



Agència Catalana
de l'Aigua



Ajust de l'Índex d'Integritat Biòtica (IBICAT) basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental als rius de Catalunya



Informe final, desembre del 2010



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient
i Habitatge

Agència Catalana de l'Aigua. 2010. *Ajust de l'Índex d'Integritat Biòtica (IBICAT) basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental als rius de Catalunya*. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. 187 pàg.

Sostoa, A. de; Caiola, N.; Casals, F.; García-Berthou, E.; Alcaraz, C.; Benejam, L.; Maceda, A.; Solà, C & Munné, A. 2010. *Ajust de l'Índex d'Integritat Biòtica (IBICAT) basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental als rius de Catalunya*. Agència Catalana de l'Aigua, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. 187 pàg.



1.	Introducció.....	3
2.	Localitats de mostreig.....	5
3.	Metodologia.....	15
3.1.	Metodologia de camp	15
3.2.	Índex d'avaluació visual de l'hàbitat dels rius	18
4.	Les comunitats íctiques dels rius de Catalunya.....	21
4.1.	Catàleg d'espècies	21
4.2.	Evolució de les comunitats íctiques	33
5.	Anàlisi de les pressions	41
5.1.	Anàlisi de pressions a partir de les dades IMPRESS	41
5.2.	Anàlisi de pressions afegint les dades de camp	46
6.	Introducció al desenvolupament dels índexs	53
7.	Aproximació espacialment explícita (IBICAT2a)	63
7.1.	Models predictius de les mètriques a partir de les estacions menys impactades	63
7.2.	Mètriques basades en la mida dels peixos	74
7.3.	Anàlisi de redundància de les mètriques significatives	82
7.4.	Selecció final de mètriques i composició de l'índex IBICAT2a.....	95
7.5.	Anàlisi de les estacions seques i sense peixos	101
8.	Aproximació basada en la tipologia ACA (IBICAT2b).....	105
8.1.	Selecció de mètriques	105
8.2.	Puntuació de les mètriques	114
8.3.	Protocol d'aplicació.....	125
9.	Comparació dels índexs IBICAT2a i IBICAT2b	129
10.	Aproximació tipològica (IBICAT2010).....	131
10.1.	Tipologia dels rius basada en la ictiofauna	132
10.2.	Càlcul del valor global d'impacte	141
10.3.	Selecció de les mètriques.....	141
10.4.	Categorització de l'IBICAT ₂₀₁₀	147
10.5.	Descripció de l'IBICAT ₂₀₁₀ i representació de l'estat ecològic.....	149
10.6.	Protocol d'aplicació.....	152
11.	Índex de conservació de peixos (ICP)	155
12.	Estudi de la capturabilitat i intercalibració	157
12.1.	Introducció	157
12.2.	Mètodes.....	157
12.3.	Resultats: anàlisi de la capturabilitat.....	160
12.4.	Resultats: intercalibració dels equips de pesca	173
12.5.	Conclusions sobre la capturabilitat	181
13.	Referències.....	183
14.	Equip de treball	187





1. Introducció

La Directiva 2000/60/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 23 d'octubre de 2000, mitjançant la qual s'estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües, també coneguda com a Directiva Marc de l'Aigua (DMA) estableix que la classificació de l'estat ecològic d'una massa d'aigua s'ha de fer, en el cas dels rius, aplicant índexs basats en tres elements de qualitat biològica: i) composició i abundància de la flora aquàtica; ii) composició i abundància de la fauna bentònica d'invertebrats; iii) composició, abundància i estructura d'edats de la fauna ictiològica.

L'objectiu principal d'aquest projecte és definir un índex biològic per rius basat en la fauna ictiològica, que permeti determinar l'estat ecològic. Per l'elaboració d'aquest índex, es partirà del primer intent portat a terme, a Catalunya i a Espanya, de desenvolupament d'un índex biòtic basat en aquest element de qualitat es va realitzar en la primera versió de l'IBICAT (Sostoa et al., 2003).

Solapadament en el temps, la participació de diversos investigadors de l'equip de treball d'aquest conveni en el projecte FAME (*Development, Evaluation and Implementation of a Standardised Fishbased Assessment Method for the Ecological Status of European Rivers. A Contribution to the Water Framework Directive; 2002-04*) va donar lloc a diverses publicacions (Schmutz et al., 2007; Ferreira et al., 2007a i b; Reyjol et al., 2007) sobre l'índex desenvolupat a nivell europeu, denominat EFI (*European Fish Index*).

L'equip investigador d'aquest conveni va participar a les reunions inicials del grup de intercalibració de mètodes per avaluar els peixos en els rius. Es va participar a la 2^a reunió feta a Rotterdam (Holanda) el 5 i 6 d'Octubre de 2006, i a la 3^a reunió feta a Ispra (Itàlia) el 28 i 29 de març de 2007. Com a resultat del treball realitzat en les reunions del grup d'intercalibració sobre peixos es va escriure el document *Intercalibration of fish-based methods to evaluate river ecological quality* (Jepsen & Pont, 2007) presentat a l'ECOSTAT. També es va participar a la reunió de intercalibració en llacs feta a Barza di Ispra (Itàlia) el 26 i 27 d'Octubre de 2006.

En base als treballs i les participacions en projectes i reunions sobre índexs biòtics comentats anteriorment, així com en alguna aplicació de la primera versió de l'IBICAT (Benejam et al., 2008a), en aquest conveni s'han analitzat diverses opcions per corregir les mancances observades. Podem destacar entre elles, que el nou índex sigui aplicable a totes les masses d'aigua fluvials de Catalunya, que permeti discriminar els 5 nivells de qualitat (molt bo, bo, mediocre, deficient i dolent), i que intenti maximitzar la seva correlació amb el valor global de l'impacte de les masses d'aigua.

En aquest informe es poden distingir 5 apartats diferents:

- La descripció de les comunitat íctiques dels rius de Catalunya i la seva evolució (capítol 4)
- L'anàlisi de la situació actual dels rius de Catalunya, en base a dades del ACA i en relació a dades corresponents a aquest estudi (capítol 5).



- El desenvolupament dels diversos índexs: un índex predictiu, IBICAT2a, a partir d'una aproximació espacialment explícita (*site-specific approach*) (capítol 7); un índex basat en la tipologia de l'ACA, IBICAT2b, (capítol 8) i una altra índex, IBICAT₂₀₁₀, a partir d'una aproximació tipològica (*environmentally-based type-specific approach*) basada en la distribució històrica dels tipus funcionals (guilds) de les espècies natives (capítol 10).
- Una primera proposta d'un índex de conservació, ICP, en relació a aspectes faunístics, independentment de la qualitat de l'aigua i de l'hàbitat (capítol 11).
- Un treball aplicat per conèixer la influència dels grups de treball i dels equips emprats en el procès d'avaluació de l'estat de les comunitat íctiques (capítol 12).



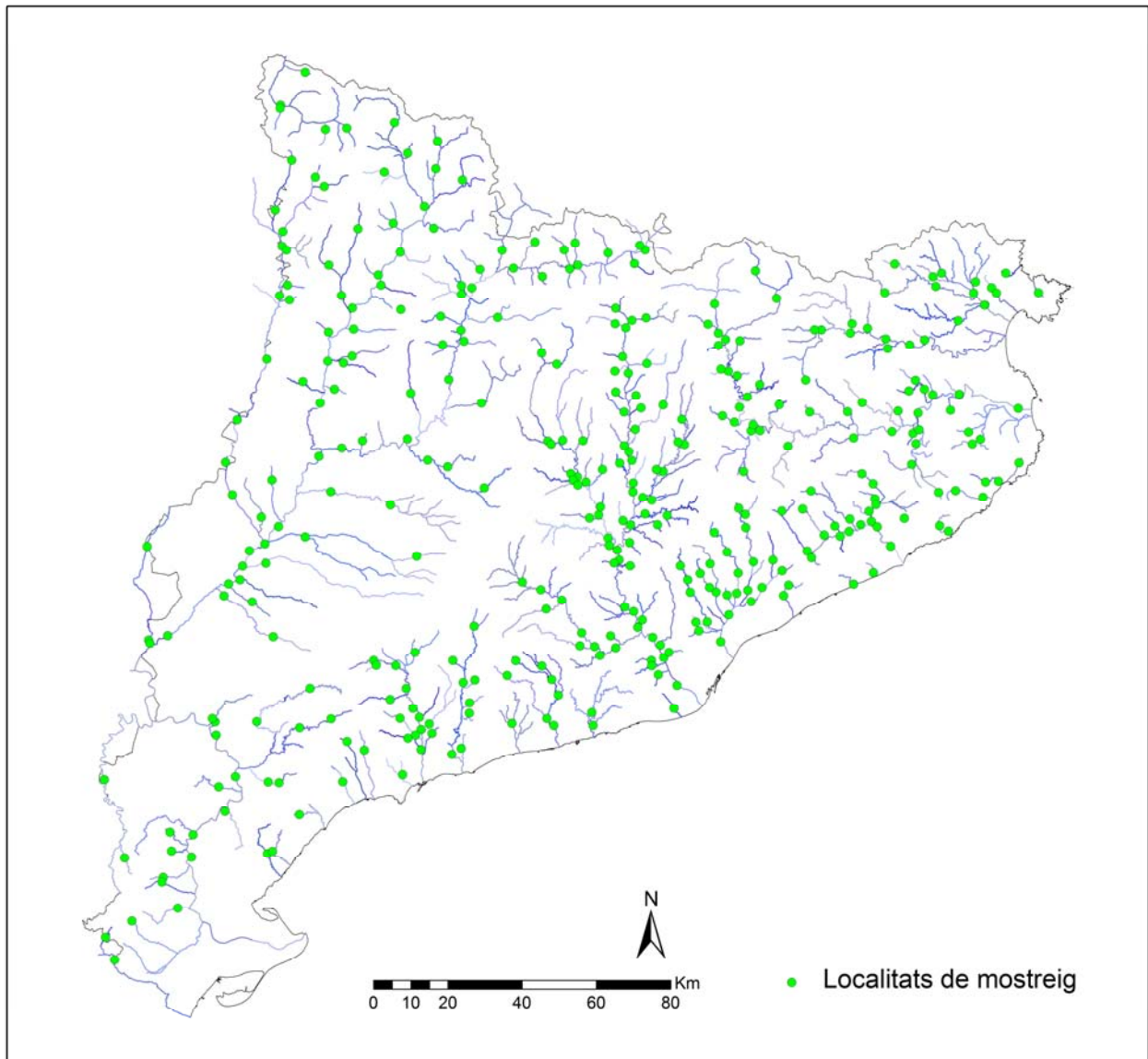
2. Localitats de mostreig

La xarxa d'estacions de mostreig d'aquest estudi cobreix totes les mases d'aigua definides per l'ACA en els rius de Catalunya, exceptuant les corresponents a embassaments, i es basa en els punts prospectats en l'elaboració de l'Atles de peixos de Catalunya (Sostoa et al., 1990); l'avaluació de l'estat de les poblacions de peixos de les conques internes (Sostoa et al., 1996) i el treball de desenvolupament de la primera versió de l'IBICAT (Sostoa et al., 2003). La xarxa dels punts mostrejats ens permetrà cobrir els següents objectius:

- Conèixer la variabilitat existent a les conques i subconques de Catalunya en relació a les característiques dels rius;
- Identificar les zones sense alterar per determinar les comunitats íctiques originals dels diferents rius i trams: localitats de referència; i
- Conèixer els canvis en el temps a partir del mostreig dels punts històrics.

En total s'han mostrejat 364 estacions (Taula 2.1), de les quals a 8 no s'hi va pescar degut a un cabal excessiu i 45 estaven seques. De les 311 a on s'hi va pescar, 235 tenien peixos i en 76 d'elles no s'hi va capturar cap peix (Mapa 2.1).

En cada punt s'han mostrejat quantitativament les poblacions de peixos, s'han pres mesures sobre les variables descriptors del riu i del seu entorn, fent una avaluació de l'hàbitat físic i dels impactes observats, de les característiques físiques i químiques, i de les comunitats biològiques relacionades. Les localitats estan ordenades per conques i identificades amb el corresponent codi d'estació i el municipi o localitat més propera.



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient
i Habitatge



Agència Catalana
de l'Aigua

Ajust de l'Índex d'Integritat Biòtica (IBICAT) basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental als rius de Catalunya tal com preveu la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE)

Mapa 2.1. Localització de les estacions de mostreig



Taula 2.1. Localitats de mostreig.

COD_EST	UTM_ED50_X	UTM_ED50_Y	RIU	MUNICIPI o LOCALITAT MES PROPERA
0030010	310307	4533120	Barranc de L'Estany	L'Ametlla de Mar
0050010	311647	4533696	Barranc del Torrent del Pi	Les tres Cales
0100010	318910	4543533	Riu de Llastres	Vandellòs
0200030	330574	4552413	Riera de Riudecanyes	Montrouig del Camp
0300010	331749	4563323	Riera d'Alforja	Alforja
0400010	336389	4561009	Riera de Riudoms	Maspujols
0450010	346730	4554350	Riera de Boella	La Canonja
0500010	338968	4585122	El Francolí	Vimbodí
0500020	339643	4583849	Riu Sec	L'Espluga de Francolí
0500030	344893	4583736	El Francolí	Montblanc
0500040	350072	4587341	Riu D'Anguera	Pira
0500050	347668	4577592	El Francolí	Vilaverd
0500060	343410	4574577	El Brugent	El Pinetell
0500070	349552	4572205	El Francolí	Picamoixons
0500080	351227	4569786	Torrent del Puig	Vallmoll
0500090	351722	4566523	El Francolí	La Masó
0500100	353909	4568056	Torrent de Vallmoll	Vallmoll
0500110	346080	4569566	El Glorieta	Alcover
0500120	350229	4565028	El Glorieta	El Rourell
0500130	348149	4564223	Riera de la Selva	Villalonga del Camp
0500140	351755	4561130	El Francolí	La Pobla de Maufumet
0500145	354697	4565533	Barranc dels Garidells	La Secuita
0600010	365984	4594329	El Gaià	Puntils
0600020	363080	4579183	El Gaià	Santes Creus (Aiguamúrcia)
0600030	360253	4585133	Torrent del Rupit	El Pont d'Armentera
0600040	366235	4579877	Torrent de Rubió	Masbarrat
0600050	364794	4573703	Torrent de les Pinetelles	Vila-rodona
0600055	364727	4570928	Torrent del Codul	Rodonyà
0600070	360030	4559859	El Gaià	El Catllar
0600075	362527	4561434	Barranc de Salomó	Els Masos de Vespella
0700010	376209	4568151	Riera de la Bisbal	Albinyana
0800010	384304	4583601	El Foix	Sant Martí Sarroca
0800020	386967	4580012	El Foix	Pacs del Penedès
0800030	377243	4585060	Riera de Pontons	Pontons
0800040	388684	4575801	Riera de Llitrà	Els Monjos
0800050	385633	4569466	El Foix	Castellet
0800060	374902	4581058	Riera de Marmellar	Pla de Manlleu
0800080	387453	4567632	El Foix	Pantà de Foix
0900010	397711	4571095	Riera de Begues	Sant Pere de Ribes
0900020	398070	4567600	Riera de Ribes	Sant Pere de Ribes
0950010	419871	4572224	Riera de Sant Climent	Viladecans
1000010	412406	4677193	Llobregat	Castellar de n'Hug
1000020	408540	4676554	Llobregat	Guardiola de Berguedà
1000040	404170	4679801	Bastareny	Bagà
1000050	406932	4674589	Llobregat	Guardiola de Berguedà
1000060	404054	4675667	Saldes	Vallcebre
1000080	406001	4666731	Peguera	Cercs
1000090	412576	4664884	Merdançol	la Quar
1000110	407563	4662318	Llobregat	Cercs
1000120	403952	4662841	Demetge	Berga
1000130	407694	4641210	Llobregat	Gaià
1000160	404145	4657227	Riera de Graugés	Avià



COD_EST	UTM_ED50_X	UTM_ED50_Y	RIU	MUNICIPI o LOCALITAT MES PROPERA
1000170	409640	4656290	Riera de la Riba	Olvan
1000180	411033	4652927	Riera de Biure	Sagàs
1000190	406449	4651853	Riera de Clarà	Casserres
1000210	416983	4653784	Riera de Merlès	Santa Maria de Merlès
1000220	409403	4647235	Riera de Merlès	Puig-reig
1000230	406492	4642793	Riera de Merola	Puig-reig
1000240	408562	4638780	Riera de Gaià	Balsareny
1000250	405275	4638071	Riera del Mujal	Navàs
1000260	408904	4632724	Riu de Cornet	Sallent
1000270	408787	4630294	Llobregat	Sallent
1000280	416961	4635805	Riera Gavarresa	Avinyó
1000310	421997	4649892	Riera de Lluçanès	Olost
1000320	422722	4643080	Torrent d'Olost	Oristà
1000330	420964	4643794	Riera de Basí	Oristà
1000340	415171	4636333	Riera de Relat	Avinyó
1000350	411471	4628846	Riera Gavarresa	Sallent
1000360	415168	4636333	Riera d'Oló	Santa Maria d'Oló
1000380	413861	4628123	Riera de Malrubí	Artés
1000400	408237	4621508	Llobregat	Sant Fruitós de Bages
1000410	418076	4624057	Riera de la Golarda	Monistrol de Calders
1000430	412107	4624420	Riera de Calders	Navarcles
1000440	406139	4622680	Riu d'Or	Sant Fruitós de Bages
1000450	415466	4621556	Riera de Mura	Pont de Vilomara i Rocafort / Talamanca
1000460	407911	4616861	Riera de Santa Creu	el Pont de Vilomara i Rocafort
1000470	384236	4667722	Cardener	St. Llorenç de Molinys
1000490	388290	4664708	Riu de l'Aigua de Valls	Guixers
1000520	385893	4644048	Riu Cardener	Clariana de Cardener
1000530	386800	4643142	Riu Negre	Clariana de Cardener
1000540	389872	4644277	Conca de l'Aigua d'Ora	Cardona
1000560	395354	4644160	Riera de Navel	Viver i Serrateix
1000580	393814	4634334	Riu Cardener	el Palà de Torroella
1000590	392055	4635211	Torrent de Davins	el Palà de Torroella
1000600	392677	4633513	Riera de Salo	Sant Mateu de Bages
1000620	393975	4632136	Riera de Coaner	Sant Mateu de Bages
1000630	396153	4632997	Riera d'Hortons	Súria
1000640	399573	4624192	Cardener	Súria
1000650	400622	4636354	Riera de Sant Cugat	Navàs
1000660	400062	4626301	Riera de Bellver	Callús
1000670	397110	4623350	Riera de Fals	Fonollosa
1000680	402130	4618059	Riera de Rajadell	Manresa
1000690	402456	4616070	Riera de Cornet	Castellgalí
1000700	404562	4614892	Cardener	Castellgalí
1000710	405144	4612208	Llobregat	Castellbell i el Vilar
1000720	408088	4610618	Riera de Rellinars	Rellinars
1000730	403726	4611347	Riera de Marganell	Castellbell i el Vilar
1000740	406651	4599555	Llobregat	Esparreguera
1000750	409039	4598345	Riera Magarola	Abdera
1000760	410104	4594070	Llobregat	Abdera
1000770	411367	4596049	Riera del Morral	Castellbisbal
1000780	378982	4606250	Anoia	Jorba
1000790	384016	4604197	Anoia	Vilanova del Camí / Santa Margarida de Montbui
1000800	389689	4601372	Anoia	Vilanova del Camí
1000810	385467	4599015	Riera de Carme	Torre de Claramunt / Carme
1000820	395015	4592568	Anoia	Piera



COD_EST	UTM_ED50_X	UTM_ED50_Y	RIU	MUNICIPI o LOCALITAT MES PROPERA
1000830	394553	4589063	Riu de Bitlles	Torrelavit
1000840	398517	4588887	Riu de Bitlles	Sant Sadurní d'Anoia
1000850	404155	4588531	Anoia	Gelida
1000860	399941	4586524	Riera de Lavernó	Sant Pau d'Ordal
1000870	402809	4591736	Torrent de la Fontanta	Sant Llorenç d'Hortons
1000880	414142	4591322	Llobregat	Castellbisbal
1000890	416193	4589273	Riera de Rubí	Castellbisbal
1000900	417163	4585872	Llobregat	Sant Joan Despí
1000910	418560	4587320	Riera de Vallvidrera	Molins de Rei
1000920	413804	4585116	Riera de Rafamans	Palma de Cervelló
1000930	413905	4583682	Riera de Cervelló	Cervelló
1000940	415650	4581294	Riera de Torrelles	Sant Vicenç dels Horts
1000950	420723	4578400	Llobregat	Barcelona
1100020	437359	4625930	Riu Congost	Aiguafreda
1100030	439092	4624272	Riera d'Avencó	Aiguafreda
1100040	439240	4620814	Riu Congost	Sant Eugènia del Congost
1100050	441292	4611689	Riu Congost	Llerona
1100060	439780	4604067	Riu Congost	Granollers
1100070	449050	4609338	El Mogent	Llinars del Vallés
1100080	443593	4604782	El Mogent	La Roca del Vallés
1100100	446578	4612181	Riera de Cànoves	Cardedeu
1100110	440649	4601013	El Mogent	Vilanova del Vallés
1100120	430786	4619541	Riu Tenes	Sant Quirze Safaja
1100140	434162	4614290	Riu Tenes	Bigues
1100160	437180	4608744	Riu Tenes	Lliça d'Amunt
1100170	436807	4603239	Riu Tenes	Parets del Vallés
1100180	434688	4597402	El Besòs	Mollet del Vallés
1100190	429612	4611154	Riera de Caldes	Caldes de Montbui
1100200	431268	4603575	Riera de Caldes	Palau -Solità i Plegamans
1100205	426940	4608610	Riera de Sentmenat	Sentmenat
1100207	429469	4604836	Riera de Sentmenat	Palau -Solità i Plegamans
1100210	434189	4602758	Riera Seca	Parets del Vallés
1100220	421592	4610612	Riu Ripoll	Les Arenes
1100230	423604	4606837	Riu Ripoll	Castellar del Vallés
1100240	424296	4603523	Riu Ripoll	Sabadell
1100250	428861	4595544	Riu Ripoll	Ripollet
1100260	425778	4595447	Riu Sec	Badia del Vallés
1100280	426584	4593127	Riera de Sant Cugat	Cerdanyola
1100300	432509	4590159	El Besòs	Santa Coloma- Rec Contal
1200010	450780	4605428	Riera d'Argentona	Dosrius
1200020	449465	4602618	Riera d'Argentona	Argentona
1300010	468324	4605671	Riera de Sant Pol	St. Pol
1351010	473649	4608800	Riera de Pineda	Pineda de Mar
1400010	448958	4625177	Riera de la Castanya	La Llavina
1400030	455758	4614565	La Tordera	Pla del Temple
1400040	456925	4612816	Riera de Vallgorguina	Can Pradell Baix
1400060	467055	4619805	La Tordera	Pla de Perxistó (Entre Hostalric i St. Celoni)
1400070	454554	4625754	Riera de Gualba	Santa Fe de Montseny
1400080	460405	4618819	Riera de Gualba	Alba de Liste
1400100	464710	4618552	Riera de Fuirosos	Montnegre
1400110	463229	4621242	Riera de Breda	Breda
1400130	456845	4630571	Riera d'Arbúcies	Arbúcies
1400140	467251	4623041	Riera d'Arbúcies	Grions
1400150	470225	4621590	La Tordera	Hostalric



COD_EST	UTM_ED50_X	UTM_ED50_Y	RIU	MUNICIPI o LOCALITAT MES PROPERA
1400160	470547	4635196	Riera de Sta. Coloma	Sta. Coloma de Farners
1400170	473583	4632490	Riera de Sta. Coloma	Sta. Coloma de Farners
1400180	474080	4628466	Riera de l'Esparra	Riudarenes
1400190	474318	4626915	Sèquia de Sils	Maçanet de la Selva
1400200	481972	4623292	Riera de Pins	Torrefortuna
1400215	473104	4622441	Riera de Sta. Coloma	Hostalric - Maçanet de la Selva
1400220	472487	4625130	Riera de Maçanes	Massanes
1400230	474659	4621022	La Tordera	Fogars de la Selva
1400240	478320	4615907	La Tordera	Tordera
1500010	491516	4621310	Riera de Tossa	Molí de Can Garriga
1500030	493907	4619865	Riera de Tossa	Tossa de Mar
1600010	495767	4630687	Riu Ridaura	Mas Patxot
1600020	503180	4628854	Riu Ridaura	Castell d'Aro
1700010	503859	4632970	Riera de Calonge	Calonge
1700020	507364	4633175	Riera de Calonge	St. Antoni de Calonge
1800010	512866	4638132	Riera d'Aubí	La Roqueta
1900010	500276	4643259	Riu Daró	St. Miquel de Cruïlles
1900020	502475	4644514	Riu Daró	La Bisbal d'Empordà
1900030	499299	4646484	Riu Rissec	Monells
2000010	441830	4689906	El Ter	Villalonga de Ter
2000020	447515	4682518	El Ter	Camprodon
2000030	430854	4680950	El Freser	Ribes de Freser
2000040	431841	4673132	El Freser	Ripoll
2000050	429062	4675528	Riu Merdàs	Campdevàno
2000060	433804	4671418	El Ter	Ripoll
2000070	431847	4669782	Riera de les Lloses	Les Lloses
2000080	437638	4671043	Riera de Vallfogona	St. Benet de Tavanès
2000090	434547	4662852	El Ter	Montesquiú
2000100	432528	4663404	Riera de Sora	Sora
2000110	436940	4661648	Riera de la Foradada	St. Quirze de Besora
2000130	442975	4659254	El Ges	St. Pere de Torelló
2000140	439663	4655920	El Ges	Torelló
2000150	437502	4653154	El Ter	St. Hipòlit de Voltregà
2000170	432984	4650864	Riera de Sorreigs	Sta. Cecília de Voltregà
2000180	436139	4649149	Riera de Sorreigs	Sta. Cecília de Voltregà
2000190	438608	4635814	El Gurri	Terradells
2000195	440675	4646780	El Gurri	Roda de Ter
2000200	441237	4648416	El Gurri	Roda de Ter
2000210	443092	4646846	El Ter	Roda de Ter
2000230	448237	4653865	Riera de les Gorgues	Sta. Maria de Corcó
2000240	450584	4642603	Riera Major	St. Pere de Castanyedell
2000250	456475	4651857	Riera de Rupit	Rupit
2000260	466675	4651891	El Bruguent	Amer
2000280	478594	4646611	Bescanó	Bescanó
2000290	468296	4644883	Riera d'Osor	Anglès
2000300	470621	4654354	Riera de la Llèmena	St. Martí de Llèmena
2000310	480241	4652162	Torrent de Gàrrep	Cartellà
2000320	484326	4646082	El Güell	St. Medir
2000330	483931	4637717	L'Onyar	Riudellots de la Selva
2000340	491206	4630151	Riera de Gotarra	Llagostera
2000360	485135	4643331	L'Onyar	Quart
2000370	485929	4647076	L'Onyar	Girona
2000380	485693	4651557	El Ter	Sarrià de Ter
2000390	484956	4660411	El Terri	Cornellà de Terri



COD_EST	UTM_ED50_X	UTM_ED50_Y	RIU	MUNICIPI o LOCALITAT MES PROPERA
2000400	483206	4657526	El Revardit	Palol de Revardit
2000410	487352	4658027	El Terri	Ravós del Terri
2000420	496787	4656602	El Ter	Flaça
2000430	489659	4656525	Riera de la Farga	Medinyà
2000435	494418	4652318	Riera de Sant Martí	St. Martí Vell
2000440	496764	4656672	Riera de Cinyana	Flaça
2000460	512691	4652834	El Ter	Torroella
2100010	455412	4660459	Fluvià	La Vall d'en Bas
2100020	459601	4674002	Fluvià	La Vall de Bianya
2100030	457783	4674024	Riera de Bianya	Sant Joan les Fonts
2100040	467420	4673123	Fluvià	Montagut
2100060	483429	4669907	Fluvià	Sant Ferriol
2100070	467908	4675624	Conca del Llierca	Tortellà
2100080	472085	4674401	Riera de Borró	Sant Ferriol
2100090	476988	4671540	Riera de Junyell	Sant Ferriol
2100110	477443	4668958	Conca del Ser	Serinyà
2100120	487448	4671257	Riera de Sant Jaume	Cabanelles
2200010	476719	4684009	Muga	Albanyà
2200020	479357	4691740	Arnera	Maçanet de Cabrenys
2200030	490468	4685680	Muga	Boadella de l'Empordà
2200040	492058	4689271	Muga	Capmany
2200060	489736	4688272	Ricardell	Darnius
2200070	500677	4683946	Llobregat de la Muga	Cabanes / Peralada
2200080	501171	4686913	Conca de l'Orlina	Peralada
2200090	503675	4680640	Muga	Vilanova de la Muga
2200100	496456	4676478	Riu Manol	Figueres
2200110	503611	4680617	Riera de Figueres	Peralada
2240010	505516	4685331	Riera de Garriguella	Vilajuiga
2240020	506820	4683946	Riera de Pedret	Pedret i Marçà
2280010	518170	4683962	Riera de Romanyac	Cap de Creus
2300010	509340	4689227	Riera de Valleta	La Valleta
E0020	412113	4695580	El Segre	Queixans
E0030	410693	4696763	Riu Querol	Ventajola
E0040	394010	4691455	El Segre	Sant Martí dels Castells
E0050	409214	4691829	Riu d'Alp	Alp
E0060	402129	4694746	Riu Duran	Olopte
E0065	393260	4697366	Riu de la Llosa	El Vilà
E0070	376605	4690605	El Segre	Alàs
E0080	390283	4695546	Riu del Molí	Arànsér
E0090	391779	4690429	Torrent de Cabiscol	Martinet
E0100	384390	4688345	Riu d'Arsèguel	Arsèguel
E0110	382407	4697634	Riu Bescaran	Bordes de Cintó
E0120	365383	4685263	El Segre	Pla de Sant Tirs
E0130	373541	4695468	La Valira	Anserall
E0140	367582	4690278	Riu de Castellbò	Villamitjana
E0150	362582	4683576	Riu de la Guàrdia	Noves de Segre
E0160	362628	4685934	Riu de Pallerols	Gramós
E0170	362473	4673863	El Segre	Organyà
E0180	372348	4677390	Riu de Lavansa	Sorribes
E0190	356996	4677664	Riu de Cabó	El Vilar
E0210	363276	4670938	Riu de Perles	Canelles
E0220	357508	4669987	Riu de Sallent	Sallent
E0230	359172	4660634	El Segre	Oliana
E0250	368026	4654271	La Ribera Salada	Castellar de la Ribera



COD_EST	UTM_ED50_X	UTM_ED50_Y	RIU	MUNICIPI o LOCALITAT MES PROPERA
E0260	348948	4656933	Riu Rialb	El Puig de Rialb
E0270	348068	4644621	El Segre	Torreblanca
E0280	353493	4638880	Riu Llobregós	Vilanova de l'Aguda
E0290	368748	4631399	Riera de Llanera	Torà
E0300	358873	4637097	Riera de Sanaüja	Sanaüja
E0310	330315	4642138	El Segre	Alòs de Balaguer
E0320	335965	4644153	Riu Boix	Font de la Trilla
E0330	344562	4729847	La Noguera Pallaresa	Alós d'Isil
E0340	348131	4721568	Riu d'Unarre	Unarre
E0350	352613	4707158	La Noguera Pallaresa	Llavorsi
E0360	341784	4716507	Riu Escrita	Espot
E0370	356172	4724850	Riu de Tavascan	Tavascan
E0380	355671	4717454	La Noguera de Cardós	Arrós de Cardós
E0390	362899	4714394	La Noguera de Vallferrera	Areu
E0400	333228	4679896	La Noguera Pallaresa	La Pobla de Segur
E0410	355171	4701326	Riu de Santa Magdalena	Montenartró
E0420	344188	4702721	Riu de Sant Antoni	Caregue
E0430	346132	4694928	Riu de Cantó	Sort
E0440	340171	4688761	Riu d'Ancs	Geri de la Sal
E0450	340929	4686032	Riu Major	Bresca
E0460	346272	4679485	Barranc de la Coma d'Orient	Hortoneda
E0490	334709	4701232	El Flamisell	Cabdella
E0500	330232	4683269	El Flamisell	Lluçà
E0510	326852	4691468	Riu Bosia	Senterada
E0520	333542	4674200	Riu de Carreu	Aramunt
E0530	326532	4665506	La Noguera Pallaresa	Gavet de la Conca
E0540	326767	4673398	Barranc de Seròs	Talam
E0550	330829	4665069	Riu de Conques	Gavet de la Conca
E0560	333138	4666883	Riu d'Abella	Figuerola d'Orcau
E0575	328344	4658005	Barranc de Barcedana	Sant Martí de Barcedana
E0580	324516	4654267	La Noguera Pallaresa	Pas de Terradets
E0590	319865	4660066	Barranc del Bosc	Moror
E0610	324174	4639925	El Segre	Camarasa
E0630	313288	4621059	El Segre	Térmens
E0640	343446	4626825	El Segre	Carregós
E0650	327397	4630366	Riu Sió	La Sentiu de Sió
E0660	311503	4633562	Riu de Farfanya	Castelló de Farfanya
E0670	309625	4616489	El Segre	Vilanova de la Barca
E0680	350558	4613204	Riu d'Ondara	Fonolles
E0690	320505	4618335	Corb	Els Arcs
E0700	316879	4719705	La Noguera Ribagorçana	Túnel de Viella
E0720	312391	4706232	La Noguera Ribagorçana	Vilaller
E0740	314276	4696497	La Noguera Ribagorçana	Pont de Suert
E0760	323190	4715140	La Noguera de Tor	Caldes de Boí
E0770	325625	4712699	Riu de Sant Nicolau	El Pla de l'Ermida
E0780	314452	4700486	La Noguera de Tor	Castilló de Tor
E0800	315445	4695449	Riu de Convent	Pont de Suert
E0810	313601	4683188	La Noguera Ribagorçana	Pont d'Orrit
E0820	315661	4686011	Barranc de Miralles	Santa Maria de Miralles
E0830	316269	4682045	Barranc del Solà	Mas de Lluell
E0850	310126	4666103	La Noguera Ribagorçana	Castissent
E0870	302170	4649747	La Noguera Ribagorçana	Canelles
E0890	299012	4638222	La Noguera Ribagorçana	Ivars de Noguera
E0900	300842	4629542	La Noguera Ribagorçana	Alfarràs



COD_EST	UTM_ED50_X	UTM_ED50_Y	RIU	MUNICIPI o LOCALITAT MES PROPERA
E0910	308634	4623520	Sèquia de Gombalda	Albesa
E0920	305468	4614628	El Segre	Alcoletge
E0930	309910	4611318	Riu Clamor de les Canals	Les Oluges
E0940	303593	4610562	El Segre	Lleida
E0950	302921	4606852	Torrent de la Femosa	La Bordeta
E0960	299810	4605740	El Segre	Rufea
E0970	306220	4600891	Torrent de Melons	Artesa de Lleida
E0980	311868	4591531	Riu Set	Albagés
E0990	298619	4602571	Riu Set	Sudanell
E1000	283432	4591806	El Segre	Seròs
E1010	277850	4615802	Riu de la Clamor Amarga	Gimenells
E1020	278271	4590669	El Cinca	Masalcoreig
E1030	278662	4589799	El Segre	Granja d'Escarp
E1050	271822	4531901	Riu d'Estrets	Arnes
E1060	266298	4552994	L'Algars	Batea
E1080	296232	4568550	L'Ebre	Flix
E1090	295433	4569441	Riu de la Cana	Flix
E1100	296510	4565011	L'Ebre	Flix
E1110	301652	4553798	L'Ebre	Móra la Nova
E1120	321809	4577583	El Montsant	Ulldemolins
E1140	307398	4568621	El Montsant	La Figuera
E1150	318960	4566979	El Siurana	Poboleda
E1160	327477	4569408	El Siurana	Siurana
E1180	313406	4552184	Riera de Capçanes	Capçanes
E1200	310502	4552401	Riera de les Olles	Els Guiamets
E1210	297191	4551102	Riu Sec	Mora D'Ebre
E1220	298842	4544467	Riera del Comte	Ginestar
E1230	290258	4538143	El Canaletes	Benifallet
E1240	284049	4538855	Barranc de Xalamera	Prat de Compte
E1250	284416	4533748	Barranc de L'Arram	Paüls
E1260	289858	4532148	L'Ebre	Xerta
E1270	282156	4526646	Barranc de la Conca	Alfara de Carles
E1280	281817	4525451	Barranc de Vall Cervera	Els Reguers
E1290	286125	4518362	Barranc de St. Antoni	Vinallop
E1300	273790	4514878	Barranc de la Galera	Mas de Barberans
G0010	313831	4734495	Arriu Garona	Es Bordes
G0020	331697	4728360	Arriu Garona de Ruda	Vaqueira
G0030	325966	4728011	Arriu Valarties	Arties
G0040	313677	4733720	Arriu Joèu	Artiga de Lin
G0050	320463	4743424	Arriu de Toran	Sant Joan de Toran
S0010	269108	4504469	La Senia	La Senia
S0020	266696	4510522	Barranc de la Fou	Mas de Barberans





3. Metodologia

3.1. Metodologia de camp

La metodologia emprada es correspon a la descrita en l'apartat de protocol per peixos del *Protocol d'avaluació de la qualitat biològica dels rius BIORI* (Agència Catalana de l'Aigua, 2006). Als cursos d'aigua la metodologia més adequada per quantificar les poblacions de peixos és la pesca elèctrica, ja que permet conèixer la densitat, biomassa i estructura de la població d'acord amb els protocols del Comité Europeo para la Normalización (CEN) com ara *Water Quality – Sampling of fish with electricity* (CEN EN 14011:2003). S'utilitzen generadors portàtils (de 2,5 a 4.5 kW de potència) de corrent contínua (400 i 800 V) als trams seleccionats dels rius, així com motors de motxilla (d'1.5 kW i 2 kW) amb corrent contínua entre 300 i 600 V adequats per a rierols, canals i d'altres petits cursos d'aigua. Aquest tipus de metodologia té l'avantatge de permetre la captura incruenta dels exemplars. Els trams mostrejats, depenent de les característiques de cada secció de riu (amplada, profunditat i velocitat del corrent), han de fer entre 50 i 200 metres, i presentar tots els mesohàbitats existents a cada zona d'estudi (ràpids-taules-pous), superant, generalment, els 100 m² de superfície. En cada cas, el mètode s'ha d'adaptar a les particularitats dels diferents trams de riu estudiats. El nombre de pesques per tram d'estudi varia segons la metodologia emprada, però generalment s'utilitza el mètode de Zippin de tres captures successives, o bé una sola captura corregida segons la capturabilitat de cada espècie. A cada punt de mostreig es prenen dades del tipus de mostreig: equip de pesca utilitzat (fix, portàtil), tipus de corrent (contínua, alterna), voltatge i intensitat aplicada; xarxes de bloqueig; i durada de cada una de les pesques.

Tots els peixos capturats són identificats a nivell d'espècie. A partir d'una mostra representativa d'exemplars, anestesiats amb MS 222, es prenen una sèrie de paràmetres biològics. Es procedeix a mesurar-los (longitud forcal o total en mil·límetres) i pesar-los (pes total amb una precisió de 0.001g), així com a observar si presenten paràsits externs, malformacions o ferides, indicadores de l'estat de salut de la població. Si la captura és molt elevada es realitza una submostra que contingui un mínim de 40 individus per espècie i localitat.

Pel que fa a les característiques de l'àrea d'estudi (Fig. 3.1) s'han pres les següents mesures: longitud total del tram de pesca; l'amplada màxima; el nivell màxim de crescuda; % mesohàbitats (ràpids, taules i pous); tipus de refugis (estructurals, vegetació aquàtica, vegetació de ribera submergida, troncs i branques i coves). Cada vint metres de riu s'ha fet un transecte amb la mesura de les següents variables: amplada del riu, profunditat i velocitat del corrent, per tal de calcular tant l'àrea i volum mostrejat com la velocitat mitjana del tram en qüestió.

S'ha determinat *in situ* la qualitat de l'aigua, segons les característiques fisicoquímiques més rellevants, que corresponen a: temperatura (°C); conductivitat (μS/s); pH; oxigen dissolt (mg/L); nitrits (mg/L); nitrats (mg/L); amoni (mg/L); fosfats (mg/L) i alcalinitat (°d).



Espècies dominants

Tipus de refugis

% Refugis totals	
% Refugis estructurals	
% Coves	
% Vegetació aquàtica	
% Vegetació de ribera submergida	
% Troncs i branques	
% ()	

Qualitat de l'aigua

Temperatura (°C)	
Conductivitat (µS/s)	
pH	
Oxigen dissolt (mg/L)	
Nitrits (mg/L)	
Nitrats (mg/L)	
Amoni (mg/L)	
Fosfats (mg/L)	
Alcalinitat (°d)	

Impactes observats

Contaminació visual (escumes, color...)	<input type="checkbox"/>
Aigua tèrbola	<input type="checkbox"/>
Olor de l'aigua	<input type="checkbox"/>
Pedres amb la part de sota negra	<input type="checkbox"/>
Canalització	<input type="checkbox"/>
Erosió	<input type="checkbox"/>
Obres hidràuliques	<input type="checkbox"/>
Carreteres, camins	<input type="checkbox"/>
()	<input type="checkbox"/>
()	<input type="checkbox"/>

Usos del sòl

Forestal	<input type="checkbox"/>
Agrícola	<input type="checkbox"/>
Ramader	<input type="checkbox"/>
Industrial	<input type="checkbox"/>
Residencial	<input type="checkbox"/>
()	<input type="checkbox"/>
()	<input type="checkbox"/>

Pesca elèctrica

Equip de pesca	Fix <input type="checkbox"/>	Portàtil <input type="checkbox"/>
Corrent	Continua <input type="checkbox"/>	Polsos <input type="checkbox"/>
Camp elèctric	Voltatge: V	Amperatge: A
Xarxes de bloqueig	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Temps de pesca		

Observacions

--

Figura 3.1. Fitxa de camp per les característiques de l'àrea d'estudi.



3.2. Índex d'avaluació visual de l'hàbitat dels rius

Per a l'avaluació de l'hàbitat fluvial, en relació a les característiques geomorfològiques, de l'hàbitat físic i dels possibles impactes, així com de la vegetació de ribera i de la fauna aquàtica, s'ha utilitzat una adaptació dels mètodes d'avaluació de l'hàbitat proposats per Barbour et al. (1999) en els "*Rapid Bioassessment Protocols*" (Figura 3.2). S'avaluen els següents paràmetres: complexitat de l'hàbitat; grau de colmatació; diversitat de mesohàbitats; sedimentació; cabal; modificació del canal; sinuositat; estabilitat de marges; vegetació aquàtica; i vegetació de ribera.

Aquest índex ens quantifica la qualitat de l'hàbitat existent incloent alguns paràmetres que el caracteritzen a microescala, com el grau de colmatació, i altres a mesoescala, com la morfologia del canal. Aquesta metodologia ens permet una avaluació de l'estructura de l'hàbitat que influeix sobre la qualitat de l'aigua i sobre la condició de la comunitat aquàtica resident.

Codi Estació:
Data: / /

	Molt bo	Bo	Acceptable	Deficient	Dolent
Estructura de l'hàbitat (microhàbitats)	Hàbitats sense modificar. Abundància de refugis	Presència important d'hàbitats i refugis	Hàbitats amb capacitat de mantenir poblacions estables	Hàbitats reduïts o alterats en gran part	Sense hàbitats, ni refugis
Puntuació	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1
Diversitat d'hàbitats (mesohàbitats)	Pous somers i profunds, taules i ràpids	Pous somers, taules i ràpids	Manca d'un tipus d'hàbitat	Dominància d'un hàbitat sobre la resta	Presència d'un sol hàbitat uniforme
Puntuació	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1
Canalització	Riu natural, sense canvis d'origen humà.	Obres de canalització i/o canvis puntuals	Canalització reduïda i/o antiga (Només un marge o parcialment)	Canalització parcial dels dos marges (Dics laterals de terra)	Canalització gairebé total, ciment, gabions. Hàbitat molt modificat
Puntuació	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1
Morfologia del canal	Canal natural, amb elevada sinuositat.	Canal natural, amb baixa sinuositat	Canal modificat, amb sinuositat	Trams rectilinis. Parcialment canalitzat	Traçat recte. Canalització total
Puntuació	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1
Cabal	Nivell d'aigua fins a la base dels marges, sense exposició del substrat	Nivell d'aigua de >75% del canal o <25% d'exposició del substrat	Nivell d'aigua del 25-75% del canal o >25% d'exposició del substrat	Nivell molt reduït d'aigua	Només pous aïllats entre si
Puntuació	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1
Grau de colmatació	Sense colmatació	Fins un 25% colmatat	25-50% colmatat	50-75% colmatat	Més del 75% colmatat
Puntuació	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1
Erosió dels marges	Marges estables, sense erosió ni factors de possible erosió	Erosió mínima, 5% afectat. Possible erosió	Marges estables, petites zones de erosió, 5-30% afectat	Marges inestables, erosió potencial gran en riuades, 30-60% afectat	Marges caiguts, grans àrees erosionades, >60% afectat
Puntuació D	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1
Puntuació E	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1
Vegetació aquàtica (Macròfits)	Cobertura (>50%) i diversitat elevades	Cobertura (25-50%) i diversitat moderades	Taques de macròfits	Presència de macròfits	Sense vegetació aquàtica
Puntuació	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1
Vegetació de ribera	Vegetació natural sense modificar	>75% dels marges amb veg. natural, alguna espècie introduïda	50-75% dels marges amb veg. natural, nombroses espècies introduïdes	<50% dels marges amb veg. natural, grans àrees sense vegetació	Sense vegetació
Puntuació D	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1
Puntuació E	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1
Amplada de la vegetació de ribera	Zona ripària sense modificar	Zona ripària ampla, petits canvis d'origen humà	Zona ripària reduïda, modificacions moderades	Zona ripària molt limitada, vegetació modificada	Sense vegetació degut a l'activitat humana
Puntuació D	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1
Puntuació E	10 9	8 7	6 5	4 3	2 1

Figura 3.2. Fitxa de camp per l'avaluació visual de l'hàbitat.





4. Les comunitats íctiques dels rius de Catalunya

4.1. Catàleg d'espècies

La ictiofauna actual de Catalunya està integrada per un total de 53 espècies, incloent les espècies catàdromes, anàdromes i amfídromes més comunes, encara que algunes d'aquestes espècies actualment han esdevingut rares o esporàdiques a les aigües continentals catalanes. Del total d'espècies, 28 són autòctones i 25, introduïdes. Si hom considera exclusivament les espècies d'aigua dolça i les migradores anàdromes i catàdromes, el nombre d'espècies autòctones és relativament baix (21). D'altra banda, si hom compara el grau d'endemicitat amb el d'altres regions europees, el del conjunt de l'estat espanyol es pot considerar elevat. No obstant això, es preveu que el nombre d'espècies autòctones augmenti en els propers anys a la llum de la sistemàtica molecular, la qual ha posat de manifest l'existència de diverses espècies difícils de distingir amb la taxonomia tradicional, com ara la bagra catalana (*Squalius laietanus*) i d'altres que es comenten a continuació o que actualment són en fase d'estudi.

La ictiofauna autòctona de Catalunya no ha canviat molt pel que fa al nombre d'espècies en els darrers anys, però sí respecte a la nomenclatura zoològica. En aquest sentit, a partir de la revisió filogenètica del gènere *Chondrostoma* se'n proposen cinc de nous per a la península Ibèrica, dos dels quals són presents a Catalunya: *Achondrostoma arcasii* (= *Chondrostoma arcasii*) i *Parachondrostoma miegii* (= *Chondrostoma miegii*). S'ha descrit una nova espècie de gobi endèmic de la península Ibèrica, *Gobio lozanoi*, abans anomenat *Gobio gobio*. Així mateix, s'ha descrit recentment una nova espècie de bagra (*Squalius laietanus*), l'àrea de distribució de la qual s'estén des de la Catalunya nord fins la sud. El cavilat de la Vall d'Aran correspon també ara a una nova espècie, *Cottus hispaniolensis*. L'espínós (*Gasterosteus aculeatus*) adopta el nom de la forma "gymnurus" i s'anomena *Gasterosteus gymnurus*. Altres canvis de nomenclatura o noves espècies proposades per alguns autors no han estat considerades en aquesta revisió per manca d'una descripció formal de l'espècie, d'acord amb les normatives del Codi Internacional de Nomenclatura Zoològica. Aquest és el cas d'espècies com *Phoxinus bigerri*, *Barbatula quignardi* o *Luciobarbus graellsii*, que alguns autors consideren vàlids per designar a *Phoxinus phoxinus* (a la conca de l'Ebre), *Barbatula barbatula* i *Barbus graellsii*, respectivament.

Pel que fa a les espècies introduïdes, els peixos exòtics han mostrat una clara expansió, tant pel que fa al nombre d'espècies com pel que fa al seu rang de distribució al territori. Així doncs, es pot dir que a Catalunya hi ha una major proporció d'espècies al·lòctones o autòctones translocades entre conques que la que es presenta en d'altres regions de la península Ibèrica. Les causes d'aquest fet cal atribuir-les als constants alliberaments de peixos exòtics realitzats de manera intencionada o accidental. Però també, a d'altres factors, com a la presència d'embassaments, que afavoreixen l'establiment i proliferació d'una gran part de les espècies exòtiques. D'altra banda, en augmentar la degradació ambiental de les conques fluvials, s'incrementa el grau d'alteració de les comunitats de peixos, fet que produeix una progressiva davallada de les espècies autòctones enfront de les al·lòctones.



Inclou totes les espècies de peixos continentals citats als darrers anys als rius de Catalunya amb anotació de les que no han estat capturades a les campanyes del present estudi.

■ **Espècies autòctones:**

- F. Anguillidae
Anguilla anguilla (anguila)
- F. Atherinidae
Atherina boyeri (joell). No capturada en aquest estudi.
- F. Blenniidae
Salaria fluviatilis (bavosa de riu)
- F. Cyprinodontidae
Aphanius iberus (fartet). No capturada en aquest estudi.
- F. Clupeidae
Alosa alosa (guerxa). No capturada en aquest estudi.
Alosa fallax (saboga). No capturada en aquest estudi.
- F. Cobitidae
Cobitis calderoni (llopet ibèric). No capturada en aquest estudi.
Cobitis paludica (llopet comú). No capturada en aquest estudi.
- F. Cottidae
Cottus hispaniolensis (cavilat). No capturada en aquest estudi.
- F. Cyprinidae
Achondrostoma arcasii (madrilleta roja)
Barbus graellsii (barb comú o de Graells)
Barbus haasi (barb cua-roig)
Barbus meridionalis (barb de muntanya)
Gobio lozanoi (gobi ibèric). Espècie traslocada a Catalunya
Parachondrostoma miegii (madrilla)
Phoxinus sp. (barb roig)
Squalius laietanus (bagra catalana)
- F. Gasterosteidae
Gasterosteus gymnurus (espinós)
- F. Gobiidae
Pomatoschistus microps (gòbit de sorra)
- F. Homalopteridae
Barbatula barbatula (llop de riu)
- F. Mugilidae
Mugil cephalus (llissa llobarrera)
Liza ramada (llissa calua)
Chelon labrosus (llisa vera). No capturada en aquest estudi.
- F. Petromyzontidae
Petromyzon marinus (llamprea de mar). No capturada en aquest estudi.



- F. Pleuronectidae
Platichthys flesus (rèmol de riu). No capturada en aquest estudi.
- F. Salmonidae
Salmo trutta (truita comuna)
- F. Syngnathidae
Syngnathus abaster (agulleta de riu). No capturada en aquest estudi.
- F. Valenciidae
Valencia hispanica (samaruc). No capturada en aquest estudi.
- **Espècies al·lòctones:**
 - F. Acipenseridae
Acipenser baeri (esturió siberià). No capturada en aquest estudi.
 - F. Centrarchidae
Lepomis gibbosus (peix sol)
Micropterus salmoides (perca americana)
 - F. Cobitidae
Misgurnus anguillicaudatus (llop oriental)
 - F. Cyprinidae
Abramis brama (brema blanca). No capturada en aquest estudi.
Alburnus alburnus (alburn)
Blicca bjoerkna (brema blanca). No capturada en aquest estudi.
Carassius auratus (carpí vermell)
Cyprinus carpio (carpa)
Pseudorasbora parva (pseudorasbora)
Rutilus rutilus (madrilleta vera)
Scardinius erythrophthalmus (gardí)
 - F. Esocidae
Esox lucius (luci)
 - F. Ictaluridae
Ameiurus melas (peix gat)
Ictalurus punctatus (peix gat puntejat). No capturada en aquest estudi.
 - F. Percidae
Perca fluviatilis (perca)
Sander lucioperca (luciperca)
 - F. Poeciliidae
Gambusia holbrooki (gambúsia)
 - F. Salmonidae
Oncorhynchus mykiss (truita arc iris)
Salvelinus fontinalis (salvelí o truita de rierol). No capturada en aquest estudi.
 - F. Siluridae
Silurus glanis (silur)



Espècies autòctones o translocades

Anguilla anguilla (anguila)

Pot arribar a fer 1,5 m i 6 kg de pes, però difícilment assoleix aquesta mida a les conques internes. És una espècie catàdroma i d'activitat més aviat nocturna. Es reproduïx al Mar dels Sargassos i els alevins fan un llarg viatge fins arribar a les nostres costes que pot durar dos o tres anys. L'entrada de les angules als rius de Catalunya té lloc des de l'octubre fins la primavera, amb un màxim entre novembre i gener. Quan comencen a madurar sexualment tornen al mar a reproduir-se i moren després de la posta. L'alimentació de les anguiles varia segons el medi on viuen i la mida. A les aigües continentals es nodreixen principalment d'insectes aquàtics, peixos, mol·luscs i crustacis.

La seva distribució als rius de la península Ibèrica està limitada per la construcció de grans embassaments, rescloses i assuts que impedeixen la migració cap a les aigües dolces. A Catalunya habitava en la majoria de conques fins una altitud d'uns mil metres; actualment ha desaparegut en gran part de l'àrea de distribució original. Així, només la trobem a conques sense barreres intercalades, com ara La Muga, o als cursos baixos del Besòs, el Fluvià, el Foix, el Francolí, el Gaià, el Llobregat, el Ter, la Tordera i l'Ebre. Els valors de densitat trobats són generalment baixos, excepte algunes localitats com el tram baix de l'Ebre.

Salvia fluviatilis (bavosa de riu)

És un peix de petita mida, que rarament fa més de 15 cm. Les poblacions d'aquesta espècie, abans localment abundant, han reduït considerablement la seva àrea de distribució. És bentònica i viu en rius de corrent moderada però li cal disposar de pedres per a fer la posta. També hom la pot trobar a embassaments. L'alimentació és generalista; té una dieta zoòfaga basada en insectes i crustacis i, fins i tot, en petits peixos. Es reproduïx entre els mesos d'abril i juliol.

La distribució actual respecte a l'històrica està limitada als rius Fluvià, Ter, Ebre, Segre i Noguera Pallaresa. Pel que fa a la densitat en els punts mostrejats els valors varien considerablement i malgrat pot arribar a tenir poblacions localment abundants, els valors enregistrats són més aviat baixos, la qual cosa reflexa l'estat crític d'aquestes poblacions.

Achondrostoma arcasii (madrilleta roja)

És un peix de petita mida, rarament sobrepassa els 10 cm, i de cos ben proporcionat, amb un cap relativament petit proveït d'una boca subterminal. La pigmentació és molt contrastada, amb el dors més fosc que la zona ventral i la base de les aletes parelles tenyida de color vermell que es fa més intens a l'època de reproducció.

La reproducció té lloc durant els mesos d'abril i maig. És una espècie bàsicament zoòfaga. Viu en ambients molt diversos i en alguns rius de la península Ibèrica és molt abundant, bé que no tant a les conques de Catalunya. La seva distribució als Països Catalans és molt fragmentada i, de fet, algunes poblacions s'han quedat aïllades en determinats afluents o seccions de rius.



***Barbus graellsii* (barb comú o de Graells)**

És l'espècie de barb més gran de Catalunya. Pot atènyer fins els 60 cm de longitud i els 1800 g de pes. Es reproduïx entre abril i juliol. És una espècie bentònica i de costums gregaris que habita els trams mitjans i inferiors dels rius. La seva alimentació és molt variada, però s'alimenta sobretot de larves d'insectes (preferentment quironòmids) i de restes vegetals.

Bàsicament viu a la conca de l'Ebre i ha estat translocada a les conques internes, com ara a les conques del Besòs, el Fluvià, el Ter i el Llobregat, on hi presenta una clara expansió. Els valors de densitat són més aviat baixos.

***Barbus haasi* (barb cua-roig)**

És un barb més aviat petit, que rarament arriba als 30 cm de llargada total i 200 g de pes. És d'aspecte i costums semblants al barb de muntanya (*B. meridionalis*), i les seves distribucions són complementàries a Catalunya. Es reproduïx entre abril i juny, i s'alimenta bàsicament de macroinvertebrats.

És una espècie molt sedentària d'hàbits bentònics, que viu sobretot als afluents, als cursos fluvials de muntanya d'aigües ràpides i oxigenades, però que també es pot trobar en trams mitjans, i inclou els cursos baixos, d'alguns rius mediterranis. És un endemisme ibèric. La seva àrea de distribució es limita al nord-est d'Espanya. A Catalunya ocupa les conques situades al sud del riu Besòs, incloent la conca de l'Ebre. Es pot hibridar amb el barb de muntanya, i de fet alguns afluents de la esquerra del Llobregat i de la dreta del Besòs constitueixen una zona de contacte entre ambdues espècies i, en conseqüència, una franja d'hibridació. Aquesta espècie ha patit una gran regressió i els valors de densitat són baixos.

***Barbus meridionalis* (barb de muntanya)**

És un peix de mida relativament petita, que rarament fa més de 30 cm de longitud total i 200 g de pes. És l'única espècie de barbs ibèrics que no és endèmica de la Península. Té el cos curt i alt, i el cap relativament petit, prenent una aparença cada vegada més robusta a mesura que es fa gran. Les barbes són lleugerament curtes i primes, sense arribar les segones al marge posterior de l'ull. La coloració és semblant a la del barb cua-roig (*Barbus haasi*), però té una tonalitat bruna grisosa, amb taques molt abundants al cos i les aletes, tant els adults com els juvenils.

Es reproduïx entre maig i juny i s'alimenta bàsicament d'invertebrats. És una espècie d'hàbits bentònics, que viu als cursos fluvials de muntanya d'aigües ràpides i oxigenades, però que també es pot trobar als trams mitjans d'alguns rius mediterranis curts.

És d'aspecte i costums semblants al barb cua-roig, i les seves distribucions són complementàries a Catalunya: habita a les conques al nord del Llobregat. La seva àrea de distribució s'estén, a més de Catalunya, al sud-oest de França fins al nord d'Itàlia. En alguns llocs de Catalunya tendeix a hibridar-se amb el barb cua-roig. La tendència poblacional és marcadament regressiva en tota la seva àrea de distribució. La majoria de localitats tenen valors de densitat baixos.



Gobio lozanoi (gobi ibèric)

El gobi és un ciprínid de petita mida que difícilment sobrepassa els 15 cm de longitud i els 20 g de pes.

Es reproduïx entre maig i agost i, en aquest període, tot i que és una espècie sedentària, realitza desplaçaments curts amb finalitat reproductora. S'alimenta sobretot de larves d'insectes, petits crustacis i petits mol·luscs. Viu en cursos d'aigua amb poc corrent i constituïts per substrats de grava o sorra, o bé en sistemes lèntics. La majoria de poblacions de la península Ibèrica no es consideren autòctones exceptuant les poblacions de l'Ebre i del Bidasoa; així, a Catalunya, excepte a l'Ebre, es considera una espècie traslocada. És una espècie que presenta densitats relativament baixes.

Parachondrostoma miegii (madrilla)

La madrilla és un ciprínid endèmic de la península Ibèrica. Té una mida mitjana, de manera que no depassa els 30 cm de longitud. Es reproduïx entre l'abril i el juny. És una espècie gregària, bentònica, típicament reòfila que viu, sobretot, en aigües de corrent, a la columna d'aigua. S'alimenta bàsicament de diatomees.

Es distribueix a la conca de l'Ebre, però ha estat traslocada a les conques internes de Catalunya, com ara la conca del Llobregat, del Francolí i del Fluvià. Les densitats actuals són baixes.

Phoxinus sp. (barb roig)

El barb roig és un ciprínid de petita mida que difícilment sobrepassa els 12 cm de longitud i els 10 g de pes. Es reproduïx entre maig i juliol, i en aquest període presenta un clar dimorfisme sexual. La lliurea nupcial del mascle presenta colors llampants: el ventre i la part inferior del cap es tornen de color vermell viu, i el dors es fa brunenc i tacat; els opercles són argentats i amb una taca blanca i les aletes grogues; la part superior del cap és coberta de tubercles nupcials.

S'alimenta sobretot de quironòmids, efemeròpters i petits crustacis. Es tracta d'una espècie gregària que arriba a formar densos grups que es desplacen. La majoria de poblacions de la península Ibèrica no es consideren autòctones exceptuant algunes poblacions del nord.

A Catalunya, hom considera a les poblacions de la Muga autòctones (Doadrio, 2001), però també es troba als rius Ter, Tordera, Besòs i Llobregat, on se l'ha considerat traslocada. Les poblacions de l'Ebre, el Segre, la Noguera Pallaresa i la Noguera Ribagorçana tenen origen incert. S'ha citat una nova espècie a la conca dels rius Adour (sud de França), les conques del Cantàbric i de l'Ebre (*Phoxinus bigerri*) i una altra espècie (*Phoxinus septimaniae*), al sud de França, a la conca del Gardon al Tech, però manca un estudi genètic que aporti llum a la incertesa taxonòmica de les poblacions de barb roig catalanes i és per això que hom prefereix citar-la a nivell genèric. Les densitats són relativament baixes.

Squalius laietanus (bagra catalana)

La bagra catalana, a diferència de la bagra europea (*Squalius cephalus*), és de mida més petita, i les femelles difícilment superen els 30 cm. El període de reproducció va del mes de maig a juny.



Té una dieta molt àmplia, gairebé omnívora. Menja tant larves d'insectes (quironòmids, efemeròpters, etc.) com algues, però a mesura que augmenta de mida es torna més depredadora i s'alimenta de peixos i, ocasionalment, fins i tot pot arribar a consumir amfibis.

És d'hàbits nedadors i requereix una certa profunditat ja que preferentment ocupa la zona mitjana de la columna d'aigua. Ha desaparegut de moltes rieres, sobretot per pèrdua d'hàbitat, entre d'altres factors. Les poblacions ibèriques estan restringides a l'Ebre i a les conques internes de Catalunya, on ha patit un enorme retrocés en els darrers anys. És probable que presenti introgressió genètica per hibridació amb la bagra europea (*Squalius cephalus*). Els valors de densitat són generalment baixos.

***Gasterosteus gymnurus* (espinós)**

És un peix petit, que no arriba a superar els 5 cm de longitud total. Habita en aigües dolces de llacs i cursos baixos de rieres, sempre que les aigües siguin tranquil·les i riques en vegetació. La seva alimentació es basa principalment en petits invertebrats. Es reproduïx entre abril i maig.

Abans citat com *G. aculeatus*, té una àmplia distribució que ocupa tota la península Ibèrica, la conca mediterrània i una part de la vessant atlàntica. A les conques internes la trobem a la Muga, al Daró i a la Tordera. La tendència poblacional és regressiva en tota la seva àrea de distribució. Els valors de densitat són baixos.

***Pomatoschistus microps* (gòbit de sorra)**

És una espècie anfídroma de petit tamany i cos allargat, d'uns 7 cm., amb un peduncle caudal llarg, la cua arrodonida i el cos revestit d'escates ctenoides. Els ulls, de contorn oval i de pupila color verd maragda, són situats en posició dorsal. Tenen una coloració grisa pàl·lida a bruna, amb unes deu bandes transversals, més fosques en el mascle, que li recorren el cos.

Es reproduïx d'abril a juliol i les femelles ponen de 650 a 3400 ous en petxines de bivalves o a les pedres. Es nodreix de crustacis (isòpodes, amfípodes i copèpodes), cucs i larves de quironòmids. Sol freqüentar les llacunes litorals i els estuaris de rius.

***Barbatula barbatula* (llop de riu)**

El llop de riu és una espècie de petita mida que no ultrapassa els 15 cm de longitud. És un peix bentònic que viu en aigües corrents en rius de muntanya amb fons de sorra, grava i pedres. S'alimenta sobretot de larves d'insectes, ostracodes i detritus. Es reproduïx entre els mesos d'abril i juny.

A Espanya es distribueix de forma natural entre els rius Bidasoa i Nervión, al Cantàbric, i a la conca de l'Ebre. A Catalunya habita a la conca de l'Ebre, i està traslocada a la conca del Ter.

***Mugil cephalus* (llisa llobarrera)**

Presenta un cap prominent molt característic i una membrana adiposa àmplia que cobreix els ulls i deixa una finestra vertical estreta al davant de cada pupila. Té els llavis primers i mancats de



papil·les. Pot arribar a fer 50 cm i assolir mig quilo de pes. És de color gris blavós i en els flancs té una sèrie de línies longitudinals, la part ventral és blanca i amb reflexos argentins.

El període de reproducció va de juliol a octubre, les femelles ponen entre 2,5 i 7,7 milions d'ous. Es nodreixen de detritus, algues i invertebrats. Són peixos que realitzen migracions estacionals entre el mar i les llacunes litorals i estuaris, però quan arriba el període de reproducció tornen al mar per realitzar la fresa. Els alevins, al cap de poc temps de néixer, penetren a les llacunes litorals. És una espècie comuna als trams baixos dels eixos principals de les grans conques.

Liza ramada (llissa càlua)

És una espècie diàdroma, d'origen marí, que fa incursions a les zones baixes dels rius. Pot arribar a fer 50 cm de llargada i més de 2 kg de pes. L'època reproductora comprèn els mesos de setembre a novembre, i fins i tot al desembre. La migració reproductora dels exemplars que colonitzen les aigües continentals és esglaonada i no les abandonen fins que han madurat. S'alimenta d'algues epífites i detritus, així com d'alguns organismes bentònics. Viu a la zona litoral, si bé sol passar una gran part del seu cicle biològic als estuaris i llacunes litorals. És una espècie estacional.

Salmo trutta (truita comuna)

La truita comuna és un peix de mida mitjana, que rarament arriba als 60 cm de longitud i que viu de 6 a 7 anys de mitjana. Es reproduïx entre novembre i gener, quan la temperatura de l'aigua assoleix entre els 5 i els 10° C. La truita pon cada vegada entre 1000 i 4000 ous, que fan 4 o 5 mm de diàmetre. Les postes són dipositades en nius o forats que són excavats en fons de sorra o grava. Els alevins, que fan entre 15 i 25 mm, neixen al cap de 6 o 8 setmanes (en funció de la temperatura de l'aigua). Tot i que l'alimentació canvia amb l'edat i l'època de l'any, generalment els joves es nodreixen de larves d'insectes (efemeròpters, quironòmids, plecòpters, tricòpters, i d'altres); a mesura que creixen diversifiquen i amplien la seva dieta, arribant a consumir altres tipus d'invertebrats i també peixos. Els joves mostren un comportament gregari i els adults són territorials i sedentaris. Colonitzen les aigües fredes i amb un contingut d'oxigen prou elevat.

A Catalunya és freqüent a les capçaleres dels rius pirinencs i la seva distribució és limitada per la isoterma de 22°C. Es distribueix de forma natural a la conca de l'Ebre, la Garona, el Llobregat i el Ter. Es troba, a diverses conques internes, com el Francolí o el Besòs, on és una espècie traslocada, i a les parts altes de la Tordera, el Fluvià i la Muga, on el seu origen és incert. Els valors de densitat són més aviat baixos. Durant algunes dècades ha estat desplaçada per la truita irisada (*Oncorhynchus mykiss*) i més recentment s'han repoblat els rius amb truita comuna procedent de diversos països europeus, fet que ha provocat la desaparició de la majoria de les poblacions de truita autòctona mediterrània.

Espècies introduïdes

Lepomis gibbosus (peix sol)

El peix sol és una espècie nativa del nord-est de Nord-Amèrica que va ser introduïda a Espanya a inicis del segle XX. Al principi van ser introduccions molt controlades, però a partir dels 80 es va introduir de manera indiscriminada i s'ha expandit àmpliament. És un centràrquid que a les nostres



aigües normalment no sobrepassa els 20 cm de longitud, tot i que en origen pot arribar als 40 cm amb més de 600 g de pes.

Viu en trams de riu de poca fondària, amb velocitat de corrent reduïda i amb força vegetació aquàtica. És un depredador voraç d'invertebrats, de postes i de peixos petits. Es reproduïx entre maig i juliol, i fa la posta en petits forats excavats a la sorra o la grava. És una espècie en expansió. Els valors de densitat trobats varien molt a les diferents localitats.

***Micropterus salmoides* (perca americana)**

La perca americana és una espècie nativa de l'est i el sud dels Estats Units, i del nord de Mèxic, que va ser introduïda a Espanya l'any 1955 per a la pesca esportiva. És un centràquid que pot assolir els 97 cm de longitud i 10 Kg de pes.

Viu sobretot als embassaments o bé en trams de riu de corrent lent i d'una certa fondària. És un predador voraç d'invertebrats, d'amfibis i de peixos. L'espècie esdevé principalment ictiòfaga quan és adult. Realitza la posta en llocs sorrencs o de grava, de poca fondària i amb molta vegetació. Els mascles construeixen el niu, el qual consisteix en un petit forat que defensen fins després de la desclosa dels ous. Les densitats actuals són baixes.

***Misgurnus anguillicaudatus* (llop oriental)**

El misgurn oriental o llop oriental és un cobítid de mida mitjana que pot assolir els 25 cm quan és adult, si bé la majoria d'exemplars no superen els 15 cm de longitud total. El seu cos és allargat de secció quasi cilíndrica i la seva boca ínfera envoltada de cinc parells de barbetes. La coloració és bruna amb un patró de taques negres irregular al dors. El ventre és groguenc. A diferència d'altres espècies del mateix gènere, el llop oriental no té una cresta adiposa massa desenvolupada. El dimorfisme sexual no és massa evident. Els mascles tenen el segon radi de l'aleta pectoral més llarg i gruixut que les femelles.

El seu hàbitat són aigües amb corrent escàs i fons tou, on troba amb ajuda de les seves barbetes les restes vegetals i invertebrats dels quals s'alimenta. L'àrea de distribució del llop oriental comprèn des de Birmània fins a Sibèria, incloent l'arxipèlag del Japó. La primera cita a la península Ibèrica és de l'any 2001 al delta de l'Ebre, on sembla que l'espècie està en expansió, però existeix una cita més recent de l'any 2006 a la conca del Llobregat, on sembla no haver-se establert, i també a la conca del Ter.

***Alburnus alburnus* (alburn)**

És un ciprínid de petita mida que sol arribar als 15 cm de longitud, amb una longitud màxima reportada de 25 cm. Viu en rius i llacs, prop de la superfície, i alimentant-se bàsicament de zooplàncton. En aquest sentit, pot causar greus problemes en l'estructura tròfica dels embassaments i llacs donada la manca de peixos zooplanctòfags especialistes a la nostra ictiofauna nativa. La major part dels individus arriben a la maduresa sexual als dos anys d'edat encara que alguns la poden assolir durant el primer any de vida. La posta normalment es realitza a l'hivern, entre els mesos de novembre i gener.



A Catalunya és distribuïda a la conca de l'Ebre i a gran part de les conques internes. És una espècie invasora en expansió, originària d'Europa, al nord dels Pirineus i els Alps.

***Carassius auratus* (carpí vermell)**

És un ciprínid d'origen asiàtic que pot assolir els 45 cm de longitud i un pes de 2 kg, encara que rarament supera els 30 cm a les nostres aigües. Es reproduïx entre els mesos de maig i juny. Té un règim alimentari típicament omnívor. Presenta una distribució limitada a unes poques localitats. Les densitats són baixes.

***Cyprinus carpio* (carpa)**

La carpa és una espècie d'origen euroasiàtic, sembla ser que fou introduïda en gran part d'Europa pels romans, i a la península Ibèrica durant la dinastia dels Hausburgo. És una de les espècies introduïdes amb el rang de distribució més ample per la seva capacitat d'adaptació i tolerància als impactes ambientals. Es tracta d'un peix de dimensions considerables que pot atènyer el metre de llarg i 20 kg de pes. La carpa es reproduïx de maig a juliol. Els mascles maduren molt aviat, al primer o segon any, i les femelles ho fan als 2 o 3 anys. S'alimenta al fons i té un règim típicament omnívor, a base de detrits i matèria vegetal, crustacis, mol·luscs i insectes. És generalista, i s'adapta a diversos hàbitats i té una gran resistència a la temperatura, baixa concentració d'oxigen, terbolesa, salinitat, etc. Mentre s'alimenta aixeca gran quantitat de sediment que a banda de desarrelar la vegetació aquàtica pot ofegar-la amb el sediment que s'hi diposita a sobre. És molt abundant a les zones baixes i mitjanes dels rius, i té certs costums gregaris.

A les conques internes la trobem principalment a les parts baixes de la Muga, al Fluvià, al Ter, al Besòs, al Llobregat, al Francolí i a la Tordera. Les densitats són actualment moderades.

***Pseudorasbora parva* (pseudorasbora)**

És un ciprínid de mida petita que no supera els 5 cm de longitud total. Es tracta d'una espècie de recent colonització a la península Ibèrica (la primera cita és de l'any 2001). La pseudorasbora és originària de l'Àsia de l'est, incloent Japó, Corea i part de la Xina i l'antiga Unió Soviètica. Ha estat citada per primer cop a Rumania, i posteriorment a diferents països europeus.

A Espanya ha estat citada al delta de l'Ebre i més recentment ha colonitzat el tram baix del eix principal del riu Ebre i el Ter.

***Rutilus rutilus* (madrilleta vera)**

És un ciprínid de talla mitjana que no sol sobrepassar els 40 cm de longitud total encara que es coneixen individus que han assolit els 50 cm de longitud i prop dels 2 kg de pes.

