023
Eurasian Blackbird	<i>Turdus merula</i>	0.001	0.019	0.011	0.033
Song Thrush	<i>Turdus philomelos</i>				0.009
Mistle Thrush	<i>Turdus viscivorus</i>	0.005		− 0.010	− 0.013
Cetti's Warbler	<i>Cettia cetti</i>	− 0.020	− 0.018		0.024
Fan-tailed Warbler	<i>Cisticola juncidis</i>	− 0.073	− 0.029		
Reed Warbler	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	− 0.030	− 0.032		
Great Reed-warbler	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	− 0.029	− 0.033		
Melodious Warbler	<i>Hippolais polyglotta</i>		− 0.005	0.015	0.019
Blackcap	<i>Sylvia atricapilla</i>		0.005	0.010	0.013
Garden Warbler	<i>Sylvia borin</i>	0.028	0.014		
Orphean Warbler	<i>Sylvia hortensis</i>	0.019	0.010		
Common Whitethroat	<i>Sylvia communis</i>				− 0.009
Dartford Warbler	<i>Sylvia undata</i>	0.043	0.030		
Subalpine Warbler	<i>Sylvia cantillans</i>	0.014	0.007	0.014	0.015
Sardinian Warbler	<i>Sylvia melanocephala</i>	0.010		0.025	0.036
Bonelli's Warbler	<i>Phylloscopus bonelli</i>		0.006		0.014
Chiffchaff	<i>Phylloscopus collybita</i>	0.013	0.015		
Goldcrest	<i>Regulus regulus</i>				− 0.010

Table 1 (Continued)

English name	Latin name	Farmland abandonment		Vegetation encroachment	
		Monitoring data (SOCC)	Atlas data (CBBA)	Monitoring data (SOCC)	Atlas data (CBBA)
Firecrest	<i>Regulus ignicapilla</i>	0.005	0.011	0.023	0.021
Spotted Flycatcher	<i>Muscicapa striata</i>		0.005		
Long-tailed Tit	<i>Aegithalos caudatus</i>		0.008	0.026	0.019
Marsh Tit	<i>Poecile palustris</i>			– 0.013	
Crested Tit	<i>Lophophanes cristatus</i>		0.015	0.010	0.018
Blue Tit	<i>Cyanistes caeruleus</i>		0.003	0.017	0.013
Great Tit	<i>Parus major</i>		0.006	0.009	0.025
Nuthatch	<i>Sitta europaea</i>			0.023	
Short-toed Treecreeper	<i>Certhia brachydactyla</i>		0.003	0.015	0.022
Penduline Tit	<i>Remiz pendulinus</i>	– 0.078	– 0.042		
Golden Oriole	<i>Oriolus oriolus</i>		– 0.003		0.015
Red-backed Shrike	<i>Lanius collurio</i>	0.007	0.033	– 0.018	– 0.024
Southern Grey Shrike	<i>Lanius meridionalis</i>	0.012	0.008		
Woodchat Shrike	<i>Lanius senator</i>	0.006			
Black-billed Magpie	<i>Pica pica</i>	– 0.019	– 0.026		
Eurasian Jay	<i>Garrulus glandarius</i>		0.005	0.015	0.017
Yellow-billed Chough	<i>Pyrrhocorax graculus</i>				– 0.046
Red-billed Chough	<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	0.053		– 0.030	
Eurasian Jackdaw	<i>Corvus monedula</i>		– 0.019		
Carrion Crow	<i>Corvus corone</i>		0.008	– 0.024	– 0.015
Common Raven	<i>Corvus corax</i>	0.011	0.012	– 0.032	– 0.007
House Sparrow	<i>Passer domesticus</i>	– 0.025	– 0.024		0.006
Tree Sparrow	<i>Passer montanus</i>	– 0.025	– 0.030		
Rock Sparrow	<i>Petronia petronia</i>	0.008		– 0.025	
Eurasian Chaffinch	<i>Fringilla coelebs</i>	0.012	0.015		
European Serin	<i>Serinus serinus</i>	– 0.006		0.009	0.016
Alpine Citril Finch	<i>Serinus citrinella</i>			– 0.014	– 0.024
European Greenfinch	<i>Carduelis chloris</i>	– 0.006	– 0.012		0.014
European Goldfinch	<i>Carduelis carduelis</i>	– 0.008	– 0.003	0.008	0.010
Eurasian Linnet	<i>Carduelis cannabina</i>	0.013	0.012	– 0.020	– 0.017
Red Crossbill	<i>Loxia curvirostra</i>			– 0.004	– 0.006
Eurasian Bullfinch	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>				– 0.021
Yellowhammer	<i>Emberiza citrinella</i>			– 0.022	– 0.031
Cirl Bunting	<i>Emberiza cirlus</i>	– 0.004	– 0.005		0.011
Rock Bunting	<i>Emberiza cia</i>	0.022	0.027	– 0.012	– 0.013
Ortolan Bunting	<i>Emberiza hortulana</i>	0.023	0.019	– 0.033	– 0.010
Corn Bunting	<i>Emberiza calandra</i>	– 0.013	– 0.014		– 0.008

Likewise, models generated with the CBBA dataset showed that the occurrence of 78 species showed significant responses to farmland abandonment (39 positively and 39 negatively, Table 1). The Pearson correlation showed that the species' population responses to farmland abandonment calculated with these two independent datasets produced similar results ($r = 0.84$, $P < 0.001$, $n = 51$).