D'origen euroasiàtic, viu en rius, llacs i embassaments, amb preferència pels ambients lèntics. Tolera bé la contaminació orgànica i també les aigües salabroses. És una espècie omnívora que s'alimenta tant d'insectes com de crustacis i plantes, encara que els adults tenen preferència per les plantes. La reproducció té lloc als mesos d'abril i juny. Les densitats poden ser relativament altes.



Scardinius erythrophthalmus (gardí)

És un ciprínid de mida mitjana, originari d'Europa i Àsia, que a Espanya no supera els 20 cm de longitud total. L'edat màxima coneguda són 19 anys.

Viu en aigües tranquil·les i agrada de la presència de vegetació submergida. La reproducció té lloc d'abril a juny. Els ous són dipositats damunt del substrat. L'alimentació és omnívora i es basa tant en insectes aquàtics com en plantes superiors i algues. Els adults poden consumir un gran nombre de macròfits aquàtics, cosa que pot perjudicar algunes espècies autòctones de peixos. Les densitats varien considerablement a les diferents localitats, però els valors són relativament moderats.

Esox lucius (luci)

El luci és originari de la zona circumpolar, que comprèn Alaska, Canadà, Estats Units, i el nord d'Europa fins a Sibèria, excepte Noruega i el nord d'Escòcia. Es tracta d'un peix que sovint supera els 70 cm, podent arribar a superar el metre de longitud i els 25 kg de pes. Es coneixen exemplars que han viscut 30 anys.

El luci presenta una distribució força localitzada al territori català. És un depredador que no realitza migracions apreciables. Viu en zones de rabeigs, d'escàs corrent i vegetació abundant, damunt les quals hi diposita els ous. És altament territorial i solitari. La dieta, de tipus mixta, és constituïda tant per invertebrats com per vertebrats, però hi ha una relació entre la mida del luci i el tipus de preses de les quals s'alimenta. Es nodreix d'invertebrats durant els primers mesos de vida i després passa gradualment a menjar peixos, que constitueixen la seva dieta quasi exclusiva a partir dels 30 cm. Es reproduïx a finals d'hivern i principis de primavera, entre gener i març. A Espanya va ser introduït amb finalitats esportives. Els valors de densitat actualment són relativament baixos.

Ameiurus melas (peix gat)

És un siluriforme de mida mitjana que pot superar els 40 cm de longitud i fer de 2 a 3 kg de pes, si bé a casa nostra els adults no solen ésser més llargs de 20 a 35 cm. D'origen nord-americà, es caracteritza per tenir el cos nu, sense escates, i 4 parells de barbes al voltant de la boca. L'època de reproducció és de maig a juliol. La seva alimentació és molt variada, els adults s'alimenten principalment de crustacis, insectes, peixos, crancs i algues filamentoses. La distribució actual és molt restringida.

Perca fluviatilis (perca)

Es tracta d'una espècie d'origen europeu que pot arribar a sobrepassar els 60 cm i els 2 kg de pes, encara que a casa nostra no solen viure molts anys i difícilment fan més de 20 cm de llargada. Té dues aletes dorsals, la primera amb fortes espines i una taca negra a la part final de l'aleta. El cos és allargat i comprimit, i de color verdós amb 5 a 8 bandes negres als costats.

Es reproduïx a finals de l'hivern o principis de primavera. Les larves i primers estadis són planctívors, els juvenils mengen crustacis i larves d'insectes i els adults són preferentment piscívors. Viu tant en llacs i embassaments com en els rius. Està ampliament distribuïda per tota



Europa, però és molt escassa a la península Ibèrica. Des de finals del anys vuitanta ha estat citada a la conca del Ter i al tram baix de l'Ebre.

***Sander lucioperca* (luciperca)**

La luciperca és un peix de mida gran que pot arribar a fer 70 cm amb un pes de més de 2 kg. És originària de l'Europa Central i Oriental, Suècia, Finlàndia i Àsia Occidental. Té una distribució força limitada i lligada als grans eixos fluvials i embassaments.

La introducció d'aquesta espècie és relativament recent i actualment està en expansió. Viu a la columna d'aigua, en zones profundes i tranquil·les. Els joves s'alimenten de crustacis i els adults exclusivament de peixos. La reproducció té lloc a la primavera. Les densitats són moderades.

***Gambusia holbrooki* (gambúsia)**

La gambúsia és una espècie d'origen nord-americà, que va ser introduïda a Espanya l'any 1921 per tal de combatre el paludisme. És un pecíl·lid de petita mida que normalment no sobrepassa els 5 cm de longitud. Les longituds màximes conegudes són 3,5 cm, en mascles, i 8 cm en femelles.

Viu en llacunes, basses i cursos d'aigua d'escàs corrent, d'escassa profunditat i amb vegetació abundant. Té una elevada tolerància a la contaminació, a valors alts de temperatura i a la baixa concentració d'oxigen. S'alimenta d'invertebrats, sobretot de larves de dípters, copèpodes i àfids. És una espècie ovo-vivípara que pot assolir la maduresa sexual a les 6 setmanes de vida. Es reproduïx entre abril i octubre, tot i que aquest període pot variar dependent de la temperatura del medi. Les densitats varien considerablement a les diferents localitats.

***Oncorhynchus mykiss* (truita arc iris)**

La truita arc iris és una espècie d'aspecte semblant a la truita comuna però amb un cap més petit, una banda irisada que recorre ambdós costats i amb absència de punts vermellosos al cos. A més, el puntejat negre del cos també inclou les aletes. Als nostres rius difícilment sobrepassa els 50 cm. A la península Ibèrica es reproduïx en molt pocs indrets i als Països Catalans només se sap que ho ha fet al riu Matarranya. Viu en ambients semblants als de la truita comuna, però no és tan exigent pel que fa als requeriments ambientals i pot habitar en trams més baixos que la truita comuna.

S'alimenta d'invertebrats, principalment insectes (dípters, tricòpters, plecòpters i efemeròpters), però a partir de l'any d'edat ja es comença a nodrir de peixos de diferents espècies, sobretot ciprínids. És més voraç que la truita comuna.

La truita arc iris és una espècie d'origen nord-americà, introduïda àmpliament i reiteradament a tota la península Ibèrica, especialment entre la dècada dels seixanta i vuitanta, a la dècada dels noranta sembla que es produeix un canvi en la política de repoblacions i pel que fa a la truita arc iris queda restringida la seva introducció a unes poques conques i localitats. Això permet eliminar-la de reserves, parcs i altres indrets d'interès faunístic. Les densitats són baixes.



El silur és un peix de mida gran que pot fer 2,5 m de longitud i més de 100 kg de pes. Es caracteritza per tenir el cos allargat i desproveït d'escates, el cap de grans proporcions, la boca ampla i 6 barbes sensorials. Té l'aleta dorsal molt petita, sense radis espinosos i manca d'aleta adiposa. La reproducció té lloc entre el maig i el juliol. Els joves es nodreixen bàsicament de crustacis bentònics i planctònics. Passat el primer any de vida tenen una alimentació més ictiòfaga, si bé també engoleixen d'altres vertebrats com ara amfibis i ocells.

És una espècie originària de l'Europa de l'est. Fou introduït a la península Ibèrica durant l'any 1974 als grans embassament de l'Ebre. És una espècie invasora que actualment està en expansió.

4.2. Evolució de les comunitats íctiques

L'anàlisi de l'evolució de la ictiofauna dels rius catalans posa de manifest la importància de l'existència dels estudis previs duts a terme en el territori, com la primera versió d'aquest índex desenvolupat per l'Agència Catalana de l'Aigua a Catalunya (Sostoa et al., 2003). El factor temporal és clau per a establir tendències en les poblacions d'organismes (ex. expansió d'espècies exòtiques, regressió, extincions locals) i, d'altra banda, permet identificar quines són les espècies més sensibles i en pitjor estat de conservació.

Pel que fa a la riquesa total d'espècies presents (autòctones, autòctones translocades i al·lòctones) trobada a cada localitat de mostreig en el període 2002-2003, hom pot dir que la majoria de punts (62,5%) tenen un nombre moderat d'espècies (el 25% una sola espècie i el 37,5% entre 2 i 3 espècies), el 22,2 % de localitats presenten més de 4 espècies (amb un màxim de 12 espècies) i el 15 % dels punts no presenten peixos. El nombre d'espècies autòctones a cada localitat és baix (el 78,1 % presenten entre 1 i 2 espècies), mentre que el 19 % tenen entre 3 i 4 espècies i només el 2,9 % de les estacions presenten entre 5 i 6 espècies. Les localitats amb una comunitat exclusivament de peixos autòctons només representen el 21,3 %. D'altra banda, la darrera avaluació (aquest treball: període 2007-2008) de les comunitats de peixos a les conques fluvials de Catalunya dóna valors bastant similars als trobats en el període anterior, si bé altrament es detecta una millora pel que fa al nombre de localitats que conserven una certa integritat faunística: 36,1% del trams estudiats tenen només espècies autòctones. No obstant això, sobta el nombre de localitats sense peixos o de trams secs que hi ha a la xarxa fluvial (34,1 %). La majoria de les localitats amb espècies autòctones tenen una baixa riquesa d'espècies: un 71,8% entre 1 i 2 espècies i un 25% presenten entre 3 i 4 espècies. A destacar també que algunes espècies natives no s'han trobat al territori, com el cavilat (*Cottus hispaniolensis*), i que posen de manifest la greu situació en què es troben les seves poblacions.

Les espècies de peixos introduïdes han mostrat una clara expansió, tant pel que fa al nombre d'espècies com pel que fa al seu rang de distribució al territori. Sense considerar les espècies amfidromes, les espècies exòtiques constitueixen el 51% de la ictiofauna catalana capturades en aquest treball. A diferència de l'anterior, s'ha detectat la presència d'una nova espècie exòtica, el llop oriental (*Misgurnus anguillicaudatus*), que fou citada per primera vegada al Delta de l'Ebre, però que ara ja es troba a la conca del Ter i també ha estat citat a la del Llobregat, encara que en aquesta última conca sembla no estar establert. Ara bé, el percentatge de peixos introduïts és més



gran si es consideren les espècies que se sap que s'han establert al nostre territori, malgrat no han estat detectades en aquests mostrejos, ja sigui per la seva distribució molt localitzada o per la pròpia ubicació de la xarxa de punts mostrejada. Dins d'aquest grup tindriem la brema comuna (*Abramis brama*), la brema blanca (*Blicca bjoerkna*) i el fúndul (*Fundulus heteroclitus*) que farien arribar el percentatge d'espècies exòtiques fins a un 57%.

Catalunya està considerada un punt calent pel que fa a la introducció d'espècies exòtiques als sistemes fluvials de la península Ibèrica (Clavero & García-Berthou, 2006; Maceda-Veiga et al., 2010). Les causes d'aquest fet cal atribuir-les als alliberaments de peixos exòtics realitzats de manera intencionada o accidental (Elvira & Almodovar, 2001). Però també, a d'altres factors, com a la presència d'embassaments, que afavoreixen l'establiment i proliferació d'una gran part de les espècies exòtiques introduïdes. El restabliment del règim de cabals propi dels rius mediterranis a les nostres conques segurament afavoriria a les espècies natives i les faria més competitives en vers les exòtiques. En cas contrari, de continuar afavorint les condicions ambientals per aquestes espècies, de no dur a terme una política de restauració de les comunitats autòctones degradades i de mantenir-se la mateixa pressió humana per a introduir noves espècies, és d'esperar que el percentatge d'espècies exòtiques augmenti en un futur i que la integritat de les comunitats íctiques catalanes vagi en detriment.

Ara bé, també cal destacar que la millora en les condicions ambientals degut a la posada en funcionament de noves estacions depuradores d'aigües residuals i el perfeccionament de les existents, ha comportat una millora de la qualitat de l'aigua i, en conseqüència, de les poblacions de peixos. Aquesta millora ha beneficiat, tant a les espècies exòtiques com a les natives, i es tradueix en un increment de les densitats mitges per espècie i conca (Taula 4.1). Per exemple, tenim el cas del riu Ripoll (conca del Besòs) que ha deixat de ser una claveguera a cel obert per a convertir-se en un riu que manté una certa qualitat d'aigua que permet la vida dels peixos, tot i que encara es detecten punts negres de contaminació per vessaments d'aigües residuals. En qualsevol cas, malgrat desapareguin els episodis de contaminació amb conseqüències letals, caldrà analitzar quins són els efectes de la situació actual sobre aquestes comunitats a llarg termini (no es pot dir que no continuïn impactades). Els efectes crònics de la contaminació tendeixen a tenir poca rellevància ecològica a curt termini, però poden ser letals per aquella població en un futur. És d'esperar que no totes les espècies es vegin igualment afectades, en tot cas les més sensibles, i també és cert que no existeix una espècie que sigui tolerant a tots els impactes (Maceda-Veiga & De Sostoa, 2010; Maceda-Veiga et al., 2010). Per tant, s'han d'extreure conclusions d'aquestes taules de densitats amb certa precaució. Cal tenir present que les espècies poden ser localment molt abundants, però haver perdut gran part de la seva àrea de distribució original com s'ha esmentat anteriorment. També algunes espècies tenen interès en pesca recreativa o esportiva i són objecte de repoblacions que són difícils de discriminar de les poblacions natives durant els mostrejos, i fan que es pugui sobreestimar l'estat de conservació d'aquestes (la truita, principalment). Així mateix, és perillós extreure conclusions de la situació d'espècies amfídomes com les llises i d'altres espècies similars més lligades a desembocadures de riu o estuaris com el gòbit de sorra o el rèmol de riu, perquè els resultats estarien esbiaixats per la influència de diversos factors: major o menor distància a la desembocadura del punt de mostreig seleccionat, època de mostreig, etc... i hom creu que caldrien estudis específics per avaluar-ne correctament llur situació. S'ha fet l'excepció amb l'anguila per la seva important presència a tots els trams dels rius catalans, i de les espècies exòtiques només es mostren aquelles amb una presència més important als rius.



Per conques (veure Taula 4.1), la truita comuna (*S. trutta*), una espècie típica d'alta muntanya, és l'espècie dominant dels trams mostrejats a la conca del riu Garona i veu incrementada llur densitat en comparació amb el període 2002-2003. En el cas de la conca del Besòs, domina una espècie autòctona, el barb de muntanya (*B. meridionalis*), seguida d'una espècie que aquí rep la catalogació de translocada, el barb roig (*Phoxinus sp.*). Totes les espècies incrementen llurs densitats en aquesta conca i, a diferència del primer mostreig, es detecta la presència de l'anguila (*A. anguilla*) i del translocat barb comú (*B. graellsii*). Pel que fa a la conca del Daró, les espècies natives incrementen les seves densitats respecte el període anterior, a destacar que també ho fa l'espínol (*G. gymnurus*) al ser una espècie catalogada com en perill d'extinció. Per contra, es detecta la presència de l'espècie exòtica peix sol (*L. gibbosus*). En relació a la conca del Fluvià, disminueixen les captures d'anguila, però s'incrementen les de barb de muntanya (*B. meridionalis*) i bagra catalana (*S. laietanus*). La situació de l'amenajat bleni de riu (*S. fluviatilis*) sembla estancada. Pel contrari, es detecten dues espècies noves, translocada i exòtica, respectivament, com són la madrilla (*Parachondrostoma miegii*) i la madrilleta vera (*Rutilus rutilus*) i, d'altres d'existents, el gobi ibèric (*Gobio lozanoi*), la carpa (*Cyprinus carpio*) i l'alburn (*Alburnus alburnus*) n'incrementen el nombre d'efectius. En canvi, el translocat barb comú (*B. graellsii*) disminueix la seva importància a la comunitat.

Taula 4.1. Promig de les densitats estimades segons la capturabilitat (ind/ha) de cadascuna de les espècies a les conques de Catalunya al període 2002-2003 (IBICAT1) i 2007-2008 (IBICAT2).

Espècies	GARONA		BESÒS		DARÓ		FLUVIÀ	
	IBICAT1	IBICAT2	IBICAT1	IBICAT2	IBICAT1	IBICAT2	IBICAT1	IBICAT2
<i>Achondrostoma arcasii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Anguilla anguilla</i>	0,00	0,00	0,00	86,19	0,00	0,00	461,94	244,06
<i>Barbatula barbatula</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Barbus graellsii</i>	0,00	0,00	0,00	37,21	0,00	0,00	3015,59	743,71
<i>Barbus haasi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Barbus meridionalis</i>	0,00	0,00	2523,19	5783,18	504,79	822,05	4171,58	7140,48
<i>Gasterosteus gymnurus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	75,85	1434,78	0,00	0,00
<i>Gobio lozanoi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,17	1301,18
<i>Liza ramada</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	0,00
<i>Mugil cephalus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Parachondrostoma miegii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	242,92
<i>Phoxinus sp.</i>	0,00	0,00	212,93	5184,03	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pomatochistus microps</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Salaria fluviatilis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220,18	239,24
<i>Salmo trutta</i>	1101,15	1751,22	5,26	0,00	0,00	0,00	51,50	289,80
<i>Squalius laietanus</i>	0,00	0,00	336,40	3044,35	172,31	4215,99	787,91	1234,14
<i>Alburnus alburnus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,17	76,40
<i>Lepomis gibbosus</i>	0,00	0,00	164,02	587,05	0,00	750,26	5,17	0,00
<i>Cyprinus Carpio</i>	0,00	0,00	210,87	233,11	0,00	0,00	87,77	112,78
<i>Rutilus rutilus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	426,07
<i>Chelon labrosus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,33	0,00
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Taula 4.1(cont.). Promig de les densitats estimades segons la capturabilitat (ind/ha) de cadascuna de les espècies a les conques de Catalunya al període 2002-2003 (IBICAT1) i 2007-2008 (IBICAT2).

Espècies	FOIX		FRANCOLÍ		GAIÀ		LLOBREGAT	
	IBICAT1	IBICAT2	IBICAT1	IBICAT2	IBICAT1	IBICAT2	IBICAT1	IBICAT2
<i>Achondrostoma arcasii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Anguilla anguilla</i>	0,00	708,97	99,62	463,90	0,00	183,15	17,41	85,60
<i>Barbatula barbatula</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Barbus graellsii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	330,07	512,19
<i>Barbus haasi</i>	509,94	753,72	1159,11	2035,20	1288,89	4592,77	863,43	2313,29
<i>Barbus meridionalis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gasterosteus gymnurus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gobio lozanoi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,98	555,37
<i>Liza ramada</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Mugil cephalus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Parachondrostoma miegii</i>	0,00	0,00	0,00	1641,03	0,00	0,00	514,99	788,90
<i>Phoxinus sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,91	2390,45
<i>Pomatochistus microps</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Salaria fluviatilis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Salmo trutta</i>	0,00	0,00	236,40	143,55	0,00	0,00	81,69	85,18
<i>Squalius laietanus</i>	0,00	0,00	361,26	1124,06	1187,83	370,37	171,42	28,24
<i>Alburnus alburnus</i>	0,00	67092,13	0,00	0,00	0,00	0,00	166,38	2082,27
<i>Lepomis gibbosus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	200,12	1012,65
<i>Cyprinus Carpio</i>	0,00	694,90	126,24	775,25	0,00	0,00	52,00	173,59
<i>Rutilus rutilus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1166,63
<i>Chelon labrosus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Taula 4.1(cont.). Promig de les densitats estimades segons la capturabilitat (ind/ha) de cadascuna de les espècies a les conques de Catalunya al període 2002-2003 (IBICAT1) i 2007-2008 (IBICAT2).

Espècies	TER		MUGA		TORDERA	
	IBICAT1	IBICAT2	IBICAT1	IBICAT2	IBICAT1	IBICAT2
<i>Achondrostoma arcasii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Anguilla anguilla</i>	73,36	315,13	2409,49	867,28	56,90	1307,97
<i>Barbatula barbatula</i>	880,10	7129,20	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Barbus graellsii</i>	3093,39	686,23	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Barbus haasi</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Barbus meridionalis</i>	7240,15	4830,34	2337,71	1041,85	263,77	21141,26
<i>Gasterosteus gymnurus</i>	0,00	0,00	80,32	209,42	7,98	0,00
<i>Gobio lozanoi</i>	0,00	0,00	27,90	446,99	0,00	0,00
<i>Liza ramada</i>	0,00	386,65	0,00	0,00	0,00	100,51
<i>Mugil cephalus</i>	0,00	20,35	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Parachondrostoma miegii</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Phoxinus sp.</i>	1838,31	20105,34	1182,03	557,66	54,54	963,48
<i>Pomatochistus microps</i>	0,00	76,54	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Salaria fluviatilis</i>	0,00	38,85	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Salmo trutta</i>	970,38	2017,52	34,99	34,87	145,49	2938,73
<i>Squalius laietanus</i>	151,23	712,55	152,72	1325,13	82,02	9973,05
<i>Alburnus alburnus</i>	0,00	148,57	30,54	900,03	0,00	0,00
<i>Lepomis gibbosus</i>	144,39	2501,64	285,68	294,67	0,00	0,00
<i>Cyprinus carpio</i>	281,64	906,79	29,39	62,49	0,00	88,54
<i>Rutilus rutilus</i>	0,00	1065,88	89,57	629,07	0,00	0,00
<i>Chelon labrosus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	339,71	0,00	519,33	0,00	0,00	0,00

Taula 4.1(cont.). Promig de les densitats estimades segons la capturabilitat (ind/ha) de cadascuna de les espècies a les conques de Catalunya al període 2002-2003 (IBICAT1) i 2007-2008 (IBICAT2).

Espècies	L'EBRE		SÈNIA	
	IBICAT1	IBICAT2	IBICAT1	IBICAT2
<i>Achondrostoma arcasii</i>	0,00	136,54	0,00	0,00
<i>Anguilla anguilla</i>	75,65	606,05	25,138	0,00
<i>Barbatula barbatula</i>	265,88	1193,90	0,00	0,00
<i>Barbus graellsii</i>	869,87	330,15	0,00	0,00
<i>Barbus haasi</i>	291,20	1588,76	402,99	461,29
<i>Barbus meridionalis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gasterosteus gymnurus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Gobio lozanoi</i>	142,54	2188,77	0,00	0,00
<i>Liza ramada</i>	0,15	1269,84	0,00	0,00
<i>Mugil cephalus</i>	0,00	15,87	0,00	0,00
<i>Parachondrostoma miegii</i>	527,83	3718,42	284,94	1431,90
<i>Phoxinus sp.</i>	277,23	4363,34	0,00	0,00
<i>Pomatochistus microps</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Salaria fluviatilis</i>	628,75	1134,39	0,00	0,00
<i>Salmo trutta</i>	419,78	767,42	0,00	0,00
<i>Squalius laietanus</i>	836,98	1358,72	0,00	0,00
<i>Alburnus alburnus</i>	265,47	899,52	0,00	0,00
<i>Lepomis gibbosus</i>	0,88	638,38	0,00	0,00
<i>Cyprinus carpio</i>	76,48	194,96	58,796	34,36
<i>Rutilus rutilus</i>	0,00	350,53	0,00	0,00
<i>Chelon labrosus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	14,28	0,00	0,00	0,00

Pel que fa a la conca del Foix, el barb cua-roig (*Barbus haasi*) incrementa la seva densitat i, en comparació amb el mostreig anterior, es troba presència d'anguila (*A. anguilla*). D'altra banda, també es detecta la presència d'espècies exòtiques com la carpa (*C. carpio*) i l'alburn (*A. alburnus*). L'elevat nombre de captures d'aquest últim pot ser degut a què part dels punts de mostreig estaven situats molt a prop del pantà, on aquesta espècie és molt abundant. A la conca del riu Francolí, disminueixen les captures de truita (*S. trutta*) però augmenten les de la resta d'espècies i cal fer esment de la captura d'una espècie nova en comparació amb el període 2002-2003, la madrilla (*P. miegii*), amb la catalogació de translocada per aquesta conca. I, pel que fa a la conca del Gaià, es tornen a capturar anguilles, una espècie amb presència històrica en aquesta conca, disminueixen les captures de bagra catalana (*S. laietanus*) i n'augmenten les de barb de muntanya (*B. meridionalis*), essent ambdues espècies natives de la conca.

A la resta de conques es manté la mateixa tendència que l'esmentada anteriorment (Taula 4.1). Pel que fa a la conca del Llobregat, totes les espècies incrementen llurs densitats amb excepció de la bagra catalana (*S. laietanus*). Cal tenir present que es detecta la presència de madrilleta vera (*R. rutilus*) amb un elevat nombre d'efectius. En relació a la conca del Ter, totes les espècies natives incrementen llurs densitats amb excepció del barb de muntanya (*B. meridionalis*). A destacar la presència de la bavosa de riu (*S. fluviatilis*) en els mostrejos actuals en comparació amb el període 2002-2003. Malauradament, també dues espècies exòtiques tenen poblacions



amb un elevat nombre d'efectius en aquesta conca, la madrilleta vera (*R. rutilus*) i l'alburn (*A. alburnus*).

A la conca de la Muga trobem una davallada en les densitats de la majoria de les espècies natives (*A. anguilla*, *B. meridionalis* i *Phoxinus sp.*), amb les excepcions de l'espínós (*G. gymnurus*) i la bagra catalana (*S. laietanus*) que n'incrementen el nombre d'efectius en llurs poblacions. En canvi, cal destacar que totes les espècies que hom considera introduïdes (translocades i exòtiques) presents en aquesta conca, han incrementat les seves densitats en comparació amb el període anterior. En el cas de la conca de la Tordera, hi ha un increment notable en les densitats de totes les espècies, però cal destacar els individus de carpa (*C. carpio*) detectats enguany i, per contra, l'absència d'espínós (*G. gymnurus*). Respecte a la conca de l'Ebre, cal tenir present que la metodologia de mostreig s'ha perfeccionat respecte la versió anterior de l'IBICAT. Ara no només es mostregen les lleres i zones poc profundes des dels marges del riu a la desembocadura, sinó que es fan transectes en barca. Això podria explicar en certa manera que les densitats de les espècies haguessin augmentat, però també fa més significativa la davallada de captures del barb comú (*B. graellsii*). En comparació amb el període anterior, no s'ha detectat gardí (*Scardinius erythrophthalmus*) i, en canvi, sí madrilleta vera (*R. rutilus*). I a la darrera conca mostrejada, la Sénia, s'observa un cert increment en les captures de barb cua-roig (*B. haasi*) però que és molt més evident en el cas de la madrilla (*P. miegii*). En canvi, no s'han capturat anguilles (*A. anguilla*) i la carpa (*C. carpio*) disminueix el número d'efectius en aquesta conca.

Per tal de tenir una idea més encertada sobre els canvis que s'han produït a escala de conca en les comunitats de peixos de Catalunya en els darrers anys, s'ha considerat la distribució històrica, la del període 2002-2003 i l'actual tenint en compte els mostrejos realitzats en el present estudi així com en d'altres estudis previs (Aparicio et al., 2000; Maceda-Veiga et al., 2010) (Taula 4.2). La majoria de les espècies natives mantenen el número de conques en les que es trobaven presents durant el període 2002-2003. Cal tenir present que algunes d'aquestes espècies han estat traslocades a d'altres conques. Aquest és el cas d'espècies com el llop de riu (*Barbatula barbatula*), el gobi ibèric (*Gobio lozanoi*) o el barb roig (*Phoxinus sp.*).

D'altres espècies que també es troben en aquesta mateixa catalogació, en canvi, es troben presents a més conques que durant el període anterior. Dins d'aquest grup, es troba el barb comú (*B. graellsii*) que passa d'estar de 4 a 5 conques o la madrilla (*P. miegii*) que es troba en 5 conques enlloc de 4. O el cas contrari, la truita (*S. trutta*) que passa de 10 a 8 conques. Per altra banda, també cal destacar que espècies que ja es trobaven en un número inferior de conques en el període 2002-2003 al que les hi correspon d'acord amb el registre històric, continuen en aquesta situació en l'actualitat. Aquest és el cas del barb de muntanya (*B. meridionalis*), de la bagra catalana (*S. laietanus*), de l'espínós (*G. gymnurus*) i de la bavosa de riu (*S. fluviatilis*). Amb excepció del barb de muntanya que manté el número de conques del 2002-2003, i del bleni de riu que n'incrementa una, és alarmant que l'espínós perdi una de les conques en les que es trobava present durant el període 2002-2003 i que la bagra catalana n'arribi a perdre fins a dues. Cal destacar, però, que la pesca elèctrica potser no és el millor mètode per fer el seguiment de poblacions de peixos de mida reduïda com l'espínós, especialment quan les poblacions tenen reduït nombre d'efectius donat que pot passar fàcilment desapercebut (Clavero et al., 2006). D'altra banda, cal destacar la recuperació d'altres espècies com l'anguilla (*A. anguilla*) que passa d'ocupar 8 conques a 10 en els mostrejos actuals, la qual cosa l'acosta més al total de 14 conques que ocupava d'acord amb el registre històric.



Pel que fa a les espècies exòtiques, més del 50% de les espècies presents al territori han incrementat el nombre de conques presents respecte els anys anteriors. Incrementa fins a 4 conques la madrilleta vera (*R. rutilus*), seguida de l'alburn (*A. alburnus*) i la carpa (*C. carpio*) que es troben presents a dues conques més, i del peix gat (*A. melas*), el carpí (*C. auratus*), la pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*), el gardí (*S. erythrophthalmus*) o el silur (*S. glanis*) que n'augmenten una. A destacar que algunes espècies de nova introducció ja ocupen dues conques del territori com és el cas del llop oriental (*M. anguillicaudatus*).

Taula 4.2. Distribució de la ictiofauna catalana per conques, tenint en compte el registre històric, el període 2002-2003 (IBICAT1) i el present estudi (IBICAT2).

	Nº conques històric	Nº conques 2002-2003	Nº conques actual
Espècies natives			
<i>Anguilla anguilla</i>	13	8	10
<i>Barbatula barbatula</i>	1	2	2
<i>Barbus graellsii</i>	1	4	5
<i>Barbus haasi</i>	7	7	7
<i>Barbus meridionalis</i>	7	6	6
<i>Gasterosteus gymnurus</i>	5	3	2
<i>Gobio lozanoi</i>	1	4	4
<i>Phoxinus sp.</i>	2	6	6
<i>Parachondrostoma miegii</i>	2	4	5
<i>Salaria fluviatilis</i>	4	2	3
<i>Squalius laietanus</i>	11	9	7
<i>Salmo trutta</i>	4	10	8
Espècies exòtiques			
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	0	0	2
<i>Alburnus alburnus</i>	0	4	6
<i>Ameiurus melas</i>	0	1	2
<i>Carassius auratus</i>	0	3	4
<i>Cyprinus carpio</i>	0	8	10
<i>Esox lucius</i>	0	1	1
<i>Gambusia holbrooki</i>	0	5	5
<i>Lepomis gibbosus</i>	0	6	6
<i>Micropterus salmoides</i>	0	2	2
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0	5	3
<i>Pseudorasbora parva</i>	0	1	2
<i>Rutilus rutilus</i>	0	1	5
<i>Sander lucioperca</i>	0	1	1
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	0	3	4
<i>Silurus glanis</i>	0	1	2

Per altra banda, algunes espècies continuen trobant-se en el mateix número de conques que en mostrejors anteriors; és el cas del lluç de riu (*Esox lucius*), la gambúsia (*Gambusia holbrooki*), el peix sol (*L. gibbosus*), la perca americana (*M. salmoides*) o la sandra (*S. lucioperca*). I, finalment, són bones notícies la distribució més localitzada d'algunes exòtiques com és el cas de la truita arc iris (*Oncorhynchus mykiss*), que passa d'ocupar 5 conques a només tres.



En termes generals, hom no pot dir que les comunitats de peixos de Catalunya estiguin ben conservades. Manquen espècies a les nostres comunitats que quasi podríem parlar d'extincions a nivell local -la raboseta, *C. paludica*, per exemple-. Altres, malgrat es coneix la seva presència, tenen una distribució molt puntual que ha fet que no fossin detectades en els mostrejos realitzats (cas del cavilat, *C. hispaniolensis*). D'altres han estat detectades, però tenen les seves poblacions força fragmentades i ocupen una àrea de distribució reduïda tot i que originàriament en tenien una de més àmplia, seria el cas de l'espínòs (*G. gymnurus*) o la bavosa de riu (*S. fluviatilis*).

A més només el 36% de les comunitats manté una certa integritat biòtica i hi ha més d'un 30% de les localitats mostrejades que o bé estan seques o no tenen peixos. I, per si això no fos suficient, la llista d'espècies exòtiques continua en augment i, tant les existents com les de nova introducció, continuen la seva expansió pel territori. Ara bé, també cal destacar que les millores realitzades principalment en termes de depuració d'aigües al riu de Catalunya, ha suposat que les poblacions existents de peixos autòctons hagin incrementat, en general, el nombre d'efectius a les seves poblacions. Aquestes millores afavoreixen a tota la biota vinculada a aquests ecosistemes aquàtics, tot i que, malauradament, també s'hagi d'incloure a les espècies de peixos introduïdes.

5. Anàlisi de les pressions

L'aproximació estàndard al desenvolupament d'índexos de peixos és relacionar dades o mètriques de peixos amb dades de pressions o alteracions ambientals (per ex. indicadors de degradació de l'hàbitat, d'alteració hidrològica, etc.) per tal de demostrar, com demana la directiva marc de l'aigua, que les alteracions observades en les poblacions de peixos corresponen a alteracions antròpiques de la qualitat físico-química i l'hàbitat. Per això, d'una banda s'han utilitzat els indicadors disponibles a l'ACA a partir del document IMPRESS, sobretot perquè podien reflectir mesures no disponibles al camp (per exemple, registres de contaminació difosa i de alteracions hidrològiques) i perquè sovint corresponien a mesures integrades per a la conca de drenatge del punt de mostreig. D'altra banda s'han utilitzat mesures d'hàbitat obtingudes al camp, que corresponen més a les condicions en el punt i època de mostreig. A l'apartat 5.1 s'analitza les dades IMPRESS proporcionades per l'ACA i a l'apartat 5.2 s'estudia la relació amb les dades locals d'hàbitat al camp, per tal d'obtenir una mesura global de pressió ambiental, que després s'ha utilitzat en els capítols següents per a desenvolupar els índexos basats en peixos.

5.1. Anàlisi de pressions a partir de les dades IMPRESS

Per analitzar les pressions que afecten els diferents punts de mostreig s'han pres les dades de l'anàlisi de pressions i impactes a les masses d'aigua de Catalunya elaborat per l'ACA el 2005 (document IMPRESS – Agència Catalana de l'Aigua, 2005). Aquest document analitza 24 pressions (o activitats antròpiques que poden repercutir sobre l'estat del medi aquàtic) que fan referència a les alteracions morfològiques de la llera, ribes i riberes, l'alteració del règim de cabals, els usos del sòl a les zones inundables, les fonts de contaminació puntuals i les fonts difuses. En general, la informació de partida consistia en informació cartogràfica anterior a l'any 2004. En el document IMPRESS també s'analitzen impactes al medi referents a l'alteració de la qualitat físicoquímica, hidromorfològica i biològica, mesurats amb les dades disponibles fins a l'any 2003.

Les dades de pressions de l'ACA per a les estacions estudiades tenen molts “missing values” (“0” a l'Access original). Per exemple, de les 369 estacions mostrejades de peixos, 262 no tenen dades d'impacte sobre la qualitat físicoquímica de l'aigua (IP_NQ_FQ), 129 no en tenen d'impacte sobre la hidromorfologia (IP_NQ_HM) i 296 de pressió per regulació del flux (RI_RF). Això fa que sigui important analitzar les correlacions per separat i dificulta fer una anàlisi de components principals (PCA) (Fig. 5.1) i utilitzar moltes de les pressions per a les anàlisis.

A la Taula 5.1 es mostra la matriu de coeficients de Spearman, que suggereix que hi ha força correlació entre les pressions, però que la majoria de correlacions són modestes (r_s entre 0,3 i 0,6). Les variables RI_RF (regulació de fluxos) i la pressió global (RI_AP) estan correlacionades amb moltes altres. Les variables amb correlacions més altes semblen RI_DSU (descàrreges de sistemes unitaris), RI_DQO_AC (DQO d'abocaments puntuals) i RI_PT (fòsfor d'abocaments puntuals). Aquestes variables (més relacionades amb la qualitat de l'aigua) són les que destaca l'anàlisi NIPALS (Fig. 5.2), el qual és una PCA que admet valors sense dades (“missing values”). Tant la PCA convencional de les variables amb més dades (Fig. 5.1) com l'anàlisi NIPALS (Fig. 5.2) mostren que l'índex resum de l'ACA del risc d'incompliment de la directiva marc per pressions (RI_AP) és realment un bon resum de les pressions, però que està una mica més relacionat amb la qualitat físico-química –que té més variables representades al conjunt de dades– i menys amb la qualitat hidromorfològica (Fig. 5.3).



Taula 5.1. Coeficients de correlació de Spearman de les pressions del document IMPRESS de l'ACA. Per les sigles de les pressions, consulteu el document IMPRESS (ACA, 2005).

	RI_PRS	RI_END	RI_PC	RI_RF	RI_PMN	RI_PINZU	RI_PINEX	RI_PINFO	RI_ED_PT	RI_PT_AC	RI_ED_DQO
RI_PRS	1,000	0,464	0,18	-0,02	-0,048	0,439	0,37	0,329	-2e-02	0,087	-0,001
RI_END	0,464	1,000	0,10	-0,31	-0,208	0,669	0,21	0,006	9e-02	0,140	0,060
RI_PC	0,177	0,100	1,00	0,38	-0,374	0,024	0,29	0,324	2e-01	0,218	0,196
RI_RF	-0,016	-0,310	0,38	1,00	-0,417	-0,469	-0,18	-0,119	-6e-01	-0,517	-0,524
RI_PMN	-0,048	-0,208	-0,37	-0,42	1,000	-0,003	-0,40	-0,083	-6e-02	-0,002	-0,099
RI_PINZU	0,439	0,669	0,02	-0,47	-0,003	1,000	0,14	-0,079	3e-01	0,337	0,325
RI_PINEX	0,373	0,210	0,29	-0,18	-0,402	0,144	1,00	0,492	2e-01	0,185	0,211
RI_PINFO	0,329	0,006	0,32	-0,12	-0,083	-0,079	0,49	1,000	-8e-02	-0,132	-0,054
RI_ED_PT	-0,016	0,087	0,19	-0,56	-0,057	0,333	0,20	-0,082	1e+00	0,894	0,965
RI_PT_AC	0,087	0,140	0,22	-0,52	-0,002	0,337	0,19	-0,132	9e-01	1,000	0,856
RI_ED_DQO	-0,001	0,060	0,20	-0,52	-0,099	0,325	0,21	-0,054	1e+00	0,856	1,000
RI_IND_DQO	-0,011	0,036	0,28	-0,44	-0,091	0,184	0,22	0,052	5e-01	0,415	0,462
RI_ANS	-0,175	-0,110	0,30	-0,35	0,112	0,096	-0,07	-0,115	6e-01	0,478	0,594
RI_DQO_AC	0,132	0,167	0,42	-0,35	-0,203	0,316	0,16	0,032	7e-01	0,811	0,722
RI_DSU	-0,126	0,199	0,22	-0,25	0,076	0,344	0,13	0,027	9e-01	0,789	0,856
RI_PI	0,018	0,114	0,20	-0,46	-0,021	0,190	0,20	0,067	4e-01	0,303	0,404
RI_ARU	0,842	0,129	0,35	-0,36	0,366	0,306	0,04	0,442	5e-02	0,015	0,047
RI_ARI	0,214	0,280	0,67	-0,14	-0,500	0,673	0,10	0,048	2e-02	0,071	0,225
RI_UU	0,429	0,587	0,27	-0,33	-0,245	0,677	0,37	0,088	3e-01	0,450	0,349
RI_UAA	0,312	-0,032	-0,16	-0,08	0,282	0,333	0,01	0,566	-2e-01	-0,210	-0,118
RI_UAB	0,175	0,311	0,05	0,19	-0,159	-0,111	-0,04	-0,100	-2e-01	-0,090	-0,180
RI_UAC	-0,004	-0,189	0,16	0,49	0,087	-0,216	-0,43	-0,116	-1e-01	-0,019	-0,069
RI_UAD	NA	-0,700	-0,80	-0,80	NA	-0,314	0,40	-1,000	-4e-01	-0,464	-0,371
RI_DJ	-0,055	0,082	0,32	0,39	-0,338	-0,092	0,08	0,270	-3e-02	-0,056	-0,042
RI_EXN	-0,177	-0,254	0,10	0,53	0,104	-0,447	-0,26	-0,040	-1e-01	-0,068	-0,147
RI_FE	0,489	0,447	0,05	-0,43	-0,087	0,407	0,41	0,132	4e-01	0,387	0,401
RI_SC	0,373	0,342	0,23	-0,65	0,153	0,506	0,58	0,104	3e-01	0,370	0,234
RI_VC	0,435	0,403	0,06	-0,41	-0,076	0,416	0,23	0,072	3e-01	0,387	0,265
RI_ZM	0,468	0,256	0,27	0,05	-0,324	0,183	0,49	0,182	6e-02	0,199	0,089
RI_RS	0,196	0,018	-0,66	0,74	-0,604	0,182	-0,14	-0,100	2e-01	-0,510	0,083
RI_AP	0,233	0,301	0,44	0,32	-0,234	0,319	0,07	-0,012	4e-01	0,476	0,443
IC_SP	0,135	0,124	-0,10	-0,02	0,170	0,177	-0,05	-0,173	2e-01	0,214	0,270
IC_VP	-0,086	-0,103	-0,02	-0,09	0,035	0,086	-0,02	-0,097	2e-01	0,374	0,256
IC_PP	-0,121	-0,117	0,13	-0,02	-0,051	0,093	0,14	NA	1e-04	0,043	-0,007
IP_NQ_FQ	-0,052	0,283	0,02	-0,60	0,298	0,311	-0,03	-0,180	8e-01	0,750	0,746
IP_NQ_HM	0,183	0,334	0,05	-0,29	0,055	0,285	-0,10	-0,161	2e-01	0,334	0,259

	RI_IND_DQO	RI_ANS	RI_DQO_AC	RI_DSU	RI_PI	RI_ARU	RI_ARI	RI_UU	RI_UAA	RI_UAB	RI_UAC	RI_UAD
RI_PRS	-0,01	-0,175	1e-01	-0,13	2e-02	0,84	0,21	0,429	0,31	0,175	-0,004	NA
RI_END	0,04	-0,110	2e-01	0,20	1e-01	0,13	0,28	0,587	-0,03	0,311	-0,189	-0,70
RI_PC	0,28	0,299	4e-01	0,22	2e-01	0,35	0,67	0,272	-0,16	0,051	0,157	-0,80
RI_RF	-0,44	-0,347	-3e-01	-0,25	-5e-01	-0,36	-0,14	-0,331	-0,08	0,192	0,485	-0,80
RI_PMN	-0,09	0,112	-2e-01	0,08	-2e-02	0,37	-0,50	-0,245	0,28	-0,159	0,087	NA
RI_PINZU	0,18	0,096	3e-01	0,34	2e-01	0,31	0,67	0,677	0,33	-0,111	-0,216	-0,31
RI_PINEX	0,22	-0,074	2e-01	0,13	2e-01	0,04	0,10	0,369	0,01	-0,044	-0,433	0,40
RI_PINFO	0,05	-0,115	3e-02	0,03	7e-02	0,44	0,05	0,088	0,57	-0,100	-0,116	-1,00
RI_ED_PT	0,48	0,608	7e-01	0,87	4e-01	0,05	0,02	0,344	-0,21	-0,169	-0,124	-0,43
RI_PT_AC	0,42	0,478	8e-01	0,79	3e-01	0,01	0,07	0,450	-0,21	-0,090	-0,019	-0,46
RI_ED_DQO	0,46	0,594	7e-01	0,86	4e-01	0,05	0,23	0,349	-0,12	-0,180	-0,069	-0,37
RI_IND_DQO	1,00	0,502	6e-01	0,69	9e-01	-0,15	-0,43	0,277	-0,09	0,032	-0,059	-0,71
RI_ANS	0,50	1,000	7e-01	0,86	4e-01	-0,03	0,40	0,290	0,08	-0,183	0,211	-0,43
RI_DQO_AC	0,56	0,706	1e+00	0,78	4e-01	-0,11	0,55	0,617	-0,09	0,008	0,242	-0,60
RI_DSU	0,69	0,858	8e-01	1,00	6e-01	0,02	0,07	0,522	-0,19	-0,200	-0,260	-0,80
RI_PI	0,89	0,375	4e-01	0,64	1e+00	-0,39	-0,40	0,281	-0,04	0,122	-0,126	-0,54
RI_ARU	-0,15	-0,028	-1e-01	0,02	-4e-01	1,00	NA	0,549	0,60	0,061	-0,167	-1,00
RI_ARI	-0,43	0,398	5e-01	0,07	-4e-01	NA	1,00	0,571	NA	-0,168	-0,451	NA
RI_UU	0,28	0,290	6e-01	0,52	3e-01	0,55	0,57	1,000	-0,04	0,244	-0,002	0,03
RI_UAA	-0,09	0,077	-9e-02	-0,19	-4e-02	0,60	NA	-0,042	1,00	-0,233	-0,223	NA
RI_UAB	0,03	-0,183	8e-03	-0,20	1e-01	0,06	-0,17	0,244	-0,23	1,000	0,084	-0,09
RI_UAC	-0,06	0,211	2e-01	-0,26	-1e-01	-0,17	-0,45	-0,002	-0,22	0,084	1,000	-0,49
RI_UAD	-0,71	-0,429	-6e-01	-0,80	-5e-01	-1,00	NA	0,029	NA	-0,086	-0,486	1,00
RI_DJ	-0,01	0,116	1e-01	0,06	7e-02	0,30	0,12	0,120	0,32	0,168	-0,135	-0,54
RI_EXN	-0,01	0,031	8e-02	-0,30	-3e-02	-0,22	-0,40	-0,049	-0,17	0,199	0,401	0,54
RI_FE	0,11	0,011	3e-01	0,08	-2e-02	0,53	0,57	0,632	-0,13	0,059	-0,083	-1,00
RI_SC	0,24	0,083	4e-01	0,16	1e-01	0,43	0,48	0,636	-0,02	-0,027	0,046	-0,40
RI_VC	0,18	0,121	4e-01	0,31	2e-01	0,31	0,67	0,581	-0,36	0,193	0,048	0,60
RI_ZM	-0,03	0,003	3e-01	0,03	4e-05	0,31	0,52	0,473	-0,30	0,189	0,052	1,00
RI_RS	-0,41	0,261	-4e-01	-0,20	-2e-02	NA	NA	-0,451	NA	-0,363	-0,517	NA
RI_AP	0,30	0,343	6e-01	0,75	3e-01	0,13	0,13	0,663	-0,04	0,105	0,318	0,09
IC_SP	0,10	0,180	3e-01	0,14	1e-01	-0,31	-0,41	0,240	-0,15	-0,164	0,253	0,00
IC_VP	0,09	0,067	3e-01	0,17	9e-02	0,47	-0,17	0,177	-0,05	0,058	0,297	-0,26
IC_PP	-0,04	-0,110	-8e-04	-0,05	-6e-02	NA	NA	-0,019	-0,06	0,089	-0,113	NA



IP_NQ_FQ	0,31	0,394	7e-01	0,68	2e-01	0,06	0,12	0,544	-0,21	-0,086	0,055	NA
IP_NQ_HM	0,19	0,117	5e-01	0,29	2e-01	-0,25	0,40	0,514	-0,33	0,150	0,227	0,00

	RI_DJ	RI_EXN	RI_FE	RI_SC	RI_VC	RI_ZM	RI_RS	RI_AP	IC_SP	IC_VP	IC_PP	IP_NQ_FQ	IP_NQ_HM
RI_PRS	-0,06	-0,18	0,49	0,373	0,44	5e-01	0,20	0,23	0,135	-0,09	-1e-01	-0,05	0,18
RI_END	0,08	-0,25	0,45	0,342	0,40	3e-01	0,02	0,30	0,124	-0,10	-1e-01	0,28	0,33
RI_PC	0,32	0,10	0,05	0,228	0,06	3e-01	-0,66	0,44	-0,101	-0,02	1e-01	0,02	0,05
RI_RF	0,39	0,53	-0,43	-0,651	-0,41	5e-02	0,74	0,32	-0,017	-0,09	-2e-02	-0,60	-0,29
RI_PMN	-0,34	0,10	-0,09	0,153	-0,08	-3e-01	-0,60	-0,23	0,170	0,03	-5e-02	0,30	0,05
RI_PINZU	-0,09	-0,45	0,41	0,506	0,42	2e-01	0,18	0,32	0,177	0,09	9e-02	0,31	0,28
RI_PINEX	0,08	-0,26	0,41	0,576	0,23	5e-01	-0,14	0,07	-0,046	-0,02	1e-01	-0,03	-0,10
RI_PINFO	0,27	-0,04	0,13	0,104	0,07	2e-01	-0,10	-0,01	-0,173	-0,10	NA	-0,18	-0,16
RI_ED_PT	-0,03	-0,14	0,39	0,267	0,27	6e-02	0,18	0,41	0,230	0,21	1e-04	0,77	0,24
RI_PT_AC	-0,06	-0,07	0,39	0,370	0,39	2e-01	-0,51	0,48	0,214	-0,37	4e-02	0,75	0,33
RI_ED_DQO	-0,04	-0,15	0,40	0,234	0,27	9e-02	0,08	0,44	0,270	0,26	-7e-03	0,75	0,26
RI_IND_DQO	-0,01	-0,01	0,11	0,240	0,18	-3e-02	-0,41	0,30	0,101	0,09	-4e-02	0,31	0,19
RI_ANS	0,12	0,03	0,01	0,083	0,12	3e-03	0,26	0,34	0,180	0,07	-1e-01	0,39	0,12
RI_DQO_AC	0,13	0,08	0,28	0,419	0,40	3e-01	-0,41	0,65	0,272	0,33	-8e-04	0,69	0,46
RI_DSU	0,06	-0,30	0,08	0,158	0,31	3e-02	-0,20	0,75	0,135	0,17	-5e-02	0,68	0,29
RI_PI	0,07	-0,03	-0,02	0,128	0,18	4e-05	-0,02	0,26	0,140	0,09	-6e-02	0,22	0,21
RI_ARU	0,30	-0,22	0,53	0,429	0,31	3e-01	NA	0,13	-0,307	0,47	NA	0,06	-0,25
RI_ARI	0,12	-0,40	0,57	0,483	0,67	5e-01	NA	0,13	-0,412	-0,17	NA	0,12	0,40
RI_UU	0,12	-0,05	0,63	0,636	0,58	5e-01	-0,45	0,66	0,240	0,18	-2e-02	0,54	0,51
RI_UAA	0,32	-0,17	-0,13	-0,024	-0,36	-3e-01	NA	-0,04	-0,155	-0,05	-6e-02	-0,21	-0,33
RI_UAB	0,17	0,20	0,06	-0,027	0,19	2e-01	-0,36	0,11	-0,164	0,06	9e-02	-0,09	0,15
RI_UAC	-0,13	0,40	-0,08	0,046	0,05	5e-02	-0,52	0,32	0,253	0,30	-1e-01	0,05	0,23
RI_UAD	-0,54	0,54	-1,00	-0,400	0,60	1e+00	NA	0,09	0,000	-0,26	NA	NA	0,00
RI_DJ	1,00	0,10	-0,10	-0,175	-0,08	8e-02	0,52	0,21	-0,169	0,14	-1e-01	-0,01	0,07
RI_EXN	0,10	1,00	-0,26	-0,344	0,03	-7e-02	-0,24	0,22	-0,087	0,13	-5e-02	-0,06	0,08
RI_FE	-0,10	-0,26	1,00	0,633	0,48	3e-01	-0,80	0,20	-0,095	0,39	-2e-01	0,58	0,42
RI_SC	-0,17	-0,34	0,63	1,000	0,57	2e-01	-0,94	0,10	0,007	-0,16	3e-01	0,26	0,48
RI_VC	-0,08	0,03	0,48	0,573	1,00	4e-01	-0,52	0,38	0,192	0,09	-3e-02	0,44	0,42
RI_ZM	0,08	-0,07	0,29	0,211	0,36	1e+00	0,24	0,40	0,292	0,13	-5e-02	0,16	0,30
RI_RS	0,52	-0,24	-0,80	-0,943	-0,52	2e-01	1,00	0,02	0,082	0,40	-2e-01	-0,11	-0,02
RI_AP	0,21	0,22	0,20	0,103	0,38	4e-01	0,02	1,00	0,338	0,20	-5e-02	0,49	0,56
IC_SP	-0,17	-0,09	-0,10	0,007	0,19	3e-01	0,08	0,34	1,000	0,08	-1e-01	0,38	0,37
IC_VP	0,14	0,13	0,39	-0,157	0,09	1e-01	0,40	0,20	0,076	1,00	9e-02	0,48	0,23
IC_PP	-0,12	-0,05	-0,20	0,302	-0,03	-5e-02	-0,25	-0,05	-0,111	0,09	1e+00	-0,07	-0,06
IP_NQ_FQ	-0,01	-0,06	0,58	0,259	0,44	2e-01	-0,11	0,49	0,378	0,48	-7e-02	1,00	0,60
IP_NQ_HM	0,07	0,08	0,42	0,481	0,42	3e-01	-0,02	0,56	0,374	0,23	-6e-02	0,60	1,00

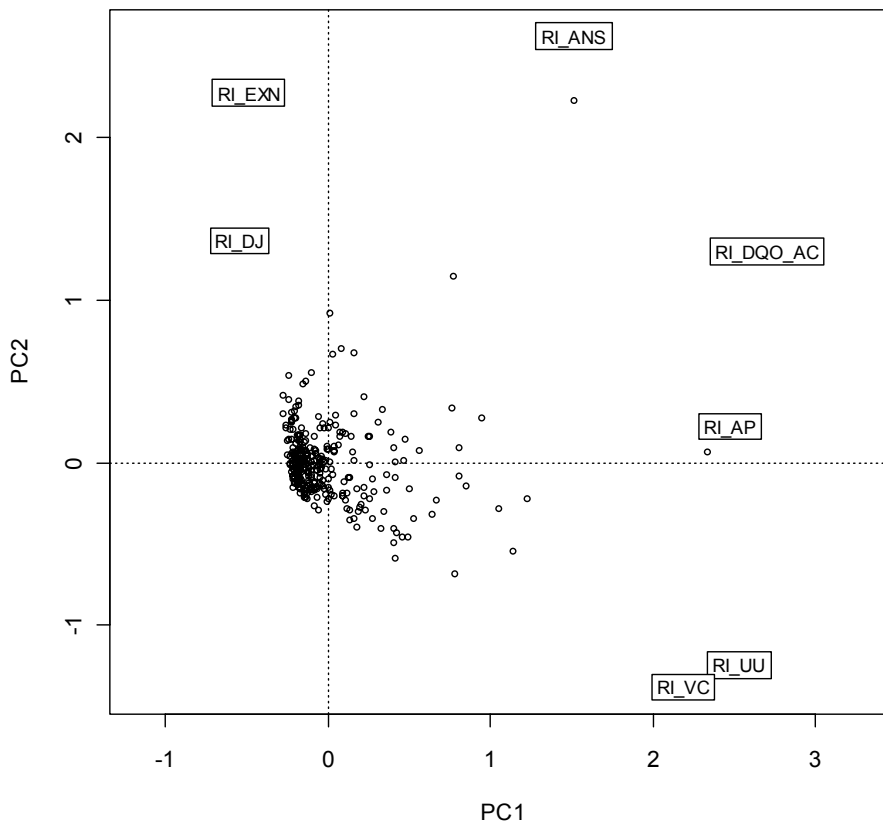


Fig. 5.1. Anàlisi de components principals (PCA) de les 7 variables variables que tenen menys de 100 "missing values" ($n = 298$). Eigenvalues 2,535 i 1,238. Proporció de variació explicada 0,362 i 0,177.

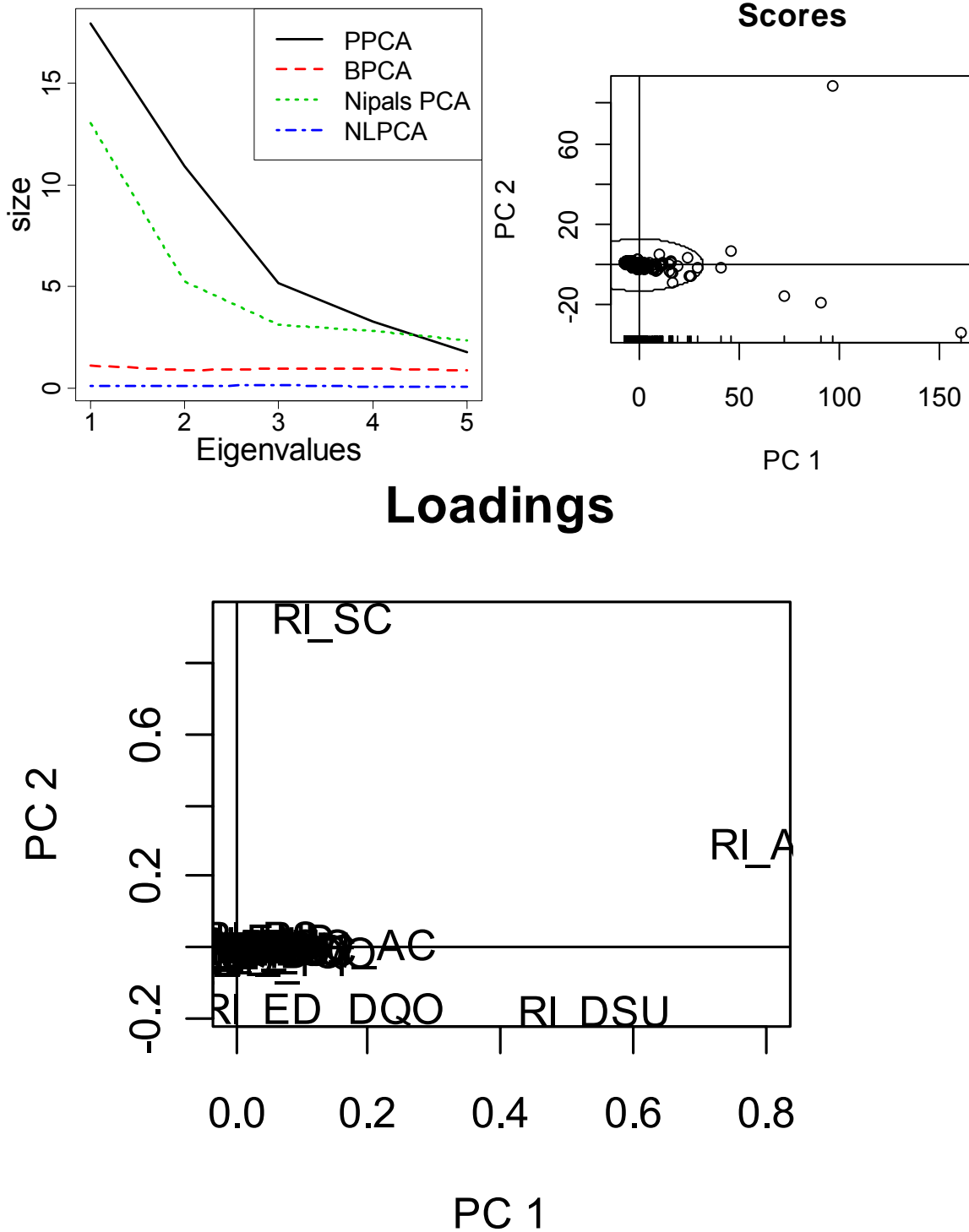


Fig. 5.2. Anàlisi de components principals NIPALS de totes les variables. Proporció de variació explicada 0,717 i 0,112.

Taula 5.2. Pesos factorials (loadings) de les variables segons l'anàlisi de components principals NIPALS. Per les sigles de les pressions, consulteu el document IMPRESS (ACA, 2005).

	PC1	PC2	PC3	PC4
RI_AP	0,81	0,29	-0,10	-0,35
RI_DSU	0,54	-0,18	0,04	0,14
RI_SC	0,15	0,92	-0,01	0,02
RI_ED_DQO	0,13	-0,17	-0,41	0,06
RI_DQO_AC	0,12	0,01	-0,66	0,01
RI_RS	0,04	0,03	-0,12	-0,92
RI_END	0,04	0,03	-0,04	0,01
RI_PT_AC	0,03	-0,01	-0,10	0,02
RI_UU	0,03	0,02	-0,05	0,06
RI_ED_PT	0,03	-0,04	-0,08	0,01
RI_IND_DQO	0,02	-0,01	-0,56	-0,03
IP_NQ_FQ	0,01	0,00	-0,04	0,01
RI_ARU	0,01	0,01	0,05	0,01
IP_NQ_HM	0,01	0,00	-0,03	0,01
RI_ANS	0,01	0,00	-0,05	0,00
IC_SP	0,01	0,01	-0,02	0,00
RI_PINZU	0,01	-0,01	0,00	0,00
RI_PC	0,01	0,00	-0,03	-0,04
RI_PI	0,01	0,00	-0,17	-0,01
RI_VC	0,00	0,00	-0,01	0,01
RI_PRS	0,00	0,00	0,01	0,01
RI_ZM	0,00	0,00	-0,01	0,00
RI_FE	0,00	0,00	0,00	0,00
RI_PMN	0,00	0,00	0,00	0,01
RI_PINEX	0,00	0,00	0,00	0,00
RI_RF	0,00	0,01	0,01	-0,04
IC_VP	0,00	-0,01	-0,02	0,00
RI_UAD	0,00	0,00	0,00	0,00
RI_ARI	0,00	0,00	0,00	0,00
RI_UAA	0,00	0,00	0,00	0,00
RI_UAC	0,00	0,00	-0,01	0,00
RI_UAB	0,00	0,00	-0,01	0,00
IC_PP	0,00	0,00	0,00	0,00
RI_DJ	0,00	0,00	0,00	-0,01
RI_PINFO	0,00	0,00	0,01	0,00
RI_EXN	0,00	0,00	0,00	-0,01

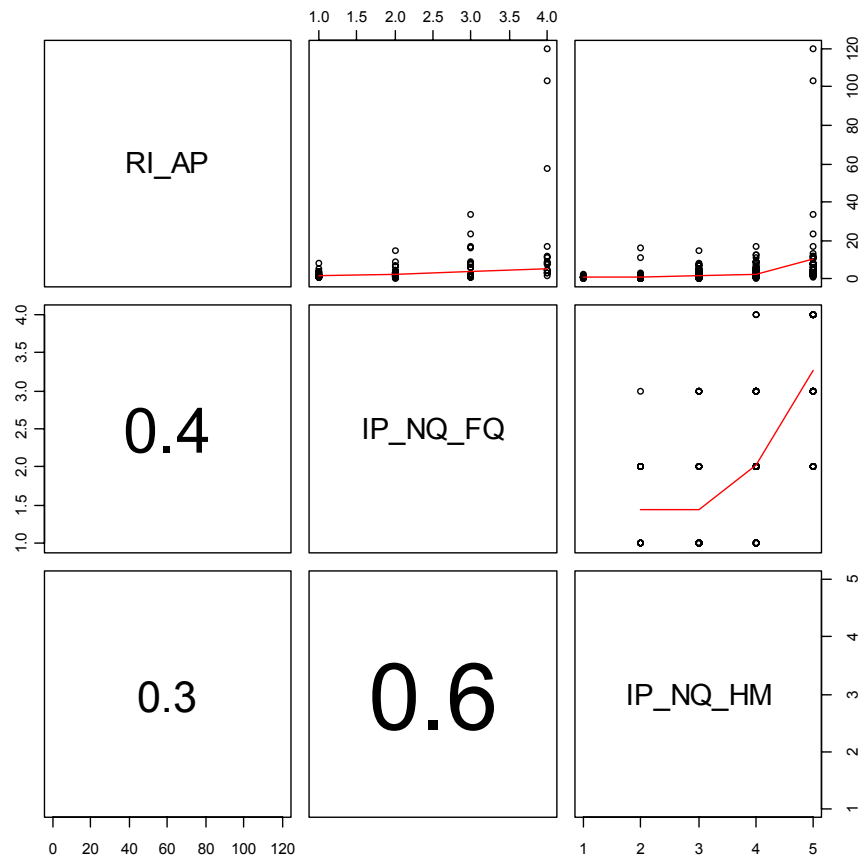


Fig. 5.3. Relació entre els resums de pressions. El valor del mig de la figura és el coeficient de correlació de Pearson i la corba en vermell una corba *loess*.

5.2. Anàlisi de pressions afegint les dades de camp

S'ha seguit Pont et al. (2006) i Grenouillet et al. (2007) per definir el conjunt de calibració (baixa pressió) com els llocs on cap de les pressions existents en el moment del mostreig era superior a 2 en una escala de 1 a 5. Les classes de les pressions per a la físico-química segueixen a Degerman et al. (2007). A continuació es mostra el nombre d'estacions que es pot considerar com a "menys impactada", a partir de l'acumulació de criteris:

Indicador de pressió afegit (seqüència)	Nombre d'estacions "menys impactades" (que queden)
REFERENCE = "Y"	89
SUM_IMP<2	62
RI_AP ≤ 0.8	55
TOTAL ≥ 0.7	55
QUA_PH ≥ 6	54
QUA_OXI.MG.L. ≥ 5	51
QUA_OXI... ≥ 79.999	49
QUA_NH4 ≤ 0.8	49

on

SUM_IMP=IMP_CVIS+IMP_ATER+IMP_OLOR+IMP_PNEG+IMP_CAN+IMP_ERO+IMP_OHID+IMP_CARR, TOTAL és la puntuació global del Rapid Bioassessment i REFERENCE és la consideració de referència a l'Impress.

És a dir, de les 369 estacions estudiades, 49 complien totes aquestes condicions (de les quals a 34 es va pescar). Aquests indicadors de pressions, excepte en part el pH, estan correlacionats significativament (Taula 5.3, Fig. 5.5), encara que les correlacions són relativament febles i per tant és millor considerar-ne diversos.

Taula 5.3. Coeficients de correlació de Spearman entre les pressions mesurades al camp i RI_AP (transformat logarítmicament).

	SUM_IMP	lg_RI_AP	TOTAL	QUA_OXI, MG, L,	QUA_NH4	QUA_PH
SUM_IMP	1,00	0,39	-0,48	-0,20	0,39	0,03
lg_RI_AP	0,39	1,00	-0,37	-0,21	0,45	0,05
TOTAL	-0,48	-0,37	1,00	0,21	-0,30	-0,12
QUA_OXI, MG, L,	-0,20	-0,21	0,21	1,00	-0,24	0,14
QUA_NH4	0,39	0,45	-0,30	-0,24	1,00	-0,10
QUA_PH	0,03	0,05	-0,12	0,14	-0,10	1,00

n	SUM_IMP	lg_RI_AP	TOTAL	QUA_OXI, MG, L,	QUA_NH4	QUA_PH
SUM_IMP	369	309	308	306	306	304
lg_RI_AP	309	369	313	308	308	306
TOTAL	308	313	369	307	307	305
QUA_OXI, MG, L,	306	308	307	369	307	306
QUA_NH4	306	308	307	307	369	305
QUA_PH	304	306	305	306	305	369

P	SUM_IMP	lg_RI_AP	TOTAL	QUA_OXI, MG, L,	QUA_NH4	QUA_PH
SUM_IMP		0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,5799
lg_RI_AP	0,0000		0,0000	0,0002	0,0000	0,3568
TOTAL	0,0000	0,0000		0,0002	0,0000	0,0352
QUA_OXI, MG, L,	0,0005	0,0002	0,0002		0,0000	0,0147
QUA_NH4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,0723
QUA_PH	0,5799	0,3568	0,0352	0,0147	0,0723	

Una anàlisi de components principals (PCA) d'aquestes variables resumeix el 56% de la variació (Fig. 5.4). El primer eix del PCA (PC1) té bona relació, força lineal, amb les diferents variables que el formen, sobretot amb SUM_IMP, RI_AP i TOTAL (Fig. 5.5)

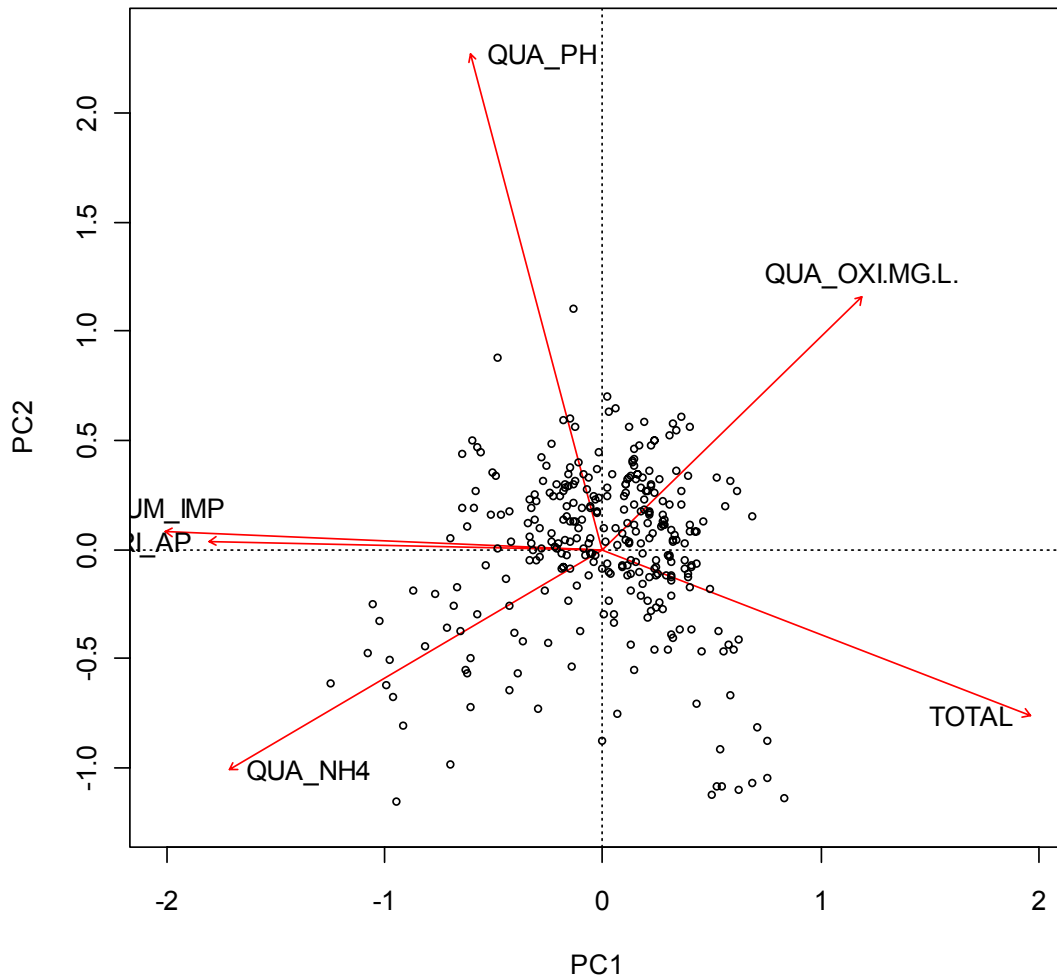


Fig. 5.4. Anàlisi de components principals (PCA) de les pressions mesurades al camp i RI_AP. Eigenvalues 2,232 i 1,140. Proporció de variació explicada 0,372 i 0,190.

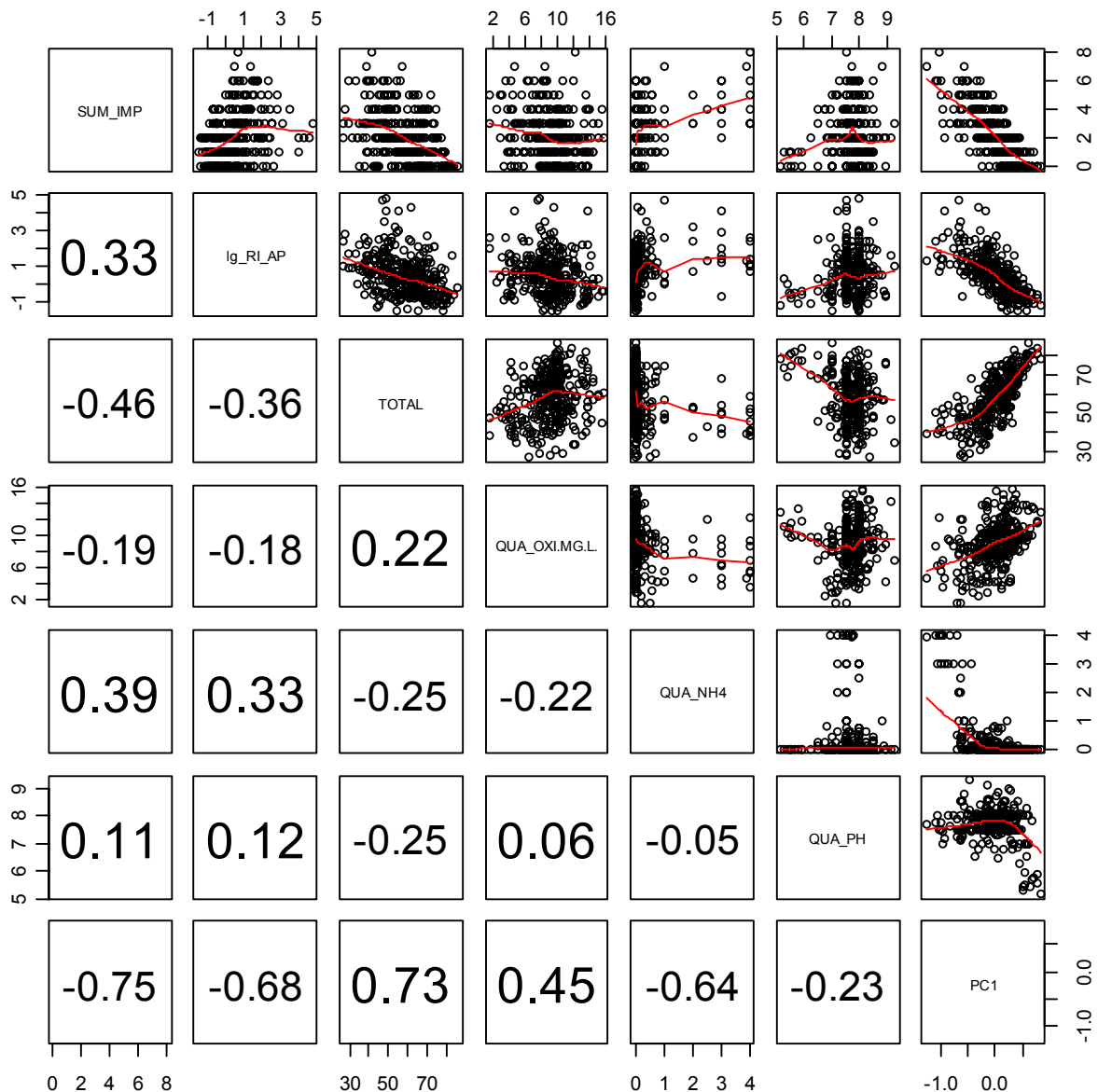


Fig. 5.5. Relació entre les pressions mesurades al camp, RI_AP i el primer component del PCA (PC1). El valor del mig de la figura és el coeficient de correlació de Pearson i la corba en vermell una corba *loess*.

Un aspecte a destacar és que RI_AP (o el logaritme) es disposa de les 369 masses d'aigua, mentre que de les altres variables hi ha uns 56-66 missings (bàsicament per ser punts secs). PC1 sembla una bona mesura de pressió global, en els casos en què es pugui calcular (la majoria dels pescats). Un problema per la modelització —encara que no hauria d'afectar molt, ja que (com al FAME) la relació de les mètriques amb l'altitud s'extrapolarà a llocs de poca altitud— és que hi ha menys llocs poc pertorbats a poca altitud (Fig. 5.6-5.9).

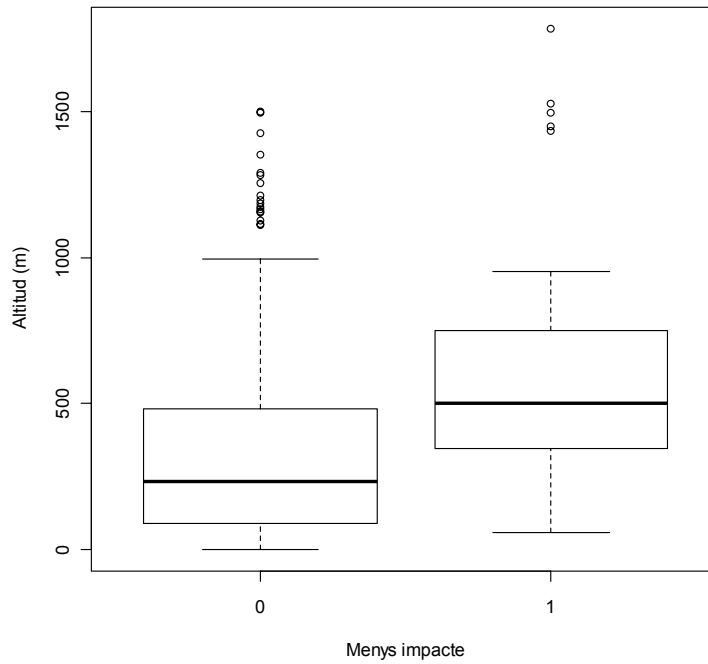


Fig. 5.6. Distribució altitudinal de les estacions menys impactades (menys impacte = 1) respecte les impactades (menys impacte = 0).

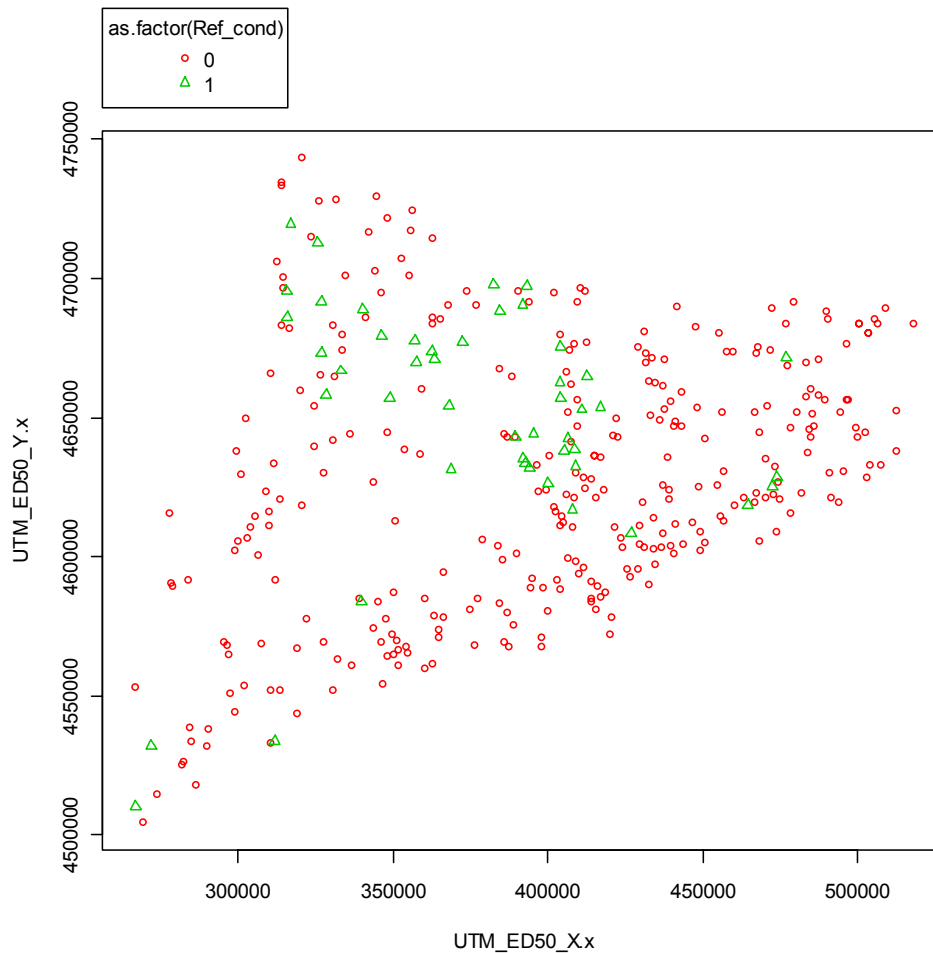


Fig. 5.7. Distribució geogràfica de les estacions menys impactades (triangles verds) respecte les impactades (vermell).

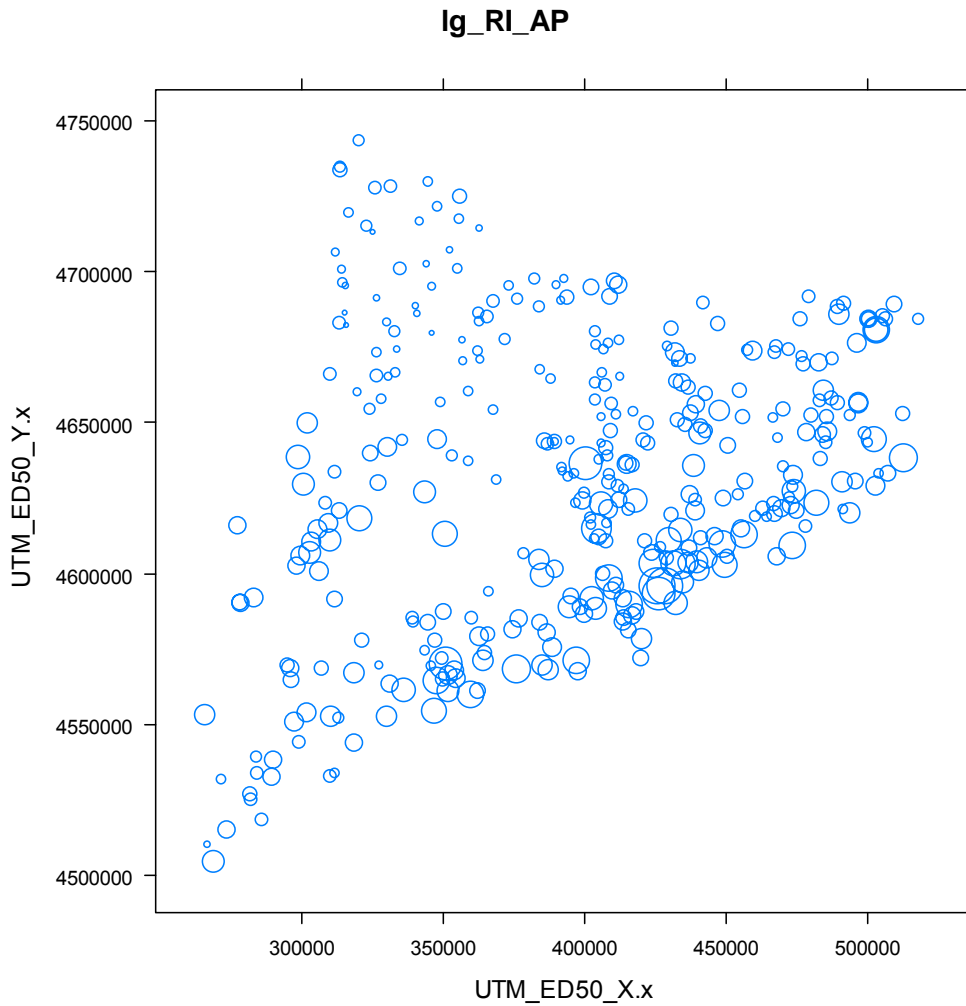


Fig. 5.8. Distribució geogràfica del risc d'incompliment de la directiva marc per pressions (RI_AP). La mida del cercle és proporcional a RI_AP.

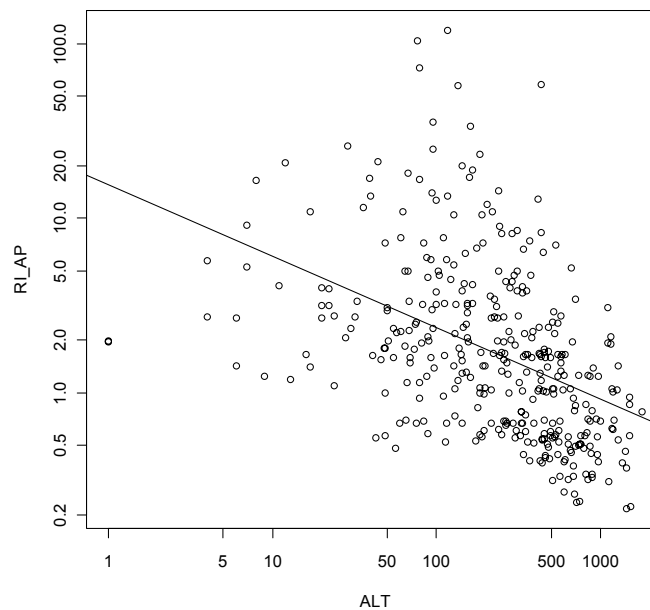


Fig. 5.9. Relació lineal entre el risc d'incompliment de la directiva marc per pressions (RI_AP) i l'altitud (ALT en metres). $\log_{10}(\text{RI_AP}) = 1,19253 - 0,41018 \log_{10}(\text{ALT})$; $r^2 = 0,1993$; $n = 361$; $p\text{-value} < 2,2e-16$.

Una anàlisi de partició de la variància (Peres-Neto et al., 2006, Oksanen et al., 2009) per a les mètriques de percentatges mostra que quasi no hi ha l'efecte pur (0,007%) de les pressions (PC1) sinó que aquestes tenen una forta component espacial (que explica el 12% de la variació del conjunt de mètriques) (Fig. 5.10).

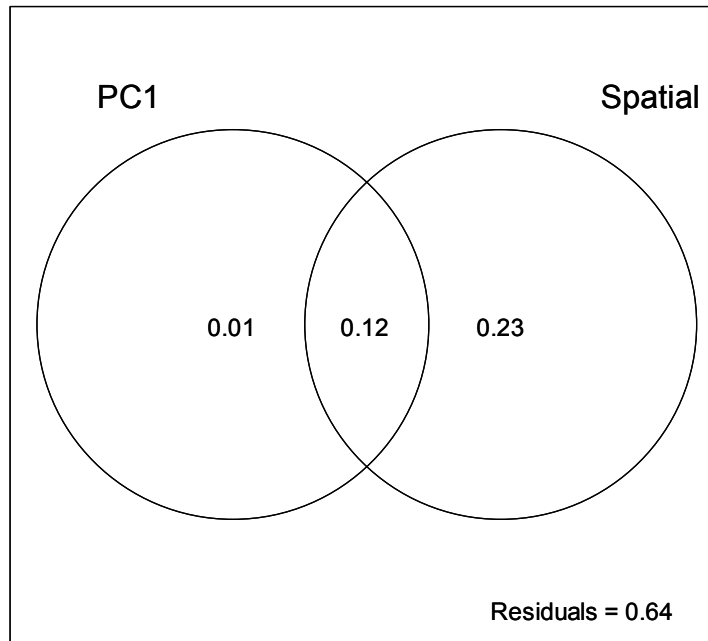


Fig. 5.10. Anàlisi de partició de la variància de les mètriques de percentatge respecte les pressions (PC1) i la fisiografia.

6. Introducció al desenvolupament dels índexs

S'han mostrejat 364 estacions de les quals a 8 no s'hi va pescar degut a un cabal excessiu i 45 estaven seques (Fig. 7.22). De les 311 a on s'hi va pescar, 235 tenien peixos i en 76 d'elles no s'hi va capturar cap peix (Fig. 7.24).

A les estacions on s'ha pescat, el nombre d'espècies totals (NST) anava de 0 a 13 (mediana = 2, mitjana = 2,3) (Fig. 6.1), el nombre d'espècies natives (NSN) anava de 0 a 8 (mediana = 1, mitjana = 1,4) (Fig. 6.2), i el nombre d'espècies introduïdes (NSI) anava de 0 a 10 (mediana = 0, mitjana = 0,82).

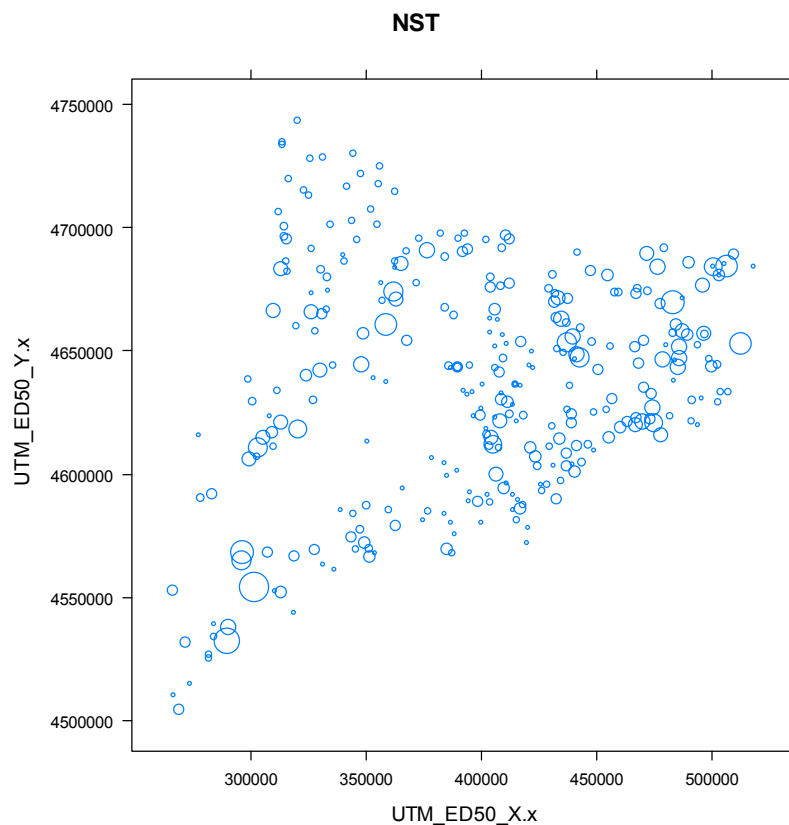


Fig. 6.1. Distribució geogràfica del nombre d'espècies totals (NST) a les estacions mostrejades. La mida del cercle és proporcional a NST.

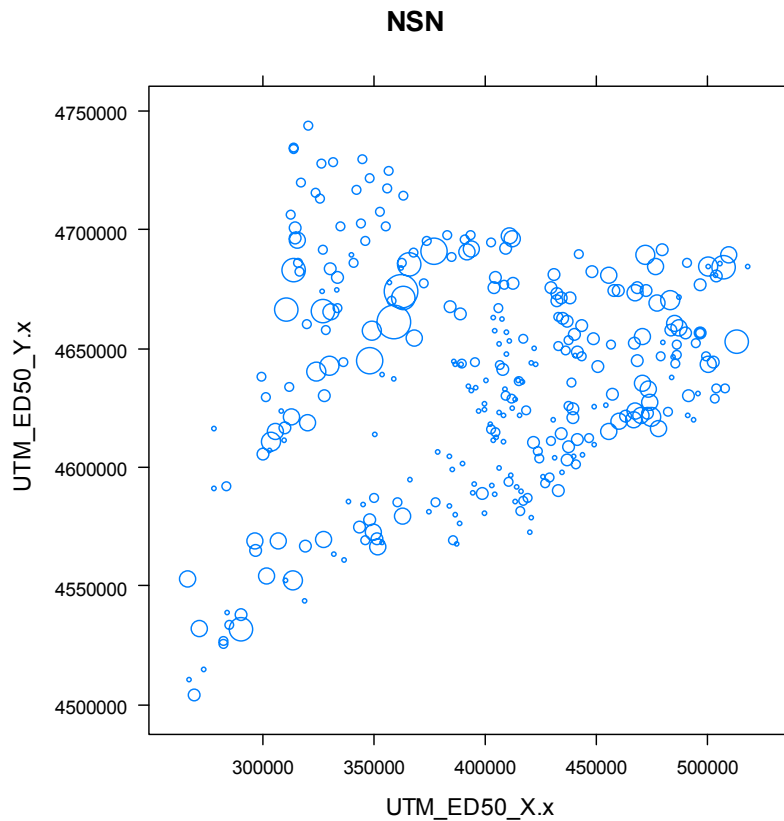


Fig. 6.2. Distribució geogràfica del nombre d'espècies natives (NSN) a les estacions mostrejades. La mida del cercle és proporcional a NSN.

A continuació es mostra el treball de desenvolupament dels índexs. En el capítol 7 es descriu el desenvolupament d'un índex predictiu a partir d'una aproximació espacialment explícita (*site-specific approach*) (IBICAT2a), en el capítol 8 una aproximació basada en la tipologia de l'ACA (IBICAT2b) i en el capítol 10 una altra aproximació tipològica (*environmentally-based type-specific approach*) basada en la distribució històrica dels tipus funcionals (guilds) de les espècies natives (IBICAT₂₀₁₀). Com s'explica més endavant, el desenvolupament de l'índex predictiu no ha estat prou satisfactori perquè pel baix nombre de dades (especialment d'estacions poc impactades) els models no s'han pogut validar i les mètriques en què es basa l'índex no són prou diverses. La comparació d'aquests índexs amb altres índexs biòtics i el seu refinament amb més dades permetrà escollir quin és més útil.

Els tres índexs proposats s'han basat en l'estatus de les espècies com a autòctones o introduïdes a les diferents conques fluvials (Taula 6.1), així com en els tipus funcionals (guilds) per a les espècies autòctones i per les introduïdes capturades (Taula 6.2).

Pel que fa a les mètriques generals, s'ha realitzat un repàs bibliogràfic dels principals IBIs publicats en diferents països així com treballs publicats per part de diferents agències del medi ambient. S'han recollit tant les mètriques que s'han incorporat en els diferents IBIs com mètriques que han estat testades encara que finalment no han quedat incorporades. Tot i així, la majoria de les mètriques seleccionades han estat mètriques que han donat resultats significatius en els treballs revisats (Taula 6.3).



A partir del treball bibliogràfic anterior, s'han calculat i emprat pel disseny dels índexs presentats en aquest treball les mètriques corresponents per al total d'espècies presents, per les espècies natives i per les espècies introduïdes.

Les mètriques testades estadísticament han estat, doncs, molt nombroses, un total de 199, perquè es pretenia compensar la baixa riquesa de peixos de Catalunya amb mètriques basades en estructures d'edats o mides, i variables sobre l'estat de salut dels peixos. Les mètriques s'han organitzat en les quatre categories considerades en l'IBI original (Taula 6.4): composició d'espècies i diversitat, composició tròfica, abundància i condició dels peixos. Les mateixes mètriques s'han calculat per les espècies natives, per les introduïdes o bé pel total d'espècies (natives, introduïdes i espècies sense estatus definit). Així mateix, moltes de les mètriques s'han calculat pel nombre d'espècies, el nombre d'individus i la biomassa, tant en nombres absoluts com en percentatges. Pel que fa a les mètriques més innovadores, que s'han desenvolupat en aquest treball per tal d'augmentar el nombre de mètriques que potencialment poden sortir significatives, han estat bàsicament: longitud mitjana, variància de la longitud, coeficient d'asimetria de la longitud i coeficient de curtosi de la longitud. Aquestes mètriques s'han calculat per espècies àmpliament distribuïdes als rius catalans: truita comuna, bagra i barb de muntanya/barb cua-roig. L'objectiu d'aquestes mètriques és detectar possibles efectes (del valor d'impacte) en l'estructura de la població.

Finalment, l'índex suggerit al capítol 11 no és pròpiament un IBI (que mesura la salut de l'ecosistema) sinó que pretén indicar més el grau de conservació de la comunitat de peixos i de l'ecosistema i es dona aquí com un índex alternatiu. Com es discuteix en aquell capítol, en un rierol on originalment no hi havia peixos i s'ha repoblat amb truita (no autòctona), si hi ha una contaminació aguda puntual (o una activitat de restauració amb extracció de les truites) els índexs IBICAT haurien de disminuir mentre que l'ICP hauria d'augmentar.



Taula 6.1. Llistat d'espècies natives i introduïdes per conques (A = espècies autòctona, I = espècie introduïda).

Conques fluvials: Gr) Arriu Garona; Sn) Riu de la Sénia; E) l'Ebre; Rc) Riera de Riudecanyes; F) el Francolí; G) el Gaià; Fx) el Foix; L) el Llobregat; B) el Besòs; Td) la Tordera; D) el Daró; T) el Ter; FI) el Fluvià; M) la Muga; Ma) Rec Madral (Mugueta); RS) Rieres del sud (Calafat-Golf de Sant Jordi; de Llaberia-Vandellòs; del Baix Camp; de Calafell-Torredembarra; de Garraf; RM) Rieres del Maresme; CB) Rieres del Cap de Begur-Blanes; CC) Rieres del Cap de Creus.

Espècie	Conca fluvial																		
	Gr	Sn	E	Rc	F	G	Fx	L	B	Td	D	T	FI	M	Ma	RS	RM	CB	CC
<i>Achondrostoma arcasii</i>			A																
<i>Acipenser sturio</i>			A					A				A	A	A					
<i>Alosa alosa</i>		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A	A
<i>Alosa fallax</i>		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A	A
<i>Anguilla anguilla</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A	A
<i>Barbatula barbatula</i>			A									I							
<i>Barbus graellsii</i>			A					I	I			I	I						
<i>Barbus haasi</i>		A	A	A	A	A	A	A											
<i>Barbus meridionalis</i>									A	A	A	A	A	A	A			A	A
<i>Chelon labrosus</i>		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A	A
<i>Cobitis calderoni</i>		A	A																
<i>Cobitis paludica</i>		A	A																
<i>Cottus hispaniolensis</i>	A																		
<i>Gasterosteus gymnurus</i>										A	A	A		A	A				
<i>Gobio lozanoi</i>			A					I	I			I	I	I	I				
<i>Liza ramada</i>		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A	A
<i>Mugil cephalus</i>		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A	A
<i>Parachondrostoma miegii</i>		A	A	I	I			I				I	I						
<i>Petromyzon marinus</i>		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A	A
<i>Phoxinus sp.</i>			A					I	I	I			I	A	A				
<i>Pomatoschistus microps</i>		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A	A
<i>Salaria fluviatilis</i>			A									A	A						
<i>Salmo trutta</i>	A	I	A		I			A	I			A							
<i>Squalius laietanus</i>			A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A			A	A
<i>Alburnus alburnus</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Ameiurus melas</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Carassius auratus</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Cobitis bilineata</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Cyprinus carpio</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Esox lucius</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Gambusia holbrooki</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Lepomis gibbosus</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Micropterus salmoides</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Perca fluviatilis</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Pseudorasbora parva</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Rutilus rutilus</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Sander lucioperca</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Ss erythrophthalmus</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Silurus glanis</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I



Taula 6.2. Tipus funcionals de les espècies de peixos capturats.

T = tolerant, I = intolerant; WC = columna d'aigua, B = bentívor; RH = reòfil, LI = limnofílic; LITH = litòfil, PHYT = fitòfil; OMNIV = omnívor, PISC = piscívor, INSV = invertívor; LONG = migracions llargues (espècie diàdroma), POTAD = migracions curtes; SL = curta longevitat, IM = longevitat intermèdia, LL = longevitat llarga; A = espècie autòctona de Catalunya, I = espècie introduïda a Catalunya.

FAMÍLIA	ESPÈCIE	TOLE- RÀNCI A	HÀBITAT ALIMENTACI Ó	HABITA T FÍSIC	REPRO - DUCCI Ó	ALIMEN - TACIÓ	MIGRACI Ó	LONGE - VITAT	ESTATU S CAT
Cyprinidae	<i>A. arcasii</i>		WC					SL	A
Acipenseridae	<i>A. sturio</i>	I		RH	LITH	OMNI	LONG	LL	A
Cyprinidae	<i>A. alburnus</i>	T	WC			OMNI		SL	I
Clupeidae	<i>Alosa alosa</i>	I		RH			LONG	LL	A
Clupeidae	<i>Alosa fallax</i>	I		RH			LONG	LL	A
Ictaluridae	<i>Ameiurus melas</i>	T	B		LITH	OMNI		IM	I
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	T	B			PISC	LONG	LL	A
Balitoridae	<i>B. barbatus</i>		B	RH	LITH	BENT		SL	A
Cyprinidae	<i>Barbus graellsii</i>	T	B		LITH	OMNI	POTAD	LL	A
Cyprinidae	<i>Barbus haasi</i>	I	B	RH	LITH	INSV		IM	A
Cyprinidae	<i>B. meridionalis</i>	I	B	RH	LITH	INSV		IM	A
Cyprinidae	<i>Carassius auratus</i>	T	B		PHYT	OMNI		LL	I
Mugilidae	<i>Chelon labrosus</i>	T					LONG	LL	A
Cobitidae	<i>Cobitis bilineata</i>							SL	I
Cobitidae	<i>Cobitis calderoni</i>	I		RH		INSV		SL	A
Cobitidae	<i>Cobitis paludica</i>	T		RH		INSV		SL	A
Cottidae	<i>C. hispaniolensis</i>	I	B	LI	LITH	INSV		SL	A
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	T	B		PHYT	OMNI		LL	I
Esocidae	<i>Esox lucius</i>		WC		PHYT	PISC		LL	I
Poeciliidae	<i>G. holbrooki</i>	T	WC	LI		INSV		SL	I
Gasterosteidae	<i>G. gymnurus</i>		WC			INSV		SL	A
Cyprinidae	<i>Gobio lozanoi</i>		B	RH		INSV		SL	A
Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	T	WC	LI		INSV		SL	I
Mugilidae	<i>Liza ramada</i>	T					LONG	LL	A
Centrarchidae	<i>M. salmoides</i>		WC	LI		PISC		LL	I
	<i>M. anguillicaudatus</i>								
Cobitidae	<i>s</i>	T	B	LI		OMNI		IM	I
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	T					LONG	LL	A
Salmonidae	<i>O. mykiss</i>			RH	LITH	PISC		IM	I
Cyprinidae	<i>P. miegii</i>	I	B	RH	LITH			IM	A
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	T	WC			PISC		LL	I
Petromyzontidae	<i>P. marinus</i>	I		RH	LITH		LONG	LL	A
Cyprinidae	<i>Phoxinus sp.</i>	I	WC	RH	LITH	OMNI		SL	A
Gobiidae	<i>P. microps</i>		B			INSV	LONG	SL	A
Cyprinidae	<i>P. parva</i>	T				OMNI		SL	I
Cyprinidae	<i>Rutilus rutilus</i>	T	WC			OMNI		IM	I
Blenniidae	<i>Salaria fluviatilis</i>		B		LITH	INSV		SL	A
Salmonidae	<i>Salmo trutta</i>	I		RH	LITH	PISC		IM	A
Percidae	<i>Sander lucioperca</i>		WC		PHYT	PISC		LL	I
	<i>S. erythrophthalmus</i>								
Cyprinidae	<i>s</i>	T	WC	LI	PHYT	OMNI		LL	I
Siluridae	<i>Silurus glanis</i>	T	B		PHYT	PISC		LL	I
Cyprinidae	<i>Squalius laietanus</i>		WC	RH	LITH	OMNI		LL	A



Taula 6.4. Mètriques calculades i abreviatures.

Categoria	Tipus	Mètrica	Totes	Espècies	
				Natives	Introduïdes
SPECIES COMPOSITION	NS	Number of families	NFT	NFN	NFI
SPECIES COMPOSITION	NS	Number of species	NST	NSN	NSI
SPECIES COMPOSITION	PS	% native species		PSN	
SPECIES COMPOSITION	PI	% native individuals		PIN	
SPECIES COMPOSITION	PS	% exotic species			PSI
SPECIES COMPOSITION	PI	% exotic individuals			PII
SPECIES COMPOSITION	PB	% native biomass		PBN	
SPECIES COMPOSITION	PB	% exotic biomass			PBI
SPECIES COMPOSITION - Tolerance	NS	Number of intolerant species	NST_intol	NSN_intol	NSI_intol
SPECIES COMPOSITION - Tolerance	NS	Number of tolerant species	NST_tol	NSN_tol	NSI_tol
SPECIES COMPOSITION - Tolerance	PS	% intolerant species	PST_intol	PSN_intol	PSI_intol
SPECIES COMPOSITION - Tolerance	PS	% tolerant species	PST_tol	PSN_tol	PSI_tol
SPECIES COMPOSITION - Tolerance	PI	% intolerant individuals	PIT_intol	PIN_intol	PII_intol
SPECIES COMPOSITION - Tolerance	PI	% tolerant individuals	PIT_tol	PIN_tol	PII_tol
SPECIES COMPOSITION - Tolerance	PB	% I biomass	PBT_intol	PBN_intol	PBI_intol
SPECIES COMPOSITION - Tolerance	PB	% T biomass	PBT_tol	PBN_tol	PBI_tol
ABUNDANCE	NI	Catch per Unit Effort (Number of individuals in sample)	CPUET	CPUEN	CPUEI
ABUNDANCE	NI	Abundance of individuals <15 cm of Habitat intolerant species	NIT_15cmintol	NIN_15cmintol	NII_15cmintol
CONDITION	PI	% individuals with disease, tumors and other anomalies	PIT_DELT	PIN_DELT	PII_DELT
SPECIES COMPOSITION - Size structure	SI	Longitud mitjana STR	Lmean_STR		
SPECIES COMPOSITION - Size structure	SI	Longitud mitjana BME+BHA	Lmean_BME+BHA		
SPECIES COMPOSITION - Size structure	SI	Longitud mitjana SLA	Lmean_SLA		
SPECIES COMPOSITION - Size structure	SI	Longitud màxima STR	Lmax_STR		
SPECIES COMPOSITION - Size structure	SI	Longitud màxima BME+BHA	Lmax_BME+BHA		
SPECIES COMPOSITION - Size structure	SI	Longitud màxima SLA	Lmax_SLA		
SPECIES COMPOSITION - Size structure	SI	variància longitud STR	Lvar_STR		
SPECIES COMPOSITION - Size structure	SI	variància longitud BME+BHA	Lvar_BME+BHA		
SPECIES COMPOSITION - Size structure	SI	variància longitud SLA	Lvar_SLA		
SPECIES COMPOSITION - Size structure	SI	coeficient d'asimetria longitud STR	Lskew_STR		
SPECIES COMPOSITION - Size structure	SI	coeficient d'asimetria longitud BME+BHA	Lskew_BME+BHA		
SPECIES COMPOSITION - Size structure	SI	coeficient d'asimetria longitud SLA	Lskew_SLA		
SPECIES COMPOSITION - Size structure	SI	coeficient de curtosi longitud STR	Lkurt_STR		
SPECIES COMPOSITION - Size structure	SI	coeficient de curtosi longitud BME+BHA	Lkurt_BME+BHA		
SPECIES COMPOSITION - Size structure	SI	coeficient de curtosi longitud SLA	Lkurt_SLA		

Taula 6.4 (cont.). Mètriques calculades i abreviatures.

Categoria	Tipus	Mètrica	Totes	Espècies	
				Natives	Introduïdes
TROPHIC COMPOSITION - Feeding habitat	NS	Number of benthonic species	NST_benthic	NSN_benthic	NSI_benthic
TROPHIC COMPOSITION - Feeding habitat	PS	% benthonic species	PST_benthic	PSN_benthic	PSI_benthic
TROPHIC COMPOSITION - Feeding habitat	PI	% benthonic individuals	PIT_benthic	PIN_benthic	PII_benthic
TROPHIC COMPOSITION - Feeding habitat	PB	% benthonic biomass	PBT_benthic	PBN_benthic	PBI_benthic
TROPHIC COMPOSITION - Feeding habitat	NS	Number of water column species	NST_WC	NSN_WC	NSI_WC
TROPHIC COMPOSITION - Feeding habitat	PS	% water column species	PST_WC	PSN_WC	PSI_WC
TROPHIC COMPOSITION - Feeding habitat	PI	% WC individuals	PIT_WC	PIN_WC	PII_WC
TROPHIC COMPOSITION - Feeding habitat	PB	% WC biomass	PBT_WC	PBN_WC	PBI_WC
TROPHIC COMPOSITION	NS	Number of INVT species	NST_invert	NSN_invert	NSI_invert
TROPHIC COMPOSITION	PI	% INVT individuals	PIT_invert	PIN_invert	PII_invert
TROPHIC COMPOSITION	PS	% INVT species	PST_invert	PSN_invert	PSI_invert
TROPHIC COMPOSITION	PB	% INVT biomass	PBT_invert	PBN_invert	PBI_invert
TROPHIC COMPOSITION	NI	Number of individuals INVT	NIT_invert	NIN_invert	NII_invert
TROPHIC COMPOSITION	NS	Number of omnivores species	NST_omniv	NSN_omniv	NSI_omniv
TROPHIC COMPOSITION	PI	% omnivores individuals	PIT_omniv	PIN_omniv	PII_omniv
TROPHIC COMPOSITION	PS	% omnivorous species	PST_omniv	PSN_omniv	PSI_omniv
TROPHIC COMPOSITION	PB	% OMNI biomass	PBT_omniv	PBN_omniv	PBI_omniv
TROPHIC COMPOSITION	NS	Number of piscivore species	NST_pisciv	NSN_pisciv	NSI_pisciv
TROPHIC COMPOSITION	PI	% piscivores individuals	PIT_pisciv	PIN_pisciv	PII_pisciv
TROPHIC COMPOSITION	PS	% piscivores species	PST_pisciv	PSN_pisciv	PSI_pisciv
TROPHIC COMPOSITION	PB	% piscivore biomass	PBT_pisciv	PBN_pisciv	PBI_pisciv
SPECIES COMPOSITION - Reproduction	NS	Number of LITH species	NST_lithophil	NSN_lithophil	NSI_lithophil
SPECIES COMPOSITION - Reproduction	NI	Number of individuals LITH	NIT_lithophil	NIN_lithophil	NII_lithophil
SPECIES COMPOSITION - Reproduction	PI	% LITH individuals	PIT_lithophil	PIN_lithophil	PII_lithophil
SPECIES COMPOSITION - Reproduction	PB	% LITH biomass	PBT_lithophil	PBN_lithophil	PBI_lithophil
SPECIES COMPOSITION - Reproduction	PS	% LITH species	PST_lithophil	PSN_lithophil	PSI_lithophil
SPECIES COMPOSITION - Reproduction	NS	Number of PHYT species	NST_phytophil		
SPECIES COMPOSITION - Reproduction	NI	Number of individuals PHYT	NIT_phytophil		
SPECIES COMPOSITION - Reproduction	PI	% PHYT individuals	PIT_phytophil		
SPECIES COMPOSITION - Reproduction	PB	% PHYT biomass	PBT_phytophil		
SPECIES COMPOSITION - Reproduction	PS	% PHYT species	PST_phytophil		

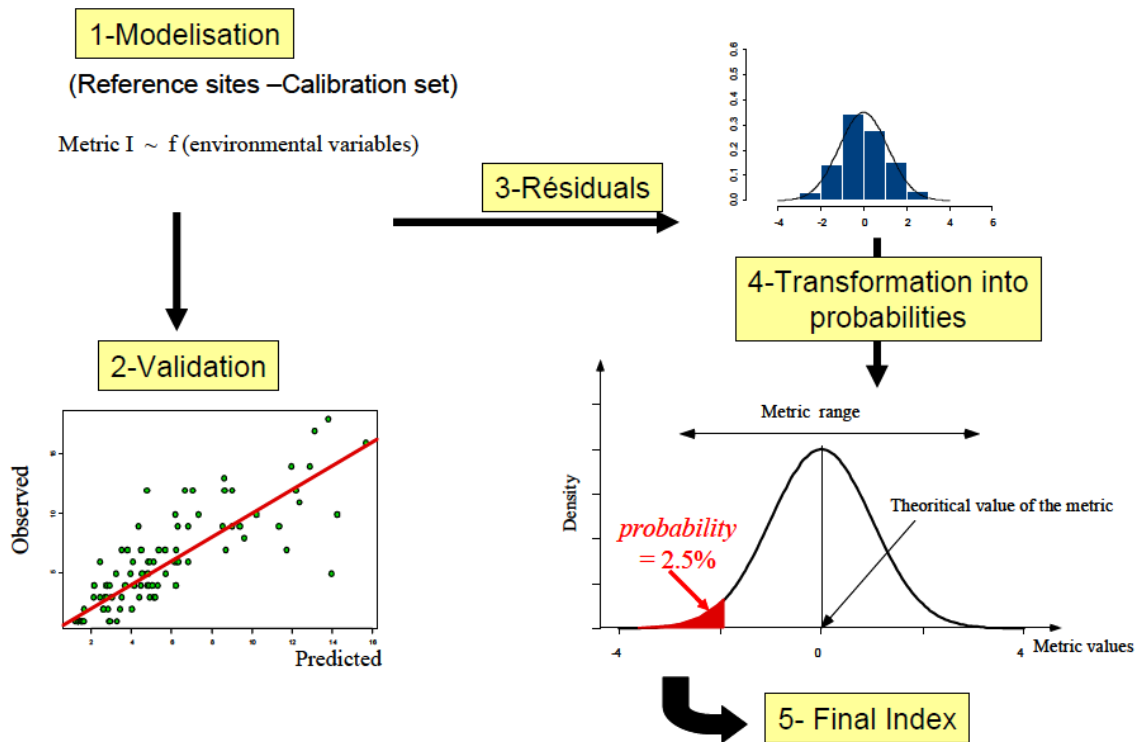
Taula 6.4 (cont.). Mètriques calculades i abreviatures.

Categoria	Tipus	Mètrica	Totes	Espècies	
				Natives	Introduïdes
SPECIES COMPOSITION - Habitat	NS	Number of species RH	NST_rheophil	NSN_rheophil	NSI_rheophil
SPECIES COMPOSITION - Habitat	PI	% RH individuals	PIT_rheophil	PIN_rheophil	PII_rheophil
SPECIES COMPOSITION - Habitat	PB	% RH biomass	PBT_rheophil	PBN_rheophil	PBI_rheophil
SPECIES COMPOSITION - Habitat	PS	% RH species	PST_rheophil	PSN_rheophil	PSI_rheophil
SPECIES COMPOSITION - Habitat	NS	Number of species Li	NST_limnophil		
SPECIES COMPOSITION - Habitat	PI	% LI individuals	PIT_limnophil		
SPECIES COMPOSITION - Habitat	PB	% LI biomass	PBT_limnophil		
SPECIES COMPOSITION - Habitat	PS	% LI species	PST_limnophil		
SPECIES COMPOSITION - Migration	NS	Number of species LONG	NST_marine		
SPECIES COMPOSITION - Migration	NS	Number of species POTA	NST_potad	NSN_potad	NSI_potad
SPECIES COMPOSITION - Migration	PI	% LONG individuals	PIT_marine		
SPECIES COMPOSITION - Migration	PB	% LONG biomass	PBT_marine		
SPECIES COMPOSITION - Migration	PS	% LONG species	PST_marine		
SPECIES COMPOSITION - Migration	PI	% POTAD individuals	PIT_potad	PIN_potad	PII_potad
SPECIES COMPOSITION - Migration	PB	% POTAD biomass	PBT_potad	PBN_potad	PBI_potad
SPECIES COMPOSITION - Migration	PS	% POTAD species	PST_potad	PSN_potad	PSI_potad
SPECIES COMPOSITION - Longevity	NS	Number of species LL	NST_LL	NSN_LL	NSI_LL
SPECIES COMPOSITION - Longevity	PI	% LL individuals	PIT_LL	PIN_LL	PII_LL
SPECIES COMPOSITION - Longevity	PB	% LL biomass	PBT_LL	PBN_LL	PBI_LL
SPECIES COMPOSITION - Longevity	PS	% LL species	PST_LL	PSN_LL	PSI_LL
SPECIES COMPOSITION - Longevity	NS	Number of species SL	NST_SL	NSN_SL	NSI_SL
SPECIES COMPOSITION - Longevity	PI	% SL individuals	PIT_SL	PIN_SL	PII_SL
SPECIES COMPOSITION - Longevity	PB	% SL biomass	PBT_SL	PBN_SL	PBI_SL

7. Aproximació espacialment explícita (IBICAT2a)

7.1. Models predictius de les mètriques a partir de les estacions menys impactades

Seguint Pont et al. (2006) i els treballs del projecte FAME, una de les aproximacions per a desenvolupar l'índex ha estat una modelització *spatially-explicit* or *site-specific*, que es resumeix a la figura següent (extreta de Pont et al. (2004) *Fame project. Final Report WP6-8*):



A continuació es mostra la modelització per a la mètrica NSN per a les estacions “menys impactades” seguint l’aproximació del FAME. Es mostra el model amb una selecció de les principals variables ambientals (hem exclòs variables que puguin estar afectades per pressions, com per exemple l’amplada o el cabal del riu). Totes les variables s’han tractat com a numèriques/quantitatives. Inicialment, s’ha considerat també el factor “silícic” (factor qualitatiu binari que marca si era o no una de les tres tipologies de l’ACA de sòls calcaris), però finalment no s’ha considerat perquè els factors qualitius no es poden utilitzar en les validacions creuades (*cross-validation*). El primer model correspon a un model saturat (és a dir, amb totes les variables). El segon (model2), a un model simplificat mitjançant un procediment pas a pas i el criteri d’informació d’Akaike (StepAIC), tal com van fer Pont et al. (2006). Es dona també diversos coeficients de determinació (similars a la r^2 de la regressió lineal), dels quals el més recomanable segons diversos autors és el de Nagelkerke.

Es pot observar que:

- s’obtenen models significatius, que expliquen una part considerable de la variació (en torn del 80%)



- que tot i que els models saturats tenen R2 Nagel una mica més grans, els models simplificats amb el procediment StepAIC coincideixen en la importància i signe dels predictors,
- que els models simplificats semblen escollir variables rellevants: per a NSN especialment l'àrea cumulativa de drenatge.

```
VARIABLE = NSN
Calls:
modell1: glm(formula = y ~ LGAREA + X2TEMP_AIRE_ + X2PRCPT_ANUA + LGALT + ALT2
+ LGACUM_AREA + LGDIST_NAIX + ORD_RIU + ALT2 + AREA_PESCADA2 + X2TEMP_AIRE2
+ X2PRCPT_ANUA2 + acum_area2 + DIST_NAIX2 + ORD_RIU2 + LGDIST_DOWN + DIST_DOWN2,
family = poisson, subset = (Ref_cond = 1))
modell2: glm(formula = y ~ LGACUM_AREA + DIST_DOWN2,
family = poisson, subset = (Ref_cond = 1))
=====

```

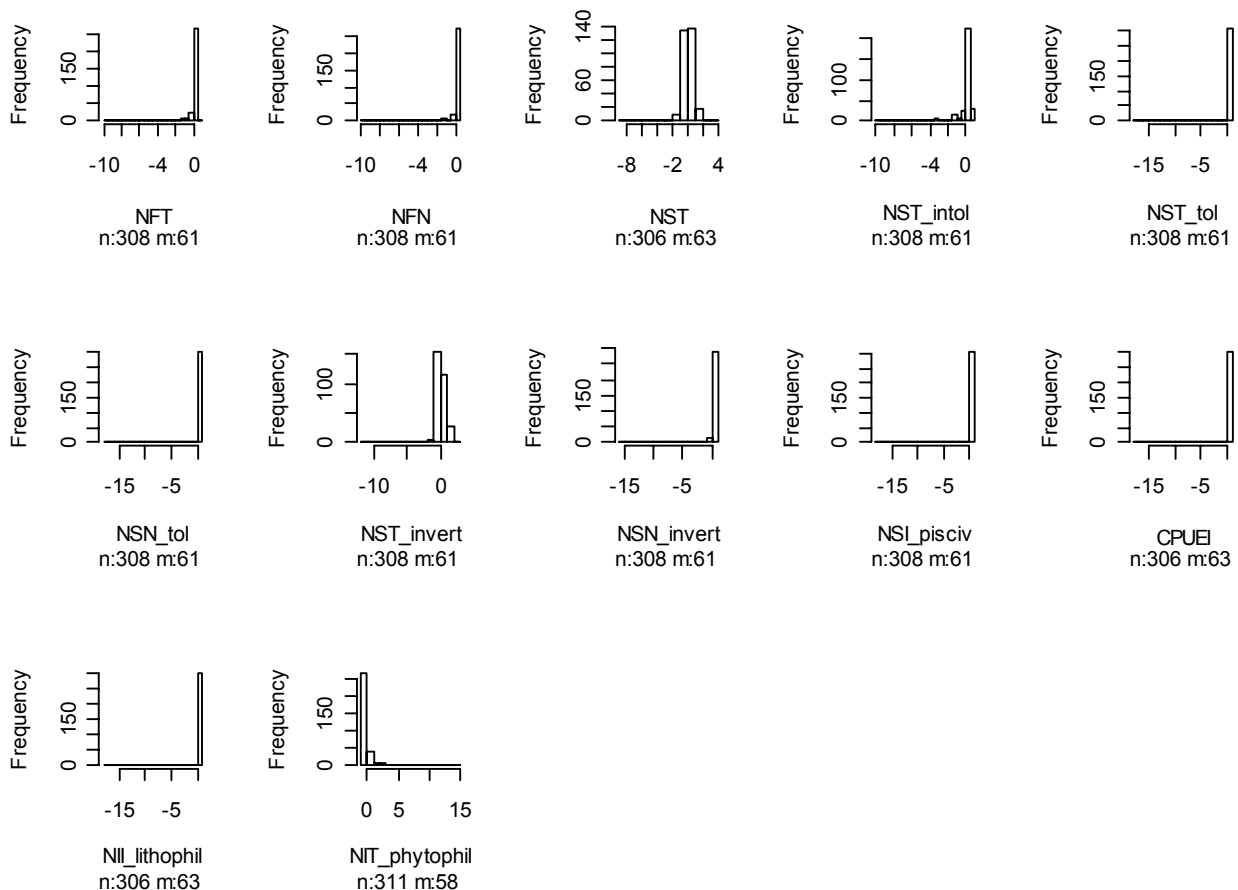
	modell1	modell2
(Intercept)	-74,217 (109,515)	-8,092*** (1,687)
LGAREA	12,871 (25,425)	
X2TEMP_AIRE_	1,064 (1,774)	
X2PRCPT_ANUA	-0,040 (0,031)	
LGALT	24,707 (71,534)	
ALT2	-4,268 (12,477)	
LGACUM_AREA	25,813 (18,177)	1,153*** (0,237)
LGDIST_NAIX	-12,311 (16,682)	
ORD_RIU	-5,051 (6,047)	
AREA_PESCADA2	-2,344 (4,860)	
X2TEMP_AIRE2	-0,040 (0,083)	
X2PRCPT_ANUA2	0,000 (0,000)	
acum_area2	-3,390 (2,458)	
DIST_NAIX2	6,238 (7,690)	
ORD_RIU2	0,542 (0,661)	
LGDIST_DOWN	-5,481 (58,180)	
DIST_DOWN2	1,437 (9,076)	0,335* (0,133)
McFadden R-sq,	0,683	0,544
Cox-Snell R-sq,	0,711	0,628
Nagelkerke R-sq,	0,849	0,750
phi	1,000	1,000
Likelihood-ratio	42,200	33,598
p	0,000	0,000
Log-likelihood	-37,426	-41,726
Deviance	19,586	28,187
AIC	108,851	89,453
BIC	134,799	94,032
N	34	34

```
=====
```

Hem provat de fer validació creuada (“cross-validation”) d’aquests models però el baix nombre de dades (34 estacions de referència on es va pescar) ho impedeix. Per la mateixa raó, tampoc sembla factible partir les dades en un conjunt de calibració i un de validació (com feien FAME i la majoria de treballs similars). A més la validació creuada tampoc es pot efectuar amb factors categòrics (com la pertinença a conca silícica).

Un altre problema és que variables com CPUE mostren sobredispersió, si considerem que la deviance és molt més gran que els graus de llibertats (en lloc de ser similar), i si s'utilitzen models amb errors “quasipoisson” aleshores no es pot utilitzar la funció StepAIC.

Malgrat el bon ajust dels models amb abundàncies i riqueses absolutes, quan s'obtenen les prediccions per a les estacions no de referència s'obtenen valors inversemblants o clarament il·lògics (per exemple riqueses de més de 50 o abundàncies molt elevades) i molta asimetria del residu (OBS-ESP).



Només per NST_rheophil es compleix que els residus del model predictiu no tenen forta asimetria ($\max(\text{abs}(x), \text{na.rm}=T) < 5$). NST_rheophil no està correlacionat significativament amb les pressions.

En canvi, per a les mètriques de proporció (% d'espècies, % d'individus o % de biomassa), hi ha molts menys problemes amb els models predictius, perquè en utilitzar errors binomials (enlloc de Poisson com a riqueses i abundàncies absolutes) els valors predits necessàriament estan acotats



entre 0 i 100. Diverses mètriques tenen residus amb menys asimetria i tots els models són estimables. A continuació es mostren els dos models que s'obtenen per a PIT_intol:

Calls:

```
modell1: glm(formula = y ~ LGAREA + X2TEMP_AIRE_ + X2PRCPT_ANUA + LGALT + ALT2 +
  LGACUM_AREA + LGDIST_NAIX + ORD_RIU + ALT2 + AREA_PESCADA2 + X2TEMP_AIRE2 +
  X2PRCPT_ANUA2 + acum_area2 + DIST_NAIX2 + ORD_RIU2 + LGDIST_DOWN + DIST_DOWN2,
  family = binomial, subset = (Ref_cond == 1))
modell2: glm(formula = y ~ LGAREA + LGALT + ALT2 + AREA_PESCADA2 + X2PRCPT_ANUA2 +
  DIST_NAIX2 + ORD_RIU2 + LGDIST_DOWN + DIST_DOWN2, family = binomial,
  subset = (Ref_cond == 1))
```

```
=====
                    modell          model2
-----
(Intercept)          -513,594         -7892,597
                    (58814425,936) (3168469,804)
LGAREA                -1829,687         -1105,687
                    (8214074,893) (489600,578)
X2TEMP_AIRE_          105,686
                    (781979,109)
X2PRCPT_ANUA         -0,929
                    (14144,206)
LGALT                -3163,148         -6093,416
                    (20830693,174) (2700604,384)
ALT2                  553,434          1123,991
                    (3801327,078) (498055,082)
LGACUM_AREA          -187,239
                    (7283920,645)
LGDIST_NAIX           92,841
                    (3074698,549)
ORD_RIU               49,351
                    (3034996,032)
AREA_PESCADA2         329,262          176,483
                    (1517389,940) (78700,145)
X2TEMP_AIRE2         -5,287
                    (35860,280)
X2PRCPT_ANUA2         0,001           0,000
                    (10,278)      (0,037)
acum_area2            21,775
                    (947421,765)
DIST_NAIX2            28,968           80,932
                    (1561561,110) (34311,500)
ORD_RIU2              -9,834           -5,541
                    (298995,612) (2320,129)
LGDIST_DOWN           4551,365         10838,354
                    (38722720,303) (4601069,915)
DIST_DOWN2            -680,873         -1645,405
                    (6018727,666) (698755,510)
-----
McFadden R-sq,       1,000           1,000
Cox-Snell R-sq,      0,153           0,153
Nagelkerke R-sq,    1,000           1,000
phi                  1,000           1,000
Likelihood-ratio    490,286         490,286
p                    0,000           0,000
Log-likelihood       -17,690         -17,690
Deviance              0,000           0,000
AIC                   69,381          55,381
BIC                   171,244         115,300
N                     2957           2957
=====
```

Diverses de les mètriques de % d'espècies (PS*) estan correlacionades amb les pressions, com es mostra a la Taula 7.1.

Taula 7.1. Coeficients de correlació de Spearman entre els residus estandarditzats (OBS-ESP) dels models per a les variables de % d'espècies i les dues mesures de pressions (lg_RI_AP i PC1). En negreta, les correlacions significatives.

	lg_RI_AP		PC1	
	r_s	<i>P</i>	r_s	<i>P</i>
PSN	-0,27	0,0000	0,28	0,0000
PSI	0,29	0,0000	-0,31	0,0000
PST_intol	-0,04	0,5121	0,01	0,8778
PSN_intol	-0,51	0,0000	0,52	0,0000
PSI_intol	-0,49	0,0000	0,54	0,0000
PST_tol	-0,10	0,1360	0,02	0,7314
PSN_tol	-0,35	0,0000	0,33	0,0000
PSI_tol	-0,25	0,0000	0,21	0,0013
PST_benthic	-0,08	0,2383	-0,04	0,5145
PSN_benthic	-0,23	0,0004	0,20	0,0020
PSI_benthic	-0,30	0,0000	0,26	0,0000
PST_WC	0,41	0,0000	-0,38	0,0000
PSN_WC	0,36	0,0000	-0,31	0,0000
PSI_WC	-0,30	0,0000	0,33	0,0000
PST_invert	-0,14	0,0343	0,16	0,0139
PSN_invert	-0,18	0,0047	0,21	0,0011
PSI_invert	0,03	0,6833	-0,05	0,4759
PST_omniv	0,05	0,4075	-0,05	0,4307
PSN_omniv	0,19	0,0029	-0,13	0,0460
PSI_omniv	-0,23	0,0004	0,24	0,0003
PST_pisciv	0,18	0,0060	-0,16	0,0135
PSN_pisciv	0,04	0,5665	-0,13	0,0566
PST_lithophil	-0,52	0,0000	0,57	0,0000
PSN_lithophil	-0,36	0,0000	0,38	0,0000
PSI_lithophil	-0,06	0,3299	0,03	0,6257
PST_rheophil	-0,24	0,0002	0,28	0,0000
PSN_rheophil	-0,04	0,5229	0,03	0,7008
PSI_rheophil	0,14	0,0334	-0,07	0,2845
PST_marine	0,06	0,3555	-0,21	0,0011
PST_potad	-0,41	0,0000	0,40	0,0000
PSN_potad	0,17	0,0100	-0,10	0,1341
PSI_potad	-0,41	0,0000	0,37	0,0000
PST_LL	0,54	0,0000	-0,56	0,0000
PSN_LL	-0,03	0,6418	0,08	0,2358
PSI_LL	-0,27	0,0000	0,23	0,0004
PST_SL	0,33	0,0000	-0,28	0,0000
PSN_SL	0,25	0,0001	-0,21	0,0015
PSI_SL	0,29	0,0000	-0,29	0,0000

Aquesta Taula 7.1 mostra:

- el resultat és pràcticament idèntic si s'utilitza lg_RI_AP o PC1 (amb signe invers de les correlacions, perquè indiquen més pressió lg_RI_AP grans o PC1 petits).

- el signe de la correlació és el que caldria esperar. Per exemple, el residu de PSN o PSN_intol és més negatiu a les zones amb més pressió (lg_RI_AP gran), és a dir en aquestes zones la PSN_intol observada és més baixa que l'esperada. A les figures 7.1 i 7.2 es mostra la relació dels residus i les dues variables originals observades amb lg_RI_AP.
- així, a les zones amb més pressió augmenten significativament PSI, PSI_tol, PSI_omniv, PSI_LL i PSI_SL i disminueixen PSN, PSN_intol, PST_invert, PSN_lithophil, PSN_rheophil i PSN_LL. Totes aquestes concorden amb el comportament habitual dels IBIs (a trams amb més pressió esperarem més espècies introduïdes, tolerants i omnívores i menys espècies litòfil.les, invertívores i reòfiles. PSN_LL indica que espècies com la bagra, l'anguila i els mugílids (les poques que són SN_LL) estan només a trams amb menys pressió).
- d'aquestes mètriques, algunes són molt similars (PST_benthic i PSN_benthic) o complementàries (PSN i PSI) i cal reduir-ne una mica la redundància. Això no obstant, per moltes de les mètriques (per ex. PST_intol, PST_tol, PST_omniv o PST_SL) considerar el conjunt d'espècies o diferenciar entre natives i introduïdes dóna resultats força diferents (no significatius vs. significatius, o viceversa). Així per ex., PST_intol (i el mateix per PST_lithophil) és clarament no significativa a diferència de PSN_intol i PSI_intol. Això segurament es deu principalment a què espècies com la truita (*S. trutta*) en rius com la Muga, el Fluvià o la Tordera no s'ha considerat ni nativa ni introduïda; PST_intol en prescindir de l'estatus no detecta relació amb les pressions. Això reforça la importància, exposada anteriorment (Benejam et al. 2008b, 2010), de considerar acuradament si una espècie és autòctona o no de la conca i considerar-ho com a incert si l'evidència és insuficient.
- També hi ha algunes mètriques (*benthic i *omniv) en què s'obtenen resultats diferents (no significatius vs. significatius, o viceversa) entre espècies natives i no natives. Això justifica l'interès en diferenciar entre espècies natives i introduïdes per al càlcul de les mètriques.

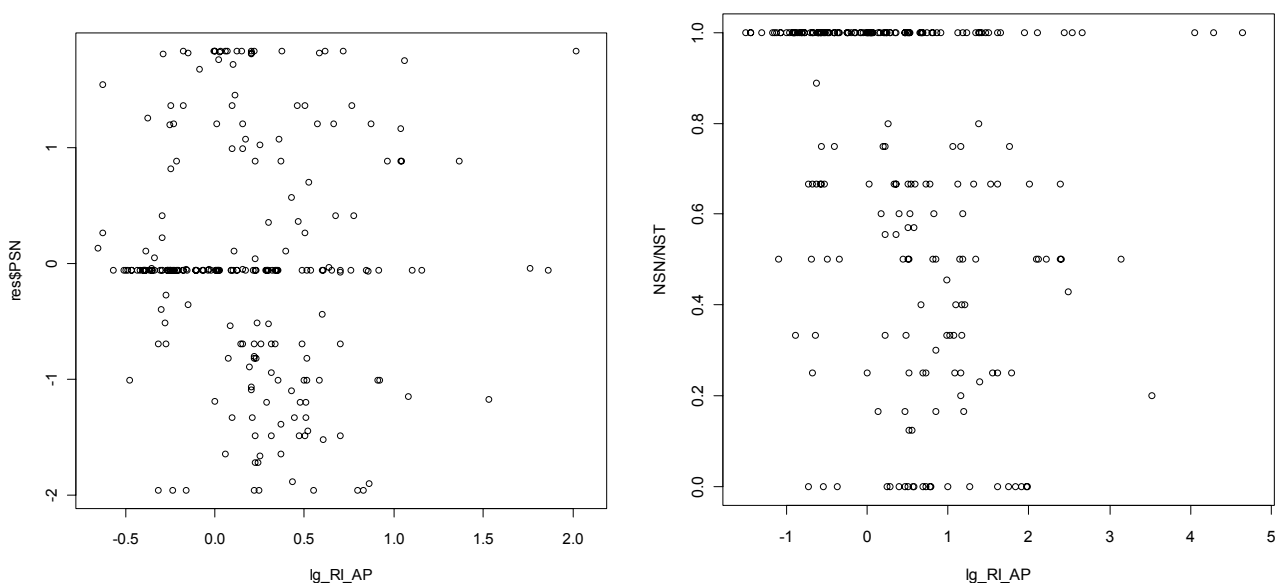


Fig. 7.1. Relació entre els residus estandarditzats (OBS-ESP) dels models predictius del % d'espècies natives, PSN (a l'esquerra) i els valors observats de la mètrica (a la dreta) amb les pressions (lg_RI_AP).

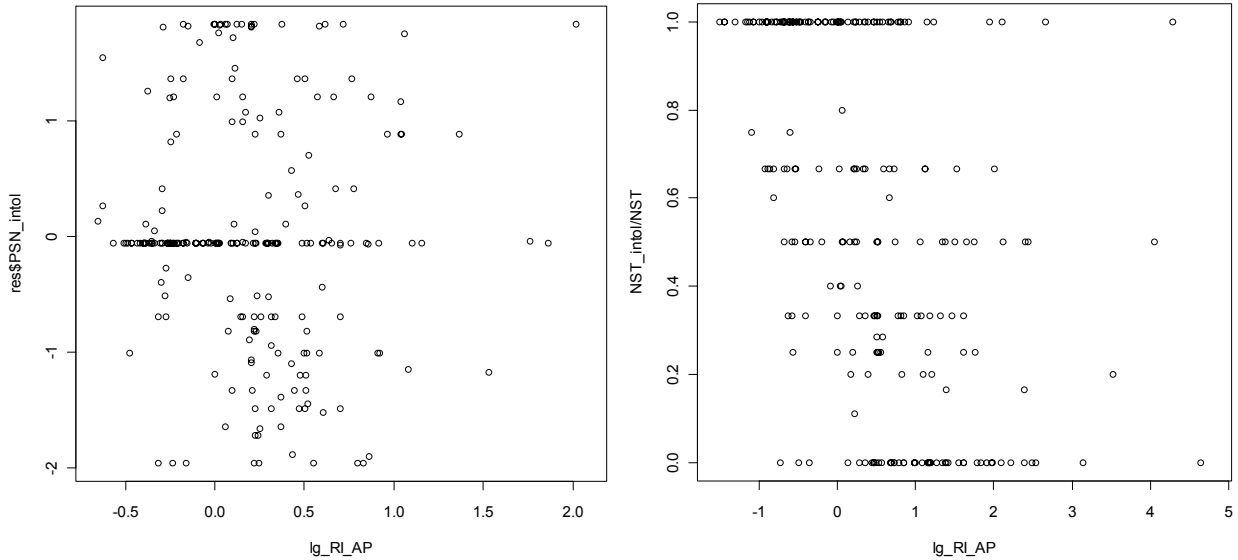


Fig. 7.2. Relació entre els residus estandarditzats (OBS-ESP) dels models predictius del % d'espècies totals intolerants, PST_intol (a l'esquerra) i els valors observats de la mètrica (a la dreta) amb les pressions (lg_RI_AP).

De forma similar, per les mètriques de % d'individus (PI*) i % de biomassa (PB*), la Taula 7.2 i les figures 7.3 i 7.4 mostren que:

- a les zones amb més pressió augmenten significativament entre d'altres PII, PIT_tol, PIN_tol (i altres PI), PIT_DELT, PIT_LL i PIN_LL i disminueixen PIN, PIT_intol, PIN_intol, PIT_invert, PIT_lithophil o PIN_lithophil.
- les mètriques de biomassa (PB*) semblen donar una informació similar (i són més costoses en treball de camp). Cal considerar que s'han utilitzat errors binomials també pels % de biomassa, cosa que és menys adequat que amb els % d'individus.



Taula 7.2. Coeficients de correlació de Spearman entre els residus estandarditzats (OBS-ESP) dels models per a les variables de % d'individus (PI) i % de biomassa (PB) i les mesures de pressions (lg_RI_AP, PC1). En negreta, les correlacions significatives.

	lg_RI_AP		PC1			lg_RI_AP		PC1	
	<i>r_s</i>	<i>P</i>	<i>r_s</i>	<i>P</i>		<i>r_s</i>	<i>P</i>	<i>r_s</i>	<i>P</i>
PIN	-0,26	0,0000	0,28	0,0000	PBA	-0,14	0,0319	0,13	0,0418
PII	0,28	0,0000	-0,30	0,0000	PBI	-0,12	0,0681	0,13	0,0410
PIT_intol	-0,26	0,0000	0,26	0,0000	PBT_intol	-0,11	0,0990	0,17	0,0099
PIN_intol	-0,47	0,0000	0,42	0,0000	PBA_intol	-0,13	0,0395	0,11	0,0976
PII_intol	-0,51	0,0000	0,49	0,0000					
PIT_tol	0,23	0,0004	-0,20	0,0018	PBT_tol	0,49	0,0000	-0,54	0,0000
PIN_tol	0,38	0,0000	-0,43	0,0000	PBA_tol	0,32	0,0000	-0,37	0,0000
PII_tol	-0,02	0,7698	-0,03	0,6690	PBI_tol	0,00	0,9405	-0,04	0,5459
PIT_DELT	0,18	0,0057	-0,16	0,0124					
PIN_DELT	0,18	0,0057	-0,16	0,0124					
PII_DELT	0,18	0,0057	-0,16	0,0124					
PIT_benthic	-0,18	0,0063	0,10	0,1228	PBT_benthic	-0,21	0,0015	0,15	0,0204
PIN_benthic	0,09	0,1535	-0,11	0,0874	PBA_benthic	0,13	0,0440	-0,17	0,0122
PII_benthic	0,03	0,6180	-0,11	0,0837	PBI_benthic	0,01	0,8390	-0,12	0,0691
PIT_WC	0,42	0,0000	-0,38	0,0000	PBT_WC	0,12	0,0608	-0,14	0,0396
PIN_WC	0,29	0,0000	-0,29	0,0000	PBA_WC	0,30	0,0000	-0,34	0,0000
PII_WC	-0,10	0,1212	0,11	0,0828					
PIT_invert	-0,44	0,0000	0,41	0,0000	PBT_invert	-0,40	0,0000	0,35	0,0000
PIN_invert	-0,32	0,0000	0,31	0,0000	PBA_invert	-0,43	0,0000	0,40	0,0000
PII_invert	0,24	0,0002	-0,30	0,0000					
PIT_omniv	-0,04	0,5883	0,10	0,1157	PBT_omniv	0,41	0,0000	-0,40	0,0000
PIN_omniv	0,30	0,0000	-0,28	0,0000	PBA_omniv	0,33	0,0000	-0,32	0,0000
PII_omniv	-0,25	0,0000	0,18	0,0055	PBI_omniv	0,37	0,0000	-0,38	0,0000
PIT_pisciv	0,03	0,6197	-0,08	0,2194	PBT_pisciv	0,10	0,1460	-0,04	0,4993
PIN_pisciv	0,12	0,0651	-0,16	0,0131	PBA_pisciv	0,12	0,0677	-0,11	0,0989
PIT_lithophil	-0,39	0,0000	0,42	0,0000	PBT_lithophil	-0,37	0,0000	0,40	0,0000
PIN_lithophil	-0,37	0,0000	0,43	0,0000	PBA_lithophil	-0,02	0,7336	0,04	0,5957
PII_lithophil	0,05	0,4067	-0,12	0,0767	PBI_lithophil	-0,10	0,1125	0,09	0,1580
					PBT_phytophil	0,39	0,0000	-0,43	0,0000
PIT_rheophil	0,11	0,0857	-0,05	0,4196	PBT_rheophil	-0,49	0,0000	0,54	0,0000
PIN_rheophil	-0,03	0,6273	0,00	0,9539	PBA_rheophil	-0,03	0,6781	0,07	0,2596
PII_rheophil	0,11	0,0902	-0,16	0,0124					
PIT_marine	0,10	0,1178	-0,19	0,0030					
PIT_potad	-0,09	0,1527	0,13	0,0443	PBT_potad	-0,53	0,0000	0,55	0,0000
PII_potad	-0,27	0,0000	0,18	0,0052	PBI_potad	-0,26	0,0000	0,19	0,0038
PIT_LL	0,37	0,0000	-0,35	0,0000	PBT_LL	0,51	0,0000	-0,55	0,0000
PIN_LL	0,38	0,0000	-0,43	0,0000	PBA_LL	0,39	0,0000	-0,42	0,0000
PII_LL	-0,07	0,2810	0,00	0,9452	PBI_LL	-0,06	0,3356	0,01	0,9007
PIT_SL	0,36	0,0000	-0,33	0,0000	PBT_SL	-0,09	0,1875	0,06	0,3577
PIN_SL	0,24	0,0002	-0,23	0,0003					
PII_SL	0,28	0,0000	-0,29	0,0000					

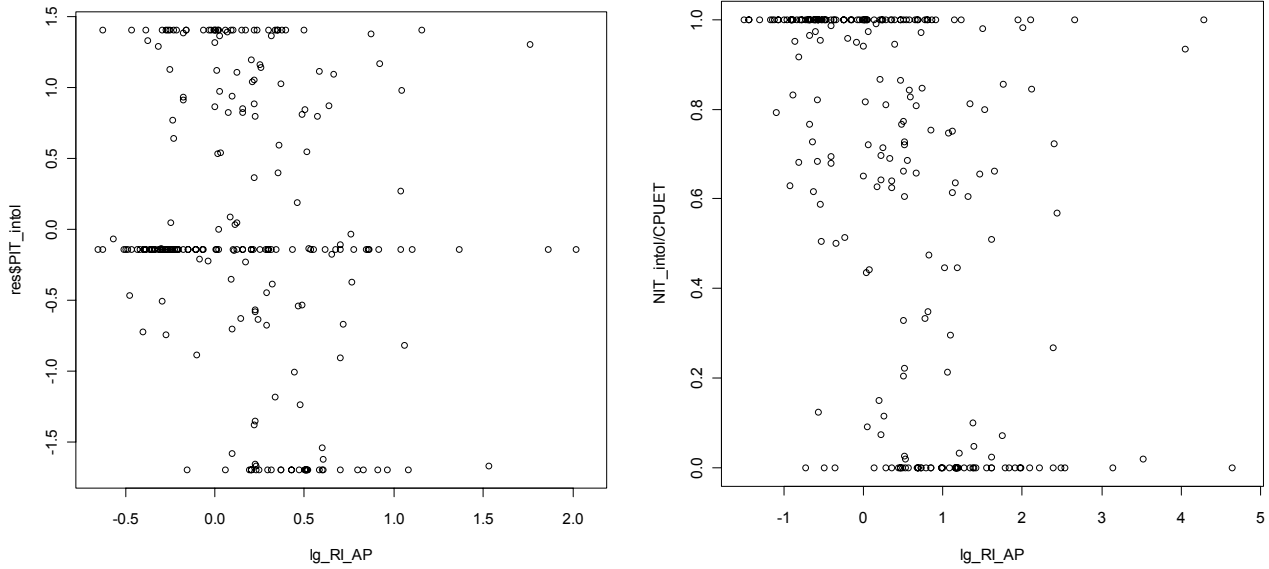


Fig. 7.3. Relació entre els residus estandarditzats (OBS-ESP) dels models predictius del % d'individus totals intolerants, PIT_intol (a l'esquerra) i els valors observats de la mètrica (a la dreta) amb les pressions (lg_RI_AP).

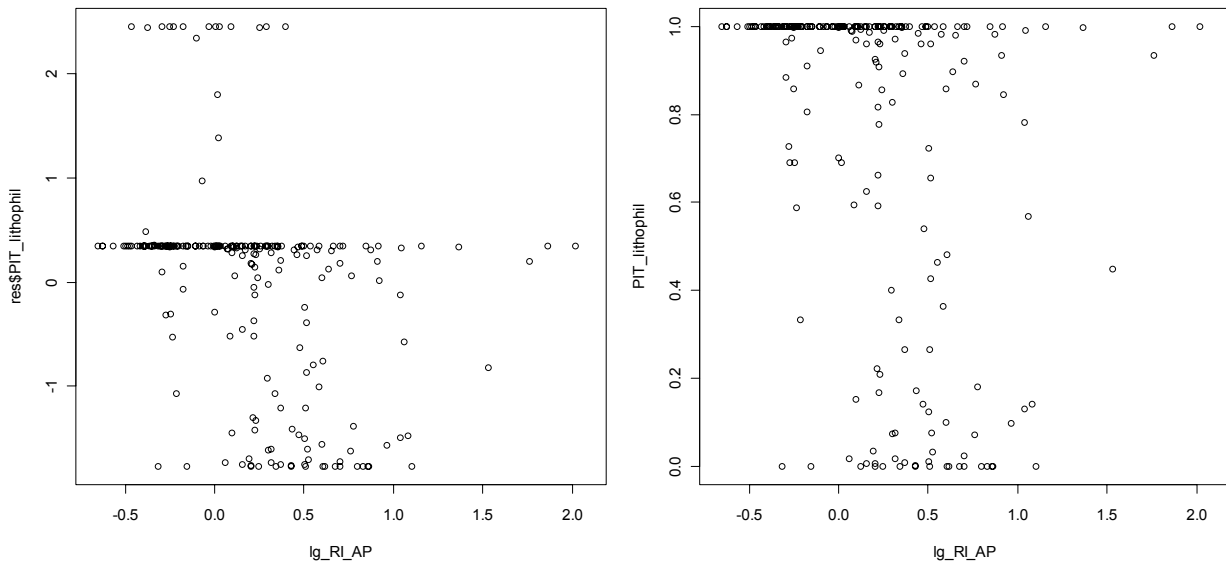


Fig. 7.4. Relació entre els residus estandarditzats (OBS-ESP) dels models predictius de % d'individus totals litòfils, PIT_lithophil (a l'esquerra) i els valors observats de la mètrica (a la dreta) amb les pressions (lg_RI_AP).