In the case of vegetation encroachment, generalized linear models carried out with the SOCC dataset showed that 52 species responded significantly to this process (24 positively and 28 negatively, Table 1), while the CBBA dataset showed that 59 species responded significantly (33 positively and 26 negatively, Table 1). The Pearson correlation showed that the species' population responses derived from these two independent datasets also produced similar results ($r = 0.88$, $P < 0.001$, $n = 40$).

No significant correlation between the estimates of impact of climate change (CLIMENS) and the species' population responses to farmland abandonment or vegetation encroachment (Table 1) was found for both datasets, CBBA and SOCC (Pearson correlations $P > 0.1$ for all the four comparisons with CLIMENS).

Indicators of the impact of farmland abandonment on bird populations were calculated in parallel using the two different types of species' estimates (derived from the SOCC and the CBBA datasets) as weightings of each species' contribution to the composite indices. For each dataset, two multi-species indicators were calculated, one for the species positively affected by this driving force and one for the species negatively associated (Fig. 2). Bird assemblages did not change during the study period according to the hypothesis of an effect of farmland abandonment on birds since, as a whole, populations of species expected to be positively affected by this process

did not increase and those expected to be negatively affected did not decrease. Consequently, the indicator of the impact of farmland abandonment on bird populations, calculated as the ratio between the positive and the negative composite species trends, did not show any clear temporal trend during the study period (Fig. 2). Although greater fluctuations were observed in the indicator calculated with the SOCC dataset than with the CBBA dataset, results were in general very similar irrespective of the dataset used for the species weighting procedure. In the case of the SOCC dataset, the randomization test indicated a probability of 0.336 of obtaining as positive or more positive linear trend at random over the whole period. This probability was 0.769 when using the CBBA dataset.

Exactly the same procedures were carried out to obtain the indicators of the impact of vegetation encroachment on bird populations. However, in this case the composite indices of the species predicted to be positively and negatively associated to this driver diverged; the first composite index increased during the study period, while the second decreased (Fig. 3). In other words, bird assemblages changed during the study period according to the hypothesis of an effect of vegetation encroachment on birds since, as a whole, populations of species expected to be positively affected by this process increased while those expected to be negatively affected decreased. Consequently, the indicators of the impact of vegetation encroachment on bird populations showed a clear temporal trend during the study period (Fig. 3). In addition, the randomization tests indicated, for the SOCC dataset, a probability of 0.025 of obtaining as positive or more positive linear trend of the indicator on year over the whole period. This probability was 0.010 when using the CBBA dataset.

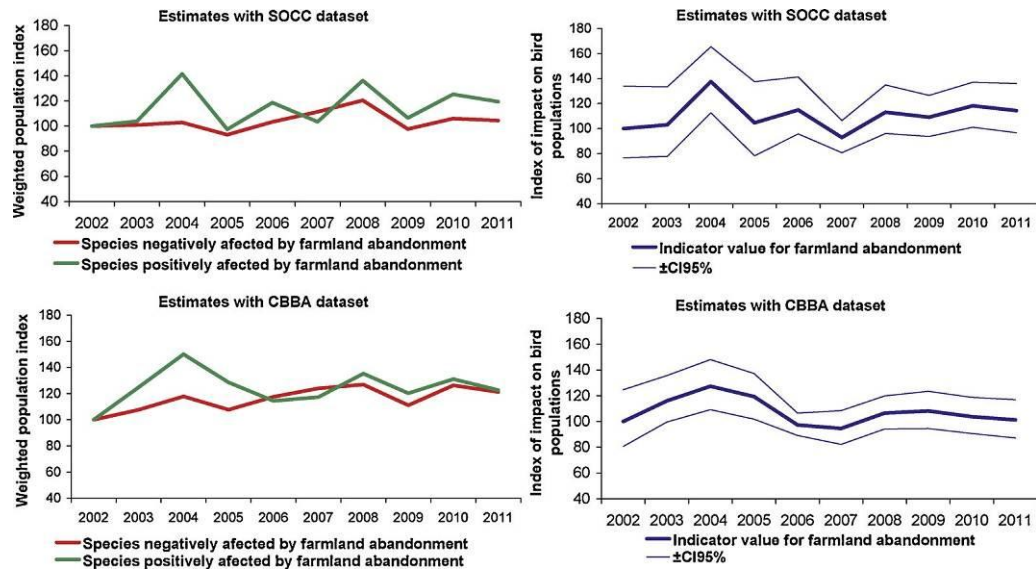


Fig. 2. Indicators of the impact of farmland abandonment on bird populations. The graphs on the left show the weighted temporal changes in the composite indices for the set of species affected positively and negatively by the abandonment of cultivated areas in the study area. The composite indices were calculated separately using species' population responses according to the SOCC and CBBA datasets. The graphs on the right show the resulting indicators of the impact of farmland abandonment for each dataset (SOCC and CBBA), which correspond to the ratios of the indices positively and negatively affected by this driving force. The indicators were set to 100 in 2002. Thin discontinuous lines show 95% bootstrap confidence intervals for annual values from 10,000 bootstrap replicates.

These results indicate that the impact of vegetation encroachment in Mediterranean wild areas on bird populations was significant during the period 2002–2011, a finding that contrasts with the lack of response regarding the abandonment of cultivated lands during the same period.

4. Discussion

4.1. Methodological approach

As far as we know, in this study we have developed a new methodological approach whose aim was to quantify the effects

that a particular change in land use induces on bird species. In order to quantify the species' population responses to predicted climate change, Gregory et al. (2009) used differences between current and predicted European ranges according to forecasted climatic scenarios depicted in Huntley et al. (2007). However, these authors dealt with a very particular driving force which, due to its global dimension, has allowed the development of robust predicted scenarios of change in distribution for organisms such as birds. This methodological framework based on the existence of predictions of species distribution driven by a given pressure cannot always be easily implemented for land use change because of its higher complexity both in spatial and temporal dimensions (e.g. Rindfuss et al.,

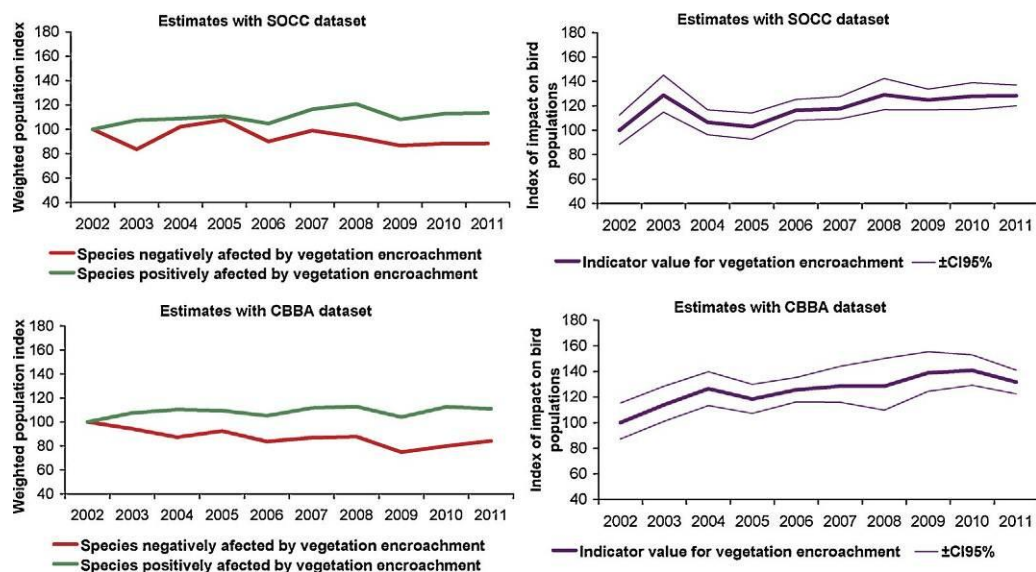


Fig. 3. Indicators of the impact of vegetation encroachment on bird populations. The graphs on the left show the weighted temporal changes in the composite indices for the set of species affected positively and negatively by vegetation encroachment in the study area. The composite indices were calculated separately using species' population responses according to SOCC and CBBA datasets. The graphs on the right show the resulting indicators of the impact of vegetation encroachment for each dataset (SOCC and CBBA), which correspond to the ratios of the indices positively and negatively affected by this driving force. The indicators were set to 100 in 2002. Thin discontinuous lines show 95% bootstrap confidence intervals for annual values from 10,000 bootstrap replicates.

2004; Rounsevell et al., 2012; Chiron et al., 2013). Consequently, researchers may have difficulties to generate predicted species' population responses based on species range predictions driven by land use changes at large spatial scales. In absence of robust future scenarios, current patterns of species distribution and abundance may become an alternative and often more available tool in the quantification of species' population responses to particular driving forces since species occurrence and abundance can be associated to landscape patterns derived from particular pressures. In our approach the responses of the different bird species populations to driving forces were evaluated by means of identifying the habitats involved in a particular land use change and analysing how their occurrence or abundance changes with the amount of these habitats.