A les figures 7.5 a 7.9 es mostren els resultats de quatre de les mètriques més relacionades amb les pressions, utilitzant la variable original (esquerra; les 5 categories corresponen a 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 i 80-100%) i els residus (els mateixos llidars però corresponen a les probabilitats en % dels residus) (aquestes darreres probabilitats s'han de calibrar, ja que en un lloc gens alterat s'espera una $P < 0,8$).

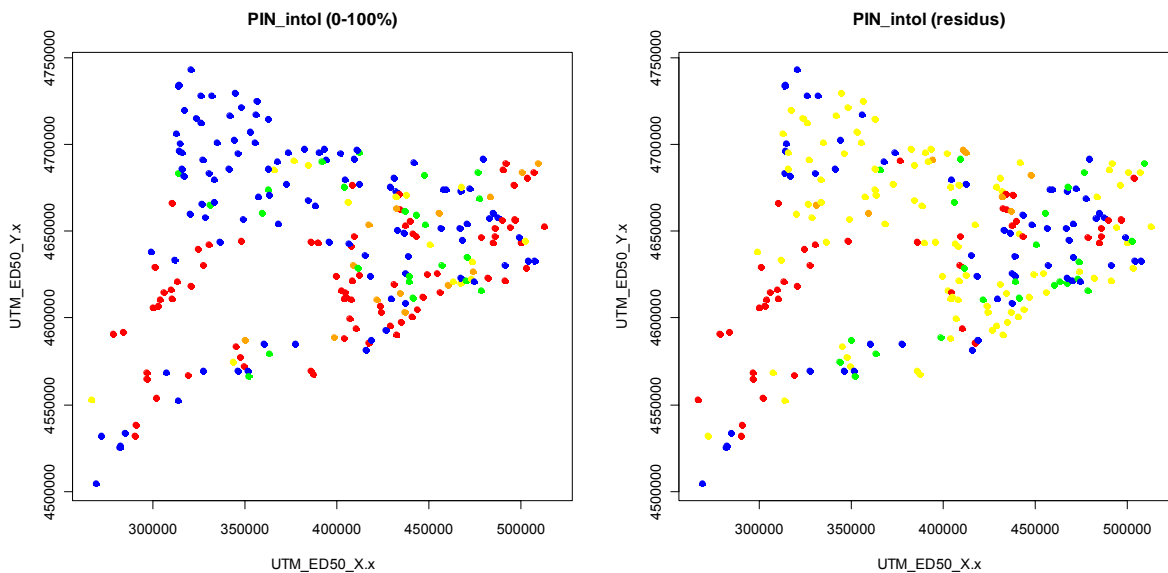


Fig. 7.5. Distribució geogràfica del % d'individus nadius intolerants, PIN_intol (en 5 classes de 0-20 fins a 80-100%) (a l'esquerra) i els residus estandaritzats (OBS-ESP) dels corresponents models predictius (a la dreta).

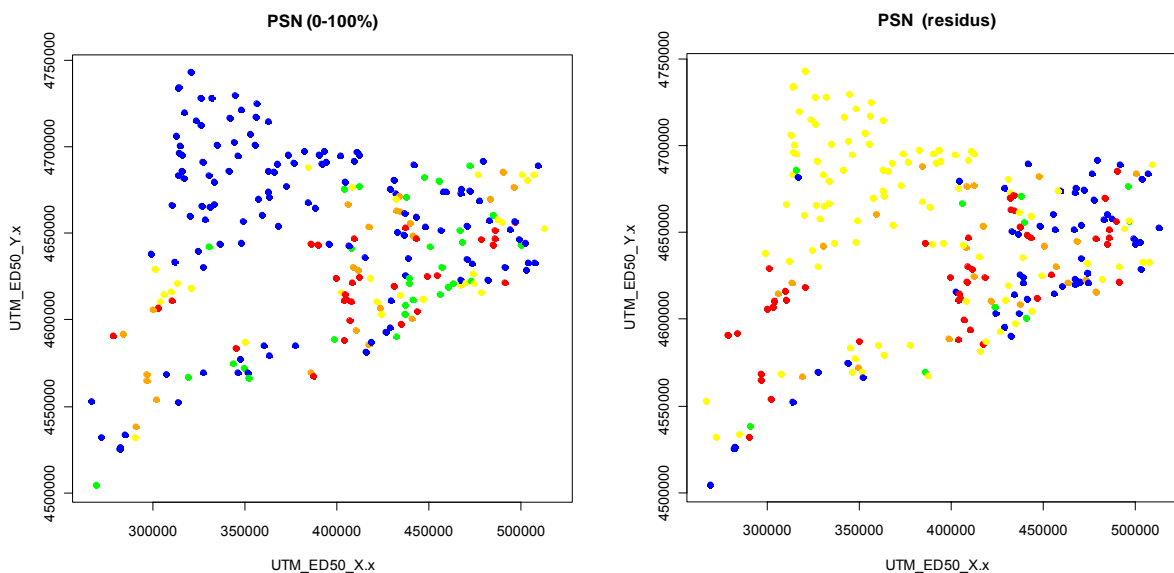


Fig. 7.6. Distribució geogràfica del % d'espècies natives, PSN (en 5 classes de 0-20 fins a 80-100%) (a l'esquerra) i els residus estandaritzats (OBS-ESP) dels corresponents models predictius (a la dreta).

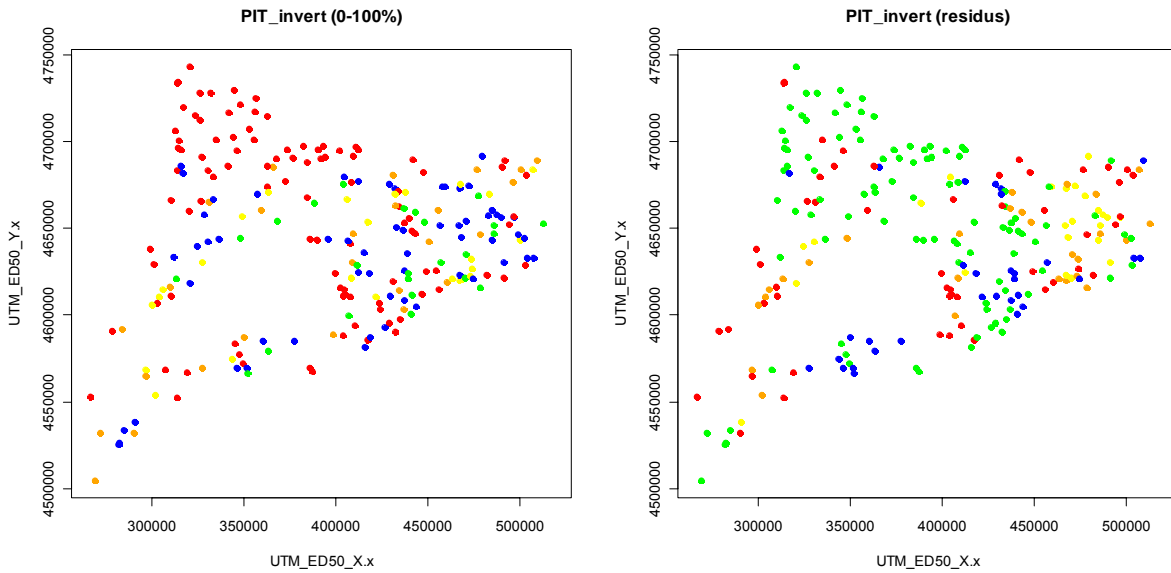


Fig. 7.7. Distribució geogràfica del % d'individus totals invertívors, PIT_invert (en 5 classes de 0-20 fins a 80-100%) (a l'esquerra) i els residus estandarditzats (OBS-ESP) dels corresponents models predictius (a la dreta).

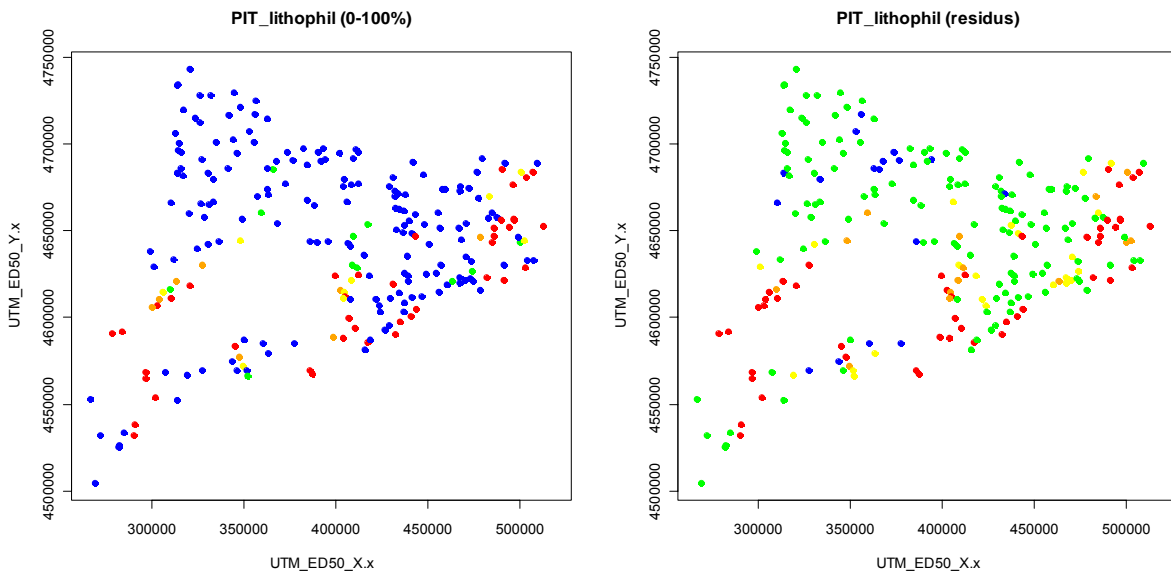


Fig. 7.8. Distribució geogràfica del % d'individus totals litòfils, PIT_lithophil (en 5 classes de 0-20 fins a 80-100%) (a l'esquerra) i els residus estandarditzats (OBS-ESP) dels corresponents models predictius (a la dreta).

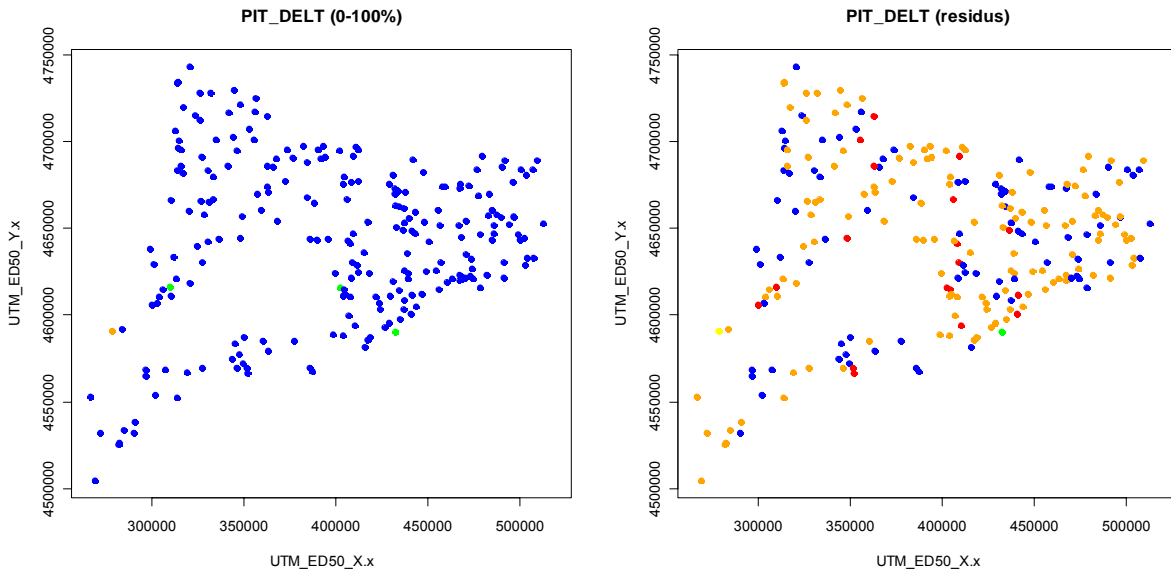


Fig. 7.9. Distribució geogràfica del % d'individus totals amb anomalies, PIT_DELT (en 5 classes de 0-20 fins a 80-100%) (a l'esquerra) i els residus estandarditzats (OBS-ESP) dels corresponents models predictius (a la dreta).

7.2. Mètriques basades en la mida dels peixos

Amb els models predictius de les mètriques de mides (mitjana, variància,... de STR, barbs de muntanya i SLA) hi tornen a haver problemes (en no ser variables acotades, hi ha prediccions il·lògiques, tant si s'utilitzen errors normals com errors Gamma; cal esmentar el nombre més reduït de dades, inevitable amb aquestes mètriques).

Una anàlisi de les mètriques directament amb les pressions (Taula 7.3) mostra que l'estructura de mides de truita (STR) i sobretot de barbs de muntanya (BME.BHA) no sembla clarament relacionada amb les pressions. En canvi la de bagra, aparentment sí —com es mostra amb més detall a les figures 7.10 i 7.11— i per això hem procedit a analitzar-la amb més detall per tal d'aclarir si l'augment de la mida mitjana i màxima (i de la variància) de bagres correspon realment a l'efecte de les pressions o a variació longitudinal natural al llarg del riu (els models predictius de bagra són uns dels que no funcionen).

Taula 7.3. Coeficients de correlació de Spearman entre les mètriques basades en la mida dels peixos i les mesures de pressions (lg_RI_AP, PC1). En negreta les correlacions significatives.

	lg_RI_AP		PC1	
	r_s	P	r_s	P
Lmean_STR	0,11	0,3723	-0.08	0,4780
Lmean_BME.BHA	0,05	0,6112	0.02	0,8531
Lmean_SLA	0,29	0,0163	-0.32	0,0105
Lmax_STR	0,20	0,0927	-0.01	0,9014
Lmax_BME.BHA	0,09	0,3195	-0.10	0,2802
Lmax_SLA	0,36	0,0033	-0.31	0,0133
Lvar_STR	0,07	0,5690	-0.19	0,1267
Lvar_BME.BHA	0,03	0,7586	-0.09	0,3166
Lvar_SLA	0,36	0,0050	-0.35	0,0068
Lskew_STR	-0,24	0,0613	0.39	0,0015
Lskew_BME.BHA	0,02	0,8607	-0.11	0,2545
Lskew_SLA	0,12	0,3531	-0.09	0,5207
Lkurt_STR	0,01	0,9182	0.27	0,0334
Lkurt_BME.BHA	0,00	0,9744	-0.04	0,6711
Lkurt_SLA	0,13	0,3418	-0.06	0,6807

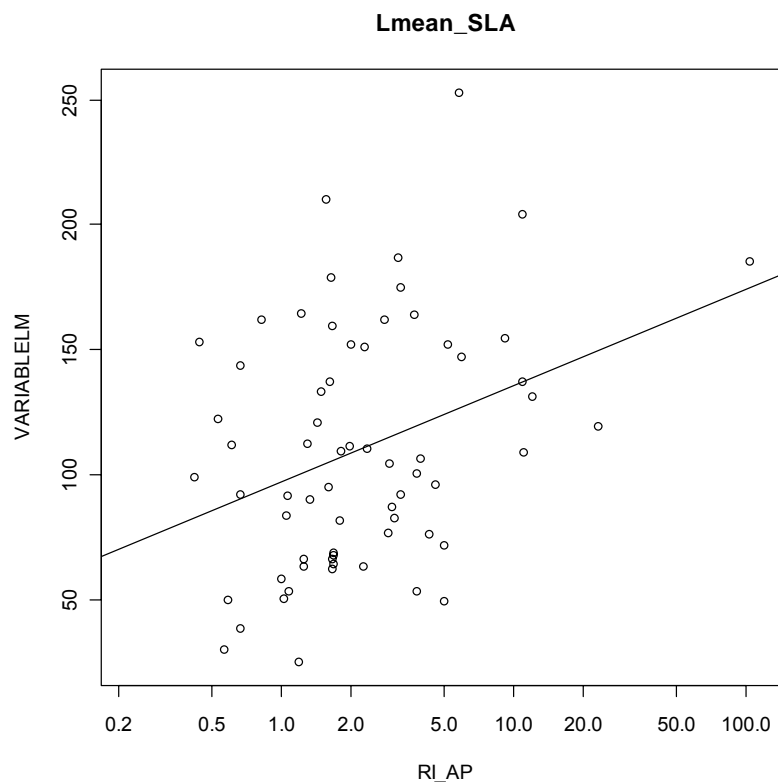


Fig. 7.10. Relació lineal entre la mida mitjana de la bagra i el risc d'incompliment de la directiva marc per pressions (RI_AP, en escala logarítmica). $Lmean_SLA = 97.059 + 38.632 \log_{10} \log_{10}(RI_AP)$; $r^2 = 0,1188$; $n = 66$. $p\text{-value} = 0,004588$.

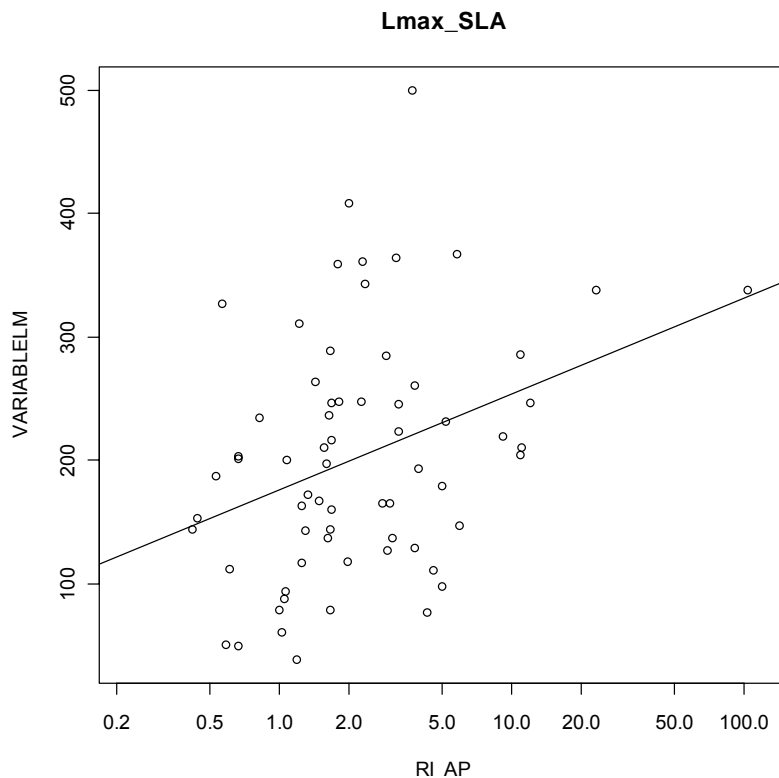


Fig. 7.11. Relació lineal entre la mida màxima de la bagra i el risc d'incompliment de la directiva marc per pressions (RI_AP, en escala logarítmica). $L_{max_SLA} = 176,10 + 77,74 \log_{10}(RI_AP)$; $r^2 = 0.1189$; $n = 66$; $p\text{-value} = 0,004572$.

Els resultats univariables que es mostren a continuació mostren que la mida mitjana de bagra no sembla augmentar clarament amb l'ordre del riu (Fig. 7.12 i 7.15) però sí amb l'altitud (Fig. 7.16) i amb RI_AP (Fig. 7.14). Els resultats multivariables (GLM amb errors gamma —noteu que amb aquest tipus d'errors els signes dels coeficients estimats es comporten al revés perquè la funció link per defecte és la inversa— i la conca hidrogràfica com a factor qualitatiu) permeten concloure que:

- hi ha diferències molt importants entre conques amb les bagres més grans (per a la mateixa altitud i pressió) a les conques del Francolí, Besòs i Ter i les més petites al Fluvià (Fig. 7.14 a 7.16). Això podria deure's a variabilitat natural de l'espècie i els rius o a què a més de *Squalius laietanus* potser també estigui present *Squalius cephalus*, introduïda a algunes conques. També sembla haver-hi un efecte del substrat de la conca.
- per a la majoria de conques hidrogràfiques, les bagres són més grans als trams més baixos. Tedesco et al. (2009) i altres autors allà referenciats ja havien detectat taxes de creixement de *Squalius cephalus* més grans a trams baixos de rius.
- tot i la forta correlació entre $\lg RI_AP$ i la posició longitudinal del tram (com l'altitud i variables similars), hi ha un efecte independent d'ambdós (controlant l'efecte de la conca). Per tant, la mida de la bagra sembla respondre a la pressió ambiental al tram del riu.

- Això no obstant, ja que les diferències principals semblen entre conques hidrogràfiques, per utilitzar aquesta mètrica s'hauria de fer diferenciant per conques i modelitzant bé la variació natural.

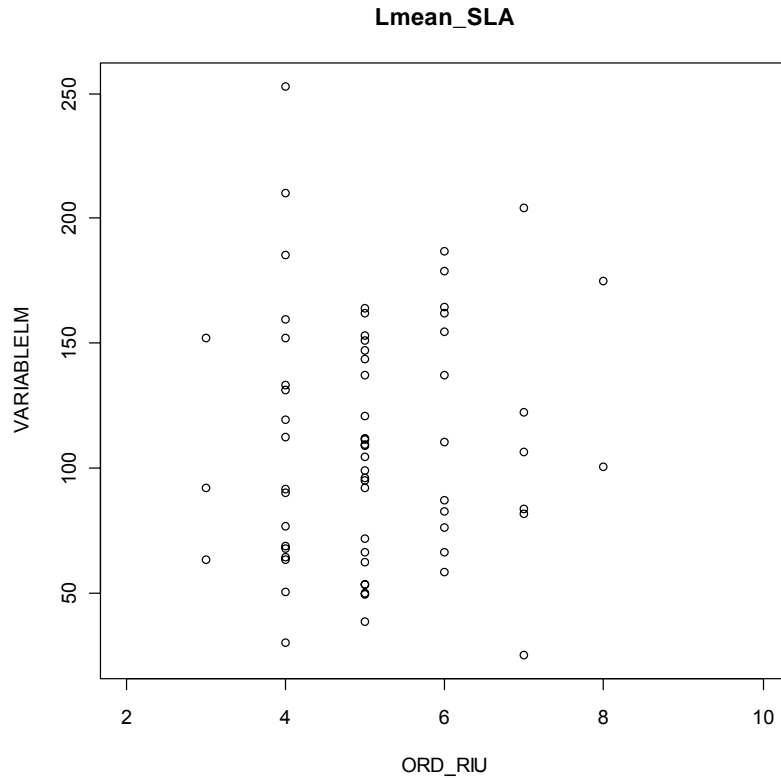


Fig. 7.12. Relació lineal entre la mida mitjana de la bagra i l'ordre del riu ($r^2 = 0,003262$; p-value = 0,6487).

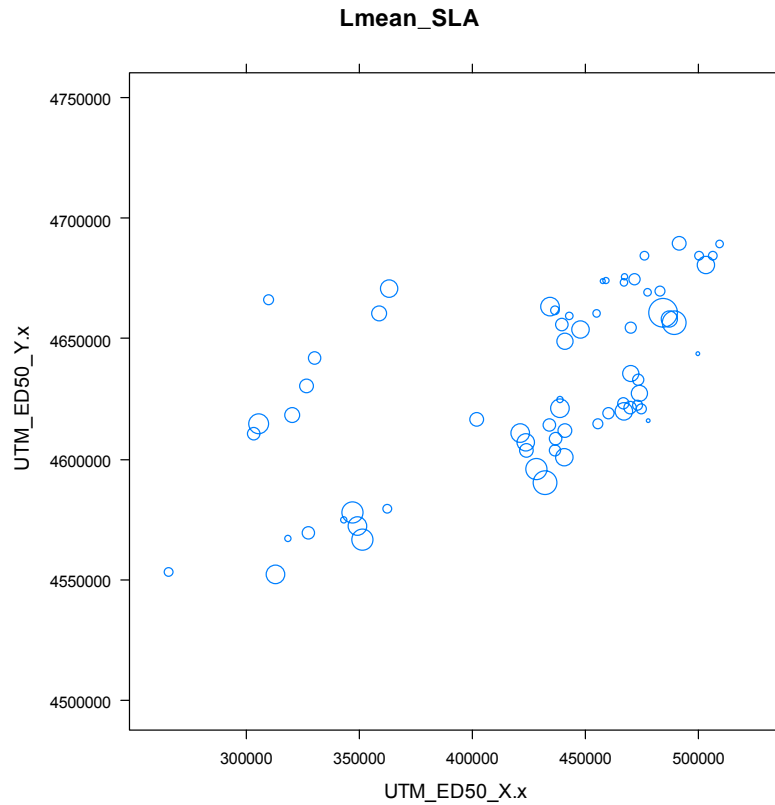


Fig. 7.13. Distribució geogràfica de la mida mitjana de la bagra.

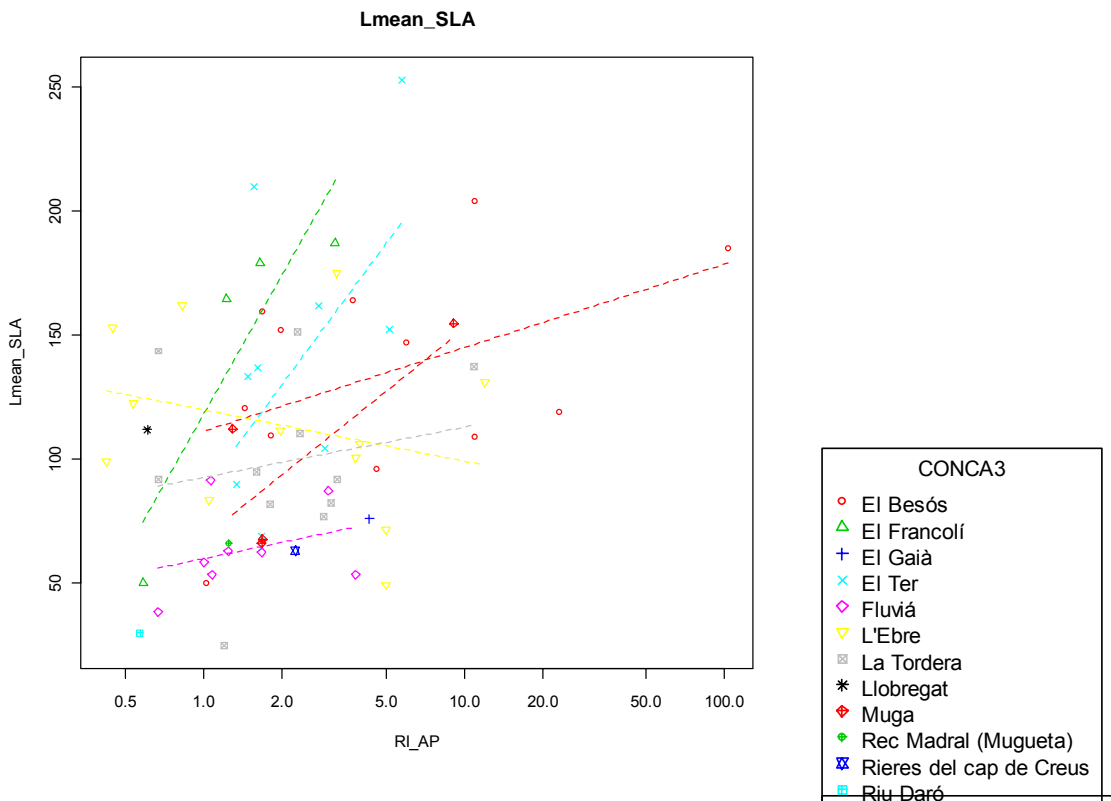


Fig. 7.14. Relació lineal entre la mida mitjana de la bagra i les pressions (RI_AP, en escala logarítmica) per conques.

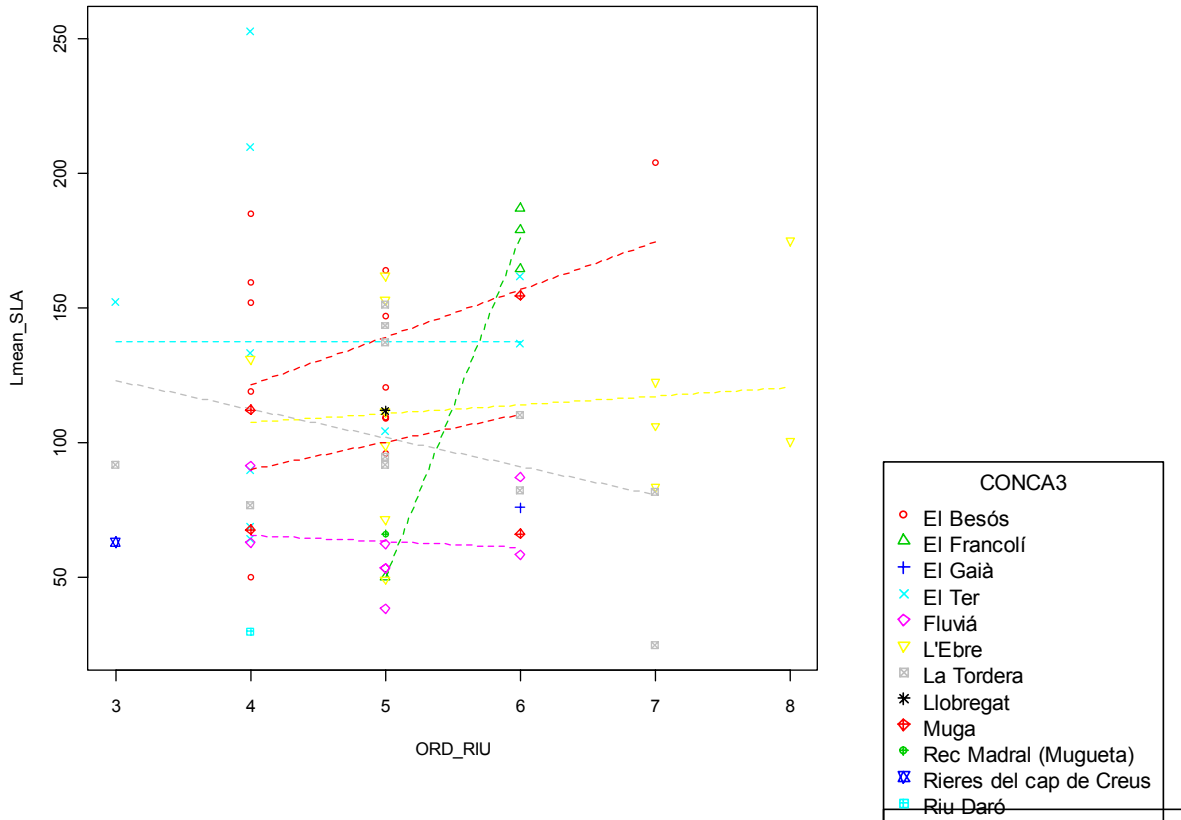


Fig. 7.15. Relació lineal entre la mida mitjana de la bagra i l'ordre del riu per conques.

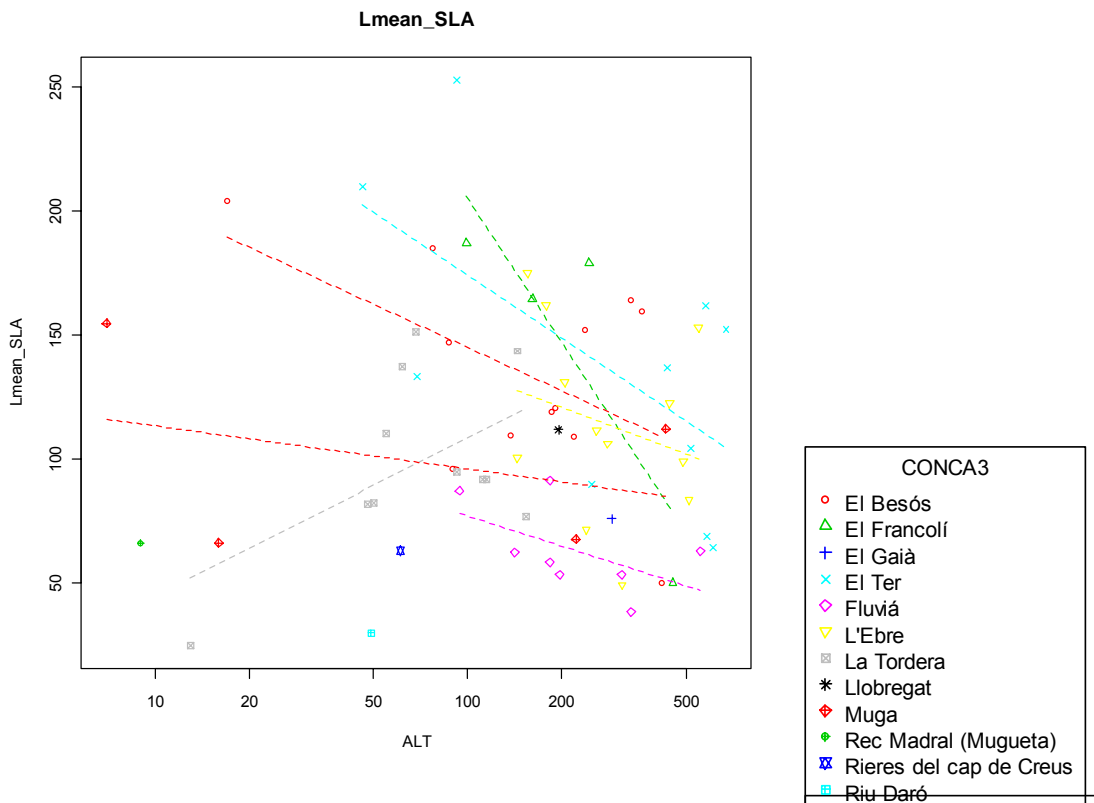


Fig. 7.16. Relació entre la mida mitjana de la bagra i l'altitud per conques.



Taula 7.4. Anàlisi de regressió múltiple (o de covariància) de la mida de la bagra amb variables ambientals com a covariables i la conca com a factor. El model 2 és un model simplificat pel procediment stepAIC a partir del model complet (model 1).

Predictors	modell1	model2	Estadístics	modell1	model2
(Intercept)	0,076 (0,112)	0,027* (0,011)	McFadden R-sq,	0,596	0,535
lg_RI_AP	-0,002 (0,002)	-0,003* (0,001)	Cox-Snell R-sq, Nagelkerke R-sq, phi	0,116 0,621 0,137	0,105 0,561 0,116
CONCA3El Francolí	-0,009** (0,003)	-0,007** (0,002)	Likelihood-ratio	8,146	7,315
CONCA3El Gaià	-0,004 (0,006)	0,000 (0,005)	p Log-likelihood	1,000 -315,828	0,987 -320,525
CONCA3El Ter	0,001 (0,004)	0,003 (0,003)	Deviance AIC	5,518 693,657	6,348 681,049
CONCA3Fluvià	0,007 (0,004)	0,010** (0,003)	BIC N	761,536 66	724,842 66
CONCA3L'Ebre	0,003 (0,005)	0,002 (0,004)			
CONCA3La Tordera	0,005* (0,002)	0,006** (0,002)			
CONCA3Llobregat	0,001 (0,004)	0,001 (0,004)			
CONCA3Muga	0,002 (0,004)	0,005* (0,002)			
CONCA3Rec Madral (Mugueta)	0,008 (0,007)	0,009 (0,005)			
CONCA3Rieres del cap de Creus	0,009 (0,008)	0,007 (0,006)			
CONCA3Riu Daró	0,029* (0,013)	0,028* (0,011)			
LGAREA	-0,030 (0,035)				
X2TEMP_AIRE_	0,002 (0,016)				
X2PRCPT_ANUA	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)			
LGALT	-0,016 (0,018)				
ALT2	0,005 (0,004)	0,002* (0,001)			
LGACUM_AREA	-0,036 (0,033)				
LGDIST_NAIX	0,055 (0,034)	0,001 (0,002)			
ORD_RIU	0,002 (0,007)				
AREA_PESCADA2	0,005 (0,007)				
X2TEMP_AIRE2	-0,000 (0,001)				
X2PRCPT_ANUA2	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)			
acum_area2	0,004 (0,004)				
DIST_NAIX2	-0,018 (0,011)				
ORD_RIU2	-0,000 (0,001)				
LGDIST_DOWN	0,032 (0,032)				
DIST_DOWN2	-0,008 (0,006)	-0,001 (0,001)			
silicic	-0,005* (0,002)	-0,002* (0,001)			



Un fet destacable és que a les tipologies de l'ACA de rius més grans (EP i GEM) no s'ha detectat bagra, que sembla en forta regressió especialment en aquests trams. A continuació es mostra la longitud mitjana de les bagres segons la tipologia.

EP	GEM	GRPM	MHC	MHS	MMC	MMEC
NaN	NaN	137,75000	114,48325	NaN	80,33656	124,66667

MMS	RMCV	RMS	TL	ZC
71,12302	119,90303	112,38462	64,76681	144,00305

On EP = Eixos principals, GEM = Grans eixos mediterranis, GRPM = Grans rius poc mineralitzats, MHC = Rius de muntanya humida calcària, MHS = Rius de muntanya humida silícica, MMC = Rius de muntanya mediterrània calcària, MMEC = Rius de muntanya mediterrània d'elevat cabal, MMS = Rius de muntanya mediterrània silícica, RMCV = Rius mediterranis de cabal variable, TL = Torrents litorals i ZC = Rius amb influència de zones càrstiques.

Si es consideren per exemple les dues tipologies de l'ACA on hi ha més bagra (MMC i RMCV), la relació amb les pressions és molt feble i els r_s no significatius (Fig. 7.17).

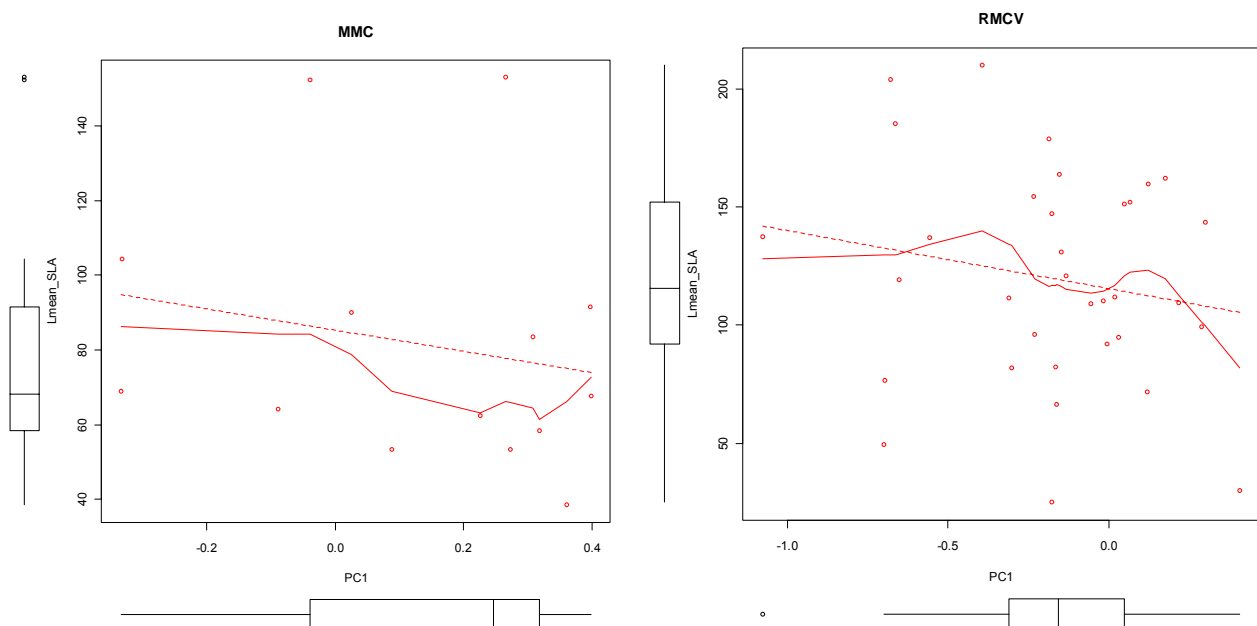


Fig. 7.17. Relació entre la mida mitjana de la bagra i les pressions (PC1) per a les tipologies de l'ACA on hi ha més bagra (MMC i RMCV).



7.3. Anàlisi de redundància de les mètriques significatives

A la Taula 7.5 es mostren els coeficients de correlació de Spearman entre les mètriques significatives i els valors de P del test de significació. Els valors de coeficients de Pearson eren molt similars (el primer decimal sovint idèntic).

Taula 7.5. Coeficients de correlació de Spearman (r_s) entre les mètriques. $n = 235$ per totes aquestes correlacions.

	PSN	PSI	PSN_intol	PSI_intol	PSN_tol	PSI_tol	PSN_benthic	PSI_benthic
PSN	1,00	-0,95	0,79	-0,31	-0,06	-0,82	0,45	-0,77
PSI	-0,95	1,00	-0,77	0,34	0,07	0,86	-0,43	0,81
PSN_intol	0,79	-0,77	1,00	-0,16	-0,46	-0,73	0,22	-0,64
PSI_intol	-0,31	0,34	-0,16	1,00	-0,13	-0,06	-0,10	0,03
PSN_tol	-0,06	0,07	-0,46	-0,13	1,00	0,15	0,33	0,09
PSI_tol	-0,82	0,86	-0,73	-0,06	0,15	1,00	-0,38	0,83
PSN_benthic	0,45	-0,43	0,22	-0,10	0,33	-0,38	1,00	-0,35
PSI_benthic	-0,77	0,81	-0,64	0,03	0,09	0,83	-0,35	1,00
PST_WC	-0,42	0,46	-0,52	0,30	0,09	0,35	-0,24	0,20
PSN_WC	0,16	-0,12	-0,15	0,00	0,15	-0,07	0,05	-0,06
PSI_WC	-0,70	0,74	-0,58	0,43	0,11	0,58	-0,30	0,37
PST_invert	0,17	-0,14	0,19	0,04	-0,03	-0,16	0,69	-0,14
PSN_invert	0,35	-0,34	0,35	0,04	-0,05	-0,35	0,81	-0,30
PSN_omniv	0,15	-0,10	-0,20	-0,03	0,27	-0,05	0,10	-0,04
PSI_omniv	-0,88	0,93	-0,72	0,34	0,05	0,86	-0,40	0,77
PST_pisciv	0,26	-0,32	0,22	-0,18	0,24	-0,28	-0,31	-0,29
PST_lithophil	0,65	-0,69	0,82	0,12	-0,53	-0,80	0,14	-0,63
PSN_lithophil	0,89	-0,85	0,91	-0,21	-0,37	-0,76	0,28	-0,69
PST_rheophil	0,65	-0,69	0,82	0,13	-0,58	-0,84	0,13	-0,66
PSI_rheophil	-0,48	0,50	-0,28	0,74	-0,12	0,08	-0,20	0,25
PST_potad	-0,33	0,36	-0,40	-0,06	0,31	0,43	-0,03	0,42
PSN_potad	0,03	-0,01	-0,18	-0,10	0,39	0,04	0,21	-0,01
PSI_potad	-0,45	0,47	-0,35	0,02	0,05	0,52	-0,23	0,55
PST_LL	-0,41	0,45	-0,74	-0,10	0,61	0,58	0,01	0,56
PSI_LL	-0,72	0,76	-0,64	-0,09	0,15	0,90	-0,32	0,88
PST_SL	-0,43	0,45	-0,40	0,26	-0,01	0,31	-0,21	0,21
PSN_SL	0,12	-0,08	-0,07	-0,15	0,11	0,00	0,08	-0,09
PSI_SL	-0,71	0,75	-0,55	0,44	0,04	0,55	-0,32	0,44
PIN	0,98	-0,92	0,77	-0,34	-0,06	-0,77	0,43	-0,73
PII	-0,93	0,98	-0,75	0,38	0,08	0,82	-0,41	0,77
PIT_intol	0,62	-0,66	0,89	0,07	-0,48	-0,72	0,14	-0,59
PIN_intol	0,79	-0,76	0,96	-0,19	-0,37	-0,68	0,24	-0,61
PII_intol	-0,31	0,34	-0,15	1,00	-0,13	-0,06	-0,10	0,04
PIT_tol	-0,65	0,68	-0,82	-0,10	0,59	0,81	-0,13	0,63
PIN_tol	-0,12	0,14	-0,50	-0,13	0,97	0,22	0,29	0,15
PIT_DELT	-0,11	0,14	-0,19	-0,01	0,21	0,16	0,05	0,21
PIT_benthic	0,10	-0,08	0,00	-0,06	0,18	-0,02	0,74	0,10
PIT_WC	-0,49	0,52	-0,56	0,26	0,13	0,43	-0,25	0,29
PIN_WC	0,12	-0,08	-0,18	0,01	0,19	-0,02	0,05	-0,02
PIT_invert	0,13	-0,11	0,11	-0,01	0,11	-0,07	0,67	-0,08
PIN_invert	0,31	-0,30	0,28	0,00	0,06	-0,28	0,78	-0,24
PII_invert	-0,49	0,53	-0,46	0,01	0,20	0,54	-0,24	0,44
PIN_omniv	0,09	-0,05	-0,24	-0,01	0,29	0,01	0,09	0,01
PII_omniv	-0,86	0,91	-0,70	0,37	0,08	0,82	-0,37	0,72
PII_pisciv	-0,30	0,31	-0,28	0,04	0,19	0,22	-0,10	0,14
PIT_lithophil	0,64	-0,68	0,82	0,09	-0,51	-0,78	0,13	-0,60
PIN_lithophil	0,87	-0,82	0,88	-0,25	-0,33	-0,70	0,27	-0,64
PII_potad	-0,45	0,47	-0,35	0,02	0,05	0,52	-0,23	0,55
PIT_LL	-0,43	0,47	-0,74	-0,05	0,55	0,57	-0,02	0,53
PIN_LL	-0,12	0,15	-0,55	-0,02	0,71	0,22	0,20	0,17
PIT_SL	-0,48	0,50	-0,44	0,25	0,03	0,37	-0,22	0,27
PIN_SL	0,10	-0,06	-0,09	-0,14	0,13	0,02	0,08	-0,08
PII_SL	-0,72	0,75	-0,56	0,41	0,06	0,57	-0,32	0,47
PSN	PST_WC	PSN_WC	PSI_WC	PST_invert	PSN_invert	PSN_omniv	PSI_omniv	PST_pisciv
	-0,42	0,16	-0,70	0,17	0,35	0,15	-0,88	0,26
PSI	0,46	-0,12	0,74	-0,14	-0,34	-0,10	0,93	-0,32
PSN_intol	-0,52	-0,15	-0,58	0,19	0,35	-0,20	-0,72	0,22
PSI_intol	0,30	0,00	0,43	0,04	0,04	-0,03	0,34	-0,18
PSN_tol	0,09	0,15	0,11	-0,03	-0,05	0,27	0,05	0,24
PSI_tol	0,35	-0,07	0,58	-0,16	-0,35	-0,05	0,86	-0,28
PSN_benthic	-0,24	0,05	-0,30	0,69	0,81	0,10	-0,40	-0,31
PSI_benthic	0,20	-0,06	0,37	-0,14	-0,30	-0,04	0,77	-0,29
PST_WC	1,00	0,62	0,65	0,00	-0,14	0,56	0,45	-0,32
PSN_WC	0,62	1,00	-0,07	-0,02	0,05	0,92	-0,09	-0,17
PSI_WC	0,65	-0,07	1,00	0,03	-0,23	-0,06	0,73	-0,23
PST_invert	0,00	-0,02	0,03	1,00	0,88	-0,04	-0,17	-0,51



PSN_invert	-0,14	0,05	-0,23	0,88	1,00	0,04	-0,31	-0,44				
PSN_omniv	0,56	0,92	-0,06	-0,04	0,04	1,00	-0,08	-0,18				
PSI_omniv	0,45	-0,09	0,73	-0,17	-0,31	-0,08	1,00	-0,36				
PST_pisciv	-0,32	-0,17	-0,23	-0,51	-0,44	-0,18	-0,36	1,00				
PST_lithophil	-0,34	-0,02	-0,51	0,10	0,28	-0,02	-0,67	0,10				
PSN_lithophil	-0,39	0,12	-0,63	0,16	0,33	0,12	-0,78	0,14				
PST_rheophil	-0,30	-0,01	-0,48	0,15	0,31	-0,05	-0,68	0,12				
PSI_rheophil	0,32	-0,03	0,45	0,01	-0,05	-0,05	0,37	-0,17				
PST_potad	0,10	-0,04	0,28	-0,06	-0,15	0,14	0,36	-0,22				
PSN_potad	0,01	0,08	0,03	-0,01	0,04	0,37	-0,01	-0,15				
PSI_potad	0,13	-0,12	0,34	-0,06	-0,22	-0,14	0,47	-0,14				
PST_LL	0,32	0,37	0,19	-0,14	-0,18	0,41	0,48	-0,13				
PSI_LL	0,21	-0,03	0,38	-0,19	-0,30	-0,01	0,79	-0,23				
PST_SL	0,63	0,15	0,62	0,01	-0,16	0,18	0,40	-0,26				
PSN_SL	0,24	0,35	0,03	-0,01	0,00	0,42	-0,09	-0,08				
PSI_SL	0,61	-0,10	0,92	0,05	-0,20	-0,09	0,70	-0,27				
PIN	-0,41	0,17	-0,67	0,16	0,33	0,17	-0,85	0,24				
PII	0,44	-0,13	0,73	-0,13	-0,32	-0,12	0,91	-0,31				
PIT_intol	-0,47	-0,23	-0,46	0,14	0,30	-0,28	-0,60	0,22				
PIN_intol	-0,51	-0,10	-0,57	0,18	0,34	-0,15	-0,70	0,23				
PII_intol	0,29	-0,01	0,43	0,04	0,04	-0,03	0,34	-0,18				
PIT_tol	0,29	-0,01	0,47	-0,17	-0,33	0,06	0,67	-0,11				
PIN_tol	0,13	0,14	0,19	-0,04	-0,09	0,27	0,11	0,21				
PIT_DELT	0,09	0,13	0,08	0,02	0,03	0,18	0,12	0,02				
PIT_benthic	-0,31	-0,08	-0,26	0,56	0,64	-0,04	-0,05	-0,47				
PIT_WC	0,89	0,47	0,66	-0,05	-0,20	0,44	0,51	-0,28				
PIN_WC	0,59	0,96	-0,02	-0,03	0,03	0,89	-0,06	-0,15				
PIT_invert	0,01	0,02	0,05	0,87	0,80	0,02	-0,10	-0,44				
PIN_invert	-0,11	0,09	-0,18	0,80	0,93	0,09	-0,26	-0,40				
PII_invert	0,41	-0,04	0,65	0,18	-0,24	-0,03	0,41	-0,10				
PIN_omniv	0,54	0,87	0,00	-0,05	0,01	0,95	-0,03	-0,15				
PII_omniv	0,45	-0,09	0,73	-0,16	-0,29	-0,08	0,97	-0,32				
PII_pisciv	0,14	-0,04	0,26	-0,09	-0,11	0,02	0,15	0,19				
PIT_lithophil	-0,34	-0,01	-0,51	0,08	0,27	-0,02	-0,66	0,12				
PIN_lithophil	-0,38	0,13	-0,61	0,14	0,30	0,13	-0,75	0,15				
PII_potad	0,13	-0,13	0,34	-0,07	-0,22	-0,15	0,47	-0,14				
PIT_LL	0,36	0,37	0,24	-0,10	-0,16	0,43	0,47	-0,16				
PIN_LL	0,44	0,55	0,19	0,03	0,00	0,62	0,14	-0,02				
PIT_SL	0,61	0,12	0,64	-0,02	-0,18	0,16	0,46	-0,27				
PIN_SL	0,24	0,34	0,05	-0,01	0,00	0,42	-0,08	-0,09				
PII_SL	0,60	-0,11	0,90	0,03	-0,22	-0,10	0,70	-0,27				
PSN	PST_lithophil	0,65	PSN_lithophil	0,89	PST_rheophil	0,65	PSI_rheophil	-0,48	PST_potad	-0,33	PSN_potad	0,03
PSI	-0,69	0,82	-0,85	0,91	-0,69	0,82	0,50	0,36	-0,01	-0,18	-0,10	
PSN_intol	0,12	-0,53	-0,21	-0,37	0,13	-0,58	0,74	-0,06	0,31	0,39	0,04	
PSI_intol	-0,80	-0,76	-0,84	-0,84	0,08	0,08	0,43	0,43	0,04	0,21	-0,01	
PSN_benthic	0,14	0,28	0,13	0,13	-0,20	-0,03	0,21	-0,03	0,21	0,01	-0,01	
PSI_benthic	-0,63	-0,69	-0,66	-0,66	0,25	0,42	0,42	0,42	0,10	0,01	0,08	
PST_WC	-0,34	-0,39	-0,30	-0,30	0,32	0,10	0,10	0,10	0,01	0,08	0,03	
PSN_WC	-0,02	0,12	-0,01	-0,01	-0,03	-0,04	0,28	0,28	0,03	0,01	-0,01	
PSI_WC	-0,51	-0,63	-0,48	-0,48	0,45	0,28	0,01	-0,06	-0,15	0,04	0,37	
PST_invert	0,10	0,16	0,15	0,15	0,01	-0,06	-0,06	0,14	0,37	-0,01	-0,15	
PSN_invert	0,28	0,33	0,31	0,31	-0,05	0,14	0,36	-0,01	0,36	-0,01	-0,15	
PSN_omniv	-0,02	0,12	-0,05	-0,05	-0,05	0,14	0,36	-0,01	0,36	-0,01	-0,15	
PSI_omniv	-0,67	-0,78	-0,68	-0,68	0,37	0,36	-0,01	-0,22	-0,27	-0,07	0,01	
PST_pisciv	0,10	0,14	0,12	0,12	-0,17	-0,22	-0,15	-0,27	-0,27	-0,07	0,01	
PST_lithophil	1,00	0,84	0,84	0,84	0,94	-0,01	-0,27	-0,32	-0,32	0,01	-0,20	
PSN_lithophil	0,84	1,00	0,82	0,82	-0,37	-0,37	-0,47	-0,47	-0,47	-0,08	0,61	
PST_rheophil	0,94	0,82	1,00	1,00	0,01	0,01	1,00	1,00	1,00	1,00	0,61	
PSI_rheophil	-0,01	-0,37	0,01	0,01	1,00	0,07	0,07	0,07	0,07	0,61	1,00	
PST_potad	-0,27	-0,32	-0,47	-0,47	0,07	0,07	1,00	1,00	1,00	1,00	0,61	
PSN_potad	-0,07	0,01	-0,20	-0,20	-0,08	0,61	1,00	1,00	1,00	1,00	0,61	
PSI_potad	-0,29	-0,42	-0,42	-0,42	0,16	0,72	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	0,61	
PST_LL	-0,72	-0,59	-0,77	-0,77	-0,06	0,33	0,14	0,33	0,33	0,14	0,61	
PSI_LL	-0,70	-0,66	-0,75	-0,75	0,02	0,44	0,03	0,44	0,44	0,03	0,61	
PST_SL	-0,29	-0,39	-0,24	-0,24	0,40	0,28	0,23	0,28	0,28	0,23	0,61	
PSN_SL	-0,08	0,05	-0,06	-0,06	-0,12	0,20	0,47	0,20	0,20	0,47	0,61	
PSI_SL	-0,45	-0,63	-0,41	-0,41	0,57	0,27	0,00	0,27	0,27	0,00	0,61	
PIN	0,61	0,87	0,61	0,61	-0,51	-0,30	0,06	-0,51	-0,30	0,06	0,61	
PII	-0,66	-0,83	-0,66	-0,66	0,53	0,32	-0,03	0,32	0,32	-0,03	0,61	
PIT_intol	0,85	0,76	0,84	0,84	-0,12	-0,41	-0,24	-0,41	-0,41	-0,24	0,61	
PIN_intol	0,76	0,89	0,75	0,75	-0,33	-0,38	-0,19	-0,38	-0,38	-0,19	0,61	
PII_intol	0,12	-0,21	0,13	0,13	0,74	-0,05	-0,10	-0,05	-0,10	-0,10	0,61	
PIT_tol	-0,90	-0,80	-0,97	-0,97	0,03	0,49	0,22	0,49	0,49	0,22	0,61	
PIN_tol	-0,55	-0,40	-0,61	-0,61	-0,10	0,37	0,45	0,37	0,37	0,45	0,61	
PIT_DELT	-0,13	-0,10	-0,16	-0,16	0,09	0,22	0,12	0,22	0,22	0,12	0,61	
PIT_benthic	-0,08	0,00	-0,11	-0,11	-0,10	0,08	0,11	0,08	0,08	0,11	0,61	



PIT_WC	-0,40	-0,46	-0,37	0,31	0,20	0,05			
PIN_WC	-0,06	0,08	-0,05	-0,02	-0,02	0,13			
PIT_invert	0,03	0,11	0,04	-0,06	0,06	0,05			
PIN_invert	0,21	0,28	0,22	-0,08	-0,10	0,08			
PII_invert	-0,52	-0,48	-0,48	0,15	0,30	0,03			
PIN_omniv	-0,09	0,06	-0,10	-0,03	0,14	0,37			
PII_omniv	-0,66	-0,77	-0,66	0,40	0,31	-0,01			
PII_pisciv	-0,27	-0,28	-0,25	0,23	0,07	0,12			
PIT_lithophil	0,97	0,84	0,92	-0,03	-0,31	-0,13			
PIN_lithophil	0,78	0,97	0,76	-0,41	-0,32	-0,02			
PII_potad	-0,29	-0,42	-0,42	0,18	0,72	-0,10			
PIT_LL	-0,71	-0,58	-0,74	0,02	0,32	0,19			
PIN_LL	-0,48	-0,32	-0,49	-0,02	0,20	0,29			
PIT_SL	-0,32	-0,43	-0,29	0,39	0,37	0,26			
PIN_SL	-0,10	0,04	-0,08	-0,11	0,22	0,50			
PII_SL	-0,46	-0,64	-0,44	0,54	0,30	0,00			
	PSI_potad	PST_LL	PSI_LL	PST_SL	PSN_SL	PSI_SL	PIN	PII	PIT_intol
PSN	-0,45	-0,41	-0,72	-0,43	0,12	-0,71	0,98	-0,93	0,62
PSI	0,47	0,45	0,76	0,45	-0,08	0,75	-0,92	0,98	-0,66
PSN_intol	-0,35	-0,74	-0,64	-0,40	-0,07	-0,55	0,77	-0,75	0,89
PSI_intol	0,02	-0,10	-0,09	0,26	-0,15	0,44	-0,34	0,38	0,07
PSN_tol	0,05	0,61	0,15	-0,01	0,11	0,04	-0,06	0,08	-0,48
PSI_tol	0,52	0,58	0,90	0,31	0,00	0,55	-0,77	0,82	-0,72
PSN_benthic	-0,23	0,01	-0,32	-0,21	0,08	-0,32	0,43	-0,41	0,14
PSI_benthic	0,55	0,56	0,88	0,21	-0,09	0,44	-0,73	0,77	-0,59
PST_WC	0,13	0,32	0,21	0,63	0,24	0,61	-0,41	0,44	-0,47
PSN_WC	-0,12	0,37	-0,03	0,15	0,35	-0,10	0,17	-0,13	-0,23
PSI_WC	0,34	0,19	0,38	0,62	0,03	0,92	-0,67	0,73	-0,46
PST_invert	-0,06	-0,14	-0,19	0,01	-0,01	0,05	0,16	-0,13	0,14
PSN_invert	-0,22	-0,18	-0,30	-0,16	0,00	-0,20	0,33	-0,32	0,30
PSN_omniv	-0,14	0,41	-0,01	0,18	0,42	-0,09	0,17	-0,12	-0,28
PSI_omniv	0,47	0,48	0,79	0,40	-0,09	0,70	-0,85	0,91	-0,60
PST_pisciv	-0,14	-0,13	-0,23	-0,26	-0,08	-0,27	0,24	-0,31	0,22
PST_lithophil	-0,29	-0,72	-0,70	-0,29	-0,08	-0,45	0,61	-0,66	0,85
PSN_lithophil	-0,42	-0,59	-0,66	-0,39	0,05	-0,63	0,87	-0,83	0,76
PST_rheophil	-0,42	-0,77	-0,75	-0,24	-0,06	-0,41	0,61	-0,66	0,84
PSI_rheophil	0,16	-0,06	0,02	0,40	-0,12	0,57	-0,51	0,53	-0,12
PST_potad	0,72	0,33	0,44	0,28	0,20	0,27	-0,30	0,32	-0,41
PSN_potad	-0,10	0,14	0,03	0,23	0,47	0,00	0,06	-0,03	-0,24
PSI_potad	1,00	0,29	0,54	0,17	-0,15	0,36	-0,43	0,44	-0,30
PST_LL	0,29	1,00	0,67	-0,09	-0,10	0,12	-0,38	0,42	-0,76
PSI_LL	0,54	0,67	1,00	0,12	-0,05	0,33	-0,66	0,71	-0,63
PST_SL	0,17	-0,09	0,12	1,00	0,61	0,69	-0,43	0,45	-0,38
PSN_SL	-0,15	-0,10	-0,05	0,61	1,00	0,00	0,13	-0,09	-0,21
PSI_SL	0,36	0,12	0,33	0,69	0,00	1,00	-0,70	0,75	-0,45
PIN	-0,43	-0,38	-0,66	-0,43	0,13	-0,70	1,00	-0,94	0,59
PII	0,44	0,42	0,71	0,45	-0,09	0,75	-0,94	1,00	-0,65
PIT_intol	-0,30	-0,76	-0,63	-0,38	-0,21	-0,45	0,59	-0,65	1,00
PIN_intol	-0,32	-0,64	-0,59	-0,47	-0,12	-0,57	0,79	-0,76	0,88
PII_intol	0,02	-0,10	-0,09	0,25	-0,14	0,43	-0,34	0,38	0,07
PIT_tol	0,42	0,76	0,71	0,23	0,03	0,42	-0,62	0,67	-0,84
PIN_tol	0,07	0,60	0,21	0,05	0,17	0,11	-0,11	0,13	-0,53
PIT_DELT	0,18	0,24	0,21	0,02	0,03	0,07	-0,11	0,13	-0,16
PIT_benthic	-0,01	0,23	0,09	-0,30	-0,10	-0,26	0,12	-0,09	-0,04
PIT_WC	0,22	0,30	0,29	0,70	0,27	0,64	-0,50	0,52	-0,52
PIN_WC	-0,13	0,37	0,02	0,20	0,40	-0,07	0,14	-0,09	-0,27
PIT_invert	0,03	0,00	-0,07	-0,06	-0,06	0,03	0,14	-0,12	0,10
PIN_invert	-0,19	-0,08	-0,22	-0,19	-0,02	-0,19	0,32	-0,31	0,27
PII_invert	0,37	0,22	0,38	0,44	0,12	0,64	-0,47	0,51	-0,48
PIN_omniv	-0,15	0,41	0,05	0,24	0,47	-0,05	0,12	-0,07	-0,34
PII_omniv	0,40	0,46	0,74	0,40	-0,07	0,69	-0,86	0,92	-0,59
PII_pisciv	-0,01	0,19	0,25	0,06	0,09	0,11	-0,24	0,28	-0,28
PIT_lithophil	-0,30	-0,68	-0,66	-0,33	-0,13	-0,46	0,62	-0,66	0,86
PIN_lithophil	-0,40	-0,52	-0,60	-0,44	0,03	-0,63	0,88	-0,83	0,74
PII_potad	1,00	0,29	0,54	0,17	-0,14	0,36	-0,43	0,44	-0,31
PIT_LL	0,24	0,92	0,61	0,00	0,00	0,18	-0,39	0,44	-0,81
PIN_LL	0,00	0,75	0,24	0,01	0,10	0,12	-0,09	0,13	-0,62
PIT_SL	0,26	-0,01	0,21	0,95	0,54	0,71	-0,49	0,50	-0,42
PIN_SL	-0,14	-0,08	-0,04	0,61	0,99	0,01	0,11	-0,07	-0,23
PII_SL	0,39	0,15	0,37	0,68	0,00	0,98	-0,72	0,76	-0,46
	PIN_intol	PII_intol	PIT_tol	PIN_tol	PIT_DELT	PIT_benthic	PIT_WC	PIN_WC	
PSN	0,79	-0,31	-0,65	-0,12	-0,11	0,10	-0,49	0,12	
PSI	-0,76	0,34	0,68	0,14	0,14	-0,08	0,52	-0,08	
PSN_intol	0,96	-0,15	-0,82	-0,50	-0,19	0,00	-0,56	-0,18	
PSI_intol	-0,19	1,00	-0,10	-0,13	-0,01	-0,06	0,26	0,01	
PSN_tol	-0,37	-0,13	0,59	0,97	0,21	0,18	0,13	0,19	
PSI_tol	-0,68	-0,06	0,81	0,22	0,16	-0,02	0,43	-0,02	
PSN_benthic	0,24	-0,10	-0,13	0,29	0,05	0,74	-0,25	0,05	
PSI_benthic	-0,61	0,04	0,63	0,15	0,21	0,10	0,29	-0,02	



PST_WC	-0,51	0,29	0,29	0,13	0,09	-0,31	0,89	0,59
PSN_WC	-0,10	-0,01	-0,01	0,14	0,13	-0,08	0,47	0,96
PSI_WC	-0,57	0,43	0,47	0,19	0,08	-0,26	0,66	-0,02
PST_invert	0,18	0,04	-0,17	-0,04	0,02	0,56	-0,05	-0,03
PSN_invert	0,34	0,04	-0,33	-0,09	0,03	0,64	-0,20	0,03
PSN_omniv	-0,15	-0,03	0,06	0,27	0,18	-0,04	0,44	0,89
PSI_omniv	-0,70	0,34	0,67	0,11	0,12	-0,05	0,51	-0,06
PST_pisciv	0,23	-0,18	-0,11	0,21	0,02	-0,47	-0,28	-0,15
PST_lithophil	0,76	0,12	-0,90	-0,55	-0,13	-0,08	-0,40	-0,06
PSN_lithophil	0,89	-0,21	-0,80	-0,40	-0,10	0,00	-0,46	0,08
PST_rheophil	0,75	0,13	-0,97	-0,61	-0,16	-0,11	-0,37	-0,05
PSI_rheophil	-0,33	0,74	0,03	-0,10	0,09	-0,10	0,31	-0,02
PST_potad	-0,38	-0,05	0,49	0,37	0,22	0,08	0,20	-0,02
PSN_potad	-0,19	-0,10	0,22	0,45	0,12	0,11	0,05	0,13
PSI_potad	-0,32	0,02	0,42	0,07	0,18	-0,01	0,22	-0,13
PST_LL	-0,64	-0,10	0,76	0,60	0,24	0,23	0,30	0,37
PSI_LL	-0,59	-0,09	0,71	0,21	0,21	0,09	0,29	0,02
PST_SL	-0,47	0,25	0,23	0,05	0,02	-0,30	0,70	0,20
PSN_SL	-0,12	-0,14	0,03	0,17	0,03	-0,10	0,27	0,40
PSI_SL	-0,57	0,43	0,42	0,11	0,07	-0,26	0,64	-0,07
PIN	0,79	-0,34	-0,62	-0,11	-0,11	0,12	-0,50	0,14
PII	-0,76	0,38	0,67	0,13	0,13	-0,09	0,52	-0,09
PIT_intol	0,88	0,07	-0,84	-0,53	-0,16	-0,04	-0,52	-0,27
PIN_intol	1,00	-0,19	-0,76	-0,43	-0,15	0,04	-0,59	-0,13
PII_intol	-0,19	1,00	-0,09	-0,12	-0,01	-0,05	0,26	0,01
PIT_tol	-0,76	-0,09	1,00	0,63	0,16	0,11	0,36	0,02
PIN_tol	-0,43	-0,12	0,63	1,00	0,22	0,17	0,16	0,17
PIT_DELT	-0,15	-0,01	0,16	0,22	1,00	0,02	0,14	0,13
PIT_benthic	0,04	-0,05	0,11	0,17	0,02	1,00	-0,40	-0,12
PIT_WC	-0,59	0,26	0,36	0,16	0,14	-0,40	1,00	0,53
PIN_WC	-0,13	0,01	0,02	0,17	0,13	-0,12	0,53	1,00
PIT_invert	0,18	-0,01	-0,08	0,09	0,11	0,60	-0,06	-0,01
PIN_invert	0,34	0,00	-0,26	0,02	0,08	0,68	-0,21	0,06
PII_invert	-0,45	0,01	0,48	0,28	0,12	-0,19	0,45	0,00
PIN_omniv	-0,20	-0,01	0,10	0,30	0,18	-0,08	0,49	0,93
PII_omniv	-0,70	0,38	0,66	0,14	0,12	-0,05	0,51	-0,06
PII_pisciv	-0,24	0,04	0,24	0,24	0,20	-0,06	0,13	0,01
PIT_lithophil	0,78	0,09	-0,90	-0,55	-0,12	-0,07	-0,41	-0,05
PIN_lithophil	0,90	-0,25	-0,76	-0,36	-0,10	0,02	-0,47	0,11
PII_potad	-0,32	0,02	0,42	0,07	0,18	-0,01	0,22	-0,13
PIT_LL	-0,69	-0,05	0,76	0,58	0,20	0,22	0,31	0,39
PIN_LL	-0,49	-0,03	0,50	0,73	0,24	0,10	0,37	0,57
PIT_SL	-0,52	0,25	0,28	0,09	0,08	-0,31	0,75	0,18
PIN_SL	-0,14	-0,14	0,05	0,20	0,05	-0,09	0,28	0,40
PII_SL	-0,59	0,41	0,44	0,12	0,09	-0,27	0,66	-0,08
PIT_invert	0,13	0,31	-0,49	0,09	-0,86	-0,30	-0,30	
PSI	-0,11	-0,30	0,53	-0,05	0,91	0,31	0,31	
PSN_intol	0,11	0,28	-0,46	-0,24	-0,70	-0,28	-0,28	
PSI_intol	-0,01	0,00	0,01	-0,01	0,37	0,04	0,04	
PSN_tol	0,11	0,06	0,20	0,29	0,08	0,19	0,19	
PSI_tol	-0,07	-0,28	0,54	0,01	0,82	0,22	0,22	
PSN_benthic	0,67	0,78	-0,24	0,09	-0,37	-0,10	-0,10	
PSI_benthic	-0,08	-0,24	0,44	0,01	0,72	0,14	0,14	
PST_WC	0,01	-0,11	0,41	0,54	0,45	0,14	0,14	
PSN_WC	0,02	0,09	-0,04	0,87	-0,09	-0,04	-0,04	
PSI_WC	0,05	-0,18	0,65	0,00	0,73	0,26	0,26	
PST_invert	0,87	0,80	0,18	-0,05	-0,16	-0,09	-0,09	
PSN_invert	0,80	0,93	-0,24	0,01	-0,29	-0,11	-0,11	
PSN_omniv	0,02	0,09	-0,03	0,95	-0,08	0,02	0,02	
PSI_omniv	-0,10	-0,26	0,41	-0,03	0,97	0,15	0,15	
PST_pisciv	-0,44	-0,40	-0,10	-0,15	-0,32	0,19	0,19	
PST_lithophil	0,03	0,21	-0,52	-0,09	-0,66	-0,27	-0,27	
PSN_lithophil	0,11	0,28	-0,48	0,06	-0,77	-0,28	-0,28	
PST_rheophil	0,04	0,22	-0,48	-0,10	-0,66	-0,25	-0,25	
PSI_rheophil	-0,06	-0,08	0,15	-0,03	0,40	0,23	0,23	
PST_potad	0,06	-0,10	0,30	0,14	0,31	0,07	0,07	
PSN_potad	0,05	0,08	0,03	0,37	-0,01	0,12	0,12	
PSI_potad	0,03	-0,19	0,37	-0,15	0,40	-0,01	-0,01	
PST_LL	0,00	-0,08	0,22	0,41	0,46	0,19	0,19	
PSI_LL	-0,07	-0,22	0,38	0,05	0,74	0,25	0,25	
PST_SL	-0,06	-0,19	0,44	0,24	0,40	0,06	0,06	
PSN_SL	-0,06	-0,02	0,12	0,47	-0,07	0,09	0,09	
PSI_SL	0,03	-0,19	0,64	-0,05	0,69	0,11	0,11	
PIN	0,14	0,32	-0,47	0,12	-0,86	-0,24	-0,24	
PII	-0,12	-0,31	0,51	-0,07	0,92	0,28	0,28	
PIT_intol	0,10	0,27	-0,48	-0,34	-0,59	-0,28	-0,28	
PIN_intol	0,18	0,34	-0,45	-0,20	-0,70	-0,24	-0,24	
PII_intol	-0,01	0,00	0,01	-0,01	0,38	0,04	0,04	



PIT_tol	-0,08	-0,26	0,48	0,10	0,66	0,24		
PIN_tol	0,09	0,02	0,28	0,30	0,14	0,24		
PIT_DELT	0,11	0,08	0,12	0,18	0,12	0,20		
PIT_benthic	0,60	0,68	-0,19	-0,08	-0,05	-0,06		
PIT_WC	-0,06	-0,21	0,45	0,49	0,51	0,13		
PIN_WC	-0,01	0,06	0,00	0,93	-0,06	0,01		
PIT_invert	1,00	0,88	0,16	-0,01	-0,13	-0,02		
PIN_invert	0,88	1,00	-0,22	0,06	-0,26	-0,04		
PII_invert	0,16	-0,22	1,00	0,03	0,41	0,21		
PIN_omniv	-0,01	0,06	0,03	1,00	-0,03	0,07		
PII_omniv	-0,13	-0,26	0,41	-0,03	1,00	0,19		
PII_pisciv	-0,02	-0,04	0,21	0,07	0,19	1,00		
PIT_lithophil	0,03	0,22	-0,51	-0,08	-0,66	-0,24		
PIN_lithophil	0,14	0,30	-0,45	0,09	-0,76	-0,23		
PII_potad	0,03	-0,19	0,37	-0,15	0,41	0,00		
PIT_LL	-0,05	-0,10	0,29	0,46	0,47	0,21		
PIN_LL	0,09	0,07	0,24	0,65	0,15	0,21		
PIT_SL	-0,06	-0,21	0,45	0,22	0,45	0,07		
PIN_SL	-0,04	-0,01	0,13	0,48	-0,06	0,10		
PII_SL	0,03	-0,21	0,65	-0,06	0,70	0,12		
	PIT_lithophil	PIN_lithophil	PII_potad	PIT_LL	PIN_LL	PIT_SL	PIN_SL	PII_SL
PSN	0,64	0,87	-0,45	-0,43	-0,12	-0,48	0,10	-0,72
PSI	-0,68	-0,82	0,47	0,47	0,15	0,50	-0,06	0,75
PSN_intol	0,82	0,88	-0,35	-0,74	-0,55	-0,44	-0,09	-0,56
PSI_intol	0,09	-0,25	0,02	-0,05	-0,02	0,25	-0,14	0,41
PSN_tol	-0,51	-0,33	0,05	0,55	0,71	0,03	0,13	0,06
PSI_tol	-0,78	-0,70	0,52	0,57	0,22	0,37	0,02	0,57
PSN_benthic	0,13	0,27	-0,23	-0,02	0,20	-0,22	0,08	-0,32
PSI_benthic	-0,60	-0,64	0,55	0,53	0,17	0,27	-0,08	0,47
PST_WC	-0,34	-0,38	0,13	0,36	0,44	0,61	0,24	0,60
PSN_WC	-0,01	0,13	-0,13	0,37	0,55	0,12	0,34	-0,11
PSI_WC	-0,51	-0,61	0,34	0,24	0,19	0,64	0,05	0,90
PST_invert	0,08	0,14	-0,07	-0,10	0,03	-0,02	-0,01	0,03
PSN_invert	0,27	0,30	-0,22	-0,16	0,00	-0,18	0,00	-0,22
PSN_omniv	-0,02	0,13	-0,15	0,43	0,62	0,16	0,42	-0,10
PSI_omniv	-0,66	-0,75	0,47	0,47	0,14	0,46	-0,08	0,70
PST_pisciv	0,12	0,15	-0,14	-0,16	-0,02	-0,27	-0,09	-0,27
PST_lithophil	0,97	0,78	-0,29	-0,71	-0,48	-0,32	-0,10	-0,46
PSN_lithophil	0,84	0,97	-0,42	-0,58	-0,32	-0,43	0,04	-0,64
PST_rheophil	0,92	0,76	-0,42	-0,74	-0,49	-0,29	-0,08	-0,44
PSI_rheophil	-0,03	-0,41	0,18	0,02	-0,02	0,39	-0,11	0,54
PST_potad	-0,31	-0,32	0,72	0,32	0,20	0,37	0,22	0,30
PSN_potad	-0,13	-0,02	-0,10	0,19	0,29	0,26	0,50	0,00
PSI_potad	-0,30	-0,40	1,00	0,24	0,00	0,26	-0,14	0,39
PST_LL	-0,68	-0,52	0,29	0,92	0,75	-0,01	-0,08	0,15
PSI_LL	-0,66	-0,60	0,54	0,61	0,24	0,21	-0,04	0,37
PST_SL	-0,33	-0,44	0,17	0,00	0,01	0,95	0,61	0,68
PSN_SL	-0,13	0,03	-0,14	0,00	0,10	0,54	0,99	0,00
PSI_SL	-0,46	-0,63	0,36	0,18	0,12	0,71	0,01	0,98
PIN	0,62	0,88	-0,43	-0,39	-0,09	-0,49	0,11	-0,72
PII	-0,66	-0,83	0,44	0,44	0,13	0,50	-0,07	0,76
PIT_intol	0,86	0,74	-0,31	-0,81	-0,62	-0,42	-0,23	-0,46
PIN_intol	0,78	0,90	-0,32	-0,69	-0,49	-0,52	-0,14	-0,59
PII_intol	0,09	-0,25	0,02	-0,05	-0,03	0,25	-0,14	0,41
PIT_tol	-0,90	-0,76	0,42	0,76	0,50	0,28	0,05	0,44
PIN_tol	-0,55	-0,36	0,07	0,58	0,73	0,09	0,20	0,12
PIT_DELT	-0,12	-0,10	0,18	0,20	0,24	0,08	0,05	0,09
PIT_benthic	-0,07	0,02	-0,01	0,22	0,10	-0,31	-0,09	-0,27
PIT_WC	-0,41	-0,47	0,22	0,31	0,37	0,75	0,28	0,66
PIN_WC	-0,05	0,11	-0,13	0,39	0,57	0,18	0,40	-0,08
PIT_invert	0,03	0,14	0,03	-0,05	0,09	-0,06	-0,04	0,03
PIN_invert	0,22	0,30	-0,19	-0,10	0,07	-0,21	-0,01	-0,21
PII_invert	-0,51	-0,45	0,37	0,29	0,24	0,45	0,13	0,65
PIN_omniv	-0,08	0,09	-0,15	0,46	0,65	0,22	0,48	-0,06
PII_omniv	-0,66	-0,76	0,41	0,47	0,15	0,45	-0,06	0,70
PII_pisciv	-0,24	-0,23	0,00	0,21	0,21	0,07	0,10	0,12
PIT_lithophil	1,00	0,81	-0,30	-0,68	-0,45	-0,37	-0,14	-0,48
PIN_lithophil	0,81	1,00	-0,40	-0,53	-0,28	-0,49	0,01	-0,65
PII_potad	-0,30	-0,40	1,00	0,24	0,00	0,25	-0,14	0,39
PIT_LL	-0,68	-0,53	0,24	1,00	0,80	0,02	0,02	0,18
PIN_LL	-0,45	-0,28	0,00	0,80	1,00	0,03	0,12	0,12
PIT_SL	-0,37	-0,49	0,25	0,02	0,03	1,00	0,55	0,74
PIN_SL	-0,14	0,01	-0,14	0,02	0,12	0,55	1,00	0,01
PII_SL	-0,48	-0,65	0,39	0,18	0,12	0,74	0,01	1,00



Taula 7.6. Significació dels coeficients de correlació de Spearman (r_s) entre les mètriques.

	PSN	PSI	PSN_intol	PSI_intol	PSN_tol	PSI_tol	PSN_benthic	PSI_benthic
PSN		0,0000	0,0000	0,0000	0,3906	0,0000	0,0000	0,0000
PSI	0,0000		0,0000	0,0000	0,2899	0,0000	0,0000	0,0000
PSN_intol	0,0000	0,0000		0,0158	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000
PSI_intol	0,0000	0,0000	0,0158		0,0455	0,3812	0,1148	0,6023
PSN_tol	0,3906	0,2899	0,0000	0,0455		0,0189	0,0000	0,1502
PSI_tol	0,0000	0,0000	0,0000	0,3812	0,0189		0,0000	0,0000
PSN_benthic	0,0000	0,0000	0,0005	0,1148	0,0000	0,0000		0,0000
PSI_benthic	0,0000	0,0000	0,0000	0,6023	0,1502	0,0000	0,0000	
PST_WC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1791	0,0000	0,0002	0,0024
PSN_WC	0,0143	0,0719	0,0210	0,9683	0,0176	0,3137	0,4332	0,3988
PSI_WC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0845	0,0000	0,0000	0,0000
PST_invert	0,0102	0,0329	0,0032	0,5390	0,6899	0,0172	0,0000	0,0366
PSN_invert	0,0000	0,0000	0,0000	0,5508	0,4855	0,0000	0,0000	0,0000
PSN_omniv	0,0216	0,1137	0,0019	0,6991	0,0000	0,4748	0,1300	0,5249
PSI_omniv	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4260	0,0000	0,0000	0,0000
PST_pisciv	0,0000	0,0000	0,0007	0,0046	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
PST_lithophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0726	0,0000	0,0000	0,0326	0,0000
PSN_lithophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PST_rheophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0457	0,0000	0,0000	0,0481	0,0000
PSI_rheophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0713	0,1963	0,0020	0,0001
PST_potad	0,0000	0,0000	0,0000	0,3803	0,0000	0,0000	0,6480	0,0000
PSN_potad	0,6078	0,9040	0,0045	0,1087	0,0000	0,5915	0,0012	0,8489
PSI_potad	0,0000	0,0000	0,0000	0,7999	0,4666	0,0000	0,0005	0,0000
PST_LL	0,0000	0,0000	0,0000	0,1088	0,0000	0,0000	0,9345	0,0000
PSI_LL	0,0000	0,0000	0,0000	0,1536	0,0181	0,0000	0,0000	0,0000
PST_SL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8417	0,0000	0,0013	0,0015
PSN_SL	0,0756	0,2318	0,2702	0,0255	0,1078	0,9837	0,2442	0,1716
PSI_SL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5419	0,0000	0,0000	0,0000
PIN	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3509	0,0000	0,0000	0,0000
PII	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2328	0,0000	0,0000	0,0000
PIT_intol	0,0000	0,0000	0,0000	0,3020	0,0000	0,0000	0,0378	0,0000
PIN_intol	0,0000	0,0000	0,0000	0,0031	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000
PII_intol	0,0000	0,0000	0,0175	0,0000	0,0497	0,3900	0,1248	0,5599
PIT_tol	0,0000	0,0000	0,0000	0,1460	0,0000	0,0000	0,0453	0,0000
PIN_tol	0,0686	0,0371	0,0000	0,0533	0,0000	0,0007	0,0000	0,0230
PIT_DELT	0,0912	0,0376	0,0042	0,8595	0,0011	0,0165	0,4728	0,0014
PIT_benthic	0,1109	0,2427	0,9712	0,4005	0,0059	0,7812	0,0000	0,1179
PIT_WC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0441	0,0000	0,0001	0,0000
PIN_WC	0,0710	0,2482	0,0070	0,8790	0,0043	0,7134	0,4014	0,7213
PIT_invert	0,0509	0,0972	0,0829	0,9302	0,0788	0,2721	0,0000	0,2154
PIN_invert	0,0000	0,0000	0,0000	0,9548	0,3485	0,0000	0,0000	0,0002
PII_invert	0,0000	0,0000	0,0000	0,8196	0,0019	0,0000	0,0002	0,0000
PIN_omniv	0,1561	0,4831	0,0002	0,8627	0,0000	0,8227	0,1676	0,9029
PII_omniv	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2001	0,0000	0,0000	0,0000
PII_pisciv	0,0000	0,0000	0,0000	0,5364	0,0042	0,0006	0,1369	0,0319
PIT_lithophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,1468	0,0000	0,0000	0,0389	0,0000
PIN_lithophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PII_potad	0,0000	0,0000	0,0000	0,7654	0,4851	0,0000	0,0004	0,0000
PIT_LL	0,0000	0,0000	0,0000	0,4545	0,0000	0,0000	0,8067	0,0000
PIN_LL	0,0681	0,0185	0,0000	0,7036	0,0000	0,0007	0,0024	0,0096
PIT_SL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6938	0,0000	0,0008	0,0000
PIN_SL	0,1315	0,3596	0,1557	0,0264	0,0542	0,7657	0,2155	0,2510
PII_SL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3980	0,0000	0,0000	0,0000
	PST_WC	PSN_WC	PSI_WC	PST_invert	PSN_invert	PSN_omniv	PSI_omniv	PST_pisciv
PSN	0,0000	0,0143	0,0000	0,0102	0,0000	0,0216	0,0000	0,0000
PSI	0,0000	0,0719	0,0000	0,0329	0,0000	0,1137	0,0000	0,0000
PSN_intol	0,0000	0,0210	0,0000	0,0032	0,0000	0,0019	0,0000	0,0007
PSI_intol	0,0000	0,9683	0,0000	0,5390	0,5508	0,6991	0,0000	0,0046
PSN_tol	0,1791	0,0176	0,0845	0,6899	0,4855	0,0000	0,4260	0,0002
PSI_tol	0,0000	0,3137	0,0000	0,0172	0,0000	0,4748	0,0000	0,0000
PSN_benthic	0,0002	0,4332	0,0000	0,0000	0,0000	0,1300	0,0000	0,0000
PSI_benthic	0,0024	0,3988	0,0000	0,0366	0,0000	0,5249	0,0000	0,0000
PST_WC		0,0000	0,0000	0,9452	0,0312	0,0000	0,0000	0,0000
PSN_WC	0,0000		0,2854	0,8174	0,4687	0,0000	0,1546	0,0080
PSI_WC	0,0000	0,2854		0,6693	0,0005	0,3577	0,0000	0,0004
PST_invert	0,9452	0,8174	0,6693		0,0000	0,5873	0,0091	0,0000
PSN_invert	0,0312	0,4687	0,0005	0,0000		0,5831	0,0000	0,0000
PSN_omniv	0,0000	0,0000	0,3577	0,5873	0,5831		0,2376	0,0052
PSI_omniv	0,0000	0,1546	0,0000	0,0091	0,0000	0,2376		0,0000
PST_pisciv	0,0000	0,0080	0,0004	0,0000	0,0000	0,0052	0,0000	
PST_lithophil	0,0000	0,8167	0,0000	0,1461	0,0000	0,7818	0,0000	0,1194
PSN_lithophil	0,0000	0,0756	0,0000	0,0170	0,0000	0,0671	0,0000	0,0314
PST_rheophil	0,0000	0,9320	0,0000	0,0211	0,0000	0,4862	0,0000	0,0562
PSI_rheophil	0,0000	0,6001	0,0000	0,8462	0,4455	0,4848	0,0000	0,0078
PST_potad	0,1141	0,5328	0,0000	0,3926	0,0221	0,0290	0,0000	0,0007
PSN_potad	0,8663	0,2088	0,6365	0,9386	0,5894	0,0000	0,8928	0,0223
PSI_potad	0,0438	0,0600	0,0000	0,3239	0,0007	0,0287	0,0000	0,0272



PST_LL	0,0000	0,0000	0,0041	0,0345	0,0065	0,0000	0,0000	0,0504
PSI_LL	0,0015	0,6809	0,0000	0,0042	0,0000	0,9350	0,0000	0,0003
PST_SL	0,0000	0,0197	0,0000	0,9344	0,0141	0,0058	0,0000	0,0000
PSN_SL	0,0002	0,0000	0,6657	0,8370	0,9980	0,0000	0,1561	0,2340
PSI_SL	0,0000	0,1297	0,0000	0,4552	0,0017	0,1500	0,0000	0,0000
PIN	0,0000	0,0105	0,0000	0,0161	0,0000	0,0108	0,0000	0,0002
PII	0,0000	0,0524	0,0000	0,0466	0,0000	0,0638	0,0000	0,0000
PIT_intol	0,0000	0,0004	0,0000	0,0359	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009
PIN_intol	0,0000	0,1293	0,0000	0,0062	0,0000	0,0201	0,0000	0,0003
PII_intol	0,0000	0,9319	0,0000	0,5542	0,5227	0,6656	0,0000	0,0052
PIT_tol	0,0000	0,8615	0,0000	0,0079	0,0000	0,3333	0,0000	0,0884
PIN_tol	0,0523	0,0386	0,0034	0,5351	0,1804	0,0000	0,0985	0,0012
PIT_DELT	0,1573	0,0498	0,2471	0,7041	0,6175	0,0047	0,0645	0,8168
PIT_benthic	0,0000	0,2197	0,0000	0,0000	0,0000	0,5461	0,4551	0,0000
PIT_WC	0,0000	0,0000	0,0000	0,4363	0,0022	0,0000	0,0000	0,0000
PIN_WC	0,0000	0,0000	0,7790	0,6860	0,6594	0,0000	0,3658	0,0220
PIT_invert	0,8541	0,8095	0,4632	0,0000	0,0000	0,7653	0,1312	0,0000
PIN_invert	0,0920	0,1904	0,0053	0,0000	0,0000	0,1592	0,0000	0,0000
PII_invert	0,0000	0,5412	0,0000	0,0060	0,0002	0,6307	0,0000	0,1284
PIN_omniv	0,0000	0,0000	0,9601	0,4720	0,8658	0,0000	0,6429	0,0197
PII_omniv	0,0000	0,1599	0,0000	0,0137	0,0000	0,2377	0,0000	0,0000
PII_pisciv	0,0382	0,5760	0,0000	0,1505	0,0930	0,7488	0,0203	0,0044
PIT_lithophil	0,0000	0,9005	0,0000	0,2046	0,0000	0,7199	0,0000	0,0619
PIN_lithophil	0,0000	0,0416	0,0000	0,0303	0,0000	0,0459	0,0000	0,0182
PII_potad	0,0459	0,0532	0,0000	0,3116	0,0007	0,0254	0,0000	0,0291
PIT_LL	0,0000	0,0000	0,0002	0,1299	0,0124	0,0000	0,0000	0,0157
PIN_LL	0,0000	0,0000	0,0029	0,6998	0,9881	0,0000	0,0336	0,7565
PIT_SL	0,0000	0,0732	0,0000	0,7416	0,0052	0,0143	0,0000	0,0000
PIN_SL	0,0002	0,0000	0,4712	0,9001	0,9420	0,0000	0,2514	0,1839
PII_SL	0,0000	0,1012	0,0000	0,6719	0,0007	0,1264	0,0000	0,0000
	PST_lithophil	PSN_lithophil	PST_rheophil	PSI_rheophil	PST_potad	PSN_potad		
PSN	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6078		
PSI	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9040		
PSN_intol	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0045		
PSI_intol	0,0726	0,0009	0,0457	0,0000	0,3803	0,1087		
PSN_tol	0,0000	0,0000	0,0000	0,0713	0,0000	0,0000		
PSI_tol	0,0000	0,0000	0,0000	0,1963	0,0000	0,5915		
PSN_benthic	0,0326	0,0000	0,0481	0,0020	0,6480	0,0012		
PSI_benthic	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,8489		
PST_WC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1141	0,8663		
PSN_WC	0,8167	0,0756	0,9320	0,6001	0,5328	0,2088		
PSI_WC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6365		
PST_invert	0,1461	0,0170	0,0211	0,8462	0,3926	0,9386		
PSN_invert	0,0000	0,0000	0,0000	0,4455	0,0221	0,5894		
PSN_omniv	0,7818	0,0671	0,4862	0,4848	0,0290	0,0000		
PSI_omniv	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8928		
PST_pisciv	0,1194	0,0314	0,0562	0,0078	0,0007	0,0223		
PST_lithophil		0,0000	0,0000	0,8581	0,0000	0,2587		
PSN_lithophil	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	0,9311		
PST_rheophil	0,0000	0,0000		0,8378	0,0000	0,0017		
PSI_rheophil	0,8581	0,0000	0,8378		0,2744	0,2372		
PST_potad	0,0000	0,0000	0,0000	0,2744		0,0000		
PSN_potad	0,2587	0,9311	0,0017	0,2372	0,0000			
PSI_potad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0123	0,0000	0,1088		
PST_LL	0,0000	0,0000	0,0000	0,3439	0,0000	0,0304		
PSI_LL	0,0000	0,0000	0,0000	0,7542	0,0000	0,7029		
PST_SL	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0004		
PSN_SL	0,2018	0,4272	0,3315	0,0668	0,0022	0,0000		
PSI_SL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9500		
PIN	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3887		
PII	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6569		
PIT_intol	0,0000	0,0000	0,0000	0,0671	0,0000	0,0002		
PIN_intol	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0035		
PII_intol	0,0729	0,0010	0,0481	0,0000	0,4104	0,1088		
PIT_tol	0,0000	0,0000	0,0000	0,6765	0,0000	0,0005		
PIN_tol	0,0000	0,0000	0,0000	0,1190	0,0000	0,0000		
PIT_DELT	0,0551	0,1164	0,0154	0,1941	0,0007	0,0589		
PIT_benthic	0,2091	0,9869	0,0895	0,1161	0,2430	0,0892		
PIT_WC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0022	0,4778		
PIN_WC	0,3559	0,2307	0,4684	0,7549	0,7550	0,0551		
PIT_invert	0,6471	0,1052	0,5756	0,3626	0,3813	0,4500		
PIN_invert	0,0015	0,0000	0,0008	0,2434	0,1306	0,2347		
PII_invert	0,0000	0,0000	0,0000	0,0212	0,0000	0,5989		
PIN_omniv	0,1898	0,3498	0,1366	0,6613	0,0362	0,0000		
PII_omniv	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8747		
PII_pisciv	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,2922	0,0569		
PIT_lithophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,6569	0,0000	0,0529		
PIN_lithophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7232		
PII_potad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0066	0,0000	0,1088		



PIT_LL	0,0000	0,0000	0,0000	0,8009	0,0000	0,0029			
PIN_LL	0,0000	0,0000	0,0000	0,7275	0,0026	0,0000			
PIT_SL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000			
PIN_SL	0,1267	0,5830	0,2049	0,0873	0,0005	0,0000			
PII_SL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9989			
	PSI_potad	PST_LL	PSI_LL	PST_SL	PSN_SL	PSI_SL	PIN	PII	PIT_intol
PSN	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0756	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PSI	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2318	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PSN_intol	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2702	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PSI_intol	0,7999	0,1088	0,1536	0,0000	0,0255	0,0000	0,0000	0,0000	0,3020
PSN_tol	0,4666	0,0000	0,0181	0,8417	0,1078	0,5419	0,3509	0,2328	0,0000
PSI_tol	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9837	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PSN_benthic	0,0005	0,9345	0,0000	0,0013	0,2442	0,0000	0,0000	0,0000	0,0378
PSI_benthic	0,0000	0,0000	0,0000	0,0015	0,1716	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PST_WC	0,0438	0,0000	0,0015	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PSN_WC	0,0600	0,0000	0,6809	0,0197	0,0000	0,1297	0,0105	0,0524	0,0004
PSI_WC	0,0000	0,0041	0,0000	0,0000	0,6657	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PST_invert	0,3239	0,0345	0,0042	0,9344	0,8370	0,4552	0,0161	0,0466	0,0359
PSN_invert	0,0007	0,0065	0,0000	0,0141	0,9980	0,0017	0,0000	0,0000	0,0000
PSN_omniv	0,0287	0,0000	0,9350	0,0058	0,0000	0,1500	0,0108	0,0638	0,0000
PSI_omniv	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1561	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PST_pisciv	0,0272	0,0504	0,0003	0,0000	0,2340	0,0000	0,0002	0,0000	0,0009
PST_lithophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2018	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PSN_lithophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4272	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PST_rheophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,3315	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PSI_rheophil	0,0123	0,3439	0,7542	0,0000	0,0668	0,0000	0,0000	0,0000	0,0671
PST_potad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0022	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PSN_potad	0,1088	0,0304	0,7029	0,0004	0,0000	0,9500	0,3887	0,6569	0,0002
PSI_potad		0,0000	0,0000	0,0108	0,0255	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PST_LL	0,0000		0,0000	0,1788	0,1185	0,0586	0,0000	0,0000	0,0000
PSI_LL	0,0000	0,0000		0,0771	0,4582	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PST_SL	0,0108	0,1788	0,0771		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PSN_SL	0,0255	0,1185	0,4582	0,0000		0,9489	0,0497	0,1859	0,0015
PSI_SL	0,0000	0,0586	0,0000	0,0000	0,9489		0,0000	0,0000	0,0000
PIN	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0497	0,0000		0,0000	0,0000
PII	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1859	0,0000	0,0000		0,0000
PIT_intol	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0015	0,0000	0,0000	0,0000	
PIN_intol	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0764	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PII_intol	0,7484	0,1124	0,1729	0,0000	0,0265	0,0000	0,0000	0,0000	0,2805
PIT_tol	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,6608	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PIN_tol	0,2764	0,0000	0,0012	0,4043	0,0083	0,1061	0,0937	0,0398	0,0000
PIT_DELT	0,0065	0,0001	0,0011	0,7052	0,6056	0,2658	0,0813	0,0404	0,0136
PIT_benthic	0,8448	0,0003	0,1935	0,0000	0,1232	0,0000	0,0577	0,1606	0,5638
PIT_WC	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PIN_WC	0,0448	0,0000	0,8003	0,0017	0,0000	0,2966	0,0377	0,1499	0,0000
PIT_invert	0,6281	0,9804	0,3053	0,3331	0,3786	0,6181	0,0296	0,0658	0,1214
PIN_invert	0,0029	0,2401	0,0006	0,0031	0,7068	0,0035	0,0000	0,0000	0,0000
PII_invert	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0623	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PIN_omniv	0,0214	0,0000	0,4185	0,0003	0,0000	0,4633	0,0670	0,2640	0,0000
PII_omniv	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2569	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PII_pisciv	0,8533	0,0042	0,0001	0,3780	0,1722	0,0819	0,0002	0,0000	0,0000
PIT_lithophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0547	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PIN_lithophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6765	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PII_potad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0092	0,0296	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PIT_LL	0,0002	0,0000	0,0000	0,9420	0,9443	0,0048	0,0000	0,0000	0,0000
PIN_LL	0,9753	0,0000	0,0002	0,8400	0,1233	0,0695	0,1648	0,0483	0,0000
PIT_SL	0,0000	0,8461	0,0015	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PIN_SL	0,0265	0,1948	0,5911	0,0000	0,0000	0,8552	0,0815	0,2755	0,0005
PII_SL	0,0000	0,0232	0,0000	0,0000	0,9675	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	PIN_intol	PII_intol	PIT_tol	PIN_tol	PIT_DELT	PIT_benthic	PIT_WC	PIN_WC	
PSN	0,0000	0,0000	0,0000	0,0686	0,0912	0,1109	0,0000	0,0710	
PSI	0,0000	0,0000	0,0000	0,0371	0,0376	0,2427	0,0000	0,2482	
PSN_intol	0,0000	0,0175	0,0000	0,0000	0,0042	0,9712	0,0000	0,0070	
PSI_intol	0,0031	0,0000	0,1460	0,0533	0,8595	0,4005	0,0000	0,8790	
PSN_tol	0,0000	0,0497	0,0000	0,0000	0,0011	0,0059	0,0441	0,0043	
PSI_tol	0,0000	0,3900	0,0000	0,0007	0,0165	0,7812	0,0000	0,7134	
PSN_benthic	0,0003	0,1248	0,0453	0,0000	0,4728	0,0000	0,0001	0,4014	
PSI_benthic	0,0000	0,5599	0,0000	0,0230	0,0014	0,1179	0,0000	0,7213	
PST_WC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0523	0,1573	0,0000	0,0000	0,0000	
PSN_WC	0,1293	0,9319	0,8615	0,0386	0,0498	0,2197	0,0000	0,0000	
PSI_WC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0034	0,2471	0,0000	0,0000	0,7790	
PST_invert	0,0062	0,5542	0,0079	0,5351	0,7041	0,0000	0,4363	0,6860	
PSN_invert	0,0000	0,5227	0,0000	0,1804	0,6175	0,0000	0,0022	0,6594	
PSN_omniv	0,0201	0,6656	0,3333	0,0000	0,0047	0,5461	0,0000	0,0000	
PSI_omniv	0,0000	0,0000	0,0000	0,0985	0,0645	0,4551	0,0000	0,3658	
PST_pisciv	0,0003	0,0052	0,0884	0,0012	0,8168	0,0000	0,0000	0,0220	
PST_lithophil	0,0000	0,0729	0,0000	0,0000	0,0551	0,2091	0,0000	0,3559	
PSN_lithophil	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	0,1164	0,9869	0,0000	0,2307	
PST_rheophil	0,0000	0,0481	0,0000	0,0000	0,0154	0,0895	0,0000	0,4684	



PSI_rheophil	0,0000	0,0000	0,6765	0,1190	0,1941	0,1161	0,0000	0,7549
PST_potad	0,0000	0,4104	0,0000	0,0000	0,0007	0,2430	0,0022	0,7550
PSN_potad	0,0035	0,1088	0,0005	0,0000	0,0589	0,0892	0,4778	0,0551
PSI_potad	0,0000	0,7484	0,0000	0,2764	0,0065	0,8448	0,0005	0,0448
PST_LL	0,0000	0,1124	0,0000	0,0000	0,0001	0,0003	0,0000	0,0000
PSI_LL	0,0000	0,1729	0,0000	0,0012	0,0011	0,1935	0,0000	0,8003
PST_SL	0,0000	0,0000	0,0005	0,4043	0,7052	0,0000	0,0000	0,0017
PSN_SL	0,0764	0,0265	0,6608	0,0083	0,6056	0,1232	0,0000	0,0000
PSI_SL	0,0000	0,0000	0,0000	0,1061	0,2658	0,0000	0,0000	0,2966
PIN	0,0000	0,0000	0,0000	0,0937	0,0813	0,0577	0,0000	0,0377
PII	0,0000	0,0000	0,0000	0,0398	0,0404	0,1606	0,0000	0,1499
PIT_intol	0,0000	0,2805	0,0000	0,0000	0,0136	0,5638	0,0000	0,0000
PIN_intol		0,0030	0,0000	0,0000	0,0234	0,5147	0,0000	0,0425
PII_intol	0,0030		0,1549	0,0593	0,9337	0,4043	0,0000	0,9068
PIT_tol	0,0000	0,1549		0,0000	0,0120	0,0883	0,0000	0,7630
PIN_tol	0,0000	0,0593	0,0000		0,0009	0,0107	0,0157	0,0102
PIT_DELT	0,0234	0,9337	0,0120	0,0009		0,7338	0,0325	0,0483
PIT_benthic	0,5147	0,4043	0,0883	0,0107	0,7338		0,0000	0,0772
PIT_WC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0157	0,0325	0,0000		0,0000
PIN_WC	0,0425	0,9068	0,7630	0,0102	0,0483	0,0772	0,0000	
PIT_invert	0,0052	0,8747	0,2416	0,1488	0,0979	0,0000	0,3467	0,8474
PIN_invert	0,0000	0,9561	0,0000	0,7537	0,2305	0,0000	0,0011	0,3237
PII_invert	0,0000	0,8603	0,0000	0,0000	0,0669	0,0033	0,0000	0,9979
PIN_omniv	0,0022	0,8358	0,1139	0,0000	0,0048	0,2404	0,0000	0,0000
PII_omniv	0,0000	0,0000	0,0000	0,0329	0,0626	0,4208	0,0000	0,3816
PII_pisciv	0,0002	0,5442	0,0002	0,0002	0,0020	0,3654	0,0406	0,8676
PIT_lithophil	0,0000	0,1476	0,0000	0,0000	0,0597	0,2895	0,0000	0,4648
PIN_lithophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1224	0,7920	0,0000	0,1077
PII_potad	0,0000	0,7134	0,0000	0,2775	0,0049	0,8679	0,0006	0,0415
PIT_LL	0,0000	0,4513	0,0000	0,0000	0,0025	0,0007	0,0000	0,0000
PIN_LL	0,0000	0,6806	0,0000	0,0000	0,0003	0,1386	0,0000	0,0000
PIT_SL	0,0000	0,0000	0,0000	0,1711	0,2325	0,0000	0,0000	0,0045
PIN_SL	0,0369	0,0275	0,4637	0,0026	0,4808	0,1583	0,0000	0,0000
PII_SL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0662	0,1620	0,0000	0,0000	0,2353
	PIT_invert	PIN_invert	PII_invert	PIN_omniv	PII_omniv	PII_pisciv		
PSN	0,0509	0,0000	0,0000	0,1561	0,0000	0,0000		
PSI	0,0972	0,0000	0,0000	0,4831	0,0000	0,0000		
PSN_intol	0,0829	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000		
PSI_intol	0,9302	0,9548	0,8196	0,8627	0,0000	0,5364		
PSN_tol	0,0788	0,3485	0,0019	0,0000	0,2001	0,0042		
PSI_tol	0,2721	0,0000	0,0000	0,8227	0,0000	0,0006		
PSN_benthic	0,0000	0,0000	0,0002	0,1676	0,0000	0,1369		
PSI_benthic	0,2154	0,0002	0,0000	0,9029	0,0000	0,0319		
PST_WC	0,8541	0,0920	0,0000	0,0000	0,0000	0,0382		
PSN_WC	0,8095	0,1904	0,5412	0,0000	0,1599	0,5760		
PSI_WC	0,4632	0,0053	0,0000	0,9601	0,0000	0,0000		
PST_invert	0,0000	0,0000	0,0060	0,4720	0,0137	0,1505		
PSN_invert	0,0000	0,0000	0,0002	0,8658	0,0000	0,0930		
PSN_omniv	0,7653	0,1592	0,6307	0,0000	0,2377	0,7488		
PSI_omniv	0,1312	0,0000	0,0000	0,6429	0,0000	0,0203		
PST_pisciv	0,0000	0,0000	0,1284	0,0197	0,0000	0,0044		
PST_lithophil	0,6471	0,0015	0,0000	0,1898	0,0000	0,0000		
PSN_lithophil	0,1052	0,0000	0,0000	0,3498	0,0000	0,0000		
PST_rheophil	0,5756	0,0008	0,0000	0,1366	0,0000	0,0000		
PSI_rheophil	0,3626	0,2434	0,0212	0,6613	0,0000	0,0003		
PST_potad	0,3813	0,1306	0,0000	0,0362	0,0000	0,2922		
PSN_potad	0,4500	0,2347	0,5989	0,0000	0,8747	0,0569		
PSI_potad	0,6281	0,0029	0,0000	0,0214	0,0000	0,8533		
PST_LL	0,9804	0,2401	0,0006	0,0000	0,0000	0,0042		
PSI_LL	0,3053	0,0006	0,0000	0,4185	0,0000	0,0001		
PST_SL	0,3331	0,0031	0,0000	0,0003	0,0000	0,3780		
PSN_SL	0,3786	0,7068	0,0623	0,0000	0,2569	0,1722		
PSI_SL	0,6181	0,0035	0,0000	0,4633	0,0000	0,0819		
PIN	0,0296	0,0000	0,0000	0,0670	0,0000	0,0002		
PII	0,0658	0,0000	0,0000	0,2640	0,0000	0,0000		
PIT_intol	0,1214	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		
PIN_intol	0,0052	0,0000	0,0000	0,0022	0,0000	0,0002		
PII_intol	0,8747	0,9561	0,8603	0,8358	0,0000	0,5442		
PIT_tol	0,2416	0,0000	0,0000	0,1139	0,0000	0,0002		
PIN_tol	0,1488	0,7537	0,0000	0,0000	0,0329	0,0002		
PIT_DELT	0,0979	0,2305	0,0669	0,0048	0,0626	0,0020		
PIT_benthic	0,0000	0,0000	0,0033	0,2404	0,4208	0,3654		
PIT_WC	0,3467	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000	0,0406		
PIN_WC	0,8474	0,3237	0,9979	0,0000	0,3816	0,8676		
PIT_invert		0,0000	0,0144	0,8382	0,0501	0,7656		
PIN_invert	0,0000		0,0006	0,3285	0,0000	0,5533		
PII_invert	0,0144	0,0006		0,6610	0,0000	0,0014		
PIN_omniv	0,8382	0,3285	0,6610		0,6815	0,2592		
PII_omniv	0,0501	0,0000	0,0000	0,6815		0,0031		



PII_pisciv	0,7656	0,5533	0,0014	0,2592	0,0031			
PIT_lithophil	0,6468	0,0008	0,0000	0,2314	0,0000	0,0002		
PIN_lithophil	0,0386	0,0000	0,0000	0,1734	0,0000	0,0004		
PII_potad	0,6911	0,0028	0,0000	0,0196	0,0000	0,9545		
PIT_LL	0,4411	0,1109	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010		
PIN_LL	0,1715	0,2791	0,0002	0,0000	0,0220	0,0011		
PIT_SL	0,3898	0,0011	0,0000	0,0006	0,0000	0,2868		
PIN_SL	0,5119	0,8806	0,0417	0,0000	0,3711	0,1308		
PII_SL	0,6649	0,0012	0,0000	0,3972	0,0000	0,0591		
	PIT_lithophil	PIN_lithophil	PII_potad	PIT_LL	PIN_LL	PIT_SL	PIN_SL	PII_SL
PSN	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0681	0,0000	0,1315	0,0000
PSI	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0185	0,0000	0,3596	0,0000
PSN_intol	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1557	0,0000
PSI_intol	0,1468	0,0000	0,7654	0,4545	0,7036	0,0000	0,0264	0,0000
PSN_tol	0,0000	0,0000	0,4851	0,0000	0,0000	0,6938	0,0542	0,3980
PSI_tol	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,7657	0,0000
PSN_benthic	0,0389	0,0000	0,0004	0,8067	0,0024	0,0008	0,2155	0,0000
PSI_benthic	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0096	0,0000	0,2510	0,0000
PST_WC	0,0000	0,0000	0,0459	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000
PSN_WC	0,9005	0,0416	0,0532	0,0000	0,0000	0,0732	0,0000	0,1012
PSI_WC	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0029	0,0000	0,4712	0,0000
PST_invert	0,2046	0,0303	0,3116	0,1299	0,6998	0,7416	0,9001	0,6719
PSN_invert	0,0000	0,0000	0,0007	0,0124	0,9881	0,0052	0,9420	0,0007
PSN_omniv	0,7199	0,0459	0,0254	0,0000	0,0000	0,0143	0,0000	0,1264
PSI_omniv	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0336	0,0000	0,2514	0,0000
PST_pisciv	0,0619	0,0182	0,0291	0,0157	0,7565	0,0000	0,1839	0,0000
PST_lithophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1267	0,0000
PSN_lithophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5830	0,0000
PST_rheophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2049	0,0000
PSI_rheophil	0,6569	0,0000	0,0066	0,8009	0,7275	0,0000	0,0873	0,0000
PST_potad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0026	0,0000	0,0005	0,0000
PSN_potad	0,0529	0,7232	0,1088	0,0029	0,0000	0,0000	0,0000	0,9989
PSI_potad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,9753	0,0000	0,0265	0,0000
PST_LL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8461	0,1948	0,0232
PSI_LL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0015	0,5911	0,0000
PST_SL	0,0000	0,0000	0,0092	0,9420	0,8400	0,0000	0,0000	0,0000
PSN_SL	0,0547	0,6765	0,0296	0,9443	0,1233	0,0000	0,0000	0,9675
PSI_SL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0048	0,0695	0,0000	0,8552	0,0000
PIN	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1648	0,0000	0,0815	0,0000
PII	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0483	0,0000	0,2755	0,0000
PIT_intol	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000
PIN_intol	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0369	0,0000
PII_intol	0,1476	0,0000	0,7134	0,4513	0,6806	0,0000	0,0275	0,0000
PIT_tol	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4637	0,0000
PIN_tol	0,0000	0,0000	0,2775	0,0000	0,0000	0,1711	0,0026	0,0662
PIT_DELT	0,0597	0,1224	0,0049	0,0025	0,0003	0,2325	0,4808	0,1620
PIT_benthic	0,2895	0,7920	0,8679	0,0007	0,1386	0,0000	0,1583	0,0000
PIT_WC	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PIN_WC	0,4648	0,1077	0,0415	0,0000	0,0000	0,0045	0,0000	0,2353
PIT_invert	0,6468	0,0386	0,6911	0,4411	0,1715	0,3898	0,5119	0,6649
PIN_invert	0,0008	0,0000	0,0028	0,1109	0,2791	0,0011	0,8806	0,0012
PII_invert	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0417	0,0000
PIN_omniv	0,2314	0,1734	0,0196	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,3972
PII_omniv	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0220	0,0000	0,3711	0,0000
PII_pisciv	0,0002	0,0004	0,9545	0,0010	0,0011	0,2868	0,1308	0,0591
PIT_lithophil		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0267	0,0000
PIN_lithophil	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8756	0,0000
PII_potad	0,0000	0,0000		0,0002	0,9486	0,0000	0,0309	0,0000
PIT_LL	0,0000	0,0000	0,0002		0,0000	0,7426	0,7324	0,0071
PIN_LL	0,0000	0,0000	0,9486	0,0000		0,6044	0,0657	0,0721
PIT_SL	0,0000	0,0000	0,0000	0,7426	0,6044		0,0000	0,0000
PIN_SL	0,0267	0,8756	0,0309	0,7324	0,0657	0,0000		0,8433
PII_SL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0071	0,0721	0,0000	0,8433	

Les mètriques que tenen valors de r_s més grans que 0,8 o valors similars són les que estan més correlacionades i per tant se n'haurien d'eliminar. Així com cal esperar, PSN està fortament correlacionada amb PSI (amb signe negatiu), però també amb PIN, PSN_rheophil, PSN_lithophil i altres mètriques. PST_tol està fortament correlacionada amb PST_rheophil, PIT_tol i PIT_rheophil.



A la Taula 7.7 i Fig. 7.18 es mostren els primers quatre eixos d'una PCA (de 53 mètriques i 235 punts de mostreig, després d'excloure els punts amb "missing values") que confirma la gran correlació entre moltes mètriques. Els eigenvalues més grans que 1 mostren que fins a 9 eixos/mètriques podrien ser adequats. Algunes mètriques redundants (per ex. diverses de les molt correlacionades amb el primer eix) semblen desitjables per millorar la precisió i robustesa de l'índex. El primer eix és el que explica major variabilitat i diferencia (a la dreta) mostres amb valors alts de % d'espècies i individus nadius, litòfils, intolerants i reòfils, respecte mostres amb major abundància relativa d'espècies i individus introduïts i tolerants. El segon eix contraposa (a dalt) mostres amb major abundància relativa d'espècies i individus (tant nadius com introduïts) de llarga longevitat amb mostres dominades per espècies introduïdes reòfiles, intolerants i litòfiles. És interessant observar per tant que les mètriques d'espècies litòfiles, intolerants i reòfiles (que sovint van juntes a les espècies) van força separades per les espècies natives i introduïdes. El tercer eix distingeix a l'esquerra espècies de la columna d'aigua i de curta longevitat (SL) de la resta d'espècies, i el quart contraposa major abundància i riquesa d'invertívors amb mètriques de piscívors i, secundàriament, PIT_DELT.



Taula 7.7. Pesos factorials (*loadings*) de les mètriques del PCA. En negreta els valors més extrems per cada eix)

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
PSN	1,322394	0,288511	-0,12964	-0,0028421	0,072500	-0,22157
PSI	-1,357873	-0,256679	0,11583	0,0779769	-0,094220	0,25004
PSN_intol	1,224469	-0,454203	0,11409	-0,2285995	-0,231642	-0,07230
PSI_intol	-0,359376	-0,810774	-0,38259	0,1805070	0,651820	0,47478
PSN_tol	-0,212548	0,828520	0,23350	0,0884569	0,692431	-0,54599
PSI_tol	-1,252183	0,152380	0,32488	0,0265172	-0,473283	0,07406
PSN_benthic	0,686220	0,252350	0,42414	0,9732397	0,251125	-0,22902
PSI_benthic	-1,008054	0,129212	0,47822	-0,1047691	-0,444890	0,58304
PST_WC	-0,702312	0,007892	-0,95621	0,3913162	0,201139	0,19197
PSN_WC	0,174733	0,696867	-0,90826	0,2248450	-0,040797	0,52144
PSI_WC	-1,009341	-0,559216	-0,35928	0,2878280	0,301011	-0,22505
PST_invert	0,501226	-0,253829	0,40986	1,1424174	0,011269	-0,02460
PSN_invert	0,749716	-0,205119	0,43269	1,0314059	0,021509	0,11002
PSN_omniv	0,162403	0,788551	-0,90555	0,2652061	-0,080366	0,38594
PSI_omniv	-1,252357	-0,195172	0,15209	0,0628800	-0,168868	0,37139
PST_pisciv	0,403124	0,002058	0,11768	-1,1997051	0,263940	-0,44512
PST_lithophil	1,164308	-0,532590	-0,28588	-0,1009219	-0,087903	0,24346
PSN_lithophil	1,327135	-0,085590	-0,19765	-0,0722175	-0,226099	0,04702
PST_rheophil	1,194179	-0,564149	-0,34970	-0,1085631	0,091290	0,24731
PSI_rheophil	-0,464210	-0,820102	-0,35400	0,1144253	0,633312	0,38594
PST_potad	-0,548514	0,175381	0,14597	0,2214979	-0,606405	-0,16811
PSN_potad	0,008102	0,433833	-0,21322	0,2944540	-0,188889	-0,41411
PSI_potad	-0,655411	-0,109236	0,32859	0,0471839	-0,580063	0,10343
PST_LL	-0,768507	1,009883	0,26663	0,0773439	0,163917	0,38421
PSI_LL	-0,983832	0,353184	0,51251	-0,1278585	-0,507294	0,50359
PST_SL	-0,705322	-0,396728	-0,91008	0,3579598	-0,148697	-0,41368
PSN_SL	0,157020	0,309952	-0,89855	0,1837565	-0,588618	-0,37815
PSI_SL	-0,986867	-0,690464	-0,37177	0,2957868	0,320085	-0,19224
PIN	1,261507	0,466904	-0,14106	0,0624830	0,069897	-0,06996
PII	-1,300525	-0,427650	0,14890	0,0117399	-0,058419	0,08187
PIT_intol	1,152356	-0,691583	0,02915	-0,1316069	-0,030702	0,21196
PIN_intol	1,275930	-0,277986	0,15263	-0,1112882	-0,246804	0,02255
PII_intol	-0,350574	-0,815810	-0,30229	0,1255513	0,561688	0,46131
PIT_tol	-1,185368	0,376776	0,38616	-0,0183317	-0,010729	-0,38704
PIN_tol	-0,257922	0,755694	0,19537	-0,0254361	0,744861	-0,54145
PIT_DELT	-0,251500	0,212604	0,26917	-0,1427578	-0,064981	0,19010
PIT_benthic	0,269604	0,388148	0,79959	0,8690559	0,066003	0,26508
PIT_WC	-0,846218	-0,116399	-0,92826	0,2578909	-0,002276	-0,02156
PIN_WC	0,094803	0,666798	-1,03347	0,1338808	-0,145236	0,42602
PIT_invert	0,381513	-0,099622	0,45391	1,1487866	-0,062714	-0,11274
PIN_invert	0,742510	-0,020648	0,45738	1,0246039	0,020332	0,17524
PII_invert	-0,766247	-0,164687	-0,01460	0,2430102	-0,173853	-0,60455
PIN_omniv	0,073583	0,782446	-1,01323	0,1435312	-0,106059	0,34279
PII_omniv	-1,077022	-0,337673	0,14404	-0,0582233	0,003588	0,37352
PII_pisciv	-0,102375	-0,002233	0,10255	-0,2730954	0,214290	-0,01034
PIT_lithophil	1,172596	-0,363679	-0,27301	-0,0741391	0,001801	0,47853
PIN_lithophil	1,303837	0,121893	-0,16738	0,0003940	-0,174984	0,20319
PII_potad	-0,508011	-0,083941	0,31553	-0,0134195	-0,466450	0,23159
PIT_LL	-0,669106	1,023121	0,17708	-0,0880702	0,343559	0,45522
PIN_LL	-0,219642	1,038286	-0,25403	0,0655666	0,766973	0,12988
PIT_SL	-0,752464	-0,384478	-0,77759	0,3396243	-0,312516	-0,51738
PIN_SL	0,127648	0,326564	-0,82543	0,2496936	-0,604899	-0,38943
PII_SL	-1,019543	-0,694908	-0,27329	0,2416669	0,158223	-0,33399

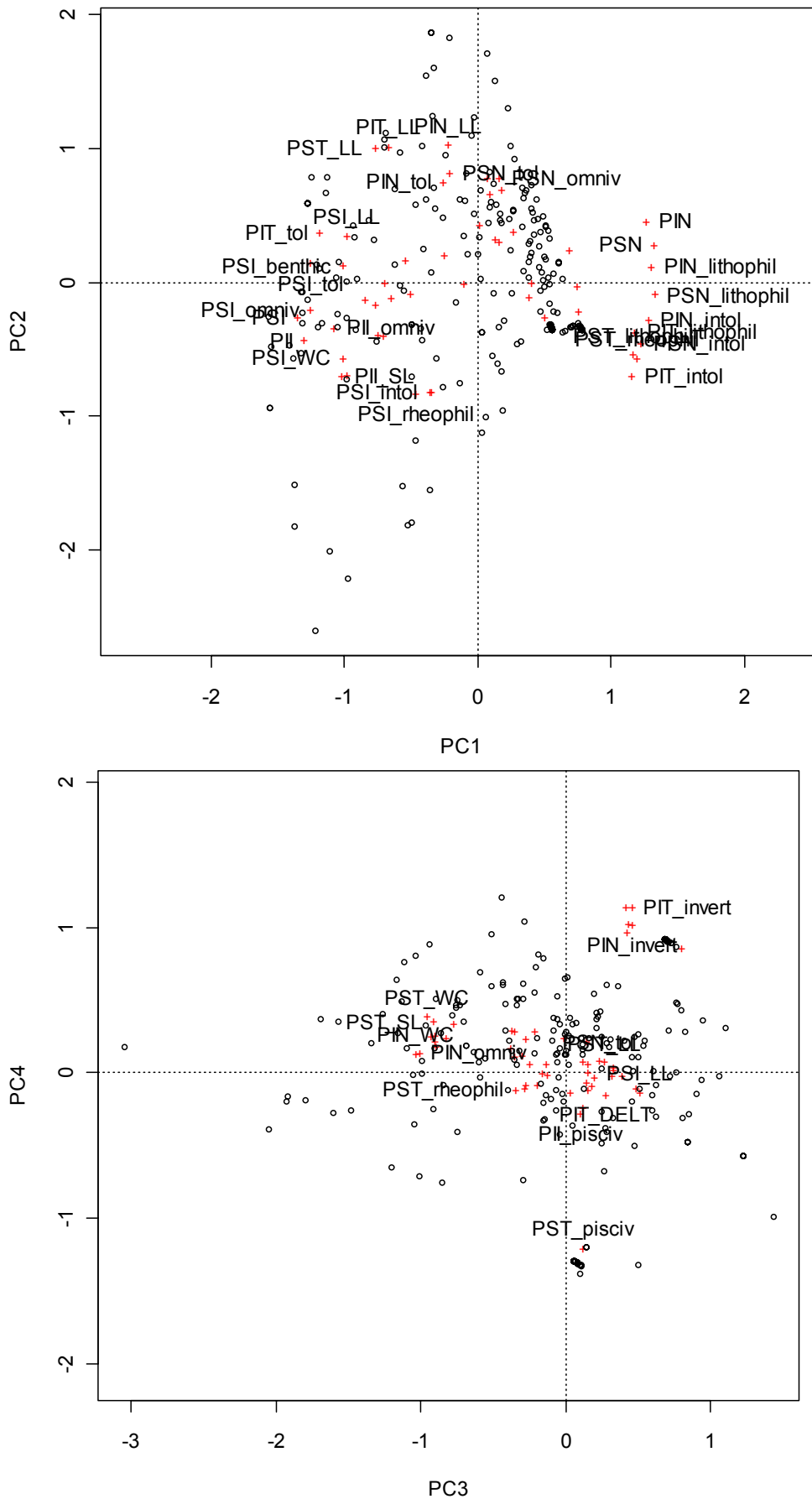


Fig. 7.18. Anàlisi de components principals (PCA) de les mètriques. Eigenvalues dels quatre components: 17,886, 6,436, 6,000 i 4,4585. Proporció de variació explicada: 0,337, 0,121, 0,113 i 0,0841.

7.4. Selecció final de mètriques i composició de l'índex IBICAT2a

En funció de les mètriques correlacionades positivament amb les pressions (apartat 4) i la redundància entre elles (apartat anterior), es proposen escollir les mètriques que compleixin el conjunt de criteris següents:

- en general tinguin $r_s > 0,4$ amb les pressions
- que hi hagi una certa redundància de mètriques per tal de millorar la precisió i robustesa de l'índex però que no siguin clarament complementàries o amb una correlació molt elevada
- que siguin fàcilment interpretables i interessants (explicables) per la gestió
- corresponguin als diferents eixos del PCA de l'apartat 5; cal remarcar que la correlació entre mètriques sovint no serà la mateixa que la correlació entre residus de les mètriques, per la qual cosa els altres criteris s'han valorat més

En funció d'aquests criteris, les mètriques podrien ser: PSI, PST_lithophil, PST_rheophil, PST_SL, PII, PIN_intol, PIT_invert, PIN_lithophil, PIT_SL i PIT_DELT (d'aquestes, PSI, PST_SL, PII, PIT_SL i PIT_DELT augmenten amb la degradació ambiental). S'ha preferit PSI i PII respecte les equivalents amb espècies natives per no castigar els punts, com alguns de la Muga o la Tordera, on hi ha sobretot truita i no està clar si és nativa o introduïda (a més tenen una correlació lleugerament més gran en valor absolut amb les pressions (o amb el primer eix). D'aquestes mètriques, PSI, PII haurien de donar 0 en estats de referència. PIT_DELT també és una mètrica que des de Karr et al. (1986) es puntua tradicional com: 0-2% molt bo, > 2-5 mediocre i > 5% dolent.

A les Taules 7.8 i 7.9 es pot veure que aquestes 10 mètriques tenen coeficients de correlació de Spearman (en valor absolut) amb les pressions entre 0,20 i 0,71, excepte les anomalies PIT_DELT que, com és habitual perquè la majoria d'individus normalment no presenten anomalies, tenen correlacions més baixes. També es pot observar que la correlació entre mètriques, tot i que significativa com cal esperar, és moderada i sempre $\leq 0,73$.



Taula 7.8. Coeficients de correlació de Spearman entre les mètriques seleccionades i les dues mesures de pressions (lg_RI_AP i PC1). (n = 234, excepte entre lg_RI_AP i PC1 que és 303)

	lg_RI_AP	PC1	PSI	PST_lithophil	PST_rheophil	PST_SL	PII	PIN_intol
PC1	-0,71	1,00	-0,23	0,57	0,30	-0,24	-0,30	0,43
PSI	0,20	-0,23	1,00	-0,32	-0,15	0,21	0,64	-0,39
PST_lithophil	-0,52	0,57	-0,32	1,00	0,51	-0,53	-0,42	0,55
PST_rheophil	-0,28	0,30	-0,15	0,51	1,00	-0,21	-0,28	0,44
PST_SL	0,34	-0,24	0,21	-0,53	-0,21	1,00	0,19	-0,23
PII	0,28	-0,30	0,64	-0,42	-0,28	0,19	1,00	-0,43
PIN_intol	-0,42	0,43	-0,39	0,55	0,44	-0,23	-0,43	1,00
PIT_invert	-0,42	0,43	-0,19	0,48	0,38	-0,19	-0,34	0,55
PIN_lithophil	-0,37	0,43	-0,50	0,65	0,40	-0,35	-0,48	0,73
PIT_SL	0,30	-0,30	0,18	-0,48	-0,30	0,63	0,36	-0,38
PIT_DELT	0,17	-0,15	-0,05	-0,13	-0,38	0,28	-0,01	-0,08
	PIT_invert	PIN_lithophil	PIT_SL	PIT_DELT				
PC1	0,43		0,43	-0,30	-0,15			
PSI	-0,19		-0,50	0,18	-0,05			
PST_lithophil	0,48		0,65	-0,48	-0,13			
PST_rheophil	0,38		0,40	-0,30	-0,38			
PST_SL	-0,19		-0,35	0,63	0,28			
PII	-0,34		-0,48	0,36	-0,01			
PIN_intol	0,55		0,73	-0,38	-0,08			
PIT_invert	1,00		0,39	-0,34	-0,15			
PIN_lithophil	0,39		1,00	-0,40	-0,01			
PIT_SL	-0,34		-0,40	1,00	0,12			
PIT_DELT	-0,15		-0,01	0,12	1,00			

Taula 7.9. Significació dels coeficients de correlació de Spearman entre les mètriques seleccionades i les dues mesures de pressions (lg_RI_AP i PC1). (n = 234, excepte entre lg_RI_AP i PC1 que és 303)

	lg_RI_AP	PC1	PSI	PST_lithophil	PST_rheophil	PST_SL	PII	PIN_intol
PC1	0,0000		0,0003	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000
PSI	0,0018	0,0003		0,0000	0,0191	0,0012	0,0000	0,0000
PST_lithophil	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PST_rheophil	0,0000	0,0000	0,0191	0,0000		0,0011	0,0000	0,0000
PST_SL	0,0000	0,0003	0,0012	0,0000	0,0011		0,0029	0,0003
PII	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0029		0,0000
PIN_intol	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	
PIT_invert	0,0000	0,0000	0,0032	0,0000	0,0000	0,0037	0,0000	0,0000
PIN_lithophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PIT_SL	0,0000	0,0000	0,0047	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
PIT_DELT	0,0086	0,0223	0,4372	0,0550	0,0000	0,0000	0,8658	0,2355
	PIT_invert	PIN_lithophil	PIT_SL	PIT_DELT				
PC1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0223				
PSI	0,0032	0,0000	0,0047	0,4372				
PST_lithophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0550				
PST_rheophil	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000				
PST_SL	0,0037	0,0000	0,0000	0,0000				
PII	0,0000	0,0000	0,0000	0,8658				
PIN_intol	0,0000	0,0000	0,0000	0,2355				
PIT_invert		0,0000	0,0000	0,0205				
PIN_lithophil	0,0000		0,0000	0,8311				
PIT_SL	0,0000	0,0000		0,0591				
PIT_DELT	0,0205	0,8311		0,0591				

A la Fig. 7.19 es mostra la relació de l'índex final (mitjana de les deu probabilitats de les mètriques, convertint al complementari (1 - P) les 5 mètriques que augmenten amb les pressions (PSI, ST_SL, PII, PIT_SL i PIT_DELT)). Cal destacar que:

- que hi ha correlació significativa entre PC1 i l'índex final ($r^2 = 0,25$).

- que aquesta correlació entre PC1 i l'índex final és lineal (no hi ha evidència que un model quadràtic sigui millor i explica pràcticament la mateixa informació).
- que la correlació de l'índex amb lg_RI_AP és lleugerament menor que amb PC1 ($r = -0,43$ vs. $0,50$; $r_s = -0,48$ vs $0,49$) i (significativament) no lineal, sobretot per les 3 mostres amb major RI_AP, on tanmateix es va capturar una població de peixos nadius prou correcta.

RI_AP	COD_EST4	codi_aca.x		Captures
57,67278	15	0500080	Torrent del Puig	3 Anguilla anguilla 42 Barbus haasi
103,33452	142	1100250	Riu Ripoll des de l'EDAR de Sabadell fins al Besòs	111 Squalius laietanus
73,05856	144	1100280	Riera de Sant Cugat	142 Barbus meridionalis

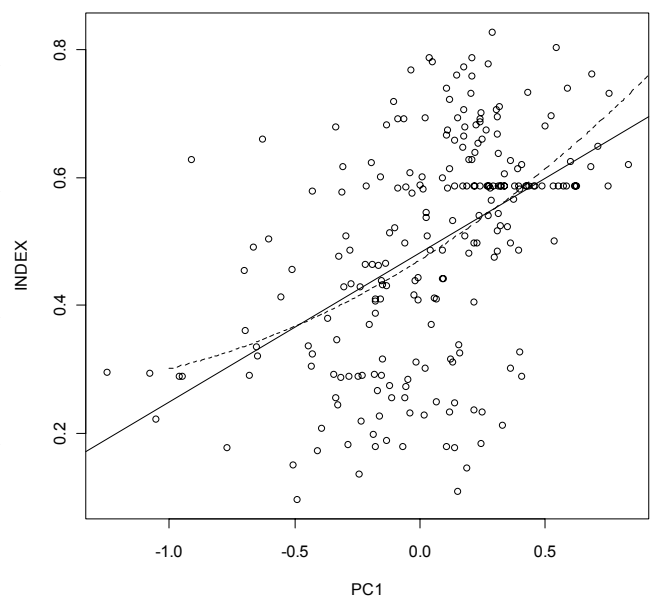
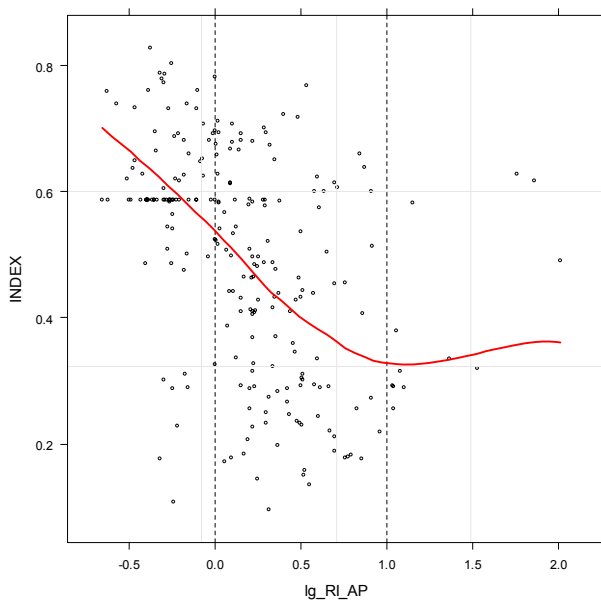
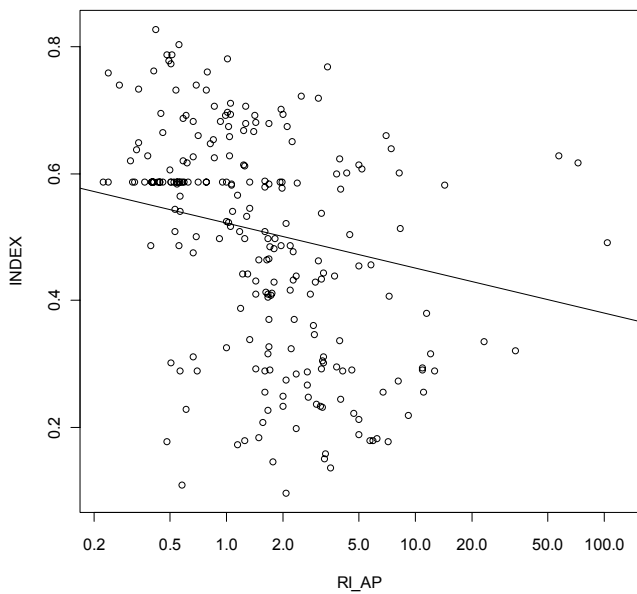


Fig. 7.19. Relació entre l'índex final i les mesures de pressions (lg_RI_AP i PC1).



Taula 7.10. Anàlisi de regressió (model lineal i model quadràtic) entre l'índex final i les mesures de pressions (lg_RI_AP i PC1).

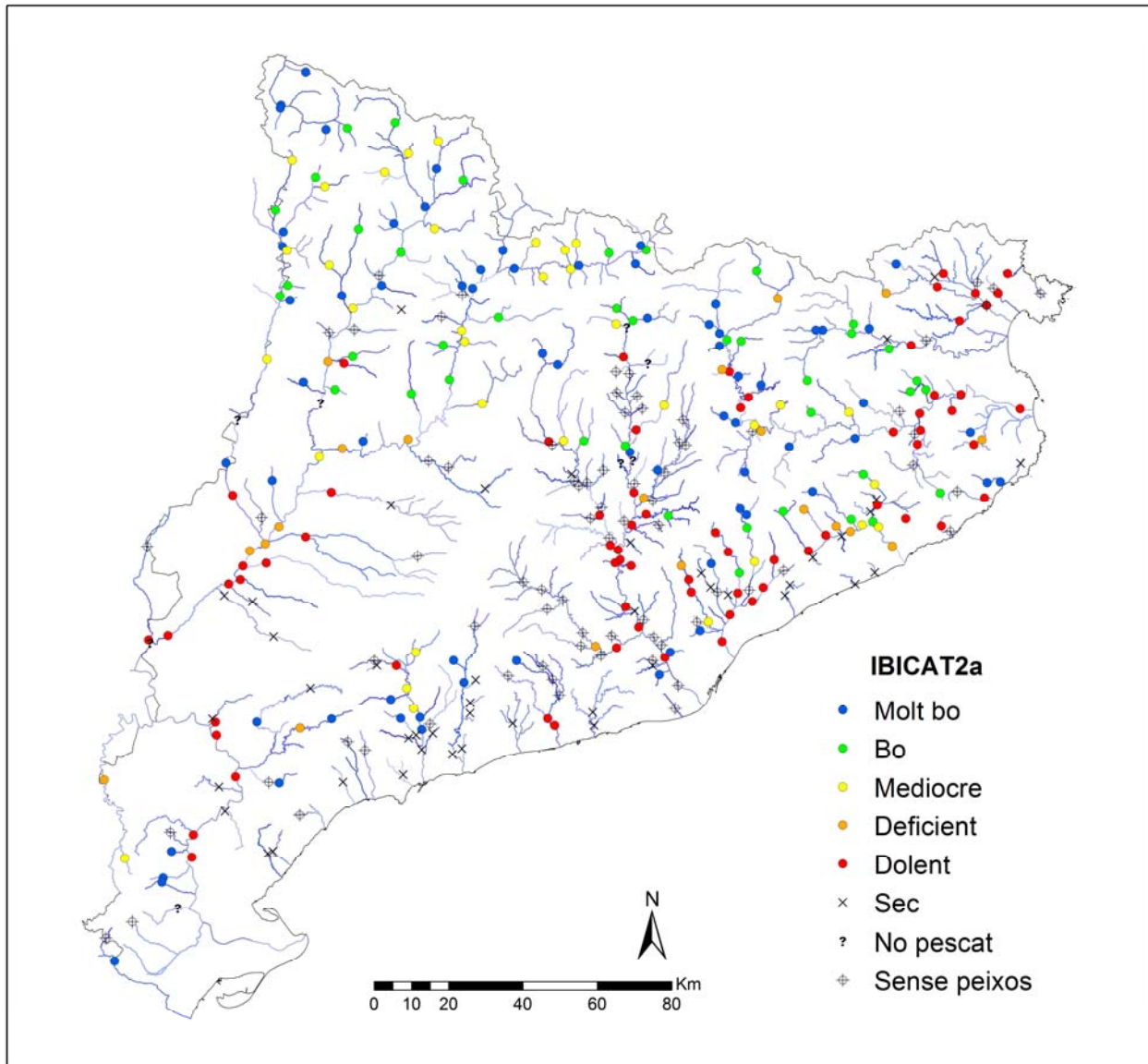
<p>Call: lm(formula = INDEX ~ lg_RI_AP)</p> <p>Residuals: Min 1Q Median 3Q Max -0,45100 -0,09937 0,01173 0,12390 0,38091</p> <p>Coefficients: Estimate Std. Error t value Pr(> t) (Intercept) 0,52052 0,01081 48,151 < 2e-16 *** lg_RI_AP -0,16041 0,02191 -7,322 3,99e-12 *** --- Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 0,1529 on 232 degrees of freedom (135 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0,1877, Adjusted R-squared: 0,1842 F-statistic: 53,61 on 1 and 232 DF, p-value: 3,988e-12</p> <p>Call: lm(formula = INDEX ~ lg_RI_AP + I(lg_RI_AP^2))</p> <p>Residuals: Min 1Q Median 3Q Max -0,468038 -0,099647 0,003939 0,110313 0,334839</p> <p>Coefficients: Estimate Std. Error t value Pr(> t) (Intercept) 0,50882 0,01082 47,044 < 2e-16 *** lg_RI_AP -0,25314 0,03068 -8,251 1,20e-14 *** I(lg_RI_AP^2) 0,11975 0,02867 4,176 4,20e-05 *** --- Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 0,1477 on 231 degrees of freedom (135 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0,2447, Adjusted R-squared: 0,2382 F-statistic: 37,43 on 2 and 231 DF, p-value: 8,324e-15</p>	<p>Call: lm(formula = INDEX ~ PC1)</p> <p>Residuals: Min 1Q Median 3Q Max -0,407581 -0,081962 0,009322 0,097840 0,348539</p> <p>Coefficients: Estimate Std. Error t value Pr(> t) (Intercept) 0,480857 0,009705 49,545 < 2e-16 *** PC1 0,230694 0,026716 8,635 1,01e-15 *** --- Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 0,1465 on 229 degrees of freedom (138 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0,2456, Adjusted R-squared: 0,2423 F-statistic: 74,57 on 1 and 229 DF, p-value: 1,009e-15</p> <p>Call: lm(formula = INDEX ~ PC1 + I(PC1^2))</p> <p>Residuals: Min 1Q Median 3Q Max -0,4014083 -0,0846949 -0,0004383 0,0969021 0,3456622</p> <p>Coefficients: Estimate Std. Error t value Pr(> t) (Intercept) 0,47141 0,01182 39,873 < 2e-16 *** PC1 0,24267 0,02801 8,664 8,53e-16 *** I(PC1^2) 0,06778 0,04862 1,394 0,165 --- Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1</p> <p>Residual standard error: 0,1462 on 228 degrees of freedom (138 observations deleted due to missingness) Multiple R-squared: 0,252, Adjusted R-squared: 0,2454 F-statistic: 38,41 on 2 and 228 DF, p-value: 4,209e-15</p>
---	--



Les estacions definides com de referència tenen índexs de 0,58599. Es proposa definir com a "molt bo", índexs > 0,585. Per les altres classes es faran servir les classes per RI_AP definides a l'Impress: < 0,8, risc nul; 0,8-1,2, risc baix; 1,2-2, risc mitjà; > 2, risc elevat. Els valors d'índexs corresponents a aquests llindars calculats a partir del model quadràtic amb lg_RI_AP són 0,536, 0,489 i 0,441. En el rang de RI_AP de 0,8 a 2, el model lineal dóna valors molt similars (0,538, 0,509 i 0,473) però més alts (i per tant seria més "pessimista").

Amb aquests llindars s'obté el resultat final següent (Mapa 7.1):

	Molt bo	Bo	Mediocre	Deficient	Dolent
IBICAT2a	85	18	13	45	73



 Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient
i Habitatge

 **Agència Catalana de l'Aigua**

Ajust de l'Índex d'Integritat Biòtica (IBICAT) basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental als rius de Catalunya tal com preveu la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE)

Mapa 7.1. Nivell de qualitat de les masses d'aigua de Catalunya segons la comunitat piscícola avaluada amb l'aplicació de l'IBICAT2a.

7.5. Anàlisi de les estacions seques i sense peixos

Una anàlisi de partició de la variància de les estacions seques indica que la fisiografia explica només un 19% del fet de què les estacions estiguin seques, del qual un 2,4% correspon a covariació amb \lg_RI_AP (Fig. 7.20 i 7.21). El fet que la major part de la variació no sigui explicada (per factors com ordre del riu, distància al naixement o superfície de la conca de drenatge) suggereix alteracions hidrològiques que, això no obstant, no estan reflectides en \lg_RI_AP .

Els resultats per la no presència de peixos (estacions pescades amb zero captures) són similars (Fig. 7.22 i 7.23). però curiosament amb una mica més de variació explicada per les variables espacials (24%) i per les pressions (3,8% globalment). Però tant per les estacions seques com per les zones sense peixos sembla difícil que amb les dades disponibles es puguin modelar de moment.

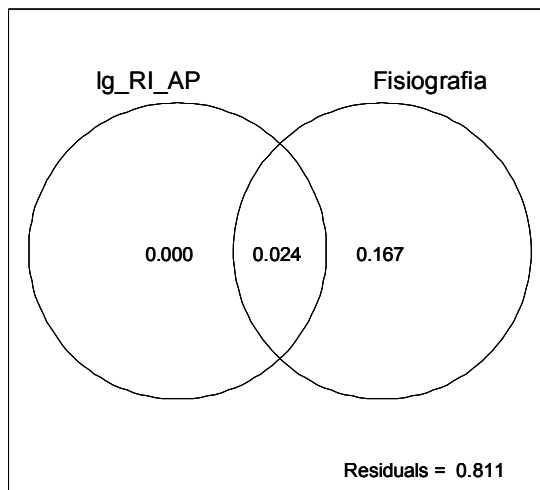


Fig. 7.20. Anàlisi de partició de la variància de les estacions seques (variable binària sec/no sec) respecte les pressions (lg_RI_AP) i la fisiografia.

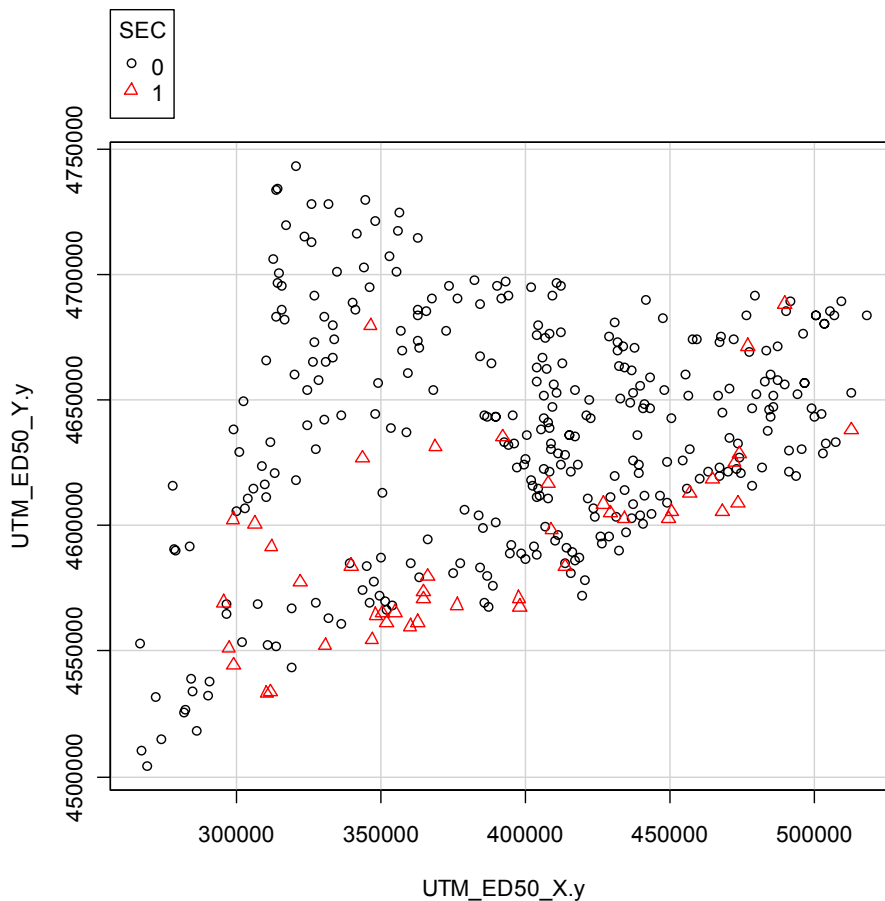


Fig. 7.21. Distribució geogràfica de les estacions seques (triangles vermells) durant el període de mostreig.