In this study, farmland abandonment was evaluated as a gradient from farmland to grassland and low shrubland. We did not include tall shrublands and forests as an extreme value in this gradient since, while these can also develop as a result of farmland abandonment in the Mediterranean basin, in the short-term this process essentially only induces the growth of open natural areas with a low vertical structure (Bonet and Pausas, 2007). The second driving force, vegetation encroachment, was defined as a gradient from grassland and low shrubland to forest. Although this could be a subsequent process to the farmland abandonment mentioned above, i.e. progressive vegetation encroachment in rangelands in the absence of activities such as grazing or wood fuel collection (Maestre et al., 2009), in some areas it could also be an independent process affecting rangelands that have not been cultivated in recent years (Lasanta-Martínez et al., 2005). The precise reasoning for assigning the habitats associated to each extreme of the gradient mediated by a given driving force is a crucial part of this methodology and depends on available information about habitats and species ecology. In this study, we considered a particular categorisation of the original habitat dataset into a few classes according to previous knowledge on species ecology in the study region (Estrada et al., 2004), and then making decisions such as classifying plant communities as grasslands and shrublands or forests depending on its height and placing a threshold at 60-cm tall. New approaches following this methodology should exercise great caution in the habitat classifications addressed for each study case to allow consistent interpretations of results.

The quantitative assessment of how each species responds to selected habitat gradients is another critical question. We used a spatially explicit approach, linking species presence or abundance in sampling plots to the composition of selected habitats in a regression approach. As in any other analysis based on a sample of units, species' population responses to a habitat gradient will depend on the possible bias of habitats within the analyzed sample. We used two independent datasets (atlas and monitoring data) that differ in terms of geographical coverage (much greater in atlas) and information quality (counts in monitoring data and presence/absence in atlas data). Despite the fact that the number of species included in the procedure using the atlas dataset was higher than in that of the monitoring dataset (24% more for farmland abandonment and 13% more for vegetation encroachment), similar results were found. This would support the idea that there could be some degree of flexibility in the composition and number of species included in an indicator that performs well (Butler et al., 2012; Renwick et al., 2012).

In this study we employed species-specific estimates of the impact of driving forces at the level of the regional trends of populations to obtain, by means of calculating geometric means of yearly population indices, multi-species indicators of the studied processes. Nevertheless, other approaches for creating indicators based on species population trends are possible. One such technique is based on the application of estimates at community level

to each monitored plot to generate indices for particular driving forces; this would be the case of the Community Thermal Index used to evaluate the effects of climate change (Devictor et al., 2008, 2012) or the Community Specialization Index used to analyze biotic homogenization (Doxa et al., 2012; Le Viol et al., 2012). In this study we selected the methodology developed by Gregory et al. (2009) because it explicitly produces indicators for species positively and negatively associated to a driving force and not merely a final index and so allows for a finer interpretation of the patterns affecting the shape of the final indicators. In addition, the applied methodology has advantages regarding the characteristics of the temporal dataset used: it is flexible in its data requirement since no raw data is required (just population indices for a given region or country of interest) and potential problems regarding missing values from particular sampling plots in the time series are accounted for in the TRIM analyses used to obtain regional or national population indices (Pannekoek and van Strien, 2005). However, these community indices can also be explored in the evaluation of the effects of land-use driving forces and future work should focus on the comparison of the indicators of change created by these two different procedures.

We believe that the methodology implemented here provides a more robust basis for evaluating the impact of specific changes in land use than state indicators solely based on aggregations of species in a given habitat lacking explicit hypotheses regarding the changes in land use provoked by a particular driver. The finding of accurate independent data to evaluate the relationship between the annual values of these indicators and variables directly associated to the intensity of land use would provide a robust basis for predictions regarding the impacts under future scenarios derived from these variables, as was carried out by Scholefield et al. (2011) for the European Farmland Bird Indicator.

4.2. Land abandonment and changes in bird populations

A consequence of the shift from the primary to the tertiary sector that took place throughout the Iberian Peninsula (above all in the north-east) during the second half of the last century was the abandoning of traditional and sustainable multifunctional activities and their substitution by more purely production-oriented activities (Casals et al., 2009). Less productive farmland areas such as mountain Mediterranean areas were abandoned and severe emigration rates, farm abandonment and a decrease in both livestock numbers and the use of wood resources followed (MacDonald et al., 2000). The change in land management has resulted in very important transformations in Mediterranean landscapes characterized by the spread of natural vegetation and vegetation encroachment (Debussche et al., 1999; Lasanta-Martínez et al., 2005). These processes have considerable impact on ecosystem functioning and biodiversity (Rey Benayas et al., 2007; Eldridge et al., 2011). The results of our study indicate that the impact of the vegetation encroachment on bird populations has been significant over the last ten years in Catalonia; nevertheless, no major impact can be reported for the abandonment of cultivated land during the same period.