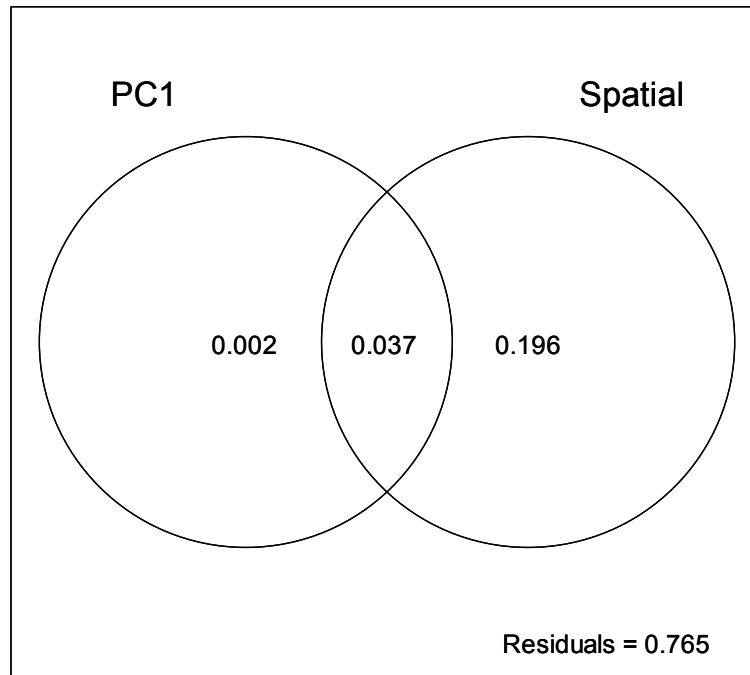


Fig. 7.22. Anàlisi de partició de la variància de la presència de peixos (variable binària amb/sense peixos) respecte les pressions (lg_RI_AP) i la fisiografia.

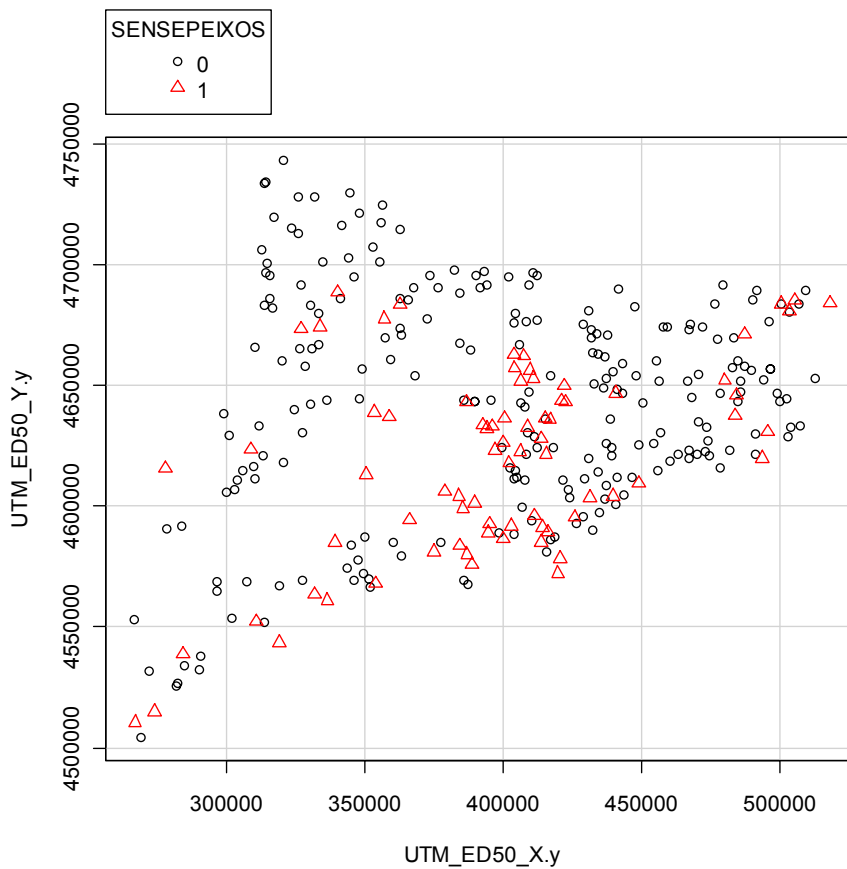


Fig. 7.23. Distribució geogràfica de les estacions mostrejades (no seques) on no es van detectar peixos (triangles vermells).



8. Aproximació basada en la tipologia ACA (IBICAT2b)

8.1. Selecció de mètriques

A la Taula 8.1 es mostren les mètriques amb correlació significativa amb PC1 per cada tipologia de l'ACA per separat, seguint una aproximació type-specific més clàssica (vegeu per ex. Grenouillet et al., 2007). S'ha utilitzat $P < 0,10$, ja que la grandària mostral és força baixa, especialment per a les tipologies EP, GEM, GRPM, MMS i RMS on $n \leq 11$ (vegeu n per a les 12 tipologies més avall; no es pot calcular per la tipologia RMS on només hi havia 2 punts).

Taula 8.1. Mètriques amb relació significativa (coeficients de correlació de Spearman r_s i significació) amb les pressions mesurades al camp PC1 per a la tipologia Eixos fluvials principals (EP) de l'ACA.

		r_s	P
EP	PIN_DELT	0,94	0,0048
	PST_limnophil	0,67	0,0664

Taula 8.1(cont.). Mètriques amb relació significativa (coeficients de correlació de Spearman r_s i significació) amb les pressions mesurades al camp PC1 per a la tipologia Grans eixos mediterranis (GEM) de l'ACA.

		r_s	P
GEM	NSI	-0,95	0,0513
	PIN	1,00	0,0000
	PII	-1,00	0,0000
	NSI_tol	-0,95	0,0513
	PIN_tol	1,00	0,0000
	PII_tol	-1,00	0,0000
	NST_benthic	-1,00	0,0000
	NSI_benthic	-0,95	0,0513
	PIT_WC	-1,00	0,0000
	PII_WC	-1,00	0,0000
	NII_invert	-1,00	0,0000
	NST_omniv	-0,95	0,0513
	NSI_omniv	-1,00	0,0000
	PIT_omniv	-1,00	0,0000
	PII_omniv	-1,00	0,0000
	PIT_marine	1,00	0,0000
	NST_LL	-0,95	0,0513
	PIT_LL	1,00	0,0000
PIN_LL	1,00	0,0000	

Taula 8.1(cont.). Mètriques amb relació significativa (coeficients de correlació de Spearman r_s i significació) amb les pressions mesurades al camp PC1 per a la tipologia Grans rius poc mineralitzats (GRPM) de l'ACA.

		r_s	P
GRPM	NSI	-0,69	0,0382
	NST_tol	-0,68	0,0459
	NSI_tol	-0,63	0,0692
	CPUEI	-0,85	0,0037
	Lmean_SLA	1,00	0,0000
	Lmax_SLA	-1,00	0,0000
	Lvar_SLA	1,00	0,0000
	Lskew_SLA	-1,00	0,0000

Lkurt_SLA	-1,00	0,0000
NSI_WC	-0,65	0,0595
PBI_WC	-0,68	0,0458
PII_invert	-0,73	0,0255
PBI_invert	-0,73	0,0255
NII_invert	-0,73	0,0255
NST_limnophil	-0,68	0,0450
PIT_limnophil	-0,64	0,0614
PBT_limnophil	-0,73	0,0255
NSI_SL	-0,69	0,0382
PII_SL	-0,62	0,0761
PBI_SL	-0,68	0,0458
PSI_SL	-0,65	0,0595

Taula 8.1(cont.). Mètriques amb relació significativa (coeficients de correlació de Spearman r_s i significació) amb les pressions mesurades al camp PC1 per a la tipologia Rius de muntanya humida calcària (MHC) de l'ACA.

		r_s	P
MHC	NFT	-0,35	0,0159
	NFN	-0,34	0,0201
	NST	-0,33	0,0219
	NSN	-0,36	0,0126
	NST_tol	-0,31	0,0358
	NSN_tol	-0,36	0,0139
	PST_intol	0,37	0,0177
	PSN_intol	0,37	0,0168
	PST_tol	-0,30	0,0539
	PSN_tol	-0,37	0,0169
	PIT_intol	0,38	0,0136
	PIN_intol	0,37	0,0177
	PIT_tol	-0,31	0,0512
	PIN_tol	-0,37	0,0169
	PBT_intol	0,34	0,0309
	PBN_intol	0,35	0,0268
	PBT_tol	-0,27	0,0864
	PBN_tol	-0,33	0,0353
	CPUET	-0,26	0,0756
	CPUEN	-0,27	0,0641
	Lmean_STR	-0,35	0,0505
	Lmean_SLA	1,00	0,0000
	Lmax_SLA	-1,00	0,0000
	Lvar_STR	-0,57	0,0014
	Lvar_SLA	-1,00	0,0000
	Lskew_STR	0,45	0,0154
	Lskew_SLA	1,00	0,0000
	Lkurt_STR	0,47	0,0127
	Lkurt_SLA	-1,00	0,0000
	NST_benthic	-0,43	0,0023
	NSN_benthic	-0,43	0,0023
	PST_benthic	-0,43	0,0049
	PSN_benthic	-0,43	0,0049
	PIT_benthic	-0,47	0,0021
	PIN_benthic	-0,47	0,0021
	PBT_benthic	-0,40	0,0095
	PBN_benthic	-0,40	0,0095
	NSN_WC	-0,25	0,0962
	PIN_WC	-0,27	0,0870
	PBT_WC	-0,32	0,0395
	PBN_WC	-0,32	0,0417
	NST_invert	-0,37	0,0111
	NSN_invert	-0,37	0,0111



PIT_invert	-0,34	0,0322
PIN_invert	-0,34	0,0322
PST_invert	-0,29	0,0614
PSN_invert	-0,29	0,0614
PBT_invert	-0,31	0,0483
PBN_invert	-0,31	0,0483
NIT_invert	-0,38	0,0083
NIN_invert	-0,38	0,0083
NST_omniv	-0,32	0,0304
NSN_omniv	-0,33	0,0257
PIT_omniv	-0,30	0,0587
PIN_omniv	-0,32	0,0403
PSN_omniv	-0,29	0,0701
PBT_omniv	-0,40	0,0094
PBN_omniv	-0,40	0,0094
PIT_pisciv	0,49	0,0013
PIN_pisciv	0,45	0,0033
PST_pisciv	0,42	0,0060
PSN_pisciv	0,40	0,0093
PBT_pisciv	0,46	0,0026
PBN_pisciv	0,42	0,0062
NST_lithophil	-0,32	0,0263
NSN_lithophil	-0,34	0,0180
NIT_lithophil	-0,25	0,0947
NIN_lithophil	-0,26	0,0756
PIT_lithophil	0,42	0,0070
PIN_lithophil	0,27	0,0865
PBT_lithophil	0,41	0,0081
PBN_lithophil	0,28	0,0810
PST_lithophil	0,40	0,0100
PSN_lithophil	0,27	0,0879
NST_rheophil	-0,32	0,0302
NSN_rheophil	-0,33	0,0240
NSI_rheophil	-0,05	0,7338
PIT_rheophil	0,31	0,0451
PBT_rheophil	0,30	0,0556
PST_rheophil	0,31	0,0463
NST_potad	-0,35	0,0151
NSN_potad	-0,35	0,0151
PIT_potad	-0,37	0,0169
PIN_potad	-0,37	0,0169
PBT_potad	-0,33	0,0353
PBN_potad	-0,33	0,0353
PST_potad	-0,36	0,0192
PSN_potad	-0,36	0,0192
NST_LL	-0,36	0,0129
NSN_LL	-0,36	0,0124
PIT_LL	-0,38	0,0155
PIN_LL	-0,38	0,0155
PBT_LL	-0,33	0,0353
PBN_LL	-0,33	0,0353
PST_LL	-0,38	0,0144
PSN_LL	-0,38	0,0141
NST_SL	-0,38	0,0078
NSN_SL	-0,38	0,0081
PIT_SL	-0,42	0,0059
PIN_SL	-0,42	0,0058
PBT_SL	-0,46	0,0027
PBN_SL	-0,45	0,0032
PST_SL	-0,36	0,0224
PSN_SL	-0,37	0,0171

Taula 8.1(cont.). Mètriques amb relació significativa (coeficients de correlació de Spearman r_s i significació) amb les pressions mesurades al camp PC1 per a la tipologia Rius de muntanya humida silícica (MHS) de l'ACA.

		r_s	P
MHS	NFT	-0,50	0,0144
	NFN	-0,47	0,0221
	NST	-0,50	0,0144
	NSN	-0,47	0,0221
	NST_intol	-0,49	0,0169
	NSN_intol	-0,47	0,0221
	NIT_15cmintol	-0,41	0,0511
	NIN_15cmintol	-0,48	0,0205
	Lmean_STR	0,43	0,0412
	Lmean_BME.BHA	-1,00	0,0000
	Lskew_BME.BHA	1,00	0,0000
	NST_benthic	-0,55	0,0071
	NSN_benthic	-0,54	0,0072
	PST_benthic	-0,55	0,0071
	PSN_benthic	-0,54	0,0075
	PIT_benthic	-0,55	0,0065
	PIN_benthic	-0,55	0,0072
	PBT_benthic	-0,55	0,0072
	PBN_benthic	-0,55	0,0072
	NST_invert	-0,54	0,0072
	NSN_invert	-0,54	0,0072
	PIT_invert	-0,55	0,0072
	PIN_invert	-0,55	0,0072
	PST_invert	-0,54	0,0075
	PSN_invert	-0,54	0,0075
	PBT_invert	-0,55	0,0072
	PBN_invert	-0,55	0,0072
	NIT_invert	-0,55	0,0072
	NIN_invert	-0,55	0,0072
	PIT_pisciv	0,52	0,0104
	PIN_pisciv	0,42	0,0485
	PST_pisciv	0,50	0,0144
	PSN_pisciv	0,40	0,0612
	PBT_pisciv	0,52	0,0111
	PBN_pisciv	0,41	0,0509
	NST_lithophil	-0,50	0,0144
	NSN_lithophil	-0,47	0,0221
	NST_rheophil	-0,50	0,0144
	NSN_rheophil	-0,47	0,0221

Taula 8.1(cont.). Mètriques amb relació significativa (coeficients de correlació de Spearman r_s i significació) amb les pressions mesurades al camp PC1 per a la tipologia Rius de muntanya mediterrània calcària (MMC) de l'ACA.

		r_s	P
MMC	NST_intol	0.29	0.0533
	NSN_intol	0.31	0.0399
	NIT_15cmintol	0.26	0.0927
	NIN_15cmintol	0.34	0.0232
	Lmax_SLA	-0.57	0.0317
	Lvar_BME.BHA	-0.37	0.0372
	Lvar_SLA	-0.60	0.0306
	PIT_rheophil	-0.30	0.0728
	NSN_SL	0.27	0.0810

Taula 8.1(cont.). Mètriques amb relació significativa (coeficients de correlació de Spearman r_s i significació) amb les pressions mesurades al camp PC1 per a la tipologia Rius de muntanya mediterrània d'elevat cabal (MMEC) de l'ACA.

		r_s	P
MMEC	NSI_intol	0,58	0,0369
	PSN_intol	-0,57	0,0527
	PSI_intol	0,62	0,0330
	PII_intol	0,56	0,0597
	PBI_intol	0,56	0,0597
	NII_15cmintol	0,53	0,0637
	PIT_DELT	-0,54	0,0725
	PII_DELT	-0,50	0,0972
	Lmean_SLA	-1,00	0,0000
	Lvar_STR	-1,00	0,0000
	Lvar_SLA	1,00	0,0000
	Lskew_STR	1,00	0,0000
	Lskew_SLA	1,00	0,0000
	Lkurt_STR	-1,00	0,0000
	Lkurt_SLA	1,00	0,0000
	PST_SL	-0,59	0,0434

Taula 8.1(cont.). Mètriques amb relació significativa (coeficients de correlació de Spearman r_s i significació) amb les pressions mesurades al camp PC1 per a la tipologia Rius de muntanya mediterrània silícica (MMS) de l'ACA.

		r_s	P
MMS	PSN	-0,64	0,0639
	Lmean_BME.BHA	-0,67	0,0710
	Lmean_SLA	-1,00	0,0000
	Lmax_SLA	-1,00	0,0000
	Lvar_SLA	-1,00	0,0000
	Lskew_BME.BHA	0,64	0,0856
	Lskew_SLA	-1,00	0,0000
	Lkurt_SLA	1,00	0,0000
	PST_benthic	-0,81	0,0078
	PSN_benthic	-0,37	0,0078

Taula 8.1(cont.). Mètriques amb relació significativa (coeficients de correlació de Spearman r_s i significació) amb les pressions mesurades al camp PC1 per a la tipologia Rius mediterranis de cabal variable (RMCV) de l'ACA.

		r_s	P
RMCV	NST_intol	0,27	0,0031
	NSN_intol	0,24	0,0090
	NSN_tol	-0,22	0,0174
	PST_intol	0,43	0,0001
	PSN_intol	0,37	0,0016
	PST_tol	-0,40	0,0006
	PSN_tol	-0,35	0,0024
	PIT_intol	0,44	0,0000
	PIN_intol	0,40	0,0005
	PIT_tol	-0,29	0,0140
	PIN_tol	-0,30	0,0112
	PBT_intol	0,47	0,0000
	PBN_intol	0,38	0,0010
	PBT_tol	-0,33	0,0051
	PBN_tol	-0,32	0,0066
	NIN_15cmintol	0,23	0,0126
	PIT_DELT	-0,24	0,0424

PIN_DELT	-0,34	0,0060
PII_DELT	-0,30	0,0202
Lmean_STR	1,00	0,0000
Lmax_STR	1,00	0,0000
NSI_benthic	-0,17	0,0669
PSI_benthic	-0,28	0,0179
PIN_benthic	0,22	0,0591
PII_benthic	-0,25	0,0307
PBI_benthic	-0,24	0,0465
NSN_invert	0,19	0,0448
PIT_invert	0,21	0,0817
PIN_invert	0,28	0,0187
PST_invert	0,26	0,0290
PSN_invert	0,29	0,0123
PBT_invert	0,23	0,0549
PBN_invert	0,25	0,0320
NIN_invert	0,18	0,0542
NST_pisciv	-0,26	0,0057
NSN_pisciv	-0,27	0,0031
PIT_pisciv	-0,37	0,0014
PIN_pisciv	-0,36	0,0016
PST_pisciv	-0,38	0,0011
PSN_pisciv	-0,41	0,0003
PBT_pisciv	-0,39	0,0008
PBN_pisciv	-0,39	0,0007
NST_lithophil	0,18	0,0561
NIT_lithophil	0,16	0,0823
PIT_lithophil	0,36	0,0018
PIN_lithophil	0,32	0,0054
PBT_lithophil	0,40	0,0004
PBN_lithophil	0,35	0,0027
PST_lithophil	0,43	0,0001
PSN_lithophil	0,35	0,0025
NST_rheophil	0,17	0,0642
PIT_rheophil	0,31	0,0084
PIN_rheophil	0,28	0,0194
PBT_rheophil	0,35	0,0025
PBN_rheophil	0,29	0,0137
PST_rheophil	0,38	0,0010
PSN_rheophil	0,33	0,0050
NST_marine	-0,27	0,0031
PIT_marine	-0,36	0,0016
PBT_marine	-0,39	0,0007
PST_marine	-0,41	0,0003
PIT_LL	-0,33	0,0050
PIN_LL	-0,27	0,0237
PBT_LL	-0,37	0,0016
PBN_LL	-0,26	0,0302
PBI_LL	-0,20	0,0920
PST_LL	-0,41	0,0004
PSN_LL	-0,32	0,0062

Taula 8.1(cont.). Mètriques amb relació significativa (coeficients de correlació de Spearman r_s i significació) amb les pressions mesurades al camp PC1 per a la tipologia Torrents litorals (TL) de l'ACA.

		r_s	P
TL	NFT	0,48	0,0815
	NFI	0,55	0,0424
	NST	0,48	0,0815
	NSI	0,55	0,0424
	NST_intol	0,47	0,0894

NSN_intol	0,47	0,0894
NSI_tol	0,55	0,0424
CPUET	0,47	0,0920
CPUEI	0,55	0,0424
PIN_DELT	0,89	0,0405
Lmean_SLA	1,00	0,0000
Lmax_SLA	-1,00	0,0000
Lvar_SLA	1,00	0,0000
Lskew_BME.BHA	1,00	0,0000
Lskew_SLA	-1,00	0,0000
Lkurt_BME.BHA	1,00	0,0000
Lkurt_SLA	-1,00	0,0000
NST_benthic	0,47	0,0865
NSI_benthic	0,56	0,0385
NST_invert	0,48	0,0807
NSN_invert	0,47	0,0894
NIT_invert	0,47	0,0872
NIN_invert	0,47	0,0872
NST_omniv	0,54	0,0465
NSI_omniv	0,55	0,0424
NST_lithophil	0,46	0,0946
NSN_lithophil	0,46	0,0946
NIT_lithophil	0,47	0,0872
NIN_lithophil	0,47	0,0872
NST_rheophil	0,47	0,0887
NSN_rheophil	0,46	0,0946

Taula 8.1(cont.). Mètriques amb relació significativa (coeficients de correlació de Spearman r_s i significació) amb les pressions mesurades al camp PC1 per a la tipologia Rius mediterranis càrstics (ZC) de l'ACA.

		r_s	P
ZC	PST_intol	0,77	0,0098
	PSN_intol	0,72	0,0197
	PST_tol	-0,71	0,0202
	PSI_tol	-0,67	0,0335
	PSI_benthic	-0,67	0,0335
	PST_invert	0,72	0,0197
	PSN_invert	0,72	0,0197
	PST_omniv	-0,72	0,0197
	PSI_omniv	-0,67	0,0335
	PST_lithophil	0,62	0,0584
	PSN_lithophil	0,68	0,0308
	PST_rheophil	0,71	0,0202
	PSN_rheophil	0,68	0,0308
	PST_LL	-0,77	0,0098
	PSN_LL	-0,42	0,2298
	PSI_LL	-0,67	0,0335

El nombre de punts mostrejats per cadascuna de les 12 tipologies era:

EP	GEM	GRPM	MHC	MHS	MMC	MMEC	MMS	RMCV	RMS	TL	ZC
10	6	10	52	23	47	13	11	147	2	32	16

És important constatar que algunes correlacions, tot i significatives, són poc lògiques, com per exemple les dues de EP o moltes abundàncies que surten correlacionades negativament amb PC1.

Una anàlisi de covariància de 6 mètriques bàsiques (Taula 8.2) mostra que aquestes covarien amb les pressions (PC1) però que aquesta variació (els pendents i també les ordenades a l'origen de la relació mètrica-PC1) depèn de la tipologia de l'ACA. Per tant, això suggereix que una tipologia (o una aproximació espacialment explícita) és necessària a Catalunya i no es pot fer servir un índex amb puntuacions úniques.

Per tot això en funció d'una correlació significativa i lògica, i la redundància analitzada prèviament es proposa utilitzar les mètriques de la Taula 8.3.



Taula 8.2. Anàlisi de covariància de 6 mètriques bàsiques (NFT, NFN, NFI, NST, NSN, PSN) amb PC1 com a covariable i la tipologia ACA com a factor. La primera anàlisi és una MANCOVA i les altres, ANCOVAs per a cada mètrica.

```

Df Pillai approx F num Df den Df Pr(>F)
PC1 1 0,29399 14,1580 6 204 1,838e-13 ***
tipus_ACA 11 1,40511 5,8101 66 1254 < 2,2e-16 ***
PC1:tipus_ACA 10 0,35956 1,3323 60 1254 0,04854 *
Residuals 209
---
Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Response NFT :
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
PC1 1 23,970 23,9703 30,110 1,175e-07 ***
tipus_ACA 11 105,438 9,5853 12,040 < 2,2e-16 ***
PC1:tipus_ACA 10 9,307 0,9307 1,169 0,3134
Residuals 209 166,384 0,7961
---
Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Response NFN :
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
PC1 1 0,398 0,39793 0,6709 0,4137
tipus_ACA 11 27,635 2,51230 4,2356 1,110e-05 ***
PC1:tipus_ACA 10 6,120 0,61201 1,0318 0,4178
Residuals 209 123,967 0,59315
---
Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Response NFI :
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
PC1 1 38,469 38,469 79,8351 <2e-16 ***
tipus_ACA 11 87,376 7,943 16,4847 <2e-16 ***
PC1:tipus_ACA 10 5,337 0,534 1,1077 0,3577
Residuals 209 100,709 0,482
---
Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Response NST :
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
PC1 1 101,66 101,655 35,4889 1,075e-08 ***
tipus_ACA 11 359,68 32,698 11,4153 < 2,2e-16 ***
PC1:tipus_ACA 10 52,99 5,299 1,8501 0,05392 ,
Residuals 209 598,67 2,864
---
Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Response NSN :
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
PC1 1 0,44 0,4410 0,2685 0,604856
tipus_ACA 11 53,25 4,8411 2,9479 0,001193 **
PC1:tipus_ACA 10 25,52 2,5520 1,5540 0,122421
Residuals 209 343,23 1,6422
---
Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Response PSN :
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
PC1 1 26274 26274,5 32,0797 4,856e-08 ***
tipus_ACA 11 82671 7515,5 9,1760 2,409e-13 ***
PC1:tipus_ACA 10 6739 673,9 0,8227 0,6071
Residuals 209 171179 819,0
---
Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

```

137 observations deleted due to missingness

Taula 8.3. Mètriques seleccionades per a les 10 tipologies de l'ACA. En vermell, mètriques que augmenten amb les pressions ambientals.

Tipologia	Abreviació	Mètriques comunes	Mètriques específiques
Rius de muntanya humida silícica	MHS	NSN, PSI, PII, PIT_DELT	PIT_pisciv, PST_pisciv
Rius de muntanya humida calcària	MHC	NSN, PSI, PII, PIT_DELT	PIT_pisciv, PST_lithophil, PIT_intol, PST_SL
Rius de muntanya med. silícica	MMS	NSN, PSI, PII, PIT_DELT	—
Rius de muntanya med. calcària	MMC	NSN, PSI, PII, PIT_DELT	NIN_15cmintol
Rius de muntanya med. d'elevat cabal	MMEC	NSN, PSI, PII, PIT_DELT	PST_SL
Rius med. de cabal variable	RMCV	NSN, PSI, PII, PIT_DELT	PIT_intol, NIN_15cmintol, PST_lithophil, PIT_rheophil
Rius med. silícics	RMS	NSN, PSI, PII, PIT_DELT	—
Rius mediterranis càrstics	ZC	NSN, PSI, PII, PIT_DELT	PST_intol
Eixos fluvials principals	EP	NSN, PSI, PII, PIT_DELT	—
Torrents litorals	TL	NSN, PSI, PII, PIT_DELT	—
Grans eixos mediterranis	GEM	NSN, PSI, PII, PIT_DELT	—
Grans rius poc mineralitzats	GRPM	NSN, PSI, PII, PIT_DELT	—

8.2. Puntuació de les mètriques

Seguint Benejam et al. (2010) proposem inicialment valorar si el punt està sec i si el punt no té peixos. Per les tipologies EP, GEM, GRPM i MMEC si el tram està sec (cosa que no ha passat en el mostreig l'ícat però que ens consta que afecta ocasionalment algun dels seus punts per derivació de cabals) es puntuarà l'estat ecològic com a dolent. Aquestes mateixes tipologies, si no tenen peixos (cosa que ha passat en 10 punts), també es classifiquen com a "dolent".

		El riu està sec?	El riu no té peixos nadius (NSN = 0)?
MMEC	Rius de muntanya med. d'elevat cabal	DOLENT	DOLENT
EP	Eixos fluvials principals	DOLENT	DOLENT
GEM	Grans eixos mediterranis	DOLENT	DOLENT
GRPM	Grans rius poc mineralitzats	DOLENT	DOLENT

Per les altres tipologies, si el punt està sec i no s'està segur que sigui per alteració hidrològica, no s'estimarà l'estat ecològic a partir dels peixos. Tampoc s'estimarà si el tram no té peixos i no està clar que n'hagués de tenir en condicions naturals.

A la Fig. 8.1 es mostra NSN per tipus fluvial. Destaca el baix NSN en rius EP (a 9 dels 10 trams pescats $NSN \leq 1$) en trams molt alterats (per ex. Sant Joan Despí, Barcelona, Bescanó, Sarrià de Ter, Flaçà) que haurien de tenir moltes més espècies.

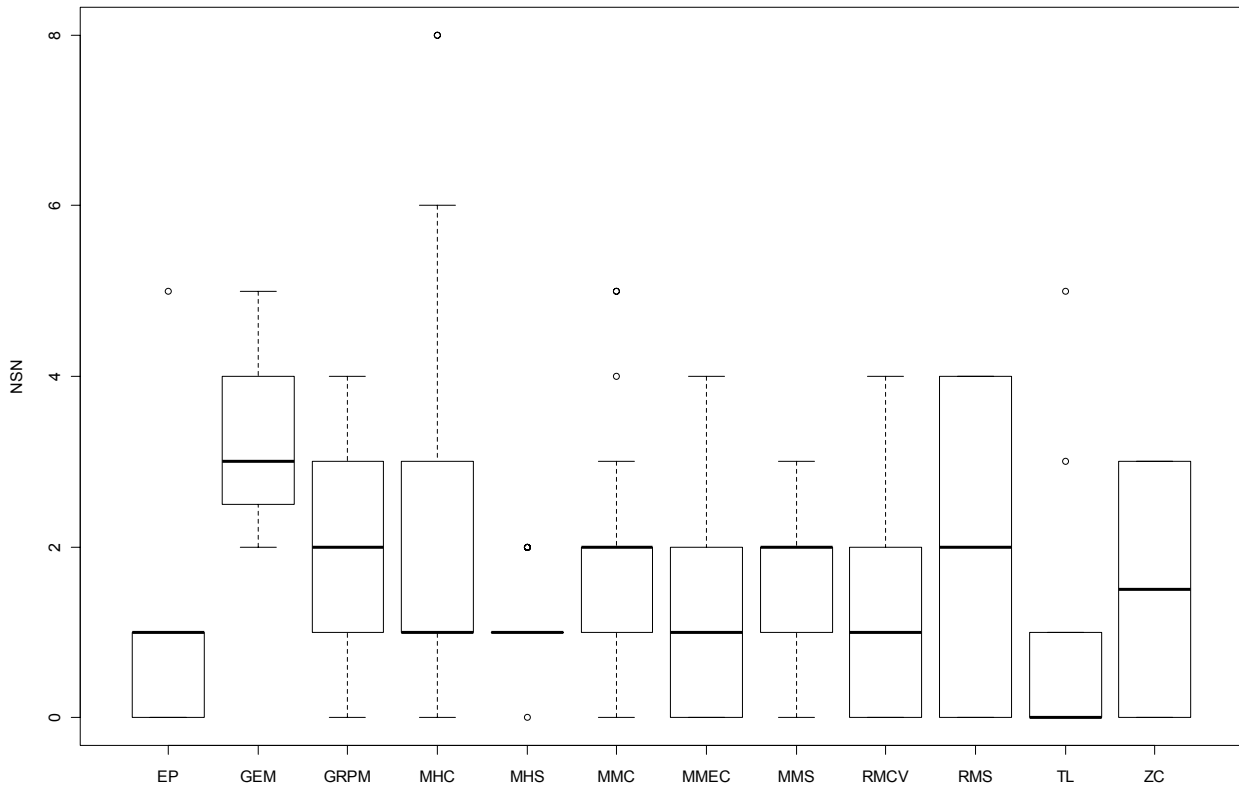


Fig. 8.1. Gràfiques de caixa del nombre d'espècies natives (NSN) observat a les 12 tipologies de l'ACA.

En funció de la Fig. 8.1. i el fet que a molts punts de Catalunya hi hauria d'haver com a mínim anguila més alguna altra espècie acompanyant, els nivells de qualitat proposats per a NSN són els de la Taula 8.4.

Taula 8.4. Puntuació proposada pel nombre d'espècies natives (NSN) a les 10 tipologies de l'ACA.

	Molt bo	Bo	Mediocre	Deficient	Dolent
Rius de muntanya humida silícica†	>1		1		0
Rius de muntanya humida calcària†	>1		1		0
Rius de muntanya med. silícica†	>1		1		0
Rius de muntanya med. calcària†	>1		1		0
Rius de muntanya med. d'elevat cabal	>2	2	1		0
Rius med. de cabal variable†	>1		1		0
Rius med. silícics†	>1		1		0
Rius mediterranis càrstics†	>1		1		0
Eixos fluvials principals	>3	3	2	1	0
Torrents litorals†	>1		1		0
Grans eixos mediterranis	>4	4	3	2	<2
Grans rius poc mineralitzats	>3	3	2	1	0

† En aquestes tipologies, la mètrica només s'avalua si el tram no està sec i es té constància que el tram ha tingut peixos nadius en ocasions anteriors.

Les anomalies (DELT) sovint mostren poca correlació amb les pressions perquè per la majoria d'individus DELT és zero. Tot i així s'observa una certa relació i per això es proposa utilitzar la puntuació tradicional de la mètrica: 0-2% molt bo, > 2-5 mediocre i > 5% dolent (Karr et al. 1986).

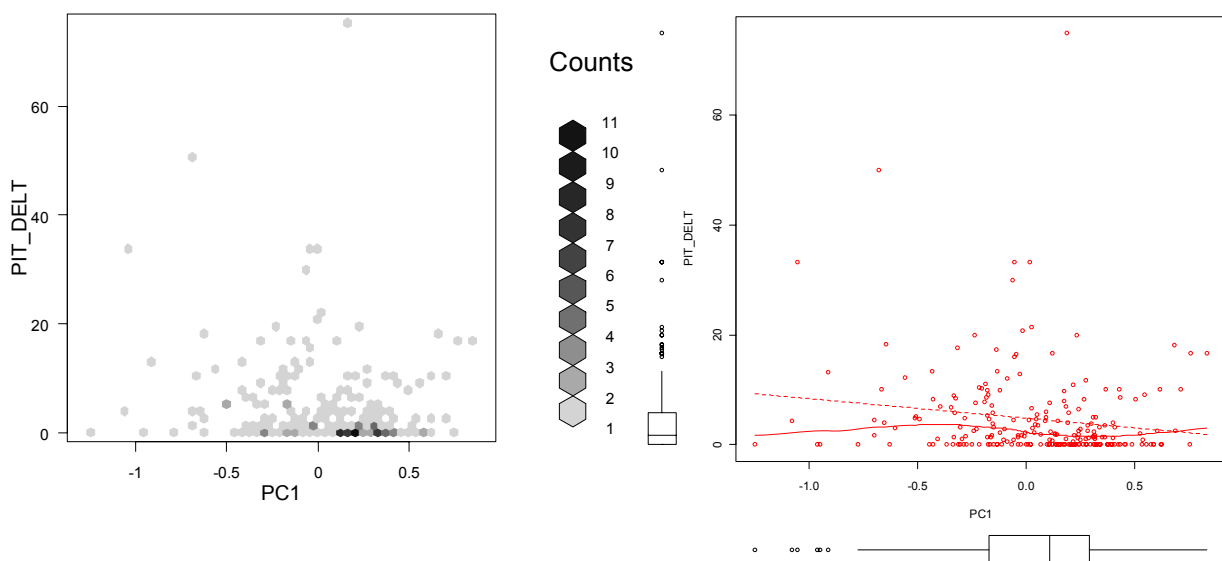


Fig. 8.2. Relació del % total d'individus amb anomalies DELT amb les pressions (PC1).

Taula 8.5. Puntuació proposada pel % d'individus (PII) i espècies exòtics (PSI).

	Molt bo	Bo	Mediocre	Deficient	Dolent
PII, PSI	0%		0-5%	5-20%	>20%

Per a la calibració de les mètriques específiques s'ha utilitzat la mateixa aproximació que en el model spatially-explicit o predictiu. A la Fig. 8.3 i Taula 8.6 mostrem com s'ha obtingut la calibració per a PIT_pisciv a la tipologia MHS. En primer lloc, una relació quadràtica entre PIT_pisciv i lg_RI_AP és molt millor que una lineal.

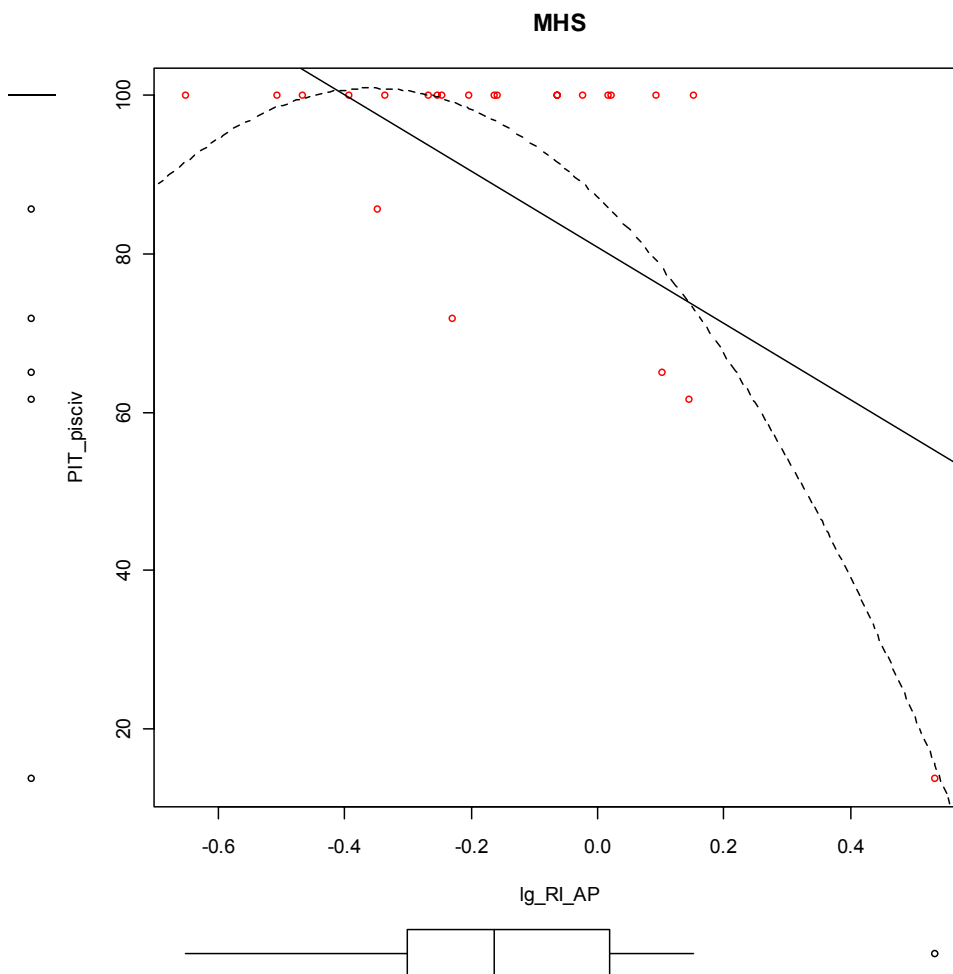


Fig. 8.3. Relació entre % total d'individus piscívors (PIT_pisciv) i les pressions (lg_RI_AP) a la tipologia MHS de l'ACA. Es mostren el model lineal i quadràtic estimat a Taula 8.6.

Taula 8.6. Anàlisi de regressió (model lineal i model quadràtic) entre % total d'individus piscívors (PIT_pisciv) i les pressions (lg_RI_AP) a la tipologia MHS de l'ACA.

Call:
lm(formula = PIT_pisciv ~ lg_RI_AP, subset = (tipus_ACA == "MHS"))

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-44,865	-11,525	3,582	12,628	23,086

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	84,266	3,996	21,086	1,3e-15 ***
lg_RI_AP	-48,178	13,586	-3,546	0,00191 **

Residual standard error: 16,71 on 21 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0,3745, Adjusted R-squared: 0,3447
F-statistic: 12,57 on 1 and 21 DF, p-value: 0,001913

Call:
lm(formula = PIT_pisciv ~ lg_RI_AP + I(lg_RI_AP^2), subset = (tipus_ACA ==
"MHS"))

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-29,2548	-1,5095	0,7078	6,2424	22,2261

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	91,01	3,32	27,413	< 2e-16 ***
lg_RI_AP	-69,43	11,11	-6,248	4,22e-06 ***
I(lg_RI_AP^2)	-113,28	26,05	-4,349	0,000311 ***

Residual standard error: 12,28 on 20 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0,6785, Adjusted R-squared: 0,6464
F-statistic: 21,11 on 2 and 20 DF, p-value: 1,179e-05

Analysis of Variance Table

Model 1: PIT_pisciv ~ lg_RI_AP + I(lg_RI_AP^2)

Model 2: PIT_pisciv ~ lg_RI_AP

	Res, Df	RSS	Df	Sum of Sq	F	Pr(>F)
1	20	3014,5				
2	21	5865,2	-1	-2850,7	18,913	0,0003112 ***

Signif, codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

Si fem servir les classes per RI_AP definides a l'Impress (< 0,8, risc nul; 0,8-1,2, risc baix; 1,2-2, risc mitjà; > 2, risc elevat) podem predir els valors PIT_pisciv corresponents a aquests llindars i així donar un score a la mètrica (Taula 8.7).

Taula 8.7. Puntuació proposada pel % d'individus piscívors (PIT_pisciv).

	Molt bo	Bo	Mediocre	Deficient	Dolent
PIT_pisciv a MHS	100%	99,99-96,67%	96,67-84,8%	84,8-59,84	<59,84%

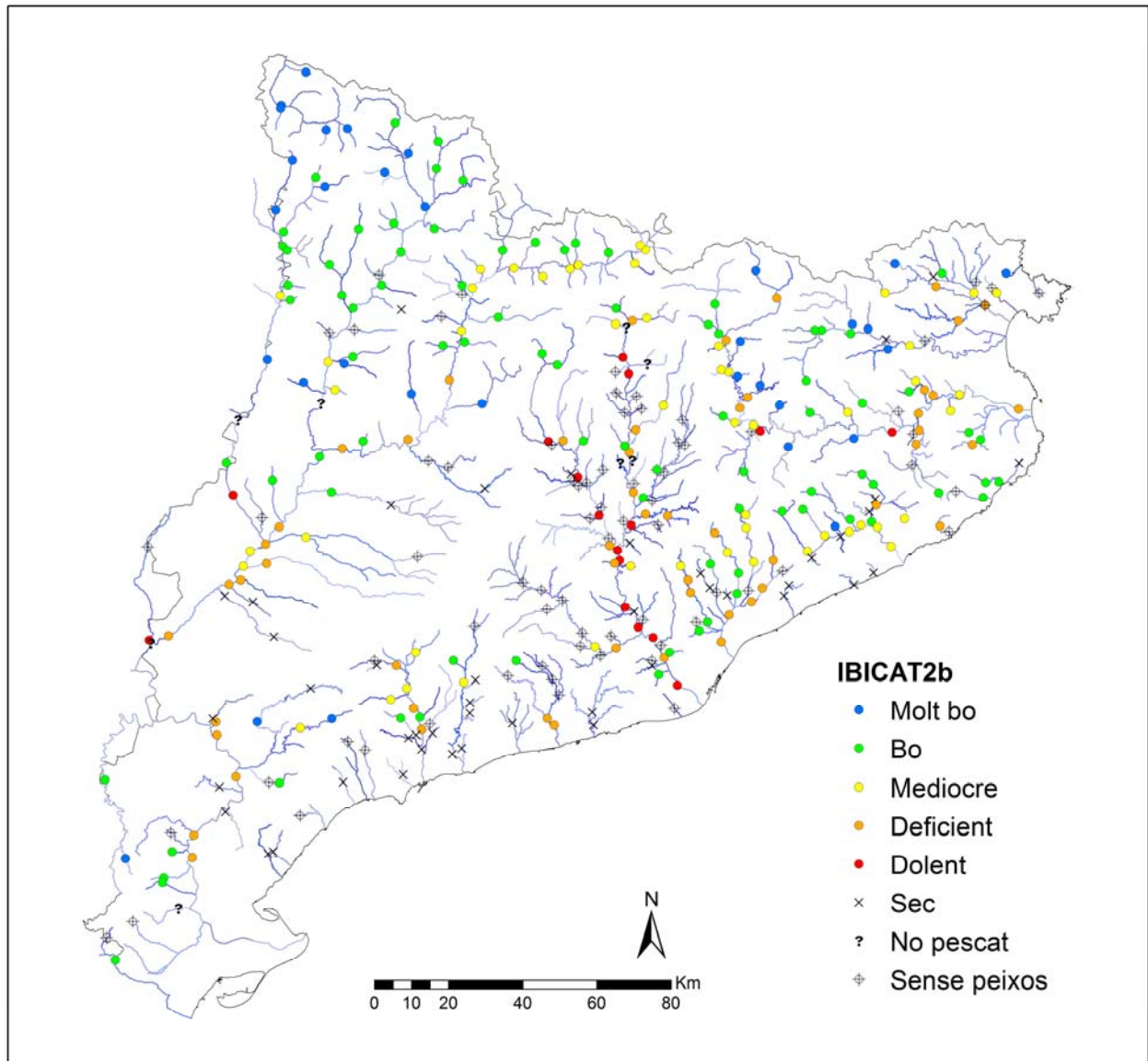
Si aquest procediment s'obté per a totes les mètriques específiques s'obté l'scoring següent (Taula 8.8).

Taula 8.8. Puntuació proposada de les mètriques específiques de les diferents tipologies ACA (Si no s'explicita els límits sempre van amb la classe de qualitat inferior; les abundàncies són sense considerar la capturabilitat).

Tipologia	Mètriques específiques	Molt bo	Bo	Mediocre	Deficient	Dolent
MHS	PIT_pisciv	100%	99,99-96,67%	96,66-84,80%	84,79-59,84	<59,84%
MHS	PST_pisciv	100%	99,99-90,32%	90,31-82,85%	82,84-68,92%	<68,92%
MHC	PIT_pisciv	100%	99,99-44,91%	44,90-39%	39-29,46%	<29,46%
MHC	PST_lithophil	100%	99,99-97,38%	97,37-95,51%	95,50-91,77%	<91,77%
MHC	PIT_intol	100%	99,99-89,27%	89,26-80,22%	80,21-63,34%	<63,34%
MHC	PST_SL	0%	0-32,58%	32,58-39,58%	39,58-45,92%	>45,92%
MMC	NIN_15cmintol (presència)	sí		no		
MMEC	PST_SL	0%	0-4,14%	4,14-19,95%	19,95-35,73%	>35,73%
RMCV	PIT_intol	>65,78%	65,78-56,65%	56,65-47,28%	47,28-0%	0
RMCV	NIN_15cmintol (presència)	sí		no		
RMCV	PST_lithophil	100	99,99-71,55%	71,55-62,79%	62,79-54,32%	<54,32%
RMCV	PIT_rheophil	100	99,99-80,09%	80,09-71,08%	71,08-62,54%	<62,54%
ZC	PST_intol	100	99,99-65,91%	65,91-55,59%	55,59-43,34%	<43,34%

Per a NIN_15cmintol només es considera la presència/absència (en un tram estàndard de pesca), ja que tot i mostrar una certa relació amb les pressions, les densitats eren 0 a la gran majoria de punts i als restants les densitats eren molt baixes (pel que l'scoring dona densitats molt baixes).

En funció de les mètriques anteriors, i fent les mitjanes de les mètriques que pertocin segons la tipologia, el resultat de l'índex a partir de les dades de l'Ibicat seria el que es mostra al Mapa 8.1. A les Fig. 8.4 a 8.9 es mostren les 4 mètriques comunes i algunes de les específiques.



 **Generalitat de Catalunya**
 Departament de Medi Ambient i Habitatge

 **Agència Catalana de l'Aigua**

Ajust de l'Índex d'Integritat Biòtica (IBICAT) basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental als rius de Catalunya tal com preveu la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE)

Mapa 8.1. Nivell de qualitat de les masses d'aigua de Catalunya segons la comunitat piscícola avaluada amb l'aplicació de l'IBICAT2b.

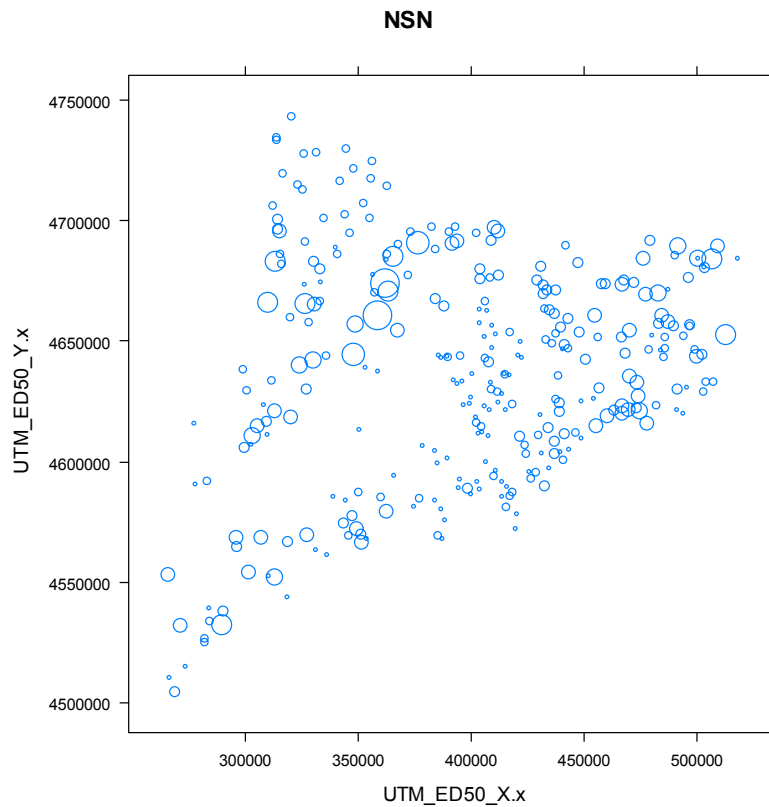


Fig. 8.4. Distribució geogràfica del nombre d'espècies natives (NSN) a les estacions mostrejades. La mida del cercle és proporcional a la mètrica.

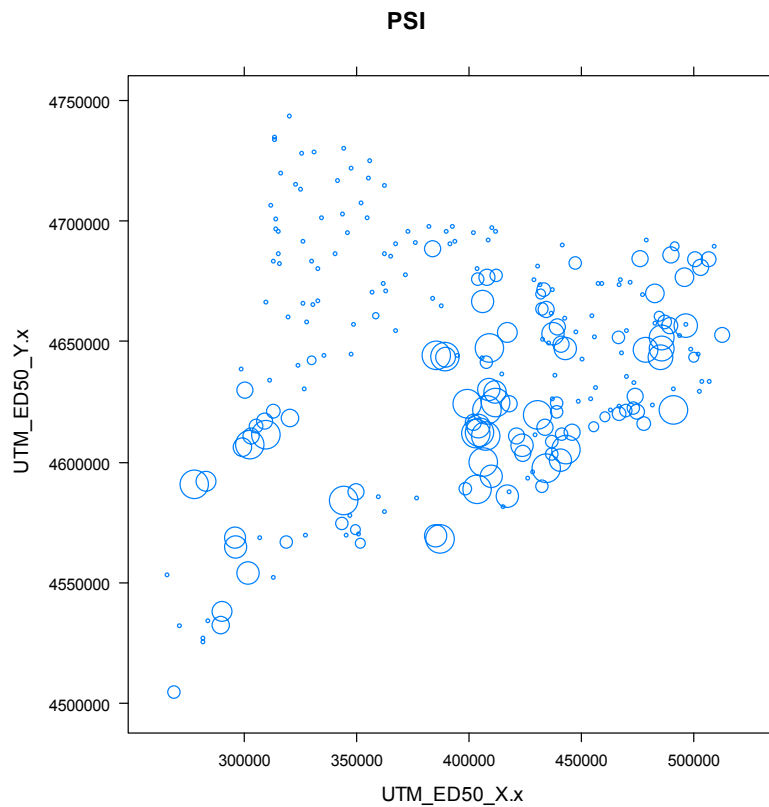


Fig. 8.5. Distribució geogràfica del % d'espècies introduïdes (PSI) a les estacions mostrejades. La mida del cercle és proporcional a la mètrica.

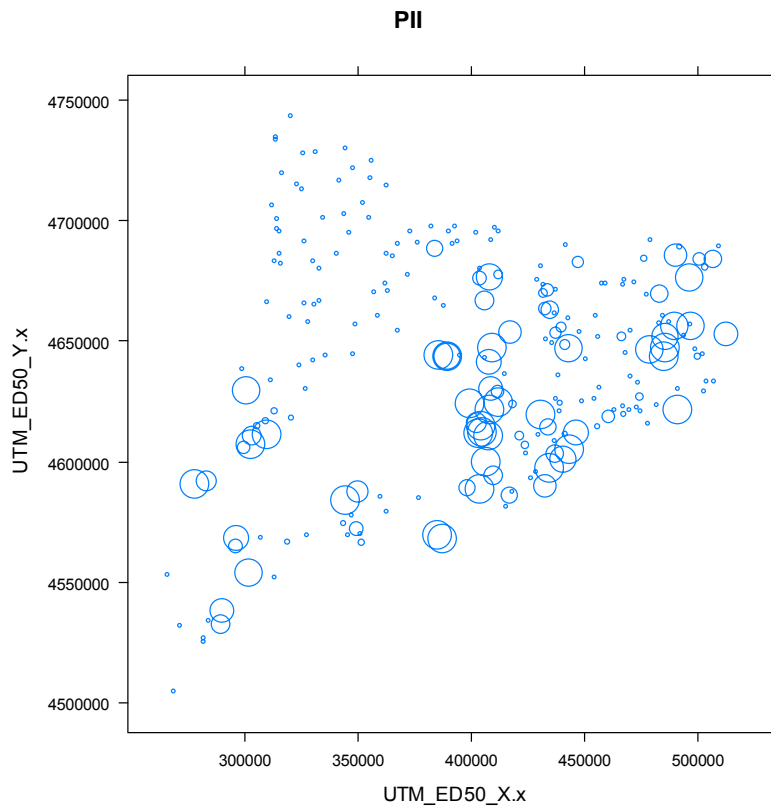


Fig. 8.6. Distribució geogràfica del % d'individus introduïts (PII) a les estacions mostrejades. La mida del cercle és proporcional a la mètrica.

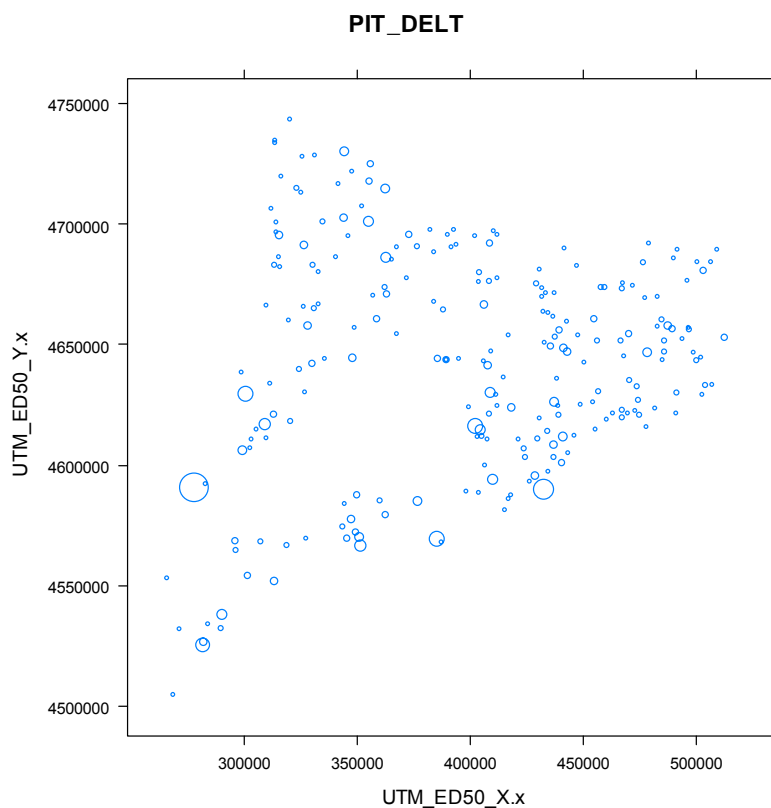


Fig. 8.7. Distribució geogràfica del % d'individus amb anomalies (PIT_DELT) a les estacions mostrejades. La mida del cercle és proporcional a la mètrica.

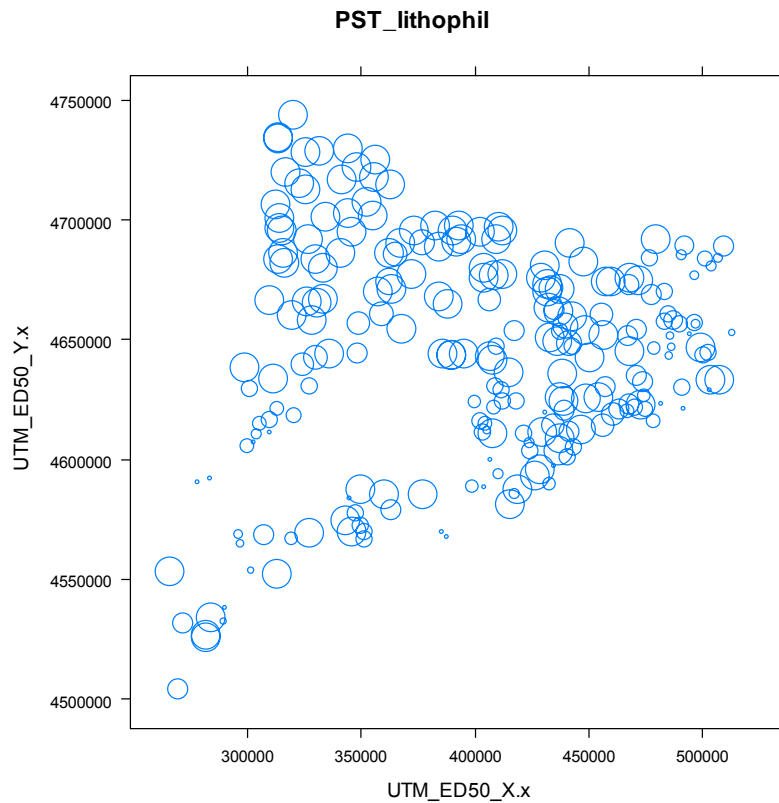


Fig. 8.8. Distribució geogràfica del % d'espècies litòfiles (PST_lithophil) a les estacions mostrejades. La mida del cercle és proporcional a la mètrica.

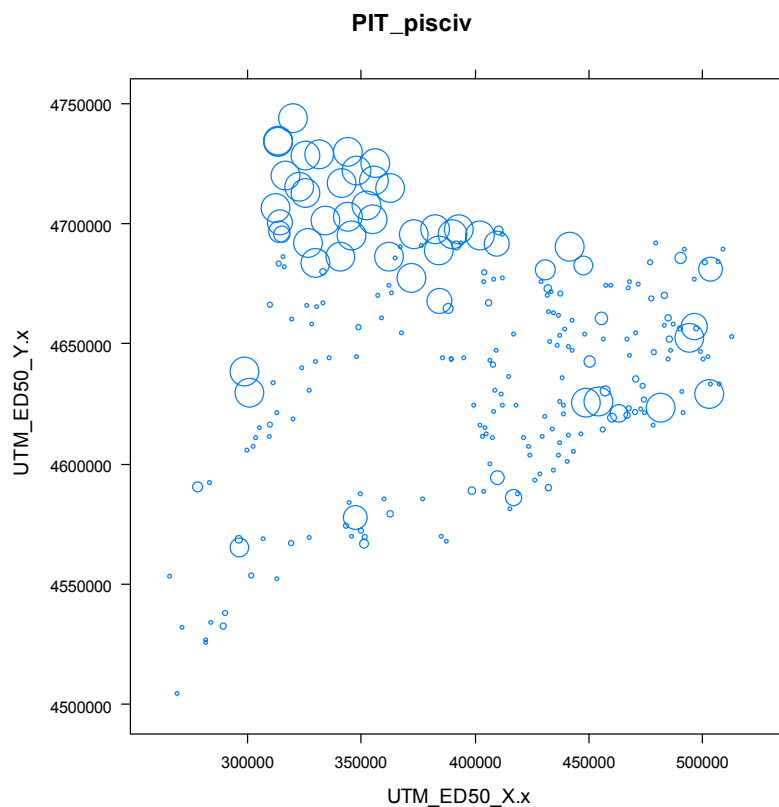


Fig. 8.9. Distribució geogràfica del % d'individus piscívors (PIT_pisciv) a les estacions mostrejades. La mida del cercle és proporcional a la mètrica.

A la Taula 8.9 es mostren els coeficients de correlació de Pearson (lineal) i de Spearman entre l'índex i les dues mesures de pressions. Es pot observar que la correlació és molt significativa ($P < 0,0005$), si bé que moderada ($r_s = 0,45$). La Fig. 8.10 mostra la relació entre l'índex IBICAT2b i les dues mesures de pressions.

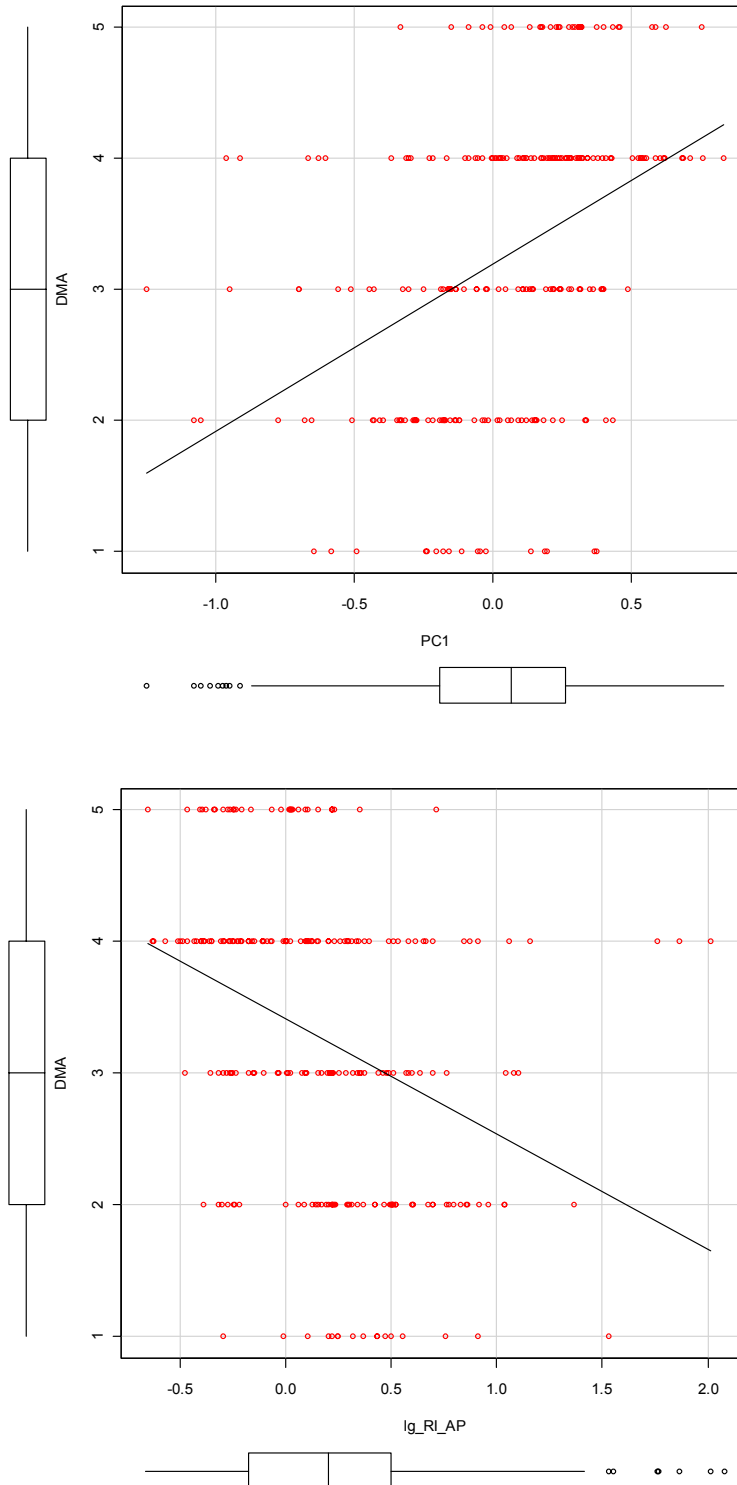


Fig. 8.10. Relació entre l'índex IBICAT2b i les dues mesures de pressions (lg_RI_AP , $PC1$). Es mostren la regressió lineal.

Taula 8.9. Coeficients de correlació de Spearman i Pearson entre l'índex IBICAT2b i les dues mesures de pressions (lg_RI_AP, PC1). Totes les correlacions són molt significatives.

	lg_RI_AP			PC1	
	n	r _s	r	n	r
IBICAT2b	238	-0,40	-0,34	235	0,45

8.3. Protocol d'aplicació

1. Establir a quina tipologia de l'ACA pertany el tram estudiat

2. Valoració si el tram de riu està sec o no s'han capturat peixos. Per les tipologies EP, GEM, GRPM i MMEC si el tram està sec o no té peixos es puntuarà l'estat ecològic com a dolent.

		El riu està sec?	El riu no té peixos nadius (NSN = 0)?
MMEC	Rius de muntanya med. d'elevat cabal	DOLENT	DOLENT
EP	Eixos fluvials principals	DOLENT	DOLENT
GEM	Grans eixos mediterranis	DOLENT	DOLENT
GRPM	Grans rius poc mineralitzats	DOLENT	DOLENT

Per les altres tipologies, si el punt està sec i no s'està segur que sigui per alteració hidrològica no s'estimarà l'estat ecològic a partir dels peixos. Tampoc s'estimarà si el tram no té peixos i no està clar que n'hagués de tenir en condicions naturals.

3. Valoració si al tram de riu s'han capturat peixos

- Mètrica 1: nombre d'espècies natives (NSN)

	Molt bo	Bo	Mediocre	Deficient	Dolent
Rius de muntanya humida silícica†	>1		1		0
Rius de muntanya humida calcària†	>1		1		0
Rius de muntanya med. silícica†	>1		1		0
Rius de muntanya med. calcària†	>1		1		0
Rius de muntanya med. d'elevat cabal	>2	2	1		0
Rius med. de cabal variable†	>1		1		0
Rius med. silícics†	>1		1		0
Rius mediterranis càrstics†	>1		1		0
Eixos fluvials principals	>3	3	2	1	0
Torrents litorals†	>1		1		0
Grans eixos mediterranis	>4	4	3	2	<2
Grans rius poc mineralitzats	>3	3	2	1	0

† En aquestes tipologies, la mètrica només s'avalua si el tram no està sec i es té constància que el tram ha tingut peixos nadius en ocasions anteriors.



- Mètrica 2: % de peixos amb deformacions, erosions d'aletes, lesions o tumors (DELT) (Karr et al., 1986)

	Molt bo	Bo	Mediocre	Deficient	Dolent
DELT	0-2%		> 2-5%		> 5%

- Mètriques 3: % d'individus introduïts (PII)

	Molt bo	Bo	Mediocre	Deficient	Dolent
PII	0%		0-5%	5-20%	>20%

- Mètriques 4: % d'espècies introduïdes (PSI)

	Molt bo	Bo	Mediocre	Deficient	Dolent
PSI	0%		0-5%	5-20%	>20%

- Mètriques específiques segons la tipologia

Tipologia	Mètriques específiques	Molt bo	Bo	Mediocre	Deficient	Dolent
MHS	PIT_pisciv	100%	99,99-96,67%	96,66-84,80%	84,79-59,84	<59,84%
	PST_pisciv	100%	99,99-90,32%	90,31-82,85%	82,84-68,92%	<68,92%
MHC	PIT_pisciv	100%	99,99-44,91%	44,90-39%	39-29,46%	<29,46%
	PST_lithophil	100%	99,99-97,38%	97,37-95,51%	95,50-91,77%	<91,77%
	PIT_intol	100%	99,99-89,27%	89,26-80,22%	80,21-63,34%	<63,34%
	PST_SL	0%	0-32,58%	32,58-39,58%	39,58-45,92%	>45,92%
MMC	NIN_15cmintol (presència)	sí		no		
MMEC	PST_SL	0%	0-4,14%	4,14-19,95%	19,95-35,73%	>35,73%
RMCV	PIT_intol	>65,78%	65,78-56,65%	56,65-47,28%	47,28-0%	0
	NIN_15cmintol (presència)	sí		no		
	PST_lithophil	100	99,99-71,55%	71,55-62,79%	62,79-54,32%	<54,32%
	PIT_rheophil	100	99,99-80,09%	80,09-71,08%	71,08-62,54%	<62,54%
ZC	PST_intol	100	99,99-65,91%	65,91-55,59%	55,59-43,34%	<43,34%

Per tant, quan s'han capturat peixos, l'índex utilitza de 4 a 8 mètriques segons la tipologia (4 de comunes i la resta, si escau, específiques). Si no s'explicita els límits sempre van amb la classe de qualitat inferior; les abundàncies són sense considerar la capturabilitat.



L'índex si s'han capturat peixos s'obté puntuant totes les mètriques de 1 a 5 (Dolent=1, Deficient=2, Mediocre=3, Bo=4 i Molt bo=5) i obtenint la mitjana d'aquestes puntuacions. Per obtenir les cinc classes de qualitat s'arrosseja la mitjana (és a dir Molt bo serà si la mitjana és $\geq 4,5$).

	Molt bo	Bo	Mediocre	Deficient	Dolent
IBICAT2b	$\geq 4,5$	3,5 – 4,5	2,5 – 3,5	1,5 – 2,5	$< 1,5$



9. Comparació dels índexs IBICAT2a i IBICAT2b

A les Taules 9.1 i 9.2 es mostren els coeficients de correlació de Pearson (lineal) i de Spearman entre els dos índexs i amb les pressions. Tot i que els dos índexs són molt diferents (en forma de desenvolupament i mètriques obtingudes), es pot observar que la correlació és molt significativa i similar a la d'altres índexs biòtics de Catalunya (e.g. Benejam et al. 2008b). Els dos índexs també mostren una correlació encara més alta entre si ($r = 0,71$) tot i que hi ha una certa no linealitat (Fig. 9.1) perquè per exemple moltes mètriques de l'IBICAT2a sovint donen probabilitats de 0 o 1, cosa que confirma que caldrien més estacions de referència per validar bé els models predictius en què es basa aquest índex. Pel comportament estadístic i la senzillesa d'aplicació, recomanem l'índex IBICAT2b i considerem l'índex IBICAT2a com una aproximació predictiva que necessita més dades (especialment en estacions poc impactades) per a ser millorada i validada.

Taula 9.1. Coeficients de correlació de Pearson entre els índexs IBICAT2a i IBICAT2b i les dues mesures de pressions (lg_RI_AP, PC1). Totes les correlacions són molt significatives ($P < ,0001$).

	Ibicat2a	Ibicat2b	PC1
Ibicat2b	0,71		
PC1	0,41	0,40	
lg_RI_AP	-0,36	-0,33	-0,68
n			
	Ibicat2a	Ibicat2b	PC1
Ibicat2b	234	369	235
PC1	231	235	369
lg_RI_AP	234	238	303

Taula 9.2. Coeficients de correlació de Spearman entre els índexs IBICAT2a i IBICAT2b i les dues mesures de pressions (lg_RI_AP, PC1). Totes les correlacions són molt significatives ($P < ,0001$).

	Ibicat2a	Ibicat2b	PC1
Ibicat2b	0,67		
PC1	0,42	0,46	
lg_RI_AP	-0,39	-0,39	-0,71
n			
	Ibicat2a	Ibicat2b	PC1
Ibicat2b	234		
PC1	231	235	
lg_RI_AP	234	238	303

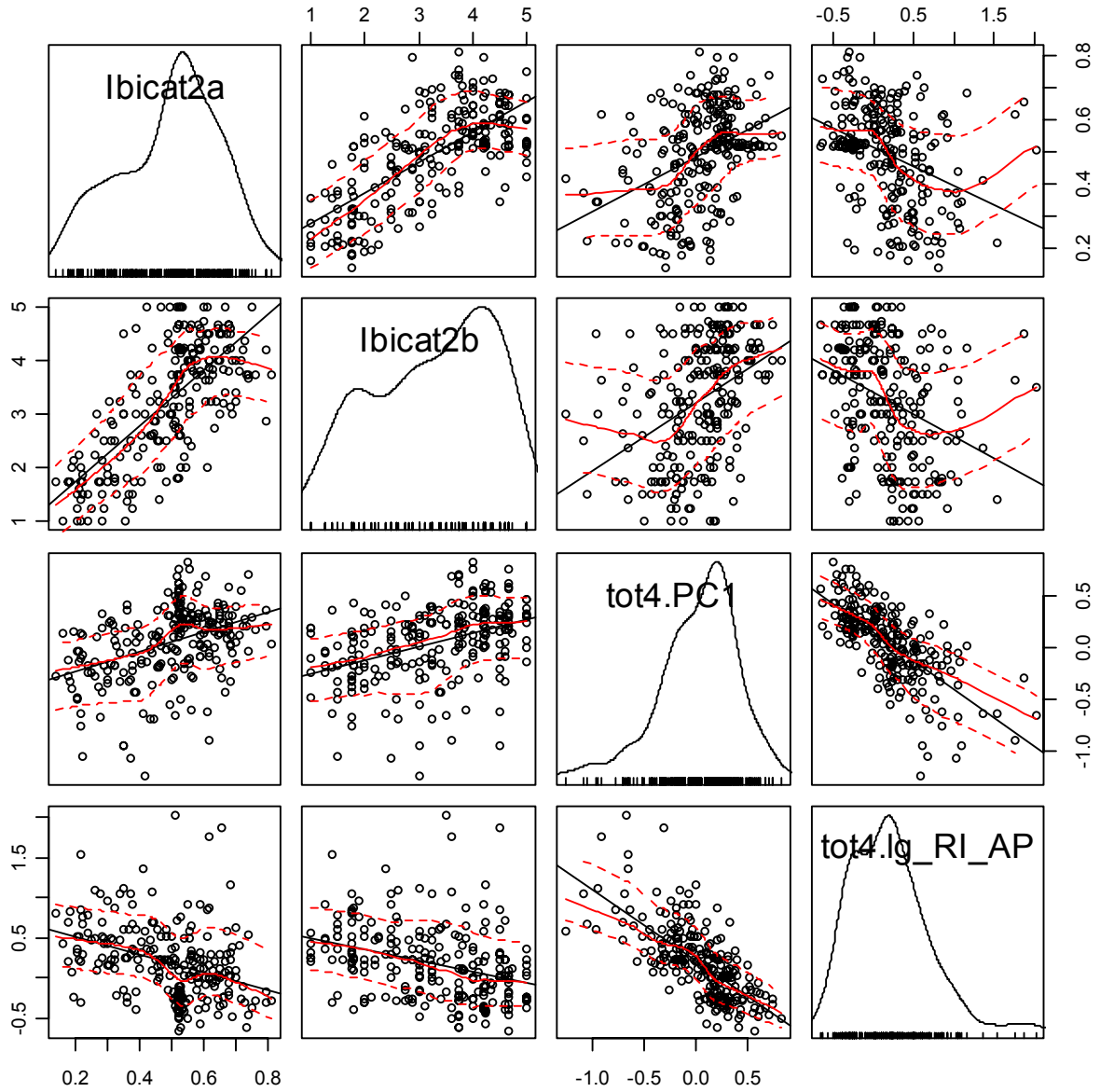


Fig. 9.1. Relació entre els índexs IBICAT2a (INDEX2a), la conversió a classes de qualitat 1-5 de l'IBICAT2a (DMA2a) i l'índex IBICAT2b (DMA2b).