No independent data on the annual changes in farmland and wildland are available at the present to provide more detailed, quantitative data on land use changes in the region. Land-use statistics are only updated approximately every 10 years in Catalonia (www.creaf.uab.es/mcsc). The only information available indicates that the ratio between farmland and wildland decreased by 16% between 1993 and 2005, a period that only partially matches our study period (2002–2011). According to the same data source, the ratio between forest and grassland increased by 18% in Catalonia during the period 1993–2005, an increase in forest cover that occurred despite the large impact of forest fires during this period

(above all in 1994 and 1998). Therefore, according to available land-use data, farmland abandonment has probably occurred to some extent in our study area. However, our results do not reveal a clear impact of this driver on bird communities for the whole study period (2002–2011). A deeper look at the temporal changes in the indicators show a non significant increasing trend that can be observed for the beginning of the time series (2002–2004), matching the process of farmland abandonment reported by land use data until 2005. From this year, the land abandonment indicator fluctuates and no defined trend can be detected. Variation in the extent of forests with respect to shrubland and grassland matches the results for our indicator of vegetation encroachment until 2005 and then maintain the increase at a similar annual rate. These interpretations regarding the association between land use data and bird data have obvious limitations regarding the partial overlap of the two study periods. In addition, it should be taken into account that biological responses to driving factors are often not immediate and may also depend on processes occurred in the past (Lindborg and Eriksson, 2004; Aggemyr and Cousins, 2012; Zozaya et al., 2012). Despite all these limitations, our analyses on bird indicators produce consistent results with available land use data and suggest that the indicators developed track appropriately the impact of these land use changes on birds.

Climate change might be considered another potential driving force influencing the outcomes of our composite indicator, and there is a potential for an interaction between Species Thermal Index and land use dynamics in Mediterranean birds (Clavero et al., 2011). However, no relation was found in our study between the specific population responses to climate change (CLIMENS) shown by Gregory et al. (2009) and those reported here for vegetation encroachment and farmland abandonment, suggesting that the patterns shown by our indicators are not essentially affected by climate drivers. Certainly, estimates of the impact of climate change on species employed here were developed at continental scale and no equivalent estimates at the scale of the study area were available for these correlations, which might be interesting to develop in future research. Therefore, we are confident that our land abandonment indicators are indeed showing the effects of land use change and not indirect climate change effects on bird communities.

Our results indicate that the impact of the vegetation encroachment on bird populations in Catalonia has been significant over the last decade. These results are consistent with those of the most recent evaluation of IUCN species conservation status in this territory (Anton et al., 2013). Considering the set of species negatively affected by vegetation encroachment according to our estimates, 32–38% (depending on the origin of the estimate, either monitoring or atlas data) are currently considered to be threatened or near threatened, whereas this percentage is just 8–9% for the set of species positively affected by this driving force. Species negatively affected by vegetation encroachment require natural or semi-natural open habitats as nesting or feeding places and many of them will likely deteriorate their conservation status without substantial changes in land management. In order to preserve these species, new open habitats can be created by several management practices such as prescribed burning or promoting grazing by large herbivores or livestock farming (Blondel and Aronson, 1999; Pons et al., 2003).

5. Conclusions

The approach based on the estimation of the strength of the habitat-bird relationship used in this study may provide a robust methodology for obtaining indicators aiming at detecting impacts of land use changes on biodiversity. Data from long-term

monitoring based on citizen science projects may represent a good opportunity to generate indicators that can be annually updated at low cost and hence inform periodically social audience and decision makers about these ecological changes. In Catalonia, the results shown by the indicator of the increasing impact of vegetation encroachment on birds suggest that further policies aiming at favouring biodiversity values in open habitat will be required in the near future if the trend is to be reversed.

Acknowledgements

The data analyzed in this study was obtained by volunteer ornithologists, without whom the atlas and bird monitoring in Catalonia would not be possible. Javier Quesada, Dani Villero, Ferran Páramo, Constantí Stefanescu and Àngel Ruiz provided valuable support in data processing and interpretation. Mike Lockwood improved the English. The Catalan Breeding Bird Atlas and the Catalan Common Bird Monitoring Scheme receive support from the Catalan Government and are conducted by the Catalan Ornithological Institute. Partial funding was received from the EU BON project (308454; FP7-ENV-2012, European Commission), TREEBIO 200/2010 (Organismo Autónomo Parques Nacionales), BIOCAT-BB CGL2009-08798, BIONOVEL CGL2011-29539, CONSOLIDER-MONTES CSD2008-00040 projects (Spanish Science and Innovation Secretariat), Fundació Catalunya-La Pedrera, INIA and RURAGRI ERA-NET (TRUSTEE 235175).

References

- Aggemyr, E., Cousins, S.A.O., 2012. Landscape structure and land use history influence changes in island plant composition after 100 years. *J. Biogeogr.* 39, 1645–1656.
- Amano, T., Okamura, H., Carrizo, S.F., Sutherland, W.J., 2012. Hierarchical models for smoothed population indices: the importance of considering variations in trends of count data among sites. *Ecol. Ind.* 13 (1), 243–252.
- Anton, M., Estrada, J., Herrando, S., 2013. The red list of Catalan breeding birds (NE Iberian Peninsula). *Rev. Catalana Ornitol.* 29, 1–19.
- Blondel, J., Aronson, J., 1999. *Biology and Wildlife of the Mediterranean Region*. Oxford University Press, Oxford.
- Bonet, A., Pausas, J.G., 2007. Old field dynamics on the dry side of the Mediterranean basin: patterns and processes in semiarid southeast Spain. In: Cramer, V.A., Hobbs, R.J. (Eds.), *Old Fields: Dynamics and Restoration of Abandoned Farmland*. Island Press, Washington, pp. 247–264.
- Buckland, S.T., Marrugan, A.E., Green, R.E., Fewster, R.M., 2005. Monitoring change in biodiversity through composite indices. *Philos. Trans. R. Soc. B* 360, 243–254.
- Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A.J., Scharlemann, J.P.W., Almond, R.E.A., Baillie, J.E.M., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K.E., Carr, G.M., Chanson, J., Chenery, A.M., Csirke, J., Davidson, N.C., Dentener, F., Foster, M., Galli, A., Galloway, J.N., Genovesi, P., Gregory, R.D., Hockings, M., Kapos, V., Lamarque, J.-F., Leverington, F., Loh, J., McGeoch, M.A., McRae, L., Minasyan, A., Hernández Morcillo, M., Oldfield, T.E.E., Pauly, D., Quader, S., Revenga, C., Sauer, J.R., Skolnik, B., Spear, D., Stanwell-Smith, D., Stuart, S.N., Symes, A., Tierney, M., Tyrrell, T.D., Vié, J.-C., Watson, R., 2010. *Global biodiversity: indicators of recent declines*. *Science* 328, 1164–1168.
- Butler, S.J., Freckleton, R.P., Renwick, A.R., Norris, K., 2012. An objective, niche-based approach to indicator species selection. *Methods Ecol. Evol.* 3, 317–326, <http://dx.doi.org/10.1111/j.2041-210X.2011.00173.x>.
- Casals, P., Baiges, T., Bota, G., Chocarro, C., de Bello, F., Fanlo, R., Sebastià, M.T., Taull, M., 2009. *Silvopastoral systems in NE of the Iberian Peninsula. A multifunctional perspective*. In: Rigueiro, A., McAdam, J., Mosquera, M.R. (Eds.), *Advances in Agroforestry. Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects*, vol. 6. Springer Verlag, Berlin, pp. 161–181.
- Chiron, F., Princé, K., Paracchini, M.L., Bulgheroni, C., Jiguet, F., 2013. Forecasting the potential impacts of CAP-associated land use changes on farmland birds at the national level. *Agric. Ecosyst. Environ.* 176, 17–23.
- Clavero, M., Villero, D., Brotons, L., 2011. Climate change or land use dynamics: do we know what climate change indicators indicate? *PLoS ONE* 6 (4), e18581.
- Collen, B., Loh, J., Whitmee, S., McRae, L., Amin, R., Baillie, J.E.M., 2008. Monitoring change in vertebrate abundance: the living planet index. *Conserv. Biol.* 23 (2), 317–327.
- Debussche, M., Lepart, J., Dervieux, A., 1999. *Mediterranean landscape changes: evidence from old postcards*. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 8, 3–15.
- DEFRA, 2002. *Working with the Grain of Nature*. DEFRA Publications, London.
- Devitor, V., van Swaay, C., Brereton, T., Brotons, L., Chamberlain, D., Heliölä, J., Herrando, S., Julliard, R., Kuussaari, M., Lindström, Å., Reif, J., Roy, D.B., Schweiger, O., Settele, J., Stefanescu, C., van Strien, A.J., van Turnhout, C., Vermouzek, Z.,