10. Aproximació tipològica (IBICAT₂₀₁₀)

La Directiva 2000/60/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 23 d'octubre de 2000, mitjançant la qual s'estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües, també coneguda com a Directiva Marc de l'Aigua (DMA) estableix que la classificació de l'estat ecològic d'una massa d'aigua es basa en la quantificació del grau de desviació respecte a una condició de referència, o estat natural. Aquesta classificació s'ha de fer, en el cas dels rius, aplicant índexs basats en tres elements de qualitat biològica: i) composició i abundància de la flora aquàtica; ii) composició i abundància de la fauna bentònica d'invertebrats; iii) composició, abundància i estructura d'edats de la fauna ictiològica.

Pel que fa a la fauna ictiològica, objecte del present treball, el desenvolupament d'un índex biòtic basat en aquest element de qualitat requereix l'establiment de criteris que defineixen l'estat natural. Per tal de que aquests criteris siguin el més acurats possible s'han de definir tipus de rius que corresponguin a unitats ecològiques funcionals. De fet, aquesta és una exigència de la DMA. Aquesta tipologia s'ha de fer, segons el text de la directiva, en base a descriptors geogràfics i hidromorfològics. No obstant, els índexs biològics desenvolupats en base a les classificacions que reflecteixen només aquests aspectes no són del tot acurats, doncs un mateix tipus pot incloure rius amb diferents comunitats naturals de peixos. Si l'estat natural (comunitat natural) d'aquests rius no és comparable, tampoc ho serà el valor de l'estat ecològic. Amb l'actual homogeneïtzació de la ictiofauna aquesta incomparabilitat pot, en alguns casos, quedar dissimulada. No obstant, si d'ara endavant es comencen a efectuar accions de restauració, tal i com demana la DMA, la ineficàcia d'aquests suposats mètodes quedarà patent.

Les classificacions que integren factors fisiogeogràfics, ambientals i biològics són les més completes i útils a l'hora de dissenyar i aplicar índexs biòtics aplicats a la gestió i conservació. No obstant, a l'aplicar un mètode que agrupa els rius, o trams de rius, segons les espècies existents, hi ha factors zoogeogràfics associats que poden portar a interpretacions errònies. Com s'ha dit, els rius han de ser classificats segons la seva funcionalitat. Per tant, si existeixen dues o més espècies que ocupen els mateixos nínxols ecològics, el fet de considerar-les com a unitats diferents pot provocar una definició de tipologia que reflectiria aspectes zoogeogràfics en comptes d'aspectes ecològics.

Els peixos no es distribueixen uniformement al llarg dels sistemes fluvials com a resultat dels diferents requeriments ecològics de cada espècie, com ara reproductius, alimentaris, d'ocupació espacial, etc. Aquests requeriments estan condicionats per variables ambientals i hidromorfològiques. Per això és possible fer una regionalització dels rius en base als peixos i, a posteriori, fer la correspondència de la tipologia obtinguda amb les variables ambientals i hidromorfològiques més rellevants, és a dir, que millor expliquen la distribució de la ictiofauna. Així, aquesta regionalització identificarà sistemes ecològics relativament homogenis en base a variables fisiogràfiques i hidromorfològiques (tal i com requereix la DMA), però amb comunitats piscícoles homogènies.

En aquest apartat del present informe, s'explicarà el desenvolupament de l'IBICAT₂₀₁₀. El desenvolupament de dit índex s'ha fet sota un enfocament tipològic (environmentally-based type-specific approach) tal i com ho demana la DMA. Dit enfocament es basa en la definició d'una



tipologia de rius i selecció de mètriques que millor responen als impactes de cada massa d'aigua, agrupades per tipus.

10.1. Tipologia dels rius basada en la ictiofauna

La tipologia s'ha definit en base a la comunitat de peixos i, posteriorment, amb els descriptors ambientals que millor expliquen l'agrupació biològica. El resultat d'aquest procés acaba amb una tipologia estrictament ambiental, compatible, per tant, amb els requeriments de la DMA, però amb una component biològica al darrera que li dóna una major robustesa a la hora de fer l'exploració selectiva de les mètriques. Aquesta va ser la filosofia metodològica emprada en el desenvolupament de la primera versió de l'IBICAT i, d'altra banda, la utilitzada en un dels exercicis portats a terme al projecte Europeu, FAME, projecte referent a Europa en el desenvolupament d'índexs biològics de peixos en el que van participar alguns membres de l'actual equip del present projecte.

L'agrupació de les masses d'aigua en funció de la comunitat de peixos es pot fer de dues maneres:

- i) utilitzant un subset de dades que inclogui, exclusivament, masses d'aigua de referència.
- ii) tot el set de dades però utilitzant les distribucions històriques potencials de les espècies natives.

Aquesta és una premissa important doncs si la tipologia es fa en base a masses d'aigua que no son de referència, l'agrupació resultant no reflectirà exclusivament la funcionalitat ecològica, que, en definitiva és el que es pretén amb la tipologia. Tal i com en el cas de la primera versió de l'IBICAT, si s'utilitzessin les masses d'aigua de referència, no hi hauria un set de dades prou ampli. Per tant la tipologia es va desenvolupar en base a les distribucions històriques potencials de les espècies natives a totes les masses d'aigua del set de dades. Per definir la distribució històrica de la ictiofauna, es va partir de la base de dades ja establerta a la primera versió de l'IBICAT (basada en literatura i sèries de dades anteriors de l'equip de la Universitat de Barcelona) que es va millorar amb una busca bibliogràfica més exhaustiva. Aquesta distribució històrica ha estat recentment publicada (Maceda et al., 2010).

Per tal que l'agrupació biològica reflectís funcionalitat i no biogeografia de rius, aquesta es va fer en base a trets biològics i ecològics de les espècies, els tipus funcionals o guilds, i no en base a espècies (Taula. 10.1). Cadascuna de les columnes de les guilds conté el nombre d'espècies natives segons la distribució potencial històrica (Maceda et al., 2010) que estan classificades amb la guild corresponent. Es tracta, per tant, d'un recompte d'espècies de cada guild. Amb aquesta informació s'aconsegueix donar una dimensió de l'estructura ecològica de cada massa d'aigua. No obstant, un altre factor important per definir la funcionalitat d'una massa d'aigua és vincular la dimensió de la mateixa al nombre d'espècies que pot albergar. En aquest sentit, s'ha afegit una última columna a la matriu de dades amb la informació sobre el nombre d'espècies natives que potencialment podien habitar cada massa d'aigua donant, d'aquesta manera, la dimensió de la capacitat de càrrega.

Taula 10.1. Representació esquemàtica de la matriu de dades amb la distribució històrica de tipus biològics o *guilds* i número màxim potencial d'espècies per massa d'aigua.

Massa d'aigua	Estructura			Capacitat de càrrega
	<i>Guild 1</i>	<i>Guild 2</i>	<i>Guild n</i>	N. espècies
1				
2				
.				
.				Σ Sp històric
.				
n				

Partint d'aquesta matriu de dades s'ha aplicat una metodologia adequada al tipus de dades disponibles. Per fer l'agrupació de les masses d'aigua segons la comunitat de peixos expressada en forma de *guilds* i nombre d'espècies, s'ha aplicat un mètode d'agrupació. Dins dels dos grans grups d'agrupació existents, jeràrquics i no jeràrquics, es va optar pels mètodes no jeràrquics, doncs l'objectiu era el de trobar grups robusts diferents entre sí però sense la necessitat de saber les distàncies relatives entre grups.

Els mètodes no jeràrquics, també coneguts com a mètodes de partició, es basen en especificar un nombre inicial de grups i , iterativament, assignar les observacions (en aquest cas les masses d'aigua) entre els grups fins que es trobi un cert equilibri entre el nombre de grups i la seva robustesa. Obtenir una agrupació amb sentit biològic i funcional, l'objectiu d'aquest exercici, depèn de mètodes objectius inherents a cada mètode de partició.

La necessitat d'obtenir aquesta agrupació no jeràrquica i d'establir el número òptim de grups, ens ha portat a decantar-nos per utilitzar el mètode d'agrupació *Fuzzy Partitioning*. En aquest mètode a cada observació (massa d'aigua) l'hi és atribuïda una probabilitat de pertinença als grups definits en cada iteració. Un altra característica del *Fuzzy Partitioning* és la possibilitat de calcular un coeficient que dóna la informació sobre el nombre òptim de grups (coeficient de Dunn). Els valors d'aquest coeficient varien entre 0 i 1. Valors baixos corresponen a una agrupació massa confusa (*fuzzy*) en la qual no hi ha una probabilitat alta de pertinença de les observacions a un grup, i valors propers a 1 signifiquen que cada observació té tendència a formar un grup, que és la situació menys confusa però que no simplifica l'estructura de les dades, objectiu que es persegueix amb una metodologia d'aquest tipus. Quan el valor d'aquest coeficient s'apropa a 0,6 i es manté constant tot i augmentar el nombre de grups en iteracions successives, vol dir que s'ha trobat el nombre òptim de grups, doncs s'arriba a un compromís entre grups que no siguin massa *fuzzy* (confusos) però que tampoc hi hagi una tendència a formar un grup per observació.



Així doncs, el procediment per tal d'obtenir l'agrupació de masses d'aigua segons la comunitat de peixos es pot resumir de la següent manera:

- a) Matriu de *guilds* i nombre d'espècies segons les distribucions històriques per estació de mostreig.
- b) Aplicació del mètode d'agrupació *Fuzzy Partitioning* amb 20 iteracions.
- c) Construcció de la corba d'esforç amb el coeficient de Dunn estandarditzat per iteració per tal de definir el nombre de grups i assignació de cada massa d'aigua a un dels grups.

El pas final d'aquest procés és fer la correspondència entre la tipologia obtinguda amb la comunitat de peixos i les variables ambientals i fisiogeogràfiques considerades (Taula 10.2). Cadascuna d'aquestes variables s'ha transformat amb logaritme, excepte el pendent que al ser una proporció, s'ha transformat aplicant l'arrel quadrada. Les variables transformades i no transformades s'han tingut en compte com a variables diferents, duplicant així el nombre de variables a incloure a l'anàlisi.

L'esmentada correspondència entre descriptors ambientals i classificació biològica es va portar a terme mitjançant una anàlisi discriminant. Aquest mètode parteix d'una agrupació coneguda (en aquest cas l'agrupació resultant de l'anàlisi de grups amb els peixos), tria les variables ambientals i fisiogeogràfiques que millor expliquen l'agrupació obtinguda i prediu, quantitativament, la influència de cada variable per tal que es formin aquests grups. L'anàlisi discriminant s'ha aplicat utilitzant només les masses d'aigua que tenien una probabilitat de pertinença al seu grup més alta del 50%, per incrementar la robustesa del model predictiu basat en aquest tipus d'anàlisi.

Un cop es construeix el model, aquest s'aplica a la totalitat del set de dades:

- a) Matriu de variables ambientals seleccionades en el pas anterior, a la qual s'afegeix una nova variable amb la informació del grup al qual pertany cada estació de mostreig.
- b) Aplicació de l'algoritme *Forward Stepwise*, que genera una funció de classificació del tipus: $FC_i = C_i + Y_{i1}xV_1 + Y_{i2}xV_2 + \dots + Y_{in}xV_n$, en que FC_i és la funció de classificació pel grup i ; C_i és una constant pel grup i , Y_{i1} és el pes que la variable 1 té en el grup i , V_1 és el valor de la variable.
- c) Reclassificació de les estacions de mostreig segons el valor de la funció de classificació.
- d) Elaboració d'una capa de SIG amb la codificació numèrica que correspon al grup discriminant, per visualització geogràfica dels tipus de riu resultants.



Taula 10.2. Llistat de descriptors ambientals i fisiogeogràfics que s'ha fet servir a l'anàlisi discriminant.

Codi Descriptor	Nom Descriptor	Transformació
Utm.X	Coordenada X UTM (Datum ED50; Fus 31T)	Log + 1
Utm.Y	Coordenada Y UTM (Datum ED50; Fus 31T)	Log + 1
Area.Conc	Àrea de la Conca (Km ²)	Log + 1
Area.Conc.D	Àrea de la Conca de drenatge (Km ²)	Log + 1
Alt	Altitud (m)	Log + 1
Pend	Pendent (m/Km)	Arrel quadrada
Ord	Ordre del riu Strahler	Log + 1
Dist.Naix	Distància al naixement (Km)	Log + 1
Dist.Desemb	Distància a la desembocadura (Km)	Log + 1
T.Aire	Temperatura mitjana anual (°C)	Log + 1
T.Aire.Gen	Temperatura mitjana al gener (°C)	Log + 1
T.Aire.Jul	Temperatura mitjana al juliol (°C)	Log + 1
Amp.Term	Amplitud tèrmica (°C)	Log + 1
Prcpt.Anual	Precipitació mitjana anual (mm)	Log + 1
Prcpt.Gen	Precipitació mitjana al gener (mm)	Log + 1
Prcpt.Jul	Precipitació mitjana al juliol (mm)	Log + 1
ETP	Evapotranspiració potencial obtingut seguint el mètode de Thornthwaite (mm)	Log + 1
Dfct.Hid	Dèficit hídric calculat com la diferència entre evapotranspiració potencial i real (mm)	Log + 1
Reg.Pluv	Règim pluviomètric estacional expressat en períodes estacionals	Log + 1
Efic.Term	Concentració estival de l'eficàcia tèrmica expressada com a categories de percentatge	Log + 1
Tip.Clima	Tipus de clima segons l'Índex d'humitat de Thornthwaite	Log + 1

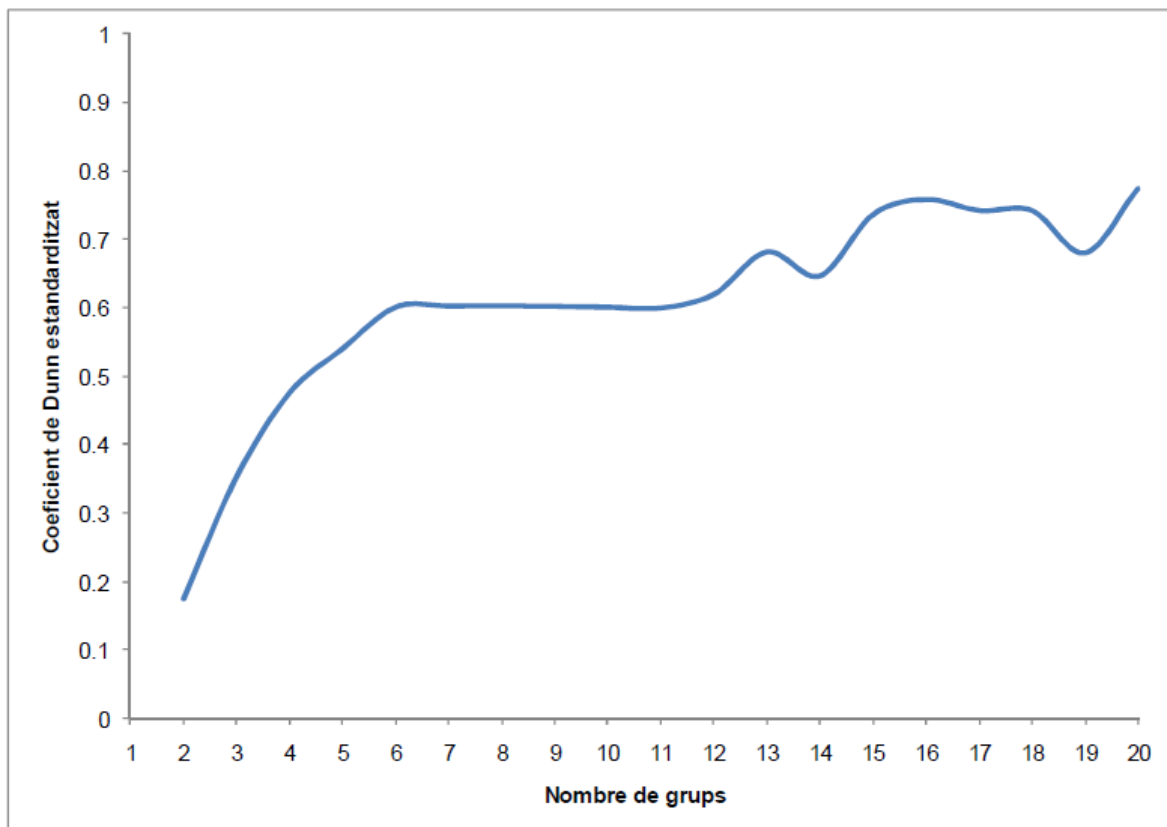
L'anàlisi de grups mitjançant l'aplicació del mètode *Fuzzy Partitioning* ha permès identificar 6 tipus de rius robusts basats en la comunitat de peixos (Fig. 10.1). Amb l'anàlisi discriminant, s'ha obtingut una funció de classificació basada en 8 descriptors ambientals, cadascun amb un pes diferent pel càlcul de la pertinença d'una massa d'aigua a un tipus de riu aplicant la funció de classificació. La taula 10.3 resumeix els paràmetres d'aquesta funció.

Per saber a quin grup pertany cada estació de mostreig, encara que sigui afegida a posteriori, només s'ha de calcular el valor de la funció per cada grup. El valor més elevat indica el tipus de riu corresponent. Cal destacar que les variables seleccionades són totes de caràcter fisiogeogràfic i meteorològic. Això vol dir que no cal mesurar-les in situ i que, per tant, es pot classificar una massa d'aigua segons el tipus de riu abans de mostrejar-la in situ.

El valor de la funció de classificació, per grup, es calcula a partir del sumatori del producte de cada descriptor ambiental (taula 10.2) pel valor del paràmetre (taula 10.3), sumant-li al final la constant (taula 10.3).

Després d'aplicar la funció de classificació, i, així, reclassificar les estacions de mostreig, s'ha verificat que el 84% dels punts han coincidit amb la classificació obtinguda amb la comunitat de peixos (Taula 10.4). La fase final de la definició de la tipologia és la descripció dels grups obtinguts en base a les seves característiques ambientals (Figura 10.2) i la seva representació gràfica (Mapa 10.1).

Figura 10.1. Variació del coeficient estandarditzat de Dunn en funció del nombre de grups aplicant el mètode *Fuzzy Partitioning*. La corba s'estabilitza a partir dels 6 grups amb un valor del coeficient proper a 0,6.





Aquesta anàlisi de la variació dels descriptors ambientals per tipus de riu permet assignar a cadascun dels tipus de riu un nom que sigui un descriptor lògic:

- Tipus 1 – Torrents litorals
- Tipus 2 – Muntanya humida
- Tipus 3 – Eixos principals de les Conques Internes
- Tipus 4 – Zona baixa mediterrània
- Tipus 5 – Alta muntanya
- Tipus 6 – Eixos principals de l'Ebre

Taula 10.3. Valors dels paràmetres de la funció de classificació resultants de l'anàlisi discriminant, per a cada tipus de riu (Tipus 1: Torrents litorals; Tipus 2: Muntanya humida; Tipus 3: Eixos principals de les Conques Internes; Tipus 4: Zona baixa mediterrània; Tipus 5: Alta muntanya; Tipus 6: Eixos principals de l'Ebre). Les unitats amb què s'ha d'expressar cada paràmetre es troben a la Taula 10.2.

	Tipus 1	Tipus 2	Tipus 3	Tipus 4	Tipus 5	Tipus 6
Alt	0,330	0,336	0,323	0,327	0,339	0,325
Pend	0,221	0,200	0,187	0,195	0,252	0,213
Ord	3,184	3,089	5,440	3,271	4,534	6,390
T.Aire	25,916	23,506	24,638	24,649	22,351	23,798
T.Aire.Jul	42,542	44,249	42,827	43,129	42,260	42,785
Prcpt.Anual	0,248	0,244	0,259	0,254	0,239	0,250
Prcp.Jul	-0,273	-0,178	-0,293	-0,281	-0,231	-0,331
Dist.Desemb*	-11,850	-6,956	-8,143	-6,399	-5,192	-1,199
Constant	-787,148	-801,222	-797,554	-791,417	-756,106	-798,456

*Variable transformada a $\text{Log}(\text{Dist.Desemb} + 1)$.

Taula 10.4. Percentatge de casos correctament classificats en relació a la classificació biològica, quan s'aplica la funció de classificació.

Tipologia	% Correcte	Classificació Biològica					
		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
Tipus 1	71.43	20	0	0	8	0	0
Tipus 2	82.69	0	43	0	8	1	0
Tipus 3	81.25	0	1	13	2	0	0
Tipus 4	87.50	4	8	1	98	0	1
Tipus 5	81.82	0	4	0	0	18	0
Tipus 6	88.24	0	0	0	1	1	15
Total	83.81	24	56	14	117	20	16

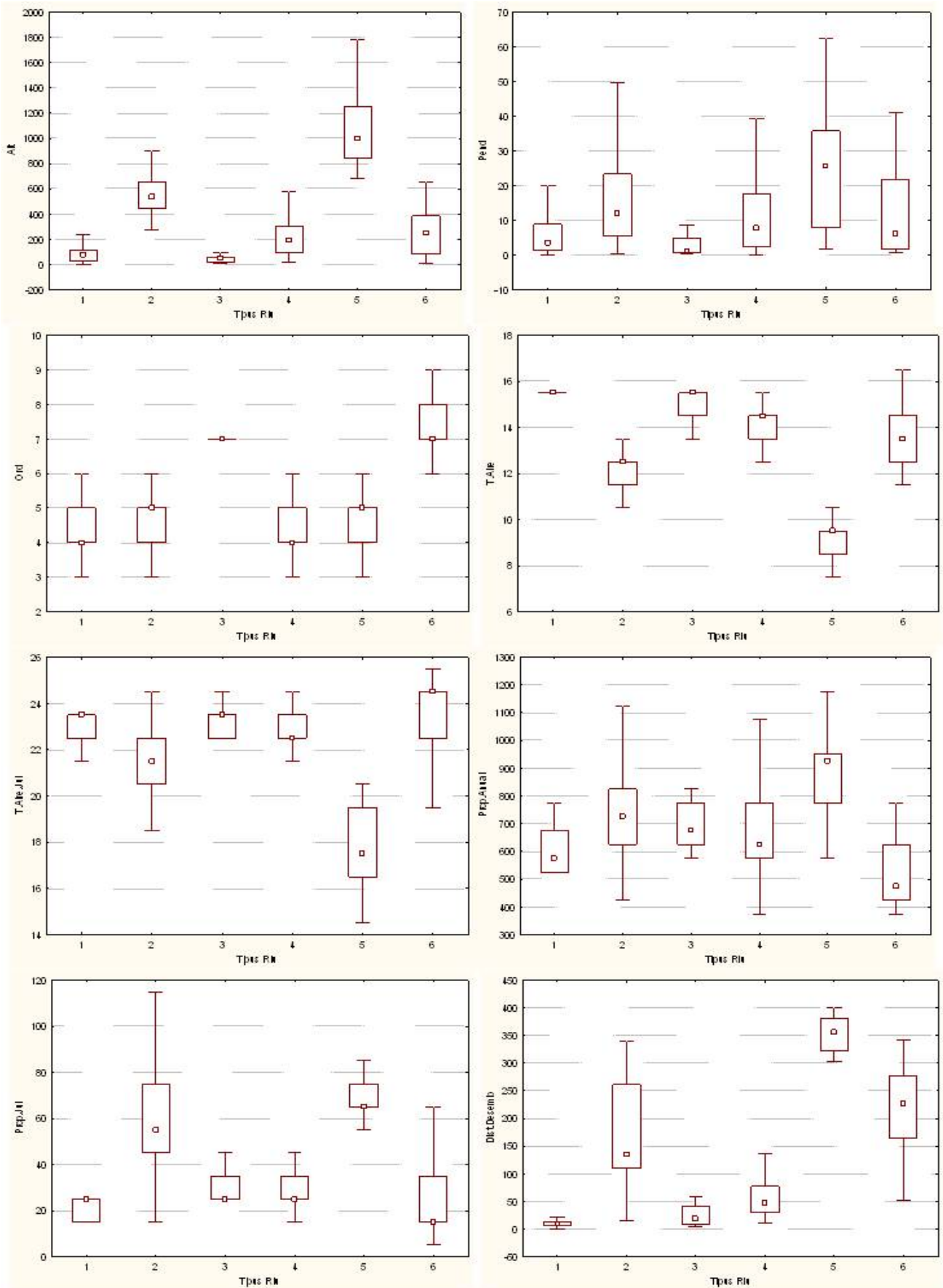
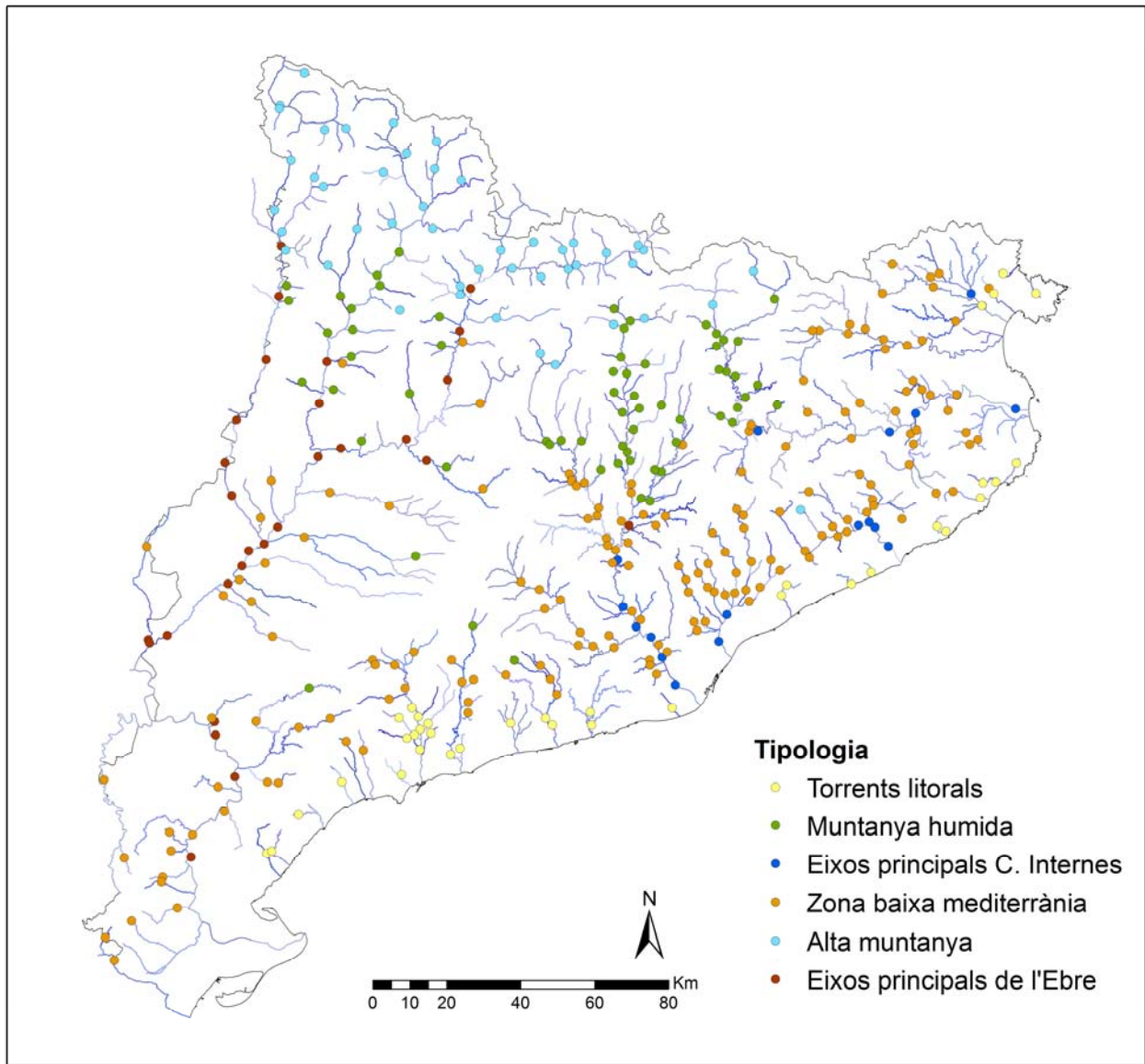


Figura 10.2. Caracterització dels tipus de riu segons les variables ambientals seleccionades. Els punts representen la mitjana, les caixes els segon i tercer quartil i les barres el mínim i màxim sense outliers ni extrems.



 Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient i Habitatge

 Agència Catalana de l'Aigua

Ajust de l'Índex d'Integritat Biòtica (IBICAT) basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental als rius de Catalunya tal com preveu la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE)

Mapa 10.1. Tipologia dels rius de Catalunya fent la reclassificació de les estacions de mostreig en base a la funció de classificació.

10.2. Càlcul del valor global d'impacte

Al capítol 5 del present informe es presenta un exercici exhaustiu en el qual es redueixen les variables de pressió i impacte a només una que engloba totes les variables rellevants i no redundants. Aquest nou descriptor ha resultat ser la primera component principal (PC1) d'un anàlisi d'ordenació portada a terme amb les variables IMPRESS de l'ACA, i variables mesurades in situ per l'equip de mostreig d'aquest estudi, com ara la fisicoquímica, la presència d'impactes i el Rapid Bioassessment adaptat als rius de Catalunya (veure capítol 3).

Partint dels resultats obtinguts al capítol 5 es van seleccionar les variables que més estaven correlacionades amb PC1: la variable del document IMPRESS de l'ACA que expressa el risc d'incompliment (RI_AP), el valor total del Rapid Bioassessment, el nombre d'impactes observats i la concentració d'amoni. Aquestes variables i la PC1, han estat transformades de manera que totes tinguessin la mateixa "direcció" (valor més petit vol dir menys impacte) i el mateix pes (reducció a l'interval 0-1). A continuació s'ha calculat un valor global d'impacte fent servir quatre criteris: suma d'impactes i mitjana dels impactes, ponderats o no pel valor de la PC1. A posteriori les correlacions de les mètriques es van fer amb els 4 valors d'impacte global. El mètode de calcular l'impacte global es va escollir en funció del valor global de les correlacions. Així doncs, es va optar per expressar l'impacte global com la suma dels quatre impactes més correlacionats amb la PC1, ponderats per aquest valor.

El valor de l'impacte global es va categoritzar en 5 categories d'impacte mitjançant una anàlisi de Box Plot d'aquest valor contra el risc d'incompliment categoritzat del document IMPRESS de l'ACA (Fig. 10.3).

Es va triar el tercer quartil com a valor de tall entre categories, doncs era el valor que millor discriminava. Es va considerar categoria 5 qualsevol valor de l'impacte global per sobre del tercer quartil de la categoria 4.

10.3. Selecció de les mètriques

Seguint l'aproximació tipològica feta per desenvolupar l'IBICAT₂₀₁₀, la selecció de mètriques s'ha fet per a cada tipus de riu per separat. Tal i com a la versió anterior, això va resultar en un índex multimètric però amb un set de mètriques específic per a cadascuna de les tipologies.

Les mètriques utilitzades són les mateixes que s'han emprat en l'elaboració dels índexs basats en l'aproximació espacialment explícita (*site-specific approach*) (IBICAT2a) 'en l'aproximació basada en la tipologia de l'ACA (IBICAT2b). La totalitat de les mètriques calculades es va transformar amb logaritme o arrel quadrada segons es tractés d'un valor absolut o percentatge, respectivament. Les mètriques transformades es van considerar com a independents, duplicant així el nombre de mètriques a testar. La selecció de les mètriques es va fer iterativament, passant per filtres estadístics (Fig. 10.4).

A l'exercici de selecció de mètriques, s'han afegit i/o canviat alguns criteris respecte a la primera versió de l'IBICAT. A més del criteri estadístic representat a la figura 10.4, la selecció de les mètriques també s'ha basat en la definició d'integritat biòtica. Un exemple il·lustratiu de selecció

de mètriques sota la premissa de la integritat biòtica (capacitat que té un ecosistema de mantenir la comunitat original), és el tractament que es va donar a les espècies introduïdes.

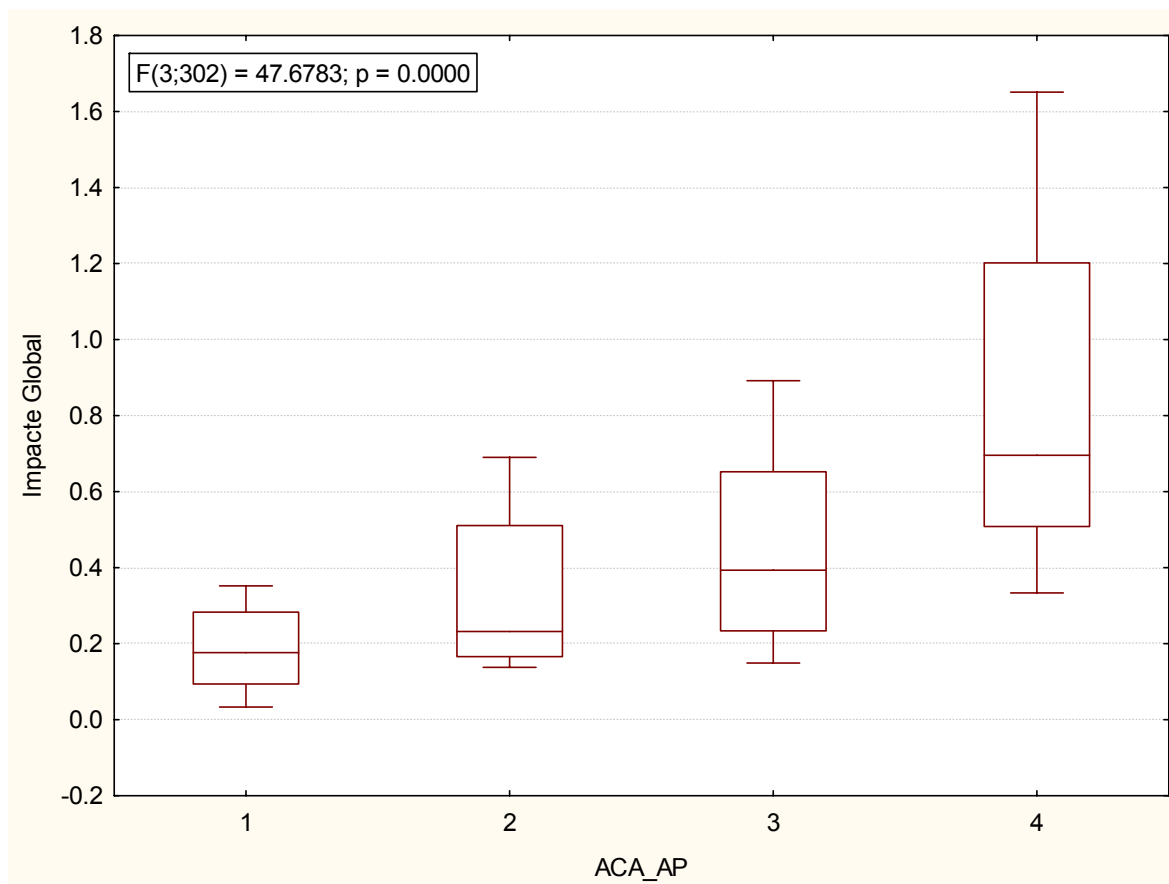


Figura 10.3. Relació entre la variable ACA “AP” i el valor global de l’impacte per tal de categoritzar el valor d’aquesta variable.

Així doncs, encara que una mètrica basada en la ictiofauna al·lòctona estigués correlacionada amb l’impacte global, si aquesta correlació fos negativa (el valor de la mètrica disminueix amb l’augment del impacte), la mètrica no es seleccionaria.

Una altra diferència d’aquesta versió de l’IBICAT en comparació amb l’anterior, és que hom ha sigut més permissiu amb les redundàncies, acceptant dues mètriques amb correlacions per sota de 0,9, enlloc del criteri de 0,8 utilitzat a la primera versió de l’IBICAT. Això ha permès incrementar el nombre de mètriques, especialment en les tipologies menys diverses (com ara els rius d’alta muntanya). De fet, a l’acceptar majors redundàncies, hom s’està apropant a la filosofia dels altres índexs biològics àmpliament utilitzats (diatomees i macroinvertebrats), que ni tan sols fan aquest tipus d’anàlisi per tal de descartar mètriques o espècies amb el mateix valor indicador. Potencialment, el fet de tenir més mètriques, encara que amb un cert grau de redundància, dóna un major poder de discriminació en l’avaluació de l’estat ecològic.

Finalment, cal dir que també s’ha fet servir el criteri d’expert per seleccionar el set final de mètriques, especialment per tal que l’IBICAT₂₀₁₀ tingués en compte els criteris que la DMA especifica pels mètodes basats en la fauna ictiològica (composició, abundància i classes d’edat, en aquest cas expressades com a classes de talles) i per tal que per a cada tipus de riu hi

haguessin mètriques basades en percentatges i valors absoluts, tant d'abundàncies com de nombre d'espècies i amb correlacions positives i negatives amb l'impacte global.

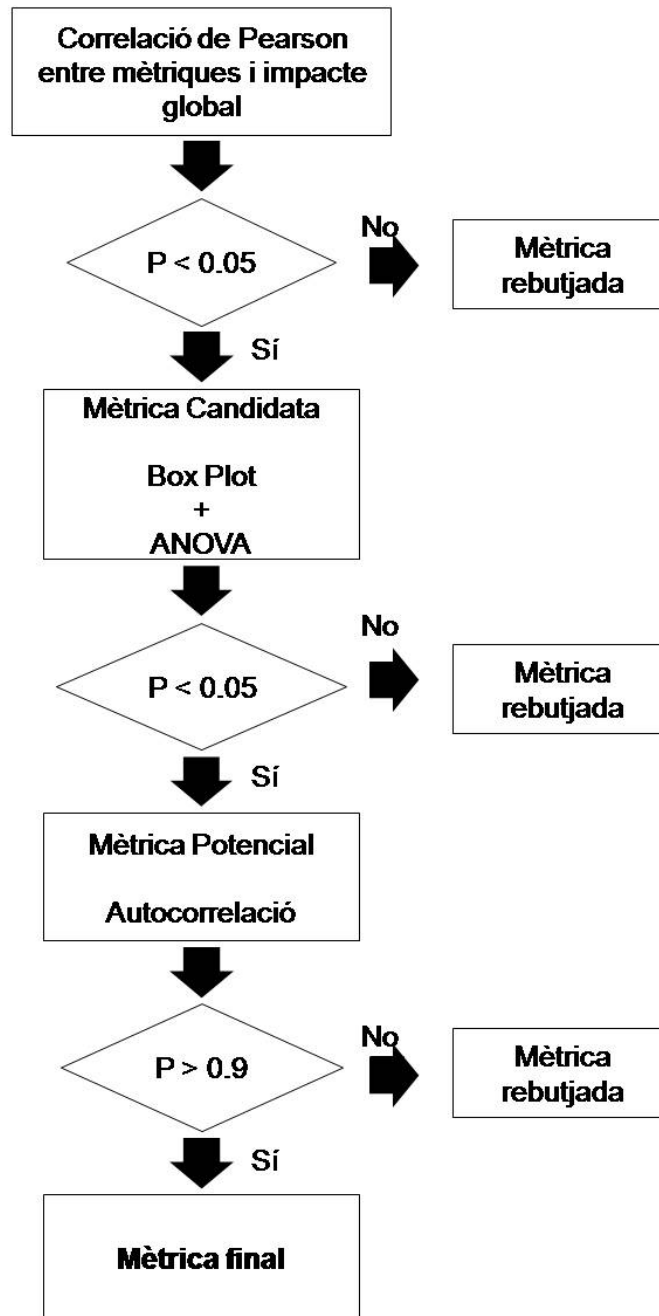


Figura 10.4. Representació esquemàtica del procés de selecció de mètriques.

El resultat d'aquests filtres i criteris de selecció ha estat la definició d'un set final de 17 mètriques (Taula 10.5). Òbviament, no tots els tipus de riu tenen les mateixes 17 mètriques. A la Taula 10.6 es poden observar el llistat de les mètriques i el seu pes específic per a cadascuna de les tipologies, donat per les correlacions de Pearson significatives ($P < 0,01$). L'última fila de la Taula 10.6 conté els valors d'una constant (K) per a cada grup, necessària pel càlcul de l'IBICAT₂₀₁₀. Aquesta constant impedeix que l'IBICAT₂₀₁₀ assoleixi valors negatius. Tenir valors negatius no impossibilita el càlcul del nivell de qualitat, doncs es podria fer igualment la categorització de

l'índex en 5 valors, però dificultaria el procés d'intercalibració amb altres mètodes europeus, perquè els EQRs no variarien entre valors propers a 0 i 1, com es pretén. Els valors de K s'han calculat analitzant el comportament de l'índex amb simulacions i determinant quines eren les mètriques responsables pel valor negatiu. Així doncs, les mètriques responsables pels valors negatius són les que es correlacionen positivament amb l'impacte global (degut a la senyal negativa abans del sumatori pel càlcul de l'IBICAT₂₀₁₀).

Taula 10.5. Codificació i descripció de les mètriques que componen l'IBICAT₂₀₁₀.

Codi	Mètrica	Unitat	Transformació
CPUEI	Densitat individus d'espècies introduïdes	Ind/ha	Ln+1
NIN_Mar	Densitat nadius migradors marins	Ind/ha	Ln+1
NIN_Pis	Densitat nadius piscívors	Ind/ha	Ln+1
NIT_Int15	Densitat intolerants de menys de 15 cm	Ind/ha	Ln+1
NIT_Inv	Densitat invertívors	Ind/ha	Ln+1
NIT_Omn	Densitat omnívors	Ind/ha	Ln+1
NIT_Rhe	Densitat reòfils	Ind/ha	Ln+1
NSI_Tol	Nombre espècies introduïdes tolerants	N	Ln+1
NSN_Int	Nombre espècies natives intolerants	N	Ln+1
NSN_Lit	Nombre espècies natives litòfiles	N	Ln+1
PBN_Ben	% Biomassa nadius bènctics	kg/ha	Arrel quadrada
PIT_DELT	% individus amb deformitats/lesions/paràsits	Ind/ha	Arrel quadrada
PIT_Int	% intolerants	Ind/ha	Arrel quadrada
PIT_Omn	% omnívors	Ind/ha	Arrel quadrada
PII_Inv	% individus d'espècies introduïdes invertívors	Ind/ha	Arrel quadrada
PSN_Lit	% d'espècies natives litòfiles	N	Arrel quadrada
PSN_Tol	% d'espècies natives tolerants	N	Arrel quadrada

Un cop identificades les mètriques, aquestes es van classificar segons el seu tipus: densitat, nombre d'espècies i percentatge. Per cada tipus de mètriques es va simular un màxim teòric que podia assolir. El cas més simple va ser el del tipus percentatge, doncs aquestes mètriques varien sempre entre 0 i 100, i un cop transformades, entre 0 i 10. Pel que fa al nombre d'espècies i densitat d'individus, es va considerar, en base a les dades històriques, que difícilment una massa d'aigua tindria més de 12 espècies i una densitat superior a 60000 ind/ha, amb una contribució negativa per l'estat ecològic, el que vol dir un valor després de la transformació de "Ln+1", de 2.5 i 11, respectivament. L'últim pas va ser, doncs, calcular el valor absolut que impedeix a l'IBICAT₂₀₁₀ d'assolir valors negatius (K) fent el sumatori del valor màxim simulat per a cada tipus de mètrica multiplicat pel pes específic de cada mètrica per a cada tipus de riu:

- K Tipus 1 = Pes específic de PSN_Tol x 10
- K Tipus 2 = Pes específic de NIT_Omn x 11 + Pes específic de PIT_DELT x 10
- K Tipus 3 = Pes específic de PIT_DELT x 10
- K Tipus 4 = Pes específic de NSI_Tol x 2.5
- K Tipus 5 = Pes específic de PIT_Omn x 10
- K Tipus 6 = Pes específic de CPUEI x 11 + Pes específic de PSI_Inv x10

L'equació per calcular el valor de l'IBICAT₂₀₁₀ és:

$$\blacksquare \text{ IBICAT}_{2010} = - \sum (\text{Mètrica transformada} \times \text{Pes específic}) + K$$

Un cop calculat l'IBICAT₂₀₁₀, es va procedir a la seva comparació amb el valor de l'impacte global per tal de validar-lo. Això es va fer mitjançant una anàlisi de correlació i de regressió entre el valor de l'IBICAT₂₀₁₀ per a cada tipus de riu i l'impacte global (Fig. 10.5). Els valors poden variar entre 0,77 (Muntanya humida) i 0,90 (Eixos principals de l'Ebre).

Taula 10.6. Pes específic de cada mètrica per a cada tipus de riu (Tipus 1: Torrents litorals; Tipus 2: Muntanya humida; Tipus 3: Eixos principals de les Conques Internes; Tipus 4: Zona baixa mediterrània; Tipus 5: Alta muntanya; Tipus 6: Eixos principals de l'Ebre).

Mètrica	Tipus de riu					
	1	2	3	4	5	6
CPUEI						0,4731
NIN_Mar			-0,6630			
NIN_Pis					-0,3559	
NIT_Int15				-0,3888		
NIT_Inv			-0,5802			
NIT_Omn		0,3224				
NIT_Rhe	-0,4812			-0,2609		
NSI_Tol				0,2260		
NSN_Int						-0,4362
NSN_Lit	-0,5141					
PBN_Ben				-0,2411		
PIT_DELT		0,3086	0,6158			
PIT_Int		-0,3882				
PIT_Omn					0,5356	
PSI_Inv						0,5906
PSN_Lit				-0,2583		
PSN_Tol	0,6212					
K	6,3	6,7	6,2	0,6	5,4	11,2

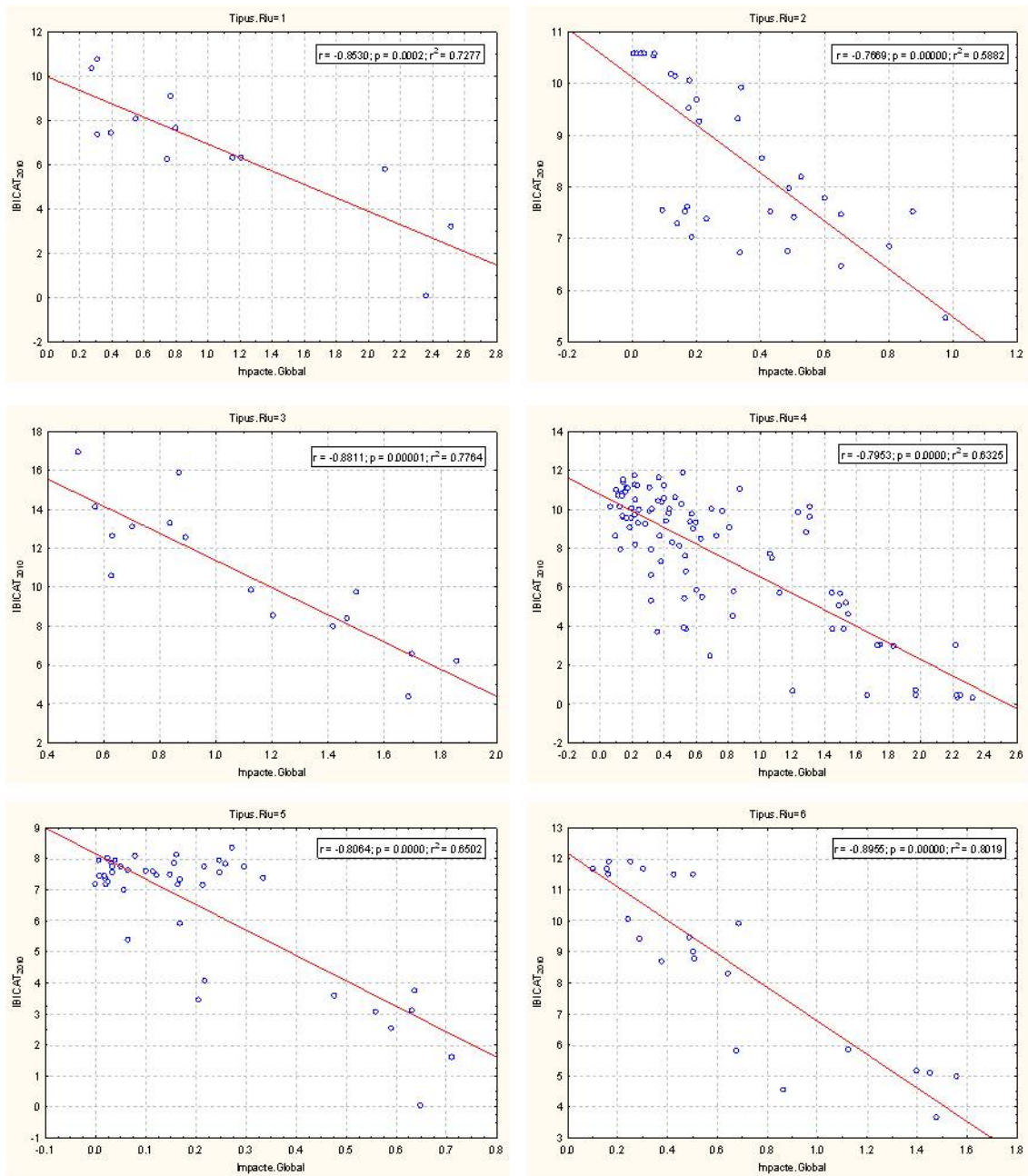


Figura 10.5. Comparació entre els valors de l'IBICAT₂₀₁₀ i l'impacte global.

10.4. Categorització de l'IBICAT₂₀₁₀

La categorització, o *scoring*, de l'IBICAT₂₀₁₀ s'ha fet sota les directrius REFCOND, adaptant el criteri a les dades, és a dir, a la distribució dels valors de l'IBICAT₂₀₁₀, analitzats per tipus de riu i nivell d'impacte. Seguint aquest criteri s'ha fet, per a cada tipus de riu, els següents exercicis:

- i) distribució dels valors de l'IBICAT₂₀₁₀ en masses d'aigua de referència considerant 3 nivells de tall (percentils 90 i 75 i mediana) entre les categories "Molt Bo" i "Bo" (segons el tipus), i fent els següents llindars equidistants fins al valor mínim.
- ii) anàlisi de la distribució de l'IBICAT₂₀₁₀ per les masses d'aigua poc impactades (ajuntant les classes d'impacte global "1" i "2"), situant el llindar entre "Molt Bo" i "Bo" en els percentils 90, 75 i la mediana (segons el tipus), el llindar entre "Bo" i "Mediocre" utilitzant els percentils 25 i 10, i les restants classes de qualitat equidistants fins al valor mínim.
- iii) una tercera opció, només utilitzada quan hi havia solapament entre classes d'impacte, fent servir el percentil més alt de la classe de menys impacte com a llindar entre "Molt Bo" i "Bo", el percentil més alt de la classe següent com a llindar entre "Bo" i "Mediocre" i així successivament sempre que es produís un solapament que ho permetés fer i, quan no era així, dividint en classes equidistants des de l'últim llindar establert fins el valor mínim de l'IBICAT₂₀₁₀.

La Figura 10.6 representa esquemàticament les dues primeres opcions de scoring.

Un cop fet aquest exercici amb totes les opcions per a tots els tipus de riu, s'ha triat com a scoring final l'esquema amb major percentatge de casos ben classificats, fent la comparació amb el valor de l'impacte global en relació als llindars entre "Molt Bo" i "Bo", i entre "Bo" i "Mediocre". La Taula 10.7 resumeix aquesta informació.

L'IBICAT₂₀₁₀ es pot calcular en qualsevol massa d'aigua amb peixos. No obstant, en masses d'aigua o bé sense peixos o bé seques, l'assignació d'un nivell de qualitat no és trivial, doncs és difícil determinar si una massa d'aigua no té peixos o és seca d'una manera natural. Així doncs, en aquests casos es va optar per aplicar criteri d'expert: en les masses d'aigua seques o sense peixos del tipus 2, 3, 5 i 6 (Muntanya humida, Eixos principals de les Conques Internes, Alta muntanya i Eixos principals de l'Ebre) s'assigna un nivell de qualitat "Dolent". Als altres dos tipus (Torrents litorals i Zona baixa mediterrània) no es pot atribuir un nivell de qualitat basat en l'IBICAT₂₀₁₀.

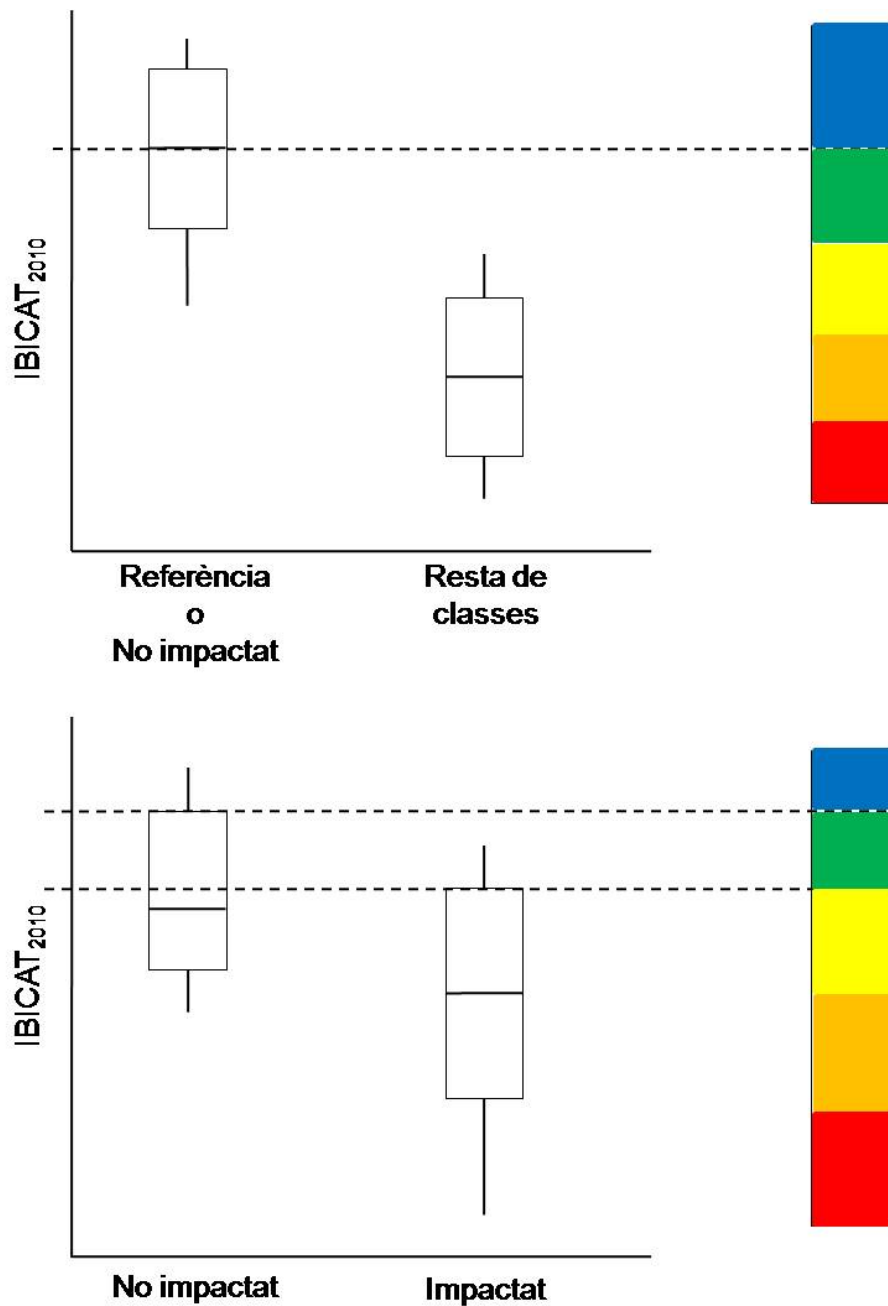


Figura 10.6. Representació esquemàtica del procés de categorització o *scoring* de l'IBICAT₂₀₁₀, il·lustrant dos criteris.

Taula 10.7. Valors de tall de l'IBICAT₂₀₁₀ entre els cinc nivells de qualitat, per a cada tipus de riu, i el percentatge de casos ben classificats en la separació entre els nivells "Molt Bo"/"Bo" i "Bo"/"Mediocre".

Tipus Riu	Nivell de qualitat					% Casos ben classificats	
	Molt bo	Bo	Mediocre	Deficient	Dolent	Molt bo/ Bo	Bo/ Mediocre
Torrents litorals	>10,74	>9,09	>6,30	>2,57	≤2,57	84,62%	69,23%
Muntanya humida	>10,58	>9,30	>8,02	>6,74	≤6,74	60,00%	85,00%
Eixos principals de Conques Internes	>16,93	>13,34	>10,36	>7,37	≤7,37	100,00%	81,25%
Zona baixa mediterrània	>11,23	>9,85	>6,66	>3,47	≤3,47	73,20%	69,07%
Alta muntanya	>7,47	>5,61	>3,76	>1,90	≤1,90	86,36%	97,73%
Eixos principals de l'Ebre	>11,90	>9,92	>8,78	>3,67	≤3,67	83,33%	91,67%

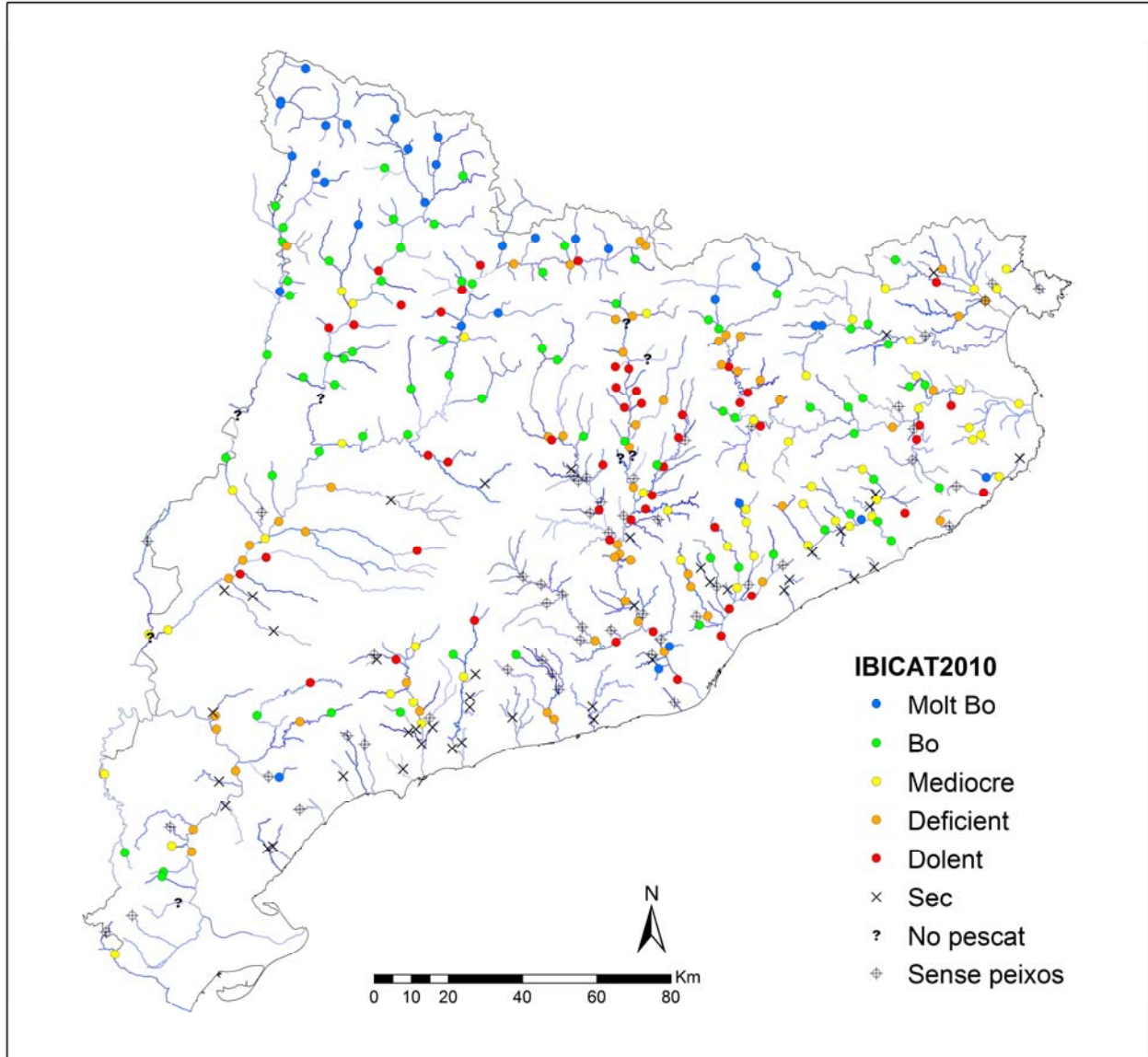
10.5. Descripció de l'IBICAT₂₀₁₀ i representació de l'estat ecològic

A continuació es fa un resum de com calcular l'IBICAT₂₀₁₀:

- 1) Càlcul del tipus de riu aplicant la funció de classificació als vuit descriptors ambientals.
- 2) Càlcul del set de mètriques corresponents per a cada tipus de riu.
- 3) Aplicació de l'equació:

$$IBICAT_{2010} = -\sum(\text{Mètrica transformada} \times \text{Pes específic}) + K$$

- 4) Aplicació dels valors de tall per a cada tipus de riu.
- 5) Assignació d'un nivell de qualitat.
- 6) Representació gràfica del nivell de qualitat segons l'IBICAT₂₀₁₀ de les masses d'aigua (Mapa 10.2)



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient
i Habitatge



Agència Catalana
de l'Aigua

Ajust de l'Índex d'Integritat Biòtica (IBICAT) basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental als rius de Catalunya tal com preveu la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE)

Mapa 10.2. Nivell de qualitat de les mases d'aigua de Catalunya segons la comunitat piscícola avaluada amb l'aplicació de l'IBICAT2010.

Aquesta nova versió de l'IBICAT té clares avantatges respecte a l'anterior, tot i compartir algunes característiques amb la primera versió de l'índex:

- 1) Per calcular la tipologia només es fan servir descriptors ambientals disponibles a la major part dels GIS disponibles;
- 2) Potencialment es pot calcular la tipologia de qualsevol massa d'aigua de la Mediterrània;
- 3) Al no estar basat en una tipologia prèviament establerta, es pot calcular per altres regions fora de Catalunya;
- 4) Permet discriminar 5 nivells de qualitat;
- 5) Degut a les seves característiques (variable contínua abans de la categorització) és compatible amb l'exercici d'intercalibració que s'està portant a terme a Europa (comparacions directes, càlcul dels EQRs, etc);
- 6) És un índex que està preparat per ser calculat sota diferents escenaris futurs d'evolució de la comunitat de peixos (K per tipus de riu);
- 7) Tots els sets de mètriques de tots els tipus de rius inclouen mètriques correlacionades positiva i negativament amb l'impacte global;
- 8) Tots els sets de mètriques de tots els tipus de rius inclouen mètriques basades en percentatges, però també en abundàncies, fet important per discriminar millor entre nivells de qualitat, especialment en masses d'aigua monoespecífiques;
- 9) El valor global de l'índex està altament correlacionat amb el valor global de l'impacte, arribant a assolir una correlació de 0.90 en el cas de la tipologia dels Eixos principals de l'Ebre.
- 10) Compleix amb els requeriments de la DMA, doncs inclou mètriques que es basen en composició, abundància i classes d'edat de la fauna ictiològica.

10.6. Protocol d'aplicació

1. Dades

Descriptors ambientals:

Codi	Descriptor	Unitat
Alt	Altitud	m
Pend	Pendent	m/Km
Ord	Ordre del riu Strahler	
T.Aire	Temperatura mitjana anual	°C
T.Aire.Jul	Temperatura mitjana al juliol	°C
Prcpt.Anual	Precipitació mitjana anual	mm
Prcp.Jul	Precipitació mitjana al juliol	mm
Dist.Desemb	Log (Distància a la desembocadura + 1)	Km

Comunitat de peixos:

- Pesca elèctrica (una passada) d'un tram de riu 10 vegades la seva amplada amb un mínim de 100 m
- Àrea pescada en m² (longitud del tram x amplada mitjana del tram)
- Identificació a nivell d'espècie i recompte de tots els exemplars capturats
- Biometria dels exemplars capturats (30 exemplars per espècie o la mostra total si aquesta és inferior a 30): longitud furcal o total, segons el tipus d'aleta caudal (mm); pes (aproximat a 0.1 g)
- Anotació de lesions, deformitats i paràsits externs per individu
- Estimació de la densitat (ind/ha) i biomassa (kg/ha)

Càlcul de les mètriques:

Codi	Mètrica	Unitat	Transformació
CPUEI	Densitat individus d'espècies introduïdes	Ind/ha	Ln+1
NIN_Mar	Densitat nadius migradors marins	Ind/ha	Ln+1
NIN_Pis	Densitat nadius piscívors	Ind/ha	Ln+1
NIT_Int15	Densitat intolerants de menys de 15 cm	Ind/ha	Ln+1
NIT_Inv	Densitat invertívors	Ind/ha	Ln+1
NIT_Omn	Densitat omnívors	Ind/ha	Ln+1
NIT_Rhe	Densitat reòfils	Ind/ha	Ln+1
NSI_Tol	Nombre espècies introduïdes tolerants	N	Ln+1
NSN_Int	Nombre espècies natives intolerants	N	Ln+1
NSN_Lit	Nombre espècies natives litòfiles	N	Ln+1
PBN_Ben	% Biomassa nadius bènics	kg/ha	Arrel quadrada
PIT_DELT	% individus amb deformitats/lesions/paràsits	Ind/ha	Arrel quadrada
PIT_Int	% intolerants	Ind/ha	Arrel quadrada
PIT_Omn	% omnívors	Ind/ha	Arrel quadrada
PII_Inv	% individus d'espècies introduïdes invertívors	Ind/ha	Arrel quadrada
PSN_Lit	% d'espècies natives litòfiles	N	Arrel quadrada
PSN_Tol	% d'espècies natives tolerants	N	Arrel quadrada

2. Determinació de la tipologia

Aplicació de la funció de classificació que se'n deriva de l'anàlisi discriminant als descriptors ambientals:

$$\text{Tipologia}_i = C_i + Y_{i1} \times V_1 + Y_{i2} \times V_2 + \dots + Y_{in} \times V_n$$

On el subíndex i representa el grup pel qual s'està calculant la funció, C és la constant del grup i , Y_{i1} es el coeficient de la variable 1 al grup i i V_1 és el valor de la variable 1 a la massa d'aigua en qüestió.

Per a cada massa d'aigua, es calcula la funció pels 6 grups i el valor més alt determina a quina tipologia pertany la massa d'aigua en qüestió.

A la següent taula es presenten els valors dels coeficients de cada variable i les constants per a cada grup:

Codi	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
Alt	0,330	0,336	0,323	0,327	0,339	0,325
Pend	0,221	0,200	0,187	0,195	0,252	0,213
Ord	3,184	3,089	5,440	3,271	4,534	6,390
T.Aire	25,916	23,506	24,638	24,649	22,351	23,798
T.Aire.Jul	42,542	44,249	42,827	43,129	42,260	42,785
Prcpt.Anual	0,248	0,244	0,259	0,254	0,239	0,250
Prcp.Jul	-0,273	-0,178	-0,293	-0,281	-0,231	-0,331
Dist.Desemb	-11,850	-6,956	-8,143	-6,399	-5,192	-1,199
Constant	-787,148	-801,222	-797,554	-791,417	-756,106	-798,456

Les característiques de cada grup permeten codificar els tipus de riu de la següent manera:

- Tipus 1: Torrents litorals
- Tipus 2: Muntanya Humida
- Tipus 3: Eixos Principals de les Conques Internes
- Tipus 4: Zona baixa Mediterrània
- Tipus 5: Alta Muntanya
- Tipus 6: Eixos Principals de l'Ebre

3. Càlcul de l'IBICAT₂₀₁₀

L'IBICAT₂₀₁₀ es calcula aplicant la següent fórmula:

$$\text{IBICAT}_{2010} = - \sum (\text{mètrica transformada} \times \text{Pes específic}) + K$$

La següent taula resumeix els pesos específics de les mètriques per a cada tipus de riu, sent que una cel·la buida significa un pes zero. Així mateix, la última fila conté el valor de la constant K per a cada tipus de riu.



Mètrica	Tipus de riu					
	1	2	3	4	5	6
CPUEI						0,4731
NIN.Mar			-0,6630			
NIN.Pis ¹					-0,3559	
NIT.Int15				-0,3888		
NIT.Inv			-0,5802			
NIT.Omn		0,3224				
NIT.Rhe	-0,4812			-0,2609		
NSI.Tol				0,2260		
NSN.Int						-0,4362
NSN.Lit	-0,5141					
PBN.Ben				-0,2411		
PIT.DELT		0,3086	0,6158			
PIT.Int		-0,3882				
PIT.Omn					0,5356	
PSI.Inv						0,5906
PSN.Lit				-0,2583		
PSN.Tol	0,6212					
K	6,3	6,7	6,2	0,6	5,4	11,2

¹ Aquesta mètrica, tot i que codificada com a densitat d'individus natus piscívors, està mesurant la densitat d'individus natus de la espècie *Salmo trutta*. Això és especialment important per l'exercici d'intercalibració europea, doncs aquesta espècie no es classifica com a piscívor als altres estats membres involucrats a la intercalibració.

4. Determinació de l'estat ecològic aplicant l'IBICAT₂₀₁₀

Categoritzar l'IBICAT₂₀₁₀ segons els següents llindars:

Tipus de riu	Estat Ecològic				
	Molt Bo	Bo	Mediocre	Deficient	Dolent
1	>10,74	>9,09	>6,30	>2,57	≤2,57
2	>10,58	>9,30	>8,02	>6,74	≤6,74
3	>16,93	>13,34	>10,36	>7,37	≤7,37
4	>11,23	>9,85	>6,66	>3,47	≤3,47
5	>7,47	>5,61	>3,76	>1,90	≤1,90
6	>11,90	>9,92	>8,78	>3,67	≤3,67

L'IBICAT₂₀₁₀ només es pot calcular en masses d'aigua amb peixos. En el cas de masses d'aigua sense peixos o seques, l'atribució d'una categoria d'estat ecològic serà o no possible segons el tipus de riu:

- Tipus 2, 3, 5 i 6: Categoria Dolent
- Tipus 1 i 4: no es pot determinar el nivell de qualitat amb l'IBICAT₂₀₁₀

11. Índex de conservació de peixos (ICP)

L'índex següent, que pretén reflectir el grau de conservació de la comunitat de peixos original, es proposa, per criteri expert, com una alternativa senzilla als índex desenvolupats estadísticament, que volen reflectir més la salut de l'ecosistema (bàsicament qualitat de l'aigua i de l'hàbitat). L'ICP pretén reflectir més el grau de conservació de la comunitat de peixos respecte el que s'esperaria si no hi hagués cap pertorbació antròpica.

Índex de conservació de peixos (ICP)

Número de mètrica	Mètrica	Puntuació
1a	Originalment la zona tenia peixos presents. Actualment n'hi ha? (sí => 100; no => 0)	
1b	Originalment la zona NO tenia peixos presents. Actualment n'hi ha? (sí => 0; no => 100)	
2	% espècies natives	
3	% individus natus	
4	Presència, de forma natural (és a dir, no per repoblació recent), d'anguila (<i>Anguilla anguilla</i>) o altres spp. marines natives: llisses (<i>Mugilidae</i>), saboga <i>Alosa fallax</i> , joell <i>Atherina boyeri</i> , etc. (sí => 100; no => 0)	
5a	Si és zona de truita: % d'individus de truita (<i>Salmo trutta</i>) amb genotip LDH-C1*100 (= 100 - % individus amb genotip LDH-C1*90) (utilitzar 0 si se sap que la zona només té truita de repoblació; en blanc si no té truita)	
5b	Si no és zona de truita: Presència, a una zona on és nativa, de bagra <i>Squalius laietanus</i> (espècie originalment d'àmplia distribució a Catalunya però que està en forta regressió) o d'espècies natives protegides per la legislació vigent (actualment: fartet <i>Aphanius iberus</i> , samaruc <i>Valencia hispanica</i> , espinós <i>Gasterosteus aculeatus</i> (= <i>G. gymnurus</i>), bavosa de riu <i>Salaria fluviatilis</i> i esturió <i>Acipenser sturio</i>). El cavilat <i>Cottus gobio</i> (= <i>Cottus hispaniolensis</i>), que també està protegit no es considera, per ser de zona de truita. (sí => 100; no => 0)	
ICP =	0,01 · suma de puntuació / nombre de mètriques utilitzades 0-0,2 dolent; 0,2-0,4 deficient; 0,4-0,6 moderat; 0,6-0,8 bo; 0,8-1 molt bo.	