- deVries, M.W., Wynhoff, I., Jiguet, F., 2012. Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale. *Nat. Clim. Change* 2, 121–124.
- Devictor, V., Julliard, R., Couvet, D., Jiguet, F., 2008. Birds are tracking climate warming, but not fast enough. *Proc. R. Soc. Lond. Ser. B* 275, 2743–2748.
- Doxa, A., Paracchini, M.L., Pointereau, P., Devictor, V., Jiguet, F., 2012. Preventing biotic homogenization of farmland bird communities. The role of high nature value farmland. *Agric. Ecosyst. Environ.* 148, 83–88.
- Eldridge, D.J., Bowker, M.A., Maestre, F.T., Roger, E., Reynolds, J.F., Whitford, W.G., 2011. Impacts of shrub encroachment on ecosystem structure and functioning: towards a global synthesis. *Ecol. Lett.* 14, 709–722.
- Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L., Herrando, S. (Eds.), 2004. *Catalan Breeding Bird Atlas 1999–2002*. Institut Català d'Ornitologia (ICO)/Lynx Edicions, Barcelona.
- EuMon, 2014. EU-Wide Monitoring Methods and Systems of Surveillance for Species and Habitats of Community Interest. <http://eumon.ckff.si/>
- European Environmental Agency, 2007. Halting the Loss of Biodiversity by 2010: Proposal for a First Set of Indicators to Monitor Progress in Europe. EEA Technical Report No. 11/2007. EEA, Copenhagen.
- Gaston, K.J., Fuller, R.A., 2008. Commonness, population depletion and conservation biology. *Trends Ecol. Evol.* 23, 14–19.
- Gregory, R.D., Vofšiek, P., Noble, D.G., van Strien, A.J., Klvaňová, A., Eaton, M., Gmelig Meyling, A.W., Joys, A., Foppen, R.P.B., Burfield, I.J., 2008. The generation and use of bird population indicators in Europe. *Bird Conserv. Int.* 18, 223–244. <http://dx.doi.org/10.1017/S0959270908000312>.
- Gregory, R.D., van Strien, A.J., 2010. Wild bird indicators: using composite population trends of birds as measures of environmental health. *Ornithol. Sci.* 9, 3–22.
- Gregory, R.D., Gibbons, D.W., Impey, A., Marchant, J.H., 1999. Generation of the Headline Indicator of Wild Bird Populations. BTO Research Report 221. British Trust for Ornithology and Royal Society for the Protection of Birds, Thetford/Sandy.
- Gregory, R.D., van Strien, A.J., Vofšiek, P., Gmelig Meyling, A., Noble, D., Foppen, R., Gibbons, D., 2005. Developing indicators for European birds. *Philos. Trans. R. Soc. B* 360, 269–288.
- Gregory, R.D., Willis, S.G., Jiguet, F., Vofšiek, P., Klvaňová, A., van Strien, A.J., Huntley, B., Collingham, Y.C., Couvet, D., Green, R.E., 2009. An indicator of the impact of climatic change on European Bird populations. *PLoS ONE* 4 (3), e4678.
- Herrando, S., Weiserbs, A., Quesada, J., Ferrer, X., Paquet, J.-Y., 2012. Development of urban bird indicators using data from monitoring schemes in two large European cities. *Anim. Biodivers. Conserv.* 35, 141–150.
- Huntley, B., Green, R.E., Collingham, Y.C., Willis, S.G., 2007. *A Climatic Atlas of European Breeding Birds*. Durham University, RSPB & Lynx Edicions, Barcelona.
- ICO, 2012. *Desè informe del Programa de Seguiment d'Ocells Comuns a Catalunya (SOCC)*. Institut Català d'Ornitologia, Barcelona (in Catalan).
- Lamb, E.G., Bayne, E., Holloway, G., Schieck, J., Boutin, S., Herbers, J., Haughland, D.L., 2009. Indices for monitoring biodiversity change: are some more effective than others? *Ecol. Indic.* 9, 432–444.
- Landres, P.H., Verner, J., Thomas, J.W., 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species – a critique. *Conserv. Biol.* 2, 316–328.
- Lasanta-Martínez, T., Vicente-Serrano, S.M., Cuadrat-Prats, J.M., 2005. Mountain Mediterranean landscape evolution caused by the abandonment of traditional primary activities: a study of the Spanish Central Pyrenees. *Appl. Geogr.* 25, 47–65.
- Le Viol, I., Jiguet, F., Brotons, L., Herrando, S., Lindström, Å., Pearce-Higgins, J.W., Reif, J., van Turnhout, C., Devictor, V., 2012. More and more generalists: two decades of changes in the European avifauna. *Biol. Lett.*, <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2012.0496>.
- Lindborg, R., Eriksson, O., 2004. Historical landscape connectivity affects present plant species diversity. *Ecology* 85, 1840–1845.
- MacDonald, D., Crabtree, J.R., Wiesinger, G., Dax, T., Stamou, N., Fleury, P., Gutierrez-Lazpita, J., Gibon, A., 2000. Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: environmental consequences and policy response. *J. Environ. Manage.* 59, 47–69.
- Mace, G.M., Baillie, J.E.M., 2007. The 2010 biodiversity indicators: challenges for science and policy. *Conserv. Biol.* 21 (6), 1406–1413.
- Maestre, F.T., Bowker, M.A., Puche, M.D., Hinojosa, M.B., Martínez, I., García-Palacios, P., Castillo, A.P., Soliveres, S., Luzuriaga, A.L., Sánchez, A.M., Carreira, J.A., Gallardo, A., Escudero, A., 2009. Shrub encroachment can reverse desertification in semiarid Mediterranean grasslands. *Ecol. Lett.* 12, 930–941.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853–858.
- Noss, R.F., 2005. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conserv. Biol.* 4, 355–364.
- Ostermann, O.P., 1998. The need for management of nature conservation sites designated under Natura 2000. *J. Appl. Ecol.* 35, 968–973.
- Pannekoek, J., van Strien, A.J., 2005. TRIM 3 Manual (Trends and Indices for Monitoring data). Statistics Netherlands, Voorburg.
- PECBMS, 2012. *Population Trends of Common European Birds 2012*. CSO, Prague.
- Pinto-Correia, T., Vos, W., 2004. Multifunctionality in Mediterranean landscapes – past and future. In: Jongman, R. (Ed.), *The New Dimensions of the European Landscape*. Springer, Wageningen, pp. 135–164.
- Pons, P., Lambert, B., Rigolot, E., Prodon, R., 2003. The effects of grassland management using fire on habitat occupancy and conservation of birds in a mosaic landscape. *Biodivers. Conserv.* 12, 1843–1860.
- R Development Core Team, 2008. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, ISBN 3-900051-07-0 <http://www.R-project.org>
- Renwick, A.R., Johnston, A., Joys, A., Newson, S.E., Noble, D.G., Pearce-Higgins, J.W., 2012. Composite bird indicators robust to variation in species selection and habitat specificity. *Ecol. Indic.* 18, 200–207.
- Rey Benayas, J.M., Martins, A., Nicolau, J.M., Schulz, J.J., 2007. Abandonment of agricultural land: an overview of drivers and consequences. *CAB Rev.: Perspect. Agric. Vet. Sci. Nutr. Nat. Resour.* 2, 057. <http://dx.doi.org/10.1079/PAVSNNR20072057>.
- Rindfuss, R.R., Walsh, S.J., Turner, B.L., Fox, J., Mishra, V., 2004. Developing a science of land change: challenges and methodological issues. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 101 (39), 13976–13981.
- Rounsevell, M.D.A., Pedrolí, B., Erb, K.-H., Gramberger, M., Busck, A.G., Haberl, H., Kristensen, S., Kuemmerle, T., Lavorel, S., Lindner, M., Lotze-Campen, H., Metzger, M.J., Murray-Rust, D., Popp, A., Pérez-Soba, M., Reenberg, A., Vadineanu, A., Verburg, P.H., Wolfslehner, B., 2012. Challenges for land system science. *Land Use Policy* 29 (4), 899–910.
- Sala, O.E., Chapin, F.S., Armesto, J.J., Berlow, R., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., Wall, D.H., 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287, 1770–1774.
- Scholefield, P., Firbank, L., Butler, S., Norris, K., Jones, L.M., Petit, S., 2011. Modelling the European farmland bird indicator in response to forecast land-use change in Europe. *Ecol. Indic.* 11 (1), 46–51.
- Sirami, C., Brotons, L., Burfield, I., Fonderflick, J., Martin, J.L., 2008. Is land abandonment having an impact on biodiversity? A meta-analytical approach to bird distribution changes in the north-western Mediterranean. *Biol. Conserv.* 141 (2), 450–459.
- Suarez-Seoane, S., Osborne, P.E., Baudry, J., 2002. Responses of birds of different biogeographic origins and habitat requirements to agricultural land abandonment in northern Spain. *Biol. Conserv.* 105, 333–344.
- van Swaay, C.A.M., van Strien, A.J., 2005. Using butterfly monitoring data to develop a European butterfly indicator. In: Kuhn, E., Thomas, J.A., Feldman, R., Settele, J. (Eds.), *Studies in the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe*, pp.

- 106–108.
- van Strien, A.J., Soldaat, L.L., Gregory, R.D., 2012. Desirable mathematical properties of indicators for biodiversity change. *Ecol. Indic.* 14, 202–208.
- Zbinden, N., Schmid, H., Kéry, M., Keller, V., 2005. Swiss Bird Index SBI – Kombinierte Indices für die Bestandsentwicklung von Artengruppen regelmässig brüten- der Vogelarten der Schweiz 1990–2004. *Der Ornithologische Beobachter* 102, 283–291 (in German).
- Zozaya, E.L., Brotons, L., Saura, S., 2012. Recent fire history and connectivity patterns determine bird species distribution dynamics in landscapes dominated by land abandonment. *Landscape Ecol.* 27 (2), 171–184.