Respecte els índexs més estadístics i altres proposats anteriorment, considerem que aquest té els avantatges següents:



- resol la paradoxa plantejada per Benejam et al. (2008b) sobre el valor indicador d'espècies introduïdes, especialment en el cas de salmònids. Imaginem que en un riu, una població de truita arc iris (*Oncorhynchus mykiss*) desapareix per contaminació: un IBI (tal com es va definir originalment per Karr i coautors) segurament reflectirà que la salut de l'ecosistema ha empitjorat (a part de la truita arc iris poden haver desaparegut altres espècies natives, per exemple d'invertebrats). En canvi, des d'un punt de vista conservacionista la integritat biòtica del lloc ha millorat (s'ha restablert la comunitat original i les espècies natives segurament seran més viables) i un índex de conservació així ho hauria de reflectir. Aquesta mètrica també hauria d'afavorir els programes d'erradicació d'espècies introduïdes.
- L'índex considera la importància dels problemes de connectivitat, utilitzant les spp. marines i en especial l'anguila com a indicadores. L'anguila, una espècie en forta regressió a tota Europa, originalment devia trobar-se per tota Catalunya i actualment no pot passar els grans embassaments.
- Els IBIs habitualment no consideren explícitament els llocs secs que no haurien d'estar secs (Benejam et al., en premsa) o llocs on originalment no hi havia peixos i se n'han introduït. L'índex proposat castigarà aquests llocs.
- Incorpora la genètica de la truita, que es coneix força bé a la península, i també té un sector de pescadors que ho valora molt.

Aquest índex segurament és aplicable a tots els rius ibèrics mediterranis i segurament a moltes altres regions, amb molt poques adaptacions.

12. Estudi de la capturabilitat i intercalibració

12.1. Introducció

La capturabilitat dels peixos és variable i depèn de factors com l'equip de pesca elèctrica, l'experiència del personal de camp i les característiques del tram de riu (Peterson et al. 2004; Rosenberger & Dunham, 2005). La biologia de cada espècie de peix (morfologia, ús del microhàbitat, comportament, etc.) també fa que responguin de manera diferent davant de la pesca elèctrica i que per tant la capturabilitat variï entre les diferents espècies (Dolan & Miranda, 2003; Mäntyniemi et al. 2005). L'estimació i calibració de la capturabilitat és important quan es volen realitzar treballs on intervenen diferents grups de recerca o quan es vol establir una metodologia que ha de servir de referència per futurs treballs o monitoratges (Rosenberger & Dunham, 2005). És habitual que els índex d'integritat biòtica de peixos utilitzin mètriques com la riquesa d'espècies, l'abundància d'individus o la proporció entre espècies (Fausch et al. 1984; Karr et al. 1986; Angermeier et al. 2000). Per poder utilitzar i desenvolupar aquest tipus de mètriques cal saber l'eficiència del mètode de mostreig que s'està utilitzant.

Els objectius del present treball són:

- determinar la capturabilitat de la metodologia de pesca utilitzada pel desenvolupament de l'IBICAT.
- comparar els quatre grups de recerca que han participat en el mostreig de camp de l'IBICAT per saber si existeixen diferències pel que fa a l'eficiència en la detecció de la riquesa i abundància d'espècies així com en la valoració de l'hàbitat. És previsible que altres equips de pesca, que en el futur apliquin l'índex que es vol desenvolupar, mostrin diferències similars a les observades en el present treball.

12.2. Mètodes

L'estudi va anar a càrrec dels quatre equips de recerca: Universitat de Barcelona (UB), Universitat de Lleida (UL), Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) i la Universitat de Girona (UG). El treball de camp es va realitzar del 16 al 20 de juny del 2008 a la conca del Ter, concretament a dos dels seus afluents: el Rigard (un afluent del Freser) i la Llémèna (Fig. 12.1). En cadascun dels afluents es van mostrejar quatre punts separats entre ells uns pocs quilòmetres (Taula 12.1). El Rigard és un rierol típic de muntanya tant per les seves característiques ambientals com per la comunitat de peixos que està formada únicament per la truita comuna (*Salmo trutta*). La Llémèna és una riera de menor altitud i un caràcter més mediterrani, amb una comunitat de peixos formada bàsicament per espècies autòctones com el barb de muntanya (*Barbus meridionalis*), la bagra (*Squalius laietanus*) i l'anguilla (*Anguilla anguilla*).

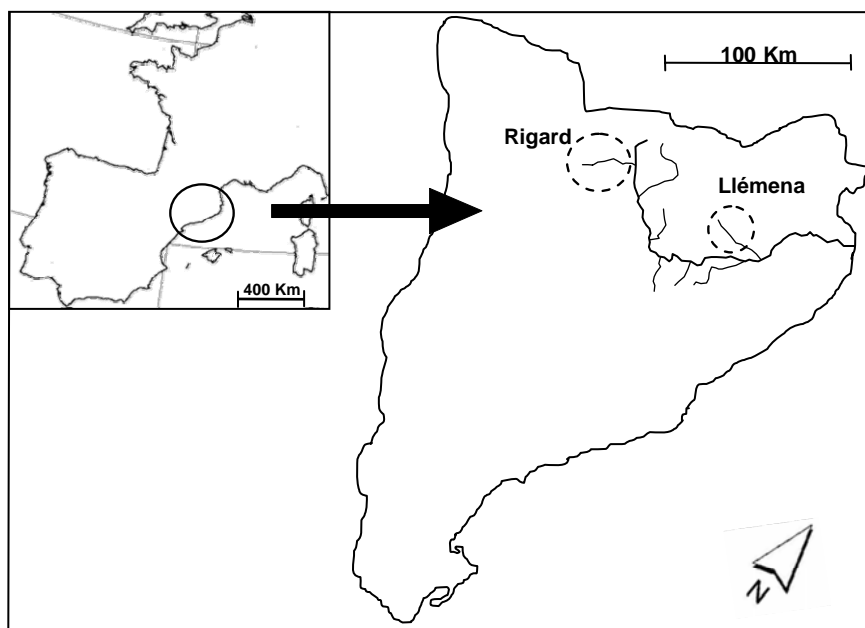


Fig. 12.1. L'estudi d'intercalibració es va realitzar a dos afluent del Ter: el Rigard i la Liémena.

Taula 12.1. Característiques dels 8 punts mostrejats. Totes les UTM estan dins el quadrant 31T.

Stream	Strech number	Altitude (m)	UTM	Mean							
				width (m)	Temperature (°C)	Conductivity ($\mu\text{S Cm}^{-1}$)	pH	Oxygen (mg L^{-1})	Nitrites (mg L^{-1})	Nitrates (mg L^{-1})	Phosphates (mg L^{-1})
Liémena	1	250	470662/4654324	4,73	17,30	605	8,00	8,68	0,07	5,00	0,20
Liémena	2	150	475837/4651834	6,54	17,35	499	8,00	13,05	0,01	1,50	0,10
Liémena	3	110	478105/4650149	12,55	18,70	512	8,00	10,28	0,02	2,50	0,10
Liémena	4	100	478895/4649020	7,48	22,67	514	8,00	13,71	0,03	2,00	0,50
Rigard	5	1480	418103/4685990	2,07	11,20	259	7,50	10,50	0,00	1,00	0,00
Rigard	6	1230	421850/4686433	4,39	10,40	193	7,75	10,30	0,01	1,50	0,05
Rigard	7	1120	424060/4686220	4,91	10,47	157	7,75	13,55	0,01	1,50	0,00
Rigard	8	1060	425750/4685184	6,49	12,02	177	7,75	14,37	0,01	0,50	0,00

Disseny de l'estudi

El mostreig va seguir un disseny semblant al de l'estudi de Simonson & Lyons (1995) per tal de poder comparar els resultats en trams tancats amb xarxes i aplicant removal (captures successives sense reposició) amb els trams sense tancar i aplicant una sola passada de pesca elèctrica (que és la tècnica utilitzada normalment pel mostreig de peixos i també l'utilitzat en l'IBICAT). Cada punt de mostreig es va separar en dues estacions (d'hàbitats i longituds al màxim de similar possible). Es va fer que el 50% dels punts de mostreig tinguessin les estacions removal a la part de dalt i el 50% restant tenien l'estació removal a baix. El primer dia de mostreig cada equip va mostrejar el punt assignat fent una estació amb una passada (sense xarxes) i l'altra estació amb removal (amb xarxes de bloqueig i quatre passades). Primer es mostrejava l'estació d'aigües avall (fos removal o no) i després l'estació de dalt. Si la primera estació (a baix) era removal, es treien les xarxes abans de la segona pesca. Si la primera pesca era sense xarxes, aquestes es posaven després (a dalt). En ambdós casos abans de la segona pesca es tornaven a l'aigua els peixos de la primera pesca. Els dies següents els equips van mostrejar amb només una

passada de pesca elèctrica (i sense xarxes) el mateix lloc que es va mostrejar amb una passada el primer dia.

Pel que fa a l'ordre del mostreig dels diferents grups de recerca es va realitzar un disseny *cross-over* de Williams, que es basa en un disseny en quadrat llatí i es caracteritza per: a) tots els equips estan a tots els ordres i tots els punts un sol cop; b) totes les seqüències d'equips estan igualment repartides (Taula 12.2).

Taula 12.2. Disseny *cross-over* de Williams on s'indica l'orde de mostreig per cada equip de recerca en els quatre punts (de dalt a baix) dels 2 rius (Llémna i Rigard).

PUNT	ORDRE			
	1	2	3	4
1	UB	UG	UL	IRTA
2	UL	UB	IRTA	UG
3	IRTA	UL	UG	UB
4	UG	IRTA	UB	UL

El disseny mostrat utilitzat permet: a) obtenir informació sobre els efectes de l'equip, del punt, de l'ordre, del tipus de riu i veure si hi ha algun efecte especial d'algun "equip" que es propaga en altres (efecte *carry-over*); b) comparar estimacions de diferents paràmetres (riquesa d'espècies, abundància, mida mitjana) entre les pesques removal i les pesques realitzades amb una sola passada i sense xarxes de bloqueig.

Per altra banda cada equip de recerca també realitzava a cada punt de mostreig, després d'haver acabat la pesca elèctrica, una anàlisi de les característiques de l'hàbitat del punt. D'aquesta manera es pot comparar la similitud de criteris a l'hora de valorar diferents aspectes de l'hàbitat de la riera.

Anàlisi de dades

S'ha analitzat les possibles diferències, pel que fa a la detecció d'espècies i a la seva abundància, entre els quatre equips de recerca que varen realitzar l'estudi. Aquestes dades es van analitzar amb models lineals generalitzats (GLM) amb errors de *Poisson* i funció *link* logarítmica per a les mètriques de riquesa i errors binomials i *link logit* per a les mètriques de composició d'espècies (%). Es mostren els resultats pels dos tipus de riu (Llémna i Rigard) per separat. Realitzar GLMs globals amb el tipus de riu com a factor addicional i el punt (jerarquitzat dins del tipus de riu) donava les mateixes conclusions. Treure els efectes *carryover* no significatius també donava les mateixes conclusions.

S'ha utilitzat el software EstimateS (<http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>) per calcular les estimacions de riquesa a partir de dades obtingudes amb removals. Alguns dels estimadors que calcula aquest programa són: Chao1 (Chao, 1984), Chao2 (Chao, 1987), Jack1 (Burnham & Overton, 1978) i Jack2 (Burnham & Overton, 1978). Un dels estimadors més utilitzat és el Jack2 (o estimador jackknife de 2on ordre) (Palmer, 1991), que basa els seus càlculs en nombre d'espècies de les quals només apareix un sol individu o només dos individus. La seva fórmula és:

$$Jack2 = S_{obs} + \left[\frac{Q_1(2m-3)}{m} - \frac{Q_2(m-2)^2}{m(m-1)} \right]$$

on Sobs és el nombre total d'espècies observades en totes les mostres, m és el nombre total de mostres, Q1 és el nombre d'espècies amb només un individu capturat i Q2 és el nombre d'espècies amb només dos individus capturats.

El Jack2 s'ha estimat de dues maneres diferents. S'ha calculat utilitzant les dades del removal per cada estació de mostreig (Jack2 removal) i també s'ha calculat utilitzant les dades de captura de les passades lliures dels diferents grups de recerca al mateix punt de mostreig (Jack2 junts). Jack2 removal dona l'estimació de riquesa real en la pesca removal. El segon càlcul (Jack2 junts) incorpora la variabilitat deguda al fet de no tenir xarxes i la de mostrejar diferents dies i per tant és esperable que sigui més gran que la primera estimació. Així mateix, s'ha fet el quocient entre les espècies observades (en el mostreig sense xarxes de bloqueig) i les esperades (a partir dels resultats del Jack2), per saber el percentatge d'espècies detectades del total d'estimades en cada punt.

Per estimar la capturabilitat del removal, s'ha utilitzat el software MARK (<http://www.phidot.org/software/mark>), que és un paquet estadístic que permet estudiar diferents aspectes de l'ecologia de poblacions. MARK és especialment útil pels treballs basats amb captura-marcatge-recaptura. S'han utilitzat les dades que ens ofereixen els mostrejos realitzats amb removal per tal de calcular la població estimada per cada espècie i cada punt. Aquest càlcul s'ha fet seleccionant el format Closed captures i aplicant el model "N, p(.), c(.)". Per altra banda, utilitzant també les dades que ens ofereixen els mostrejos realitzats amb removal, s'ha calculat la probabilitat de captura de cada espècie. Aquesta probabilitat de captura (p) es pot calcular de diferents maneres: 1) que sigui constant en les diferents passades, amb l'opció Huggins Closed i aplicant el model "p(.), c(.)"; 2) amb variabilitat de p a les diferents passades, amb l'opció Huggins Closed i aplicant el model "p(t), c(.)"; 3) incloure també l'efecte de la longitud dels peixos, amb l'opció Huggins Closed i aplicant el model "p(l), c(.)" i el "p(l, l2), c(.)".

12.3. Resultats: anàlisi de la capturabilitat

Riquesa d'espècies observades/estimades

Els resultats ens indiquen que al Rigard es varen capturar totes les espècies presents a la riera (Taula 12.3) (Fig. 12.2). Pel que fa a la Llémna els resultats són diferents segons com es calculi el Jack2. Si Jack2 s'estima a partir de les dades del removal detectem que les espècies observades en la meitat dels punts (punt 3 i 4) estan per sobre de les espècies esperades. Si calculem el Jack2 a partir de les passades lliures dels diferents grups al mateix punt de mostreig els resultats semblen més coherents i encara que les espècies observades estan molt a prop de les esperades mai les superen. És destacable que els valors de Jack2 calculat a partir de les passades lliures és superior als valors del Jack2 calculat a partir dels removals. Aquest fet pot ésser conseqüència que en el primer cas s'integra l'efecte de mostrejar diferents dies i per tant d'una certa variabilitat en la presència o absència d'alguna de les espècies en algun punt.

La Taula 12.4 ens mostra que el mètode de mostreig que s'utilitza habitualment en rius (una sola passada, sense xarxes de bloqueig) és eficient per detectar les espècies presents a les zones d'estudi. Concretament, en punts de mostreig amb poques espècies (com per exemple els trams de capçalera de rius o les zones de truita) de manera general es captura el 100% de les espècies presents a la zona. En trams mitjans de riu (on normalment dominen els barbs de muntanya, com a la Llémena) amb més diversitat d'espècies, tot i que resulta més difícil detectar totes les espècies presents, el mètode mostra una alta capturabilitat molt propera la riquesa total estimada.

Taula 12.3. Mitjana de les espècies observades a cada punt de mostreig en la 1a passada lliure. *Jack2 calculat amb les dades del removal per cada punt. ** Jack2 calculat amb les dades de captura de les passades lliures dels diferents grups de recerca al mateix punt de mostreig.

Grup	Riu	Lloc	mitjana de la riquesa observada a la 1a passada lliure	rang	Jack2* (removal)	detectabilitat (%) *	Jack2** (grups junts)	detectabilitat (%) **
UB	Llémena	1	2,25	2-3	3,92	57	4,25	53
UL	Llémena	2	2,75	2-4	3,92	70	4,91	56
IRTA	Llémena	3	4	3-5	3	133	4,66	86
UG	Llémena	4	3,5	2-4	3	117	3,66	96
UB	Rigard	5	1	1	1	100	1	100
UL	Rigard	6	0	0	1	0	—	—
IRTA	Rigard	7	1	1	1	100	1	100
UG	Rigard	8	1	1	1	100	1	100

Taula 12.4. Nombre d'espècies observades en les passades lliures per cada grup i punt de mostreig. Jack2 calculat amb les dades del removal per cada punt. Quocient per cada punt de mostreig entre les espècies observades en les passades lliures i les esperades (Jack2).

Grup	Riu	Lloc	Nº espècies observades	Jack2	detectabilitat
			a la 1a passada lliure	(removal)	(%)
UB	Llémena	1	2	3,92	51
UG	Llémena	1	3	3,92	77
UL	Llémena	1	2	3,92	51
IRTA	Llémena	1	2	3,92	51
UL	Llémena	2	2	3,92	51
UB	Llémena	2	3	3,92	77
IRTA	Llémena	2	4	3,92	102
UG	Llémena	2	2	3,92	51
IRTA	Llémena	3	3	3	100
UL	Llémena	3	4	3	133
UG	Llémena	3	5	3	167
UB	Llémena	3	4	3	133
UG	Llémena	4	2	3	67
IRTA	Llémena	4	4	3	133
UB	Llémena	4	4	3	133
UL	Llémena	4	4	3	133
UB	Rigard	5	1	1	100
UL	Rigard	5	1	1	100
IRTA	Rigard	5	1	1	100
UG	Rigard	5	1	1	100
UB	Rigard	6	0	1	0
UL	Rigard	6	0	1	0
IRTA	Rigard	6	0	1	0
UG	Rigard	6	0	1	0
UB	Rigard	7	1	1	100
UL	Rigard	7	1	1	100
IRTA	Rigard	7	1	1	100
UG	Rigard	7	1	1	100
UB	Rigard	8	1	1	100
UL	Rigard	8	1	1	100
IRTA	Rigard	8	1	1	100
UG	Rigard	8	1	1	100

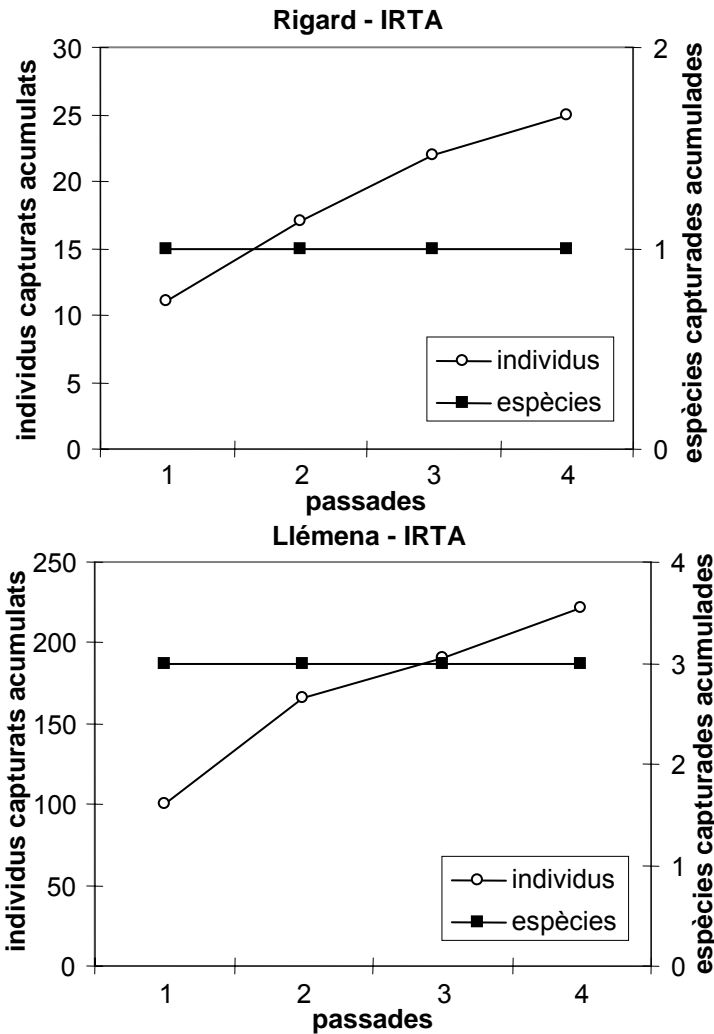


Fig. 12.2. Exemple dels resultats de la riquesa d'espècies i nombre d'individus acumulats en les quatre passades del removal per un dels grups de recerca (IRTA) a les dues rieres.

Grandària de la població observada/estimada

Tal i com s'ha comentat, amb el software MARK s'ha pogut estimar la grandària de la població de les diferents espècies capturades a partir de les dades proporcionades amb el mostreig removal. A la Taula 12.5 i 12.6 es mostren les captures (realitzant una passada lliure sense bloqueig amb xarxes) per les espècies més abundants als diferents punts de mostreig. Al Rigard la capturabilitat mitjana és del 57,1% dels individus, una mica superior a la de la Llémèna que és del 44,9%. Aquestes dades ens indiquen que el mètode de mostreig utilitzat és eficient, ja que captura un percentatge important dels individus presents a la zona d'estudi. Per altra banda, els resultats també semblen indicar que el mostreig és lleugerament més eficient en trams alts (amb baixa densitat d'individus) que en trams mitjans (amb una alta abundància de peix i amb una major amplada i profunditat del riu).



Taula 12.5. Resultats de la grandària poblacional observada (mitjana de les captures de la passada lliure dels diferents grups) i estimada (amb MARK) als punts de mostreig pel barb de muntanya (BME) a la Llémèna i la truita comuna (STR) al Rigard.

	equip	lloc	NobsBME	NpreditBME	%obs/predit
Llémèna	UB	1	52,25	267,4	19,5
Llémèna	UL	2	79,25	256,8	30,9
Llémèna	IRTA	3	84,75	221,9	38,2
Llémèna	UG	4	131,25	143,9	91,2

	equip	lloc	NobsSTR	NpreditSTR	%obs/predit
Rigard	UB	5	3,25	5,0	65,0
Rigard	UL	6	0	32,7	0,0
Rigard	IRTA	7	20,5	28,5	71,9
Rigard	UG	8	10	29,0	34,5



Taula 12.6. Resultats de la grandària poblacional observada, estimada i el percentatge de captura per cada grup als diferents punts de mostreig pel barb de muntanya (BME) a la Llémèna i la truita comuna (STR) al Rigard.

equip	riu	lloc	NobsBME	NpredictBME	% capturat
UB	Llémèna	1	85	267,4	31,8
UG	Llémèna	1	31	267,4	11,6
UL	Llémèna	1	63	267,4	23,6
IRTA	Llémèna	1	30	267,4	11,2
UL	Llémèna	2	67	256,8	26,1
UB	Llémèna	2	124	256,8	48,3
IRTA	Llémèna	2	84	256,8	32,7
UG	Llémèna	2	42	256,8	16,4
IRTA	Llémèna	3	74	221,9	33,3
UL	Llémèna	3	117	221,9	52,7
UG	Llémèna	3	65	221,9	29,3
UB	Llémèna	3	83	221,9	37,4
UG	Llémèna	4	67	143,9	46,6
IRTA	Llémèna	4	86	143,9	59,8
UB	Llémèna	4	100	143,9	69,5
UL	Llémèna	4	272	143,9	189,0
equip	riu	lloc	NobsSTR	NpredictSTR	% capturat
UB	Rigard	5	4	5	80,0
UG	Rigard	5	4	5	80,0
UL	Rigard	5	2	5	40,0
IRTA	Rigard	5	3	5	60,0
UL	Rigard	6	0	32,7	0,0
UB	Rigard	6	0	32,7	0,0
IRTA	Rigard	6	0	32,7	0,0
UG	Rigard	6	0	32,7	0,0
IRTA	Rigard	7	29	28,5	101,8
UL	Rigard	7	18	28,5	63,2
UG	Rigard	7	17	28,5	59,6
UB	Rigard	7	18	28,5	63,2
UG	Rigard	8	10	29	34,5
IRTA	Rigard	8	11	29	37,9
UB	Rigard	8	15	29	51,7
UL	Rigard	8	4	29	13,8

Capturabilitats per cada espècie

La biologia i morfologia de cada espècie fa que responguin de manera diferent davant de la pesca elèctrica i per tant la capturabilitat varia entre les diferents espècies. El software MARK permet, a partir de mostres fets amb removal, calcular la probabilitat de captura de cada espècie (Taula 12.7 i 12.8). Aquesta probabilitat de captura (p) es pot estimar suposant que sigui constant en les diferents passades, admetent variabilitat en la probabilitat de captura entre les diferents passades i introduint l'efecte de la longitud dels peixos. Les probabilitats de captura varien molt depenent de l'espècie i depenent de cadascun dels supòsits acabats d'esmentar (vegeu per exemple Fig. 12.3). Pel que fa a l'ajustament dels diferents models de les 12 pesques analitzades, 8 dels models millor ajustats inclouen l'efecte de la longitud (ja sigui amb una relació lineal o potencial). Només tres dels models millors ajustats suposen capturabilitat constant, la resta de casos (9) tenen capturabilitat diferent en les successives passades.

Taula 12.7. Resultats de la probabilitat de captura (p) del barb de muntanya quan: p és constant a les diferents passades (PBME); p de la 1era passada estimant que la p és variable a cada passada (P1BME); p de la 1era passada estimant que la p és variable per cada passada i tenint en compte la longitud (relació lineal) dels individus (PL1BME); p de la 1era passada estimant que la p és variable per cada passada i tenint en compte la longitud (relació potencial) dels individus (PLL1BME). En negreta els models amb un millor ajust.

BME			AICc	Delta AICc	AICc weight	Model likelihood	Deviance	p
Llémena UB	1	PBME	585,150	3,979	0,117	0,137	583,145	0,427
		P1BME	588,673	7,502	0,020	0,024	582,648	0,426
		PL1BME	581,171	0,000	0,857	1,000	569,083	0,546
		PLL1BME	591,145	9,974	0,006	0,007	566,815	0,433
Llémena UL	2	PBME	551,624	0,000	0,645	1,000	549,620	0,501
		P1BME	552,886	1,262	0,343	0,532	546,861	0,519
		PL1BME	559,825	8,201	0,011	0,017	545,708	0,010
		PLL1BME	564,979	13,356	0,001	0,001	540,653	0,503
Llémena IRTA	3	PBME	476,972	2,028	0,157	0,363	474,967	0,362
		P1BME	474,945	0,000	0,433	1,000	468,912	0,388
		PL1BME	477,667	2,722	0,111	0,256	465,553	0,002
		PLL1BME	475,687	0,743	0,299	0,690	451,263	0,366
Llémena UG	4	PBME	293,129	12,715	0,001	0,002	291,122	0,573
		P1BME	285,705	5,291	0,056	0,071	279,662	0,507
		PL1BME	283,759	3,345	0,149	0,188	267,498	0,975
		PLL1BME	280,414	0,000	0,793	1,000	262,087	0,924

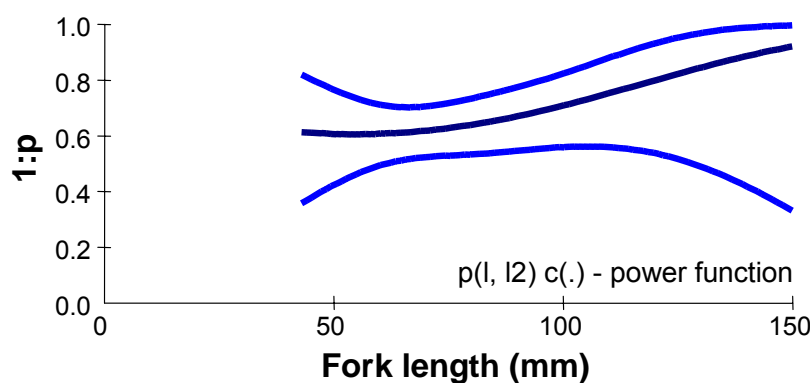


Fig. 12.3. La probabilitat de captura estimada (amb el rang superior i inferior també representat) pel de barb de muntanya capturats (al punt Llémena 4) a la primera passada, suposant capturabilitat variable entre passades i en funció (potencial) de la longitud.

Taula 12.8. Resultats de la probabilitat de captura de l'anguila (AAN), el barb de l'Ebre (BGR) i la truita comuna (STR) quan: p és constant a les diferents passades (PBGR, PAAN, PSTR); p de la 1era passada estimant que la p és variable a cada passada (P1BGR, P1AAN, P1STR); p de la 1era passada estimant que la p és variable per cada passada i tenint en compte la longitud (relació lineal) dels individus (PL1BGR, PL1AAN, PL1STR); p de la 1era passada estimant que la p és variable per cada passada i tenint en compte la longitud (relació potencial) dels individus (PLL1BGR, PLL1AAN, PLL1STR). En negreta els models amb un millor ajust.

			AICc	Delta AICc	AICc Weight	Model likelihood	Deviance	p	
BGR Llémena	IRTA	3	PBGR	60,793	14,970	0,001	0,001	58,755	0,539
			P1BGR	64,148	18,325	0,000	0,000	57,917	0,500
			PL1BGR	61,096	15,273	0,000	0,001	48,265	0,524
			PLL1BGR	45,823	0,000	0,999	1,000	32,992	0,573
BGR Llémena	UG	4	PBGR	25,479	6,612	0,035	0,037	23,399	0,660
			P1BGR	28,827	9,960	0,007	0,007	22,327	0,615
			PL1BGR	18,868	0,000	0,953	1,000	10,017	0,035
			PLL1BGR	29,146	10,278	0,006	0,006	9,797	0,000
AAN Llémena	UB	1	PAAN	7,802	135,802	0,000	0,000	5,136	0,343
			P1AAN	14,773	142,773	0,000	0,000	2,773	0,484
			PL1AAN	-128,000	0,000	1,000	1,000	0,000	1,000
			PLL1AAN	-38,400	89,600	0,000	0,000	0,000	1,000
AAN Llémena	UL	2	PAAN	6,873	0,000	0,401	1,000	4,473	0,740
			P1AAN	9,152	2,279	0,128	0,320	3,819	0,667
			PL1AAN	6,984	0,111	0,379	0,946	1,651	0,000
			PLL1AAN	9,808	2,935	0,092	0,231	0,808	0,000
AAN Llémena	IRTA	3	PAAN	23,912	7,550	0,022	0,023	21,778	0,183
			P1AAN	27,991	11,629	0,003	0,003	21,134	0,313
			PL1AAN	26,329	9,967	0,007	0,007	16,848	0,434
			PLL1AAN	16,362	0,000	0,968	1,000	9,505	0,374
AAN Llémena	UG	4	PAAN	17,176	4,867	0,079	0,088	15,042	0,637
			P1AAN	21,261	8,953	0,010	0,011	14,404	0,625
			PL1AAN	21,377	9,069	0,010	0,011	11,896	0,670
			PLL1AAN	12,308	0,000	0,901	1,000	0,001	1,000
STR Rigard	UL	6	PSTR	76,267	8,749	0,012	0,013	74,233	0,403
			P1STR	79,443	11,925	0,003	0,003	73,236	0,441
			PL1STR	67,518	0,000	0,976	1,000	50,221	1,000
			PLL1STR	76,941	9,423	0,009	0,009	50,025	1,000
STR Rigard	IRTA	7	PSTR	66,236	0,000	0,799	1,000	64,195	0,343
			P1STR	70,253	4,017	0,107	0,134	64,003	0,390
			PL1STR	70,594	4,358	0,090	0,113	57,691	0,654
			PLL1STR	77,568	11,331	0,003	0,004	57,568	0,654

Efecte de la xarxa en la capturabilitat

S'ha estudiat si la capturabilitat (d'individus i d'espècies) varia en les estacions on es va tancar en xarxes (removal) en comparació amb les estacions que no es van tancar, comparant les captures de la primera pesca amb xarxa (removal) amb les captures sense xarxa (de l'altre estació del mateix punt de mostreig). Tant al Rigard com a la Llémèna hi ha diferències significatives en el fet d'utilitzar xarxes ja que les CPUEs augmenten en les estacions en què s'han utilitzat (Taula 12.9). Per exemple, la mitjana de CPUEs en el cas del barb de muntanya és de 80 individus en les zones no tancades respecte 115 individus en el tram tancat amb xarxes (Fig. 12.4). Al Rigard, on només hi ha truita, la diferència és menor amb 10 individus respecte 11 individus en el tram tancat amb xarxes. La significació estadística de la interacció en el cas del Rigard probablement és un artefacte degut als resultats del punt 6, on no es va capturar cap peix en cap de les ocasions només en l'estació sense xarxes, que era aigües amunt (segurament perquè hi havia una barrera natural entre els dos punts).

Taula 12.9. Resultats pel que fa als individus detectats utilitzant i sense utilitzar xarxes.

Contrastes de los efectos del modelo^a

Origen	Tipo III		
	Chi-cuadrado de Wald	gl	Sig.
(Intersección)	15554,634	1	,000
removal	23,676	1	,000
lloc	4,444	3	,217
removal * lloc	10,924	3	,012

Variable dependiente: NobsTotal

Modelo: (Intersección), removal, lloc, removal * lloc

a. tipus = Llémèna

Contrastes de los efectos del modelo^a

Origen	Tipo III		
	Chi-cuadrado de Wald	gl	Sig.
(Intersección)	334,874	1	,000
removal	,138	1	,710
lloc	14,747	3	,002
removal * lloc	9,441	2	,009

Variable dependiente: NobsTotal

Modelo: (Intersección), removal, lloc, removal * lloc

a. tipus = Freser

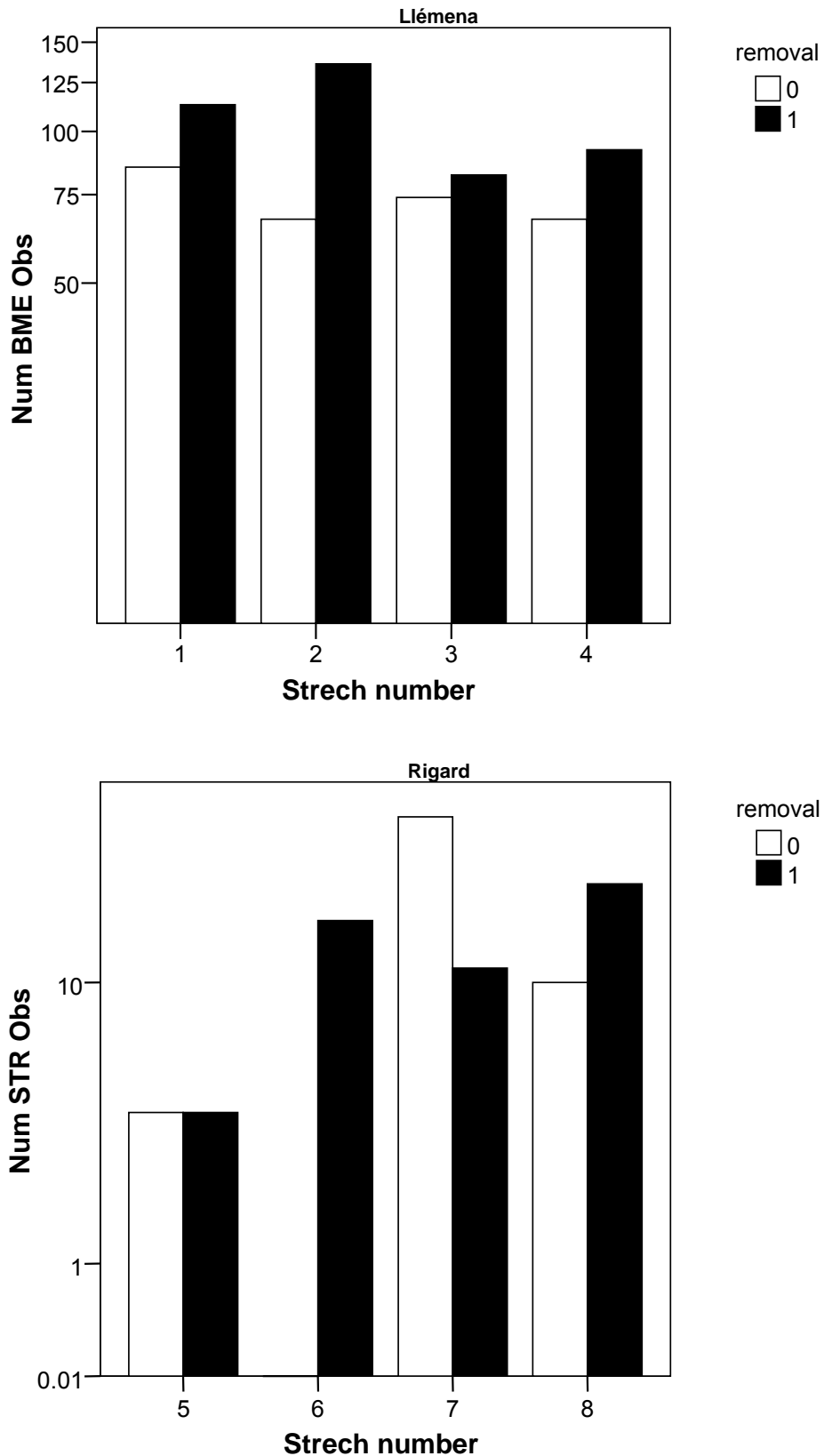


Fig. 12.4. Individus de barb de muntanya (BME) i truita (STR) capturats als diferents punts de mostreig de la Llémena i el Rigard utilitzant (negre, 1) i sense utilitzar (blanc, 0) xarxes.



Pel que fa a la riquesa observada, les anàlisis mostren que l'ús de xarxes no influeix significativament en la riquesa observada en la primera pesca (Taula 12.10). En el cas del Rigard la comunitat de peixos està formada únicament per la truita i aquesta es captura usant o sense usar xarxes (excepte en el cas del punt 6). A la Llémna podria haver-hi una petita diferència en les espècies detectades quan s'usen xarxes, però en tot cas és molt petita i no és estadísticament significativa.

Taula 12.10. Resultats per la Llémna i el Rigard pel que fa a les espècies detectades utilitzant i sense utilitzar xarxes.

Contrastes de los efectos del modeló

Origen	Tipo III		
	Chi-cuadrado de Wald	gl	Sig.
(Intersección)	18,108	1	,000
removal	,467	1	,494
lloc	,174	3	,982
removal * lloc	,174	3	,982

Variable dependiente: NSpObs

Modelo: (Intersección), removal, lloc, removal * lloc

a. tipus = Llémna

Contrastes de los efectos del modeló

Origen	Tipo III		
	Chi-cuadrado de Wald	gl	Sig.
(Intersección)	,000	1	1,000
removal	,000	1	1,000
lloc	,000	3	1,000
removal * lloc	,000	2	1,000

Variable dependiente: NSpObs

Modelo: (Intersección), removal, lloc, removal * lloc

a. tipus = Freser

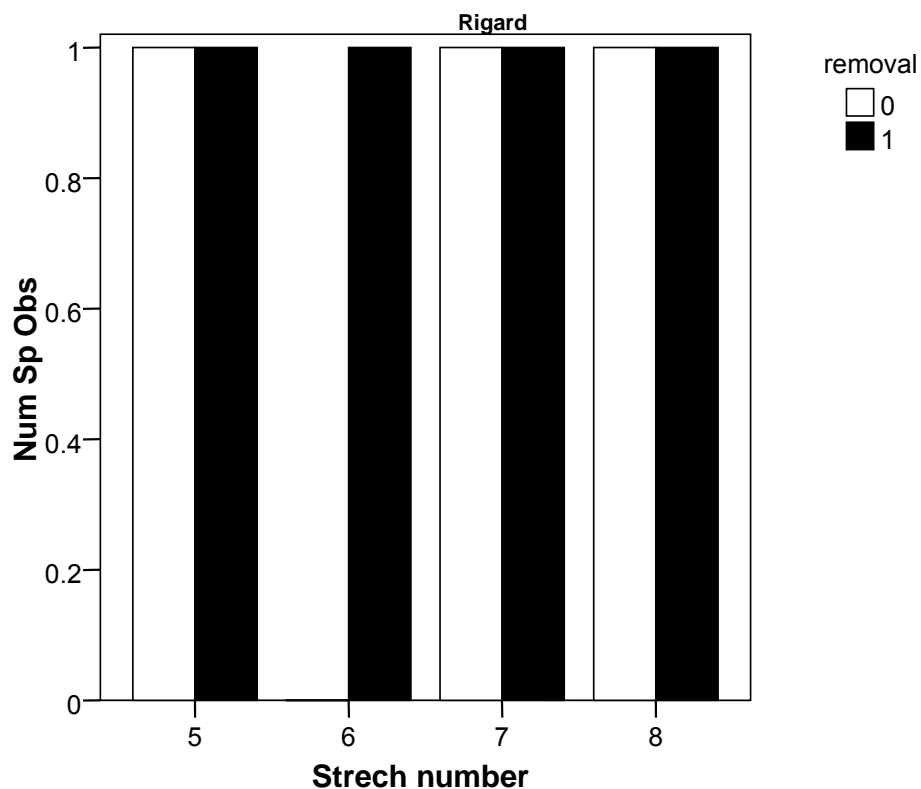
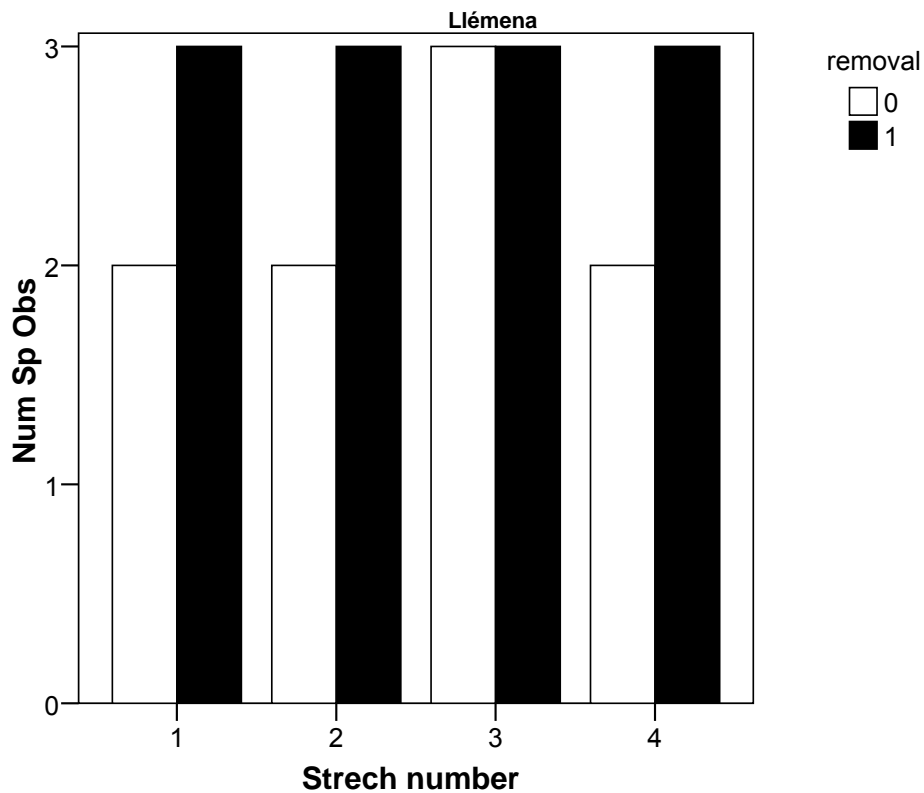


Fig. 12.5. Espècies observades als diferents punts de mostreig de la Liémena i el Rigard utilitzant (negre, 1) i sense utilitzar (blanc, 0) xarxes.

S'ha detectat que posar xarxa influeix lleugerament en la composició d'espècies observades (% barbs de muntanya, que és l'espècie dominant) en la primera pesca però varia segons el lloc. Tancant amb xarxes, en un lloc es detectaven menys bagres i en un altra més barb de l'Ebre (Taula 12.11, Fig. 12.6). En general la diferència sembla poc important.

Taula 12.11. Resultats per la Llémna pel que fa al nombre de barbs de muntanya observats respecte al total.

Origen	Tipo III		
	Chi-cuadrado de Wald	gl	Sig.
(Intersección)	8323,794	1	,000
removal	,033	1	,856
lloc	39,781	3	,000
removal * lloc	9,314	3	,025

Eventos: NobsBME Ensayos: NobsTotal.

Modelo: (Intersección), removal, lloc, removal * lloc a tipus = Llémna

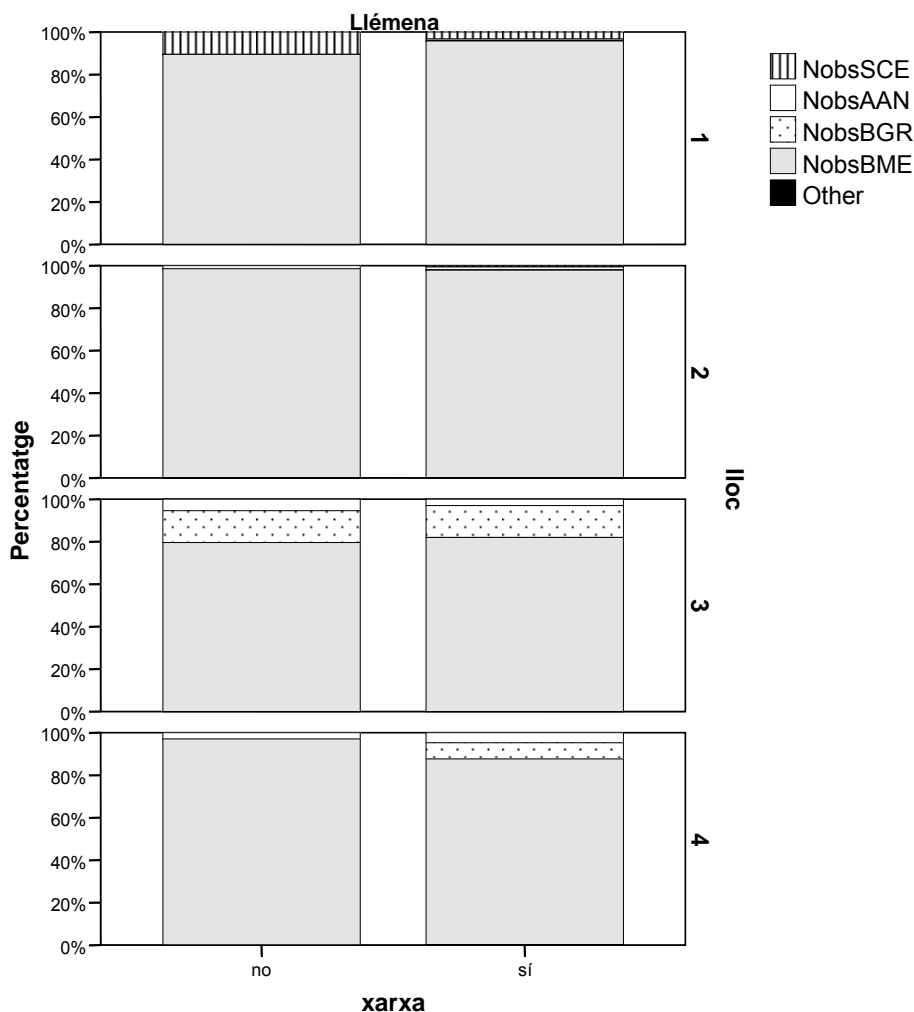


Fig. 12.6. Proporcions relatives de les diferents espècies detectades depenent de l'ús o no de xarxes. SCE: bagra, AAN: anguila, BGR: barb comú o de Graells, BME: barb de muntanya.

12.4. Resultats: intercalibració dels equips de pesca

S'ha analitzat les possibles diferències, pel que fa a la detecció d'espècies i a la seva abundància, entre els quatre equips de recerca que varen realitzar l'estudi.

Riquesa observada

Pel que fa a la riquesa d'espècies observades per cada riera es detecta que no depèn de cap factor (ni ordre, ni equip, ni *carryover*, ni del lloc) (Taula 12.12). En el cas del Rigard en tots els casos només es va detectar la truita comuna. En el cas de la Llémèna, tot i que el nombre d'espècies detectades varia lleugerament en els diferents punts i pels diferents grups de recerca (Fig. 12.7), aquesta variació no és estadísticament significativa.

Taula 12.12. Resultats per la Llémèna i el Rigard pel que fa a les espècies detectades.

Contrastes de los efectos del modelõ

Origen	Tipo III		
	Chi-cuadrado de Wald	gl	Sig.
(Intersección)	,000	1	1,000
ordre	,000	3	1,000
equip	,000	3	1,000
carryover	,000	3	1,000
lloc	,000	2	1,000

Variable dependiente: NSpObs

Modelo: (Intersección), ordre, equip, carryover, lloc

a. tipus = Freser

Contrastes de los efectos del modelõ

Origen	Tipo III		
	Chi-cuadrado de Wald	gl	Sig.
(Intersección)	33,478	1	,000
ordre	2,278	3	,517
equip	,195	3	,978
carryover	,700	3	,873
lloc	2,843	3	,416

Variable dependiente: NSpObs

Modelo: (Intersección), ordre, equip, carryover, lloc

a. tipus = Llémèna

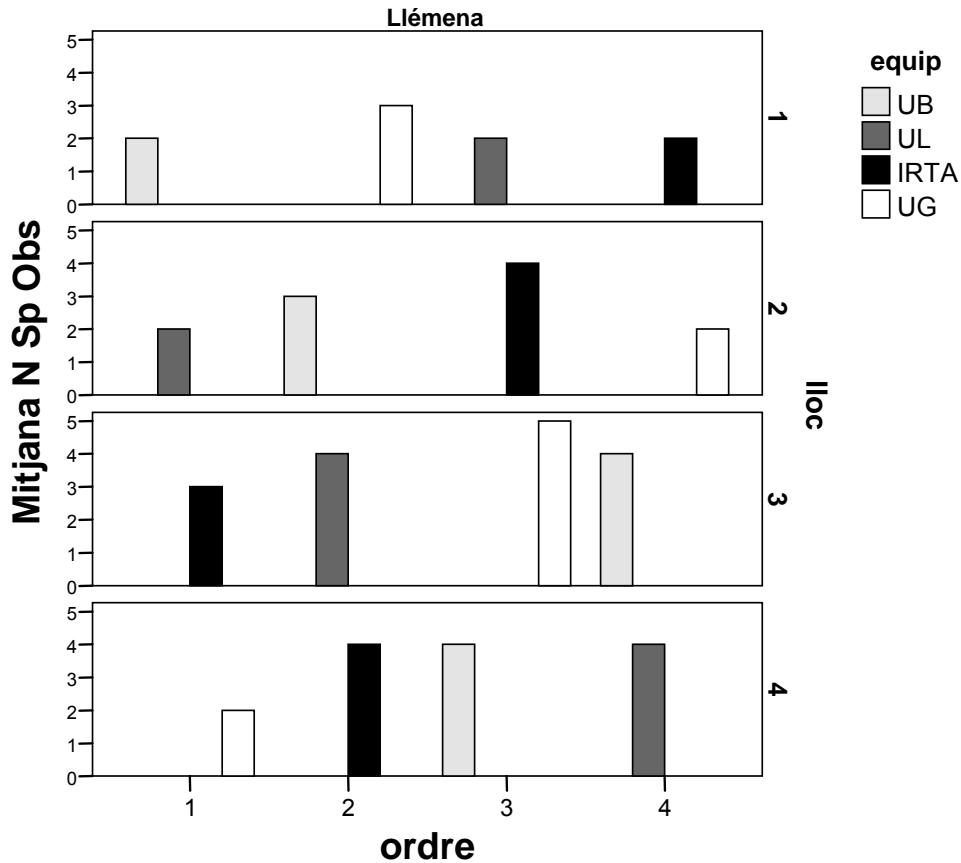


Fig. 12.7. Nombre d'espècies observades als diferents punts de mostreig de la Llémèna pels diferents equips de recerca.

Abundància observada

A part de la riquesa d'espècies també s'ha estudiat les variacions en les abundàncies observades (CPUE). Les CPUEs de truita (al Rigard) varien entre els punts de mostreig però no depèn significativament de cap altre factor (Taula 12.13). No hi ha efecte ni d'equip, ni de l'ordre, ni *carryover*.

Taula 12.13. Resultats de les CPUE de truita comuna al Rigard.

Contrastes de los efectos del modelò

Origen	Tipo III		
	Chi-cuadrado de Wald	gl	Sig.
(Intersección)	218,252	1	,000
ordre	,247	3	,970
equip	5,039	3	,169
carryover	1,303	3	,728
lloc	31,556	2	,000

Variable dependiente: NobsSTR

Modelo: (Intersección), ordre, equip, carryover, lloc

a. tipus = Freser

En el cas de la Llémèna tant si analitzem les CPUEs totals (totes les espècies juntes) com només les CPUEs de barb de muntanya (que és l'espècie més abundant) s'arriba a les mateixes conclusions. Les CPUEs varien significativament entre els punts de mostreig de la Llémèna i també hi ha efecte de l'equip de recerca, de l'ordre i de carryover (Taula 12.14). L'equip i el lloc són els factors més importants. Pel que fa a l'equip, la UB i la UL són els que capturen més peixos. Pel que fa a les CPUEs, aquestes augmenten riu avall. L'ordre de la pesca influeix però les CPUEs no disminueixen marcadament amb les diferents pesques consecutives del mateix punt (per tant no es detecta mortalitat), més aviat els resultats indiquen que a la primera pesca es pesca menys (Fig. 12.8). El fet que augmenti lleugerament les CPUEs en les pesques consecutives al mateix punt pot ésser degut a què els individus que han estat enrampats i manipulats una vegada són més fàcils de tornar a ser capturats. Una altre explicació possible és que amb la primera pesca s'ha tret els peixos del seus refugis i per tant són més susceptibles d'ésser capturats a les següents pesques. L'efecte carryover significatiu (UB = 1, UL = 2, IRTA = 3, UG = 4) sembla indicar que després de UB i UL es pesca més, un fet explicable pels mateixos mecanismes que acabem de comentar.

Taula 12.14. Resultats de les CPUE de la Llémèna tan pel conjunt de les espècies (esquerra) com només pel barb de muntanya (dreta).

Contrastes de los efectos del model^a

Origen	Tipo III		
	Chi-cuadrado de Wald	gl	Sig.
(Intersección)	15861,546	1	,000
ordre	32,598	3	,000
equip	145,984	3	,000
carryover	71,460	3	,000
lloc	156,641	3	,000

Variable dependiente: NobsTotal

Modelo: (Intersección), ordre, equip, carryover, lloc

a. tipus = Llémèna

Contrastes de los efectos del model^a

Origen	Tipo III		
	Chi-cuadrado de Wald	gl	Sig.
(Intersección)	13355,341	1	,000
ordre	32,527	3	,000
equip	136,647	3	,000
carryover	62,352	3	,000
lloc	111,561	3	,000

Variable dependiente: NobsBME

Modelo: (Intersección), ordre, equip, carryover, lloc

a. tipus = Llémèna

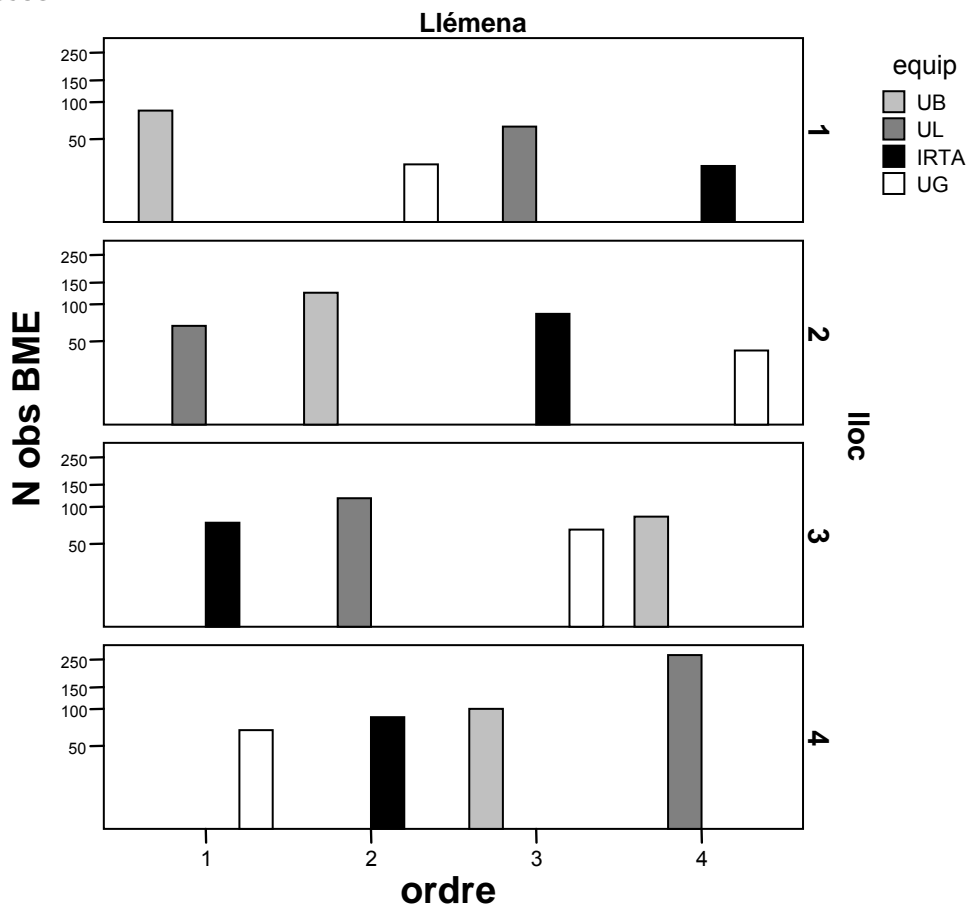


Fig. 12.8. Nombre de barbs de muntanya (BME) observats als diferents punts de mostreig de la Llémena pels diferents equips de recerca.

També s'ha analitzat, utilitzant models lineals generalitzats amb errors binomials amb link logit, si hi ha efectes en les mètriques de composició d'espècies (%). En el cas del Rigard no hi ha cap paràmetre significatiu perquè només hi havia truita. En el cas de la Llémena el % de barbs de muntanya varia de manera significativa per l'ordre i el lloc, però no per l'equip de recerca (Taula 12.15). La composició varia entre llocs (per ex. al punt 1 hi ha bagra, al punt 3 augmenta el barb de l'Ebre) però no hi ha un efecte de l'equip que mostreja (Fig. 12.9).

Taula 12.15. Resultats del percentatge de barb de muntanya observat a la Llémena.

Contrastes de los efectos del modelõ

Origen	Tipo III		
	Chi-cuadrado de Wald	gl	Sig.
(Intersección)	153,793	1	,000
ordre	17,735	3	,000
equip	2,821	3	,420
carryover	2,161	3	,540
lloc	29,709	3	,000

Eventos: NobsBME

Ensayos: NobsTotal

Modelo: (Intersección), ordre, equip, carryover, lloc

a. tipus = Llémena

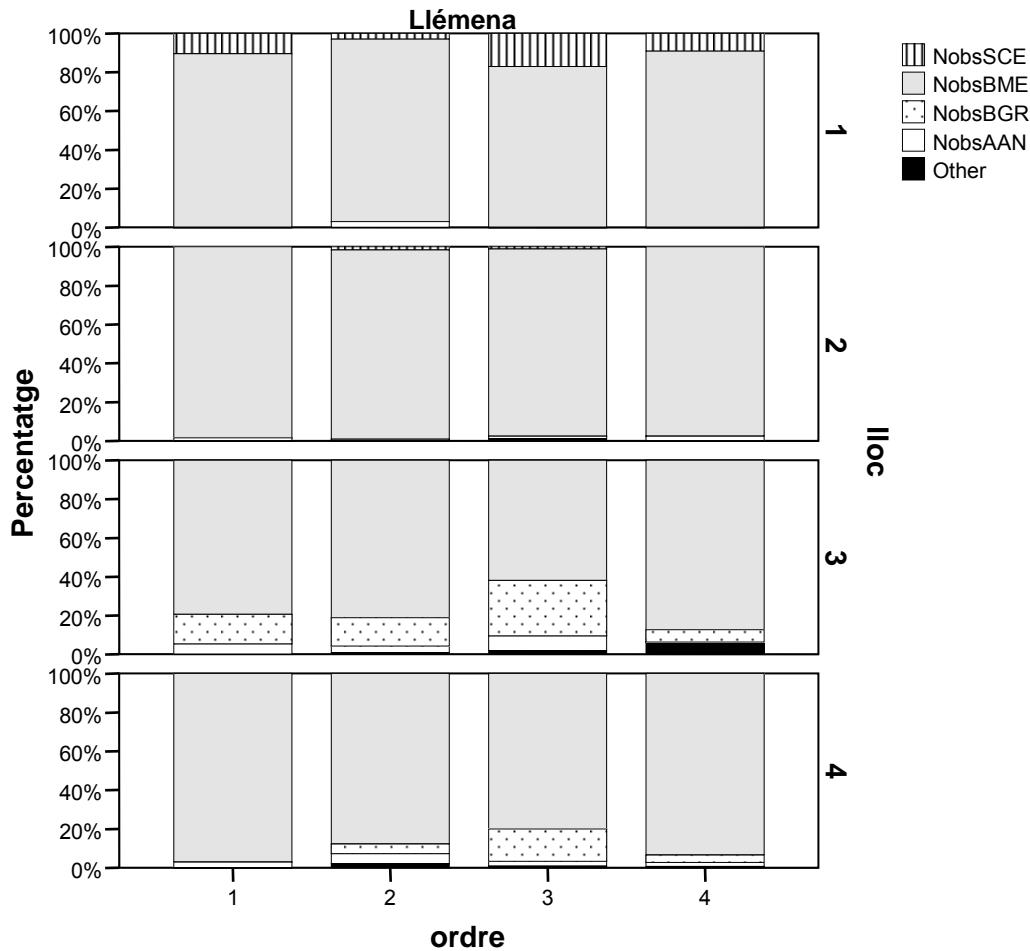


Fig. 12.9. Abundància relativa entre espècies observades als diferents punts de mostreig de la Llémena pels diferents equips de recerca. SCE: bagra, BGR: barb comú o de Graells, BME: barb de muntanya, AAN: anguila.



Intercalibració d'equips: hàbitat

Cada equip de recerca realitzava a cada punt de mostreig, després d'haver acabat la pesca elèctrica, una valoració de les característiques de l'hàbitat amb el mateix protocol utilitzat en els mostreigs previs. D'aquesta manera es pot analitzar la similitud de criteris a l'hora de puntuar les característiques de la riera. La taula 12.16 mostra el llistat de variables (ordenades per la seva significació estadística) que s'utilitzaven per fer la valoració. La mateixa taula ens mostra la grandària de l'efecte (η^2 parcial) dels quatre equips en la significació de la variable. Per exemple, la valoració del "percentatge d'herba" és molt diferent ($P < 0,0005$; η^2 parcial = 0,75) entre els grups de recerca, la qual cosa ens indica que hi ha diferències importants entre les valoracions dels diferents grups de recerca pel que fa a puntuar aquesta variable (Fig. 12.10). A l'altre extrem hi tenim variables com "percentatge de troncs i branques", "amplada mitjana" o "puntuació del microhàbitat" que els valors surten molt iguals (estadísticament no es detecta diferència significativa) entre els diferents grups de recerca. En general, les variables que provenen del *Rapid Bioassessment* (són variables resultat d'una valoració puntuada entre 1 i 10) presenten més similitud entre els grups de recerca (exemples: puntuació de macròfits, puntuació de mesohàbitats).

Aquests resultats ens indiquen que algunes de les variables que s'utilitzen per avaluar les zones de mostreig s'haurien de definir, detallar i aclarir millor per tal que el criteri de valoració sigui més clar i homogeni i que és previsible que la valoració de l'hàbitat varii més segons l'equip de mostreig que les pròpies dades de pesca elèctrica

Taula 12.16, Llistat de variables que es van utilitzar per fer la valoració de l'hàbitat ordenades per la seva significació estadística de l'equip de pesca (ANOVA amb equip i punt de mostreig com a factors; es mostren només els resultats per l'equip de pesca com a font de variació),

Variable	SS	gl	MS	F	P	Eta ² parcial
PercentHerba	3600,06	2	1800,03	13,54	0,00	0,75
AmpladadelaVegetaciodeRiberaE	25,50	2	12,75	8,61	0,01	0,66
AgricolaUsSol	1,95	2	0,98	8,37	0,01	0,65
ErosiodelsmargesD	10,62	2	5,31	8,36	0,01	0,65
GraudecolmatacioPuntuacio	6,72	2	3,36	8,01	0,01	0,64
PercentRapids	756,47	2	378,24	7,61	0,01	0,63
PercentRefugistotals	5525,81	2	2762,90	6,78	0,02	0,60
PercentGraves	826,78	2	413,39	6,57	0,02	0,59
PercentCodols	681,89	2	340,94	6,37	0,02	0,59
PercentArbusts	1595,62	2	797,81	6,33	0,02	0,58
ErosiodelsmargesE	12,31	2	6,15	5,62	0,03	0,56
Aiguaterbola	1,22	2	0,61	4,95	0,04	0,52
PercentArbres	1314,56	2	657,28	4,42	0,05	0,50
Erosio	1,06	2	0,53	4,28	0,05	0,49
PercentRocaMare	36,97	2	18,49	3,65	0,07	0,45
PercentVegetacioderiberasubmergida	474,45	2	237,23	3,52	0,07	0,44
AmpladadelaVegetaciodeRiberaD	14,97	2	7,49	3,28	0,09	0,42
VegetacioderiberaE	9,81	2	4,90	2,90	0,11	0,39
PercentTaules	686,75	2	343,38	2,84	0,11	0,39
CabalPuntuacio	0,62	2	0,31	2,65	0,12	0,37
PercentVegetacioaquatica	168,12	2	84,06	2,42	0,14	0,35
PercentFlotant	892,47	2	446,24	1,95	0,20	0,30
PercentAlguesfixes	4988,25	2	2494,13	1,72	0,23	0,28
ForestalUsSol	0,31	2	0,15	1,60	0,25	0,26
PercentFixafullesflotants	30,56	2	15,28	1,60	0,25	0,26
PercentFixaemergent	232,56	2	116,28	1,59	0,26	0,26
PercentPous	170,39	2	85,19	1,57	0,26	0,26
Canalitzacio	0,25	2	0,13	1,50	0,27	0,25
CanalitzacioPuntuacio	2,78	2	1,39	1,47	0,28	0,25
PercentFixasubmergida	73,62	2	36,81	1,46	0,28	0,24
ResidencialUsSol	0,56	2	0,28	1,43	0,29	0,24
Carreterescamins	0,56	2	0,28	1,43	0,29	0,24
Maximnivelldecrescuda	0,84	2	0,42	1,43	0,29	0,24
PercentCoves	522,56	2	261,28	1,11	0,37	0,20
PercentTroncsbranques	45,12	2	22,56	1,08	0,38	0,19
PercentCoberturaamarges	309,28	2	154,64	0,80	0,48	0,15
PercentCobertura	160,12	2	80,06	0,76	0,49	0,15
Pedresamblapartdesotanegra	0,06	2	0,03	0,64	0,55	0,13
PercentBlocsIPedres	148,31	2	74,15	0,62	0,56	0,12
PercentSorra	28,50	2	14,25	0,61	0,56	0,12
ampladaMitjana	0,08	2	0,04	0,43	0,66	0,09
VegetacioderiberaD	2,78	2	1,39	0,39	0,69	0,08
MicrohabitatsPuntuacio	0,31	2	0,15	0,30	0,75	0,06
MesohabitatsPuntuacio	0,56	2	0,28	0,20	0,82	0,04
PercentCoberturaaeria	77,95	2	38,98	0,16	0,85	0,03
PercentLlimsiArgila	1,95	2	0,98	0,15	0,86	0,03
PercentRefugisestructurals	67,56	2	33,78	0,10	0,91	0,02
MorfologiadelCanalPuntuacio	0,31	2	0,15	0,07	0,93	0,02
PuntuacioMacrofits	0,06	2	0,03	0,02	0,98	0,01

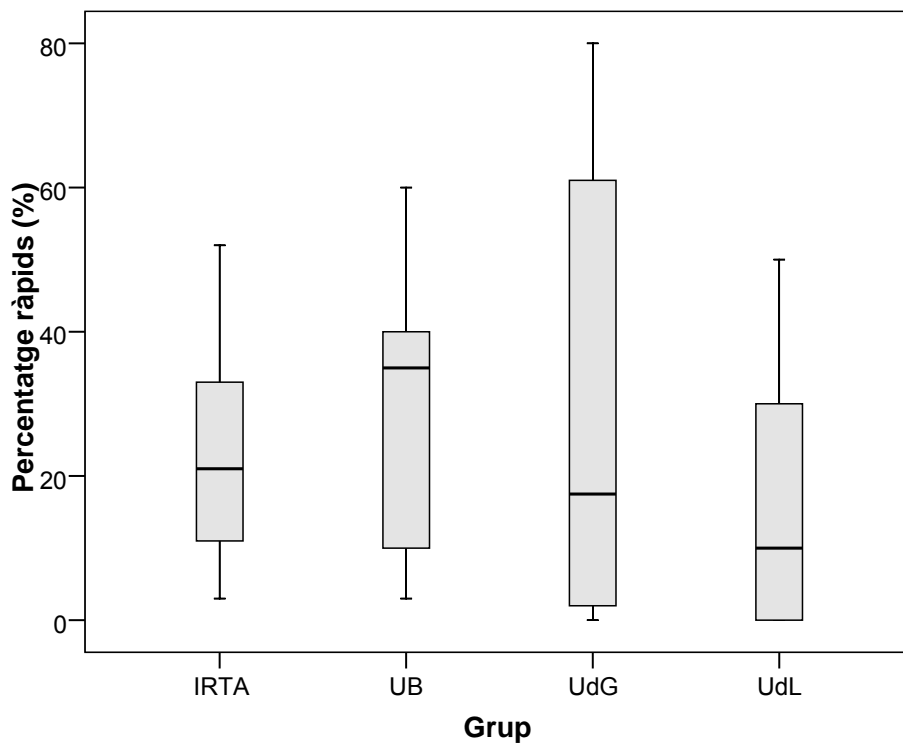
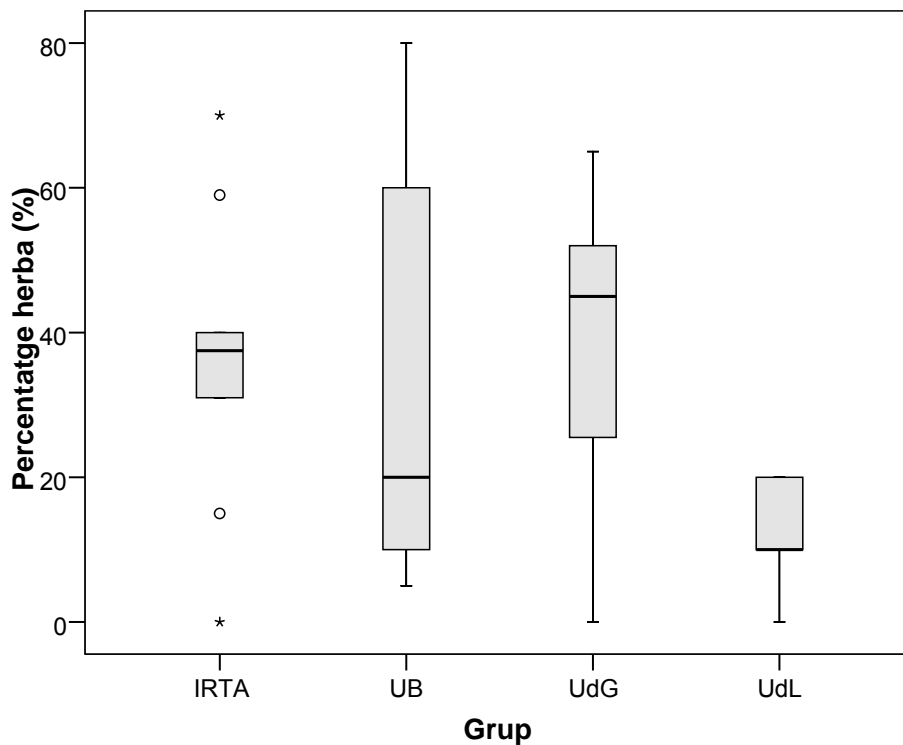


Fig. 12.10. Valoració de dues variables d'hàbitat (Percentatge de ràpids, Percentatge herba) que els grups de recerca han valorat de manera diferent (veure la diferència estadística a la Taula 12.14).



12.5. Conclusions sobre la capturabilitat

- El mètode de mostreig que s'utilitza és eficient per detectar les espècies presents a les zones d'estudi. En punts de mostreig amb poques espècies de manera general es captura el 100% de les espècies presents a la zona. En trams de riu amb més riquesa d'espècies, tot i que resulta més difícil detectar totes les espècies presents, una sola pesca elèctrica sense xarxes de mostreig en general detecta més del 50% de la riquesa total estimada.
- El mètode de mostreig utilitzat és eficient, ja que captura un percentatge important (en general entre el 40-60%) dels individus presents a la zona d'estudi. Els resultats també indiquen que el mostreig és lleugerament més eficient en trams alts (amb baixa densitat d'individus) que en trams amb una alta abundància de peix.
- La capturabilitat varia en funció de les espècies i les mides. A més, aplicant pesques successives la capturabilitat no és constant sinó que en general a la primera passada hi ha la capturabilitat més gran.
- Hi ha diferències significatives en el fet d'utilitzar xarxes ja que les CPUEs augmenten en les estacions on s'han utilitzat.
- Pel que fa a la riquesa observada, els testos mostren que l'ús de xarxes no influeix significativament en la riquesa observada en la primera pesca.
- La riquesa d'espècies observades dins de cada tram de riu no depèn de cap factor (ni ordre, ni equip, ni carryover, ni del lloc).
- Les CPUEs de truita (al Rigard) variaven entre els punts de mostreig però no depenien significativament de cap altre factor. En el cas de la Llémna les CPUEs varien significativament entre els punts de mostreig i també hi ha efecte de l'equip de pesca, de l'ordre i de carryover. L'equip i el lloc són els factors més importants. L'ordre influeix però les CPUEs no disminueixen marcadament amb les diferents pesques consecutives del mateix punt (per tant, no es detecta mortalitat), més aviat els resultats indiquen que a la primera pesca es pesca menys. Aquest fet pot ésser degut a què els individus que han estat enrampats i manipulats una vegada són més fàcils de tornar a ser capturats o a què amb la primera pesca s'ha tret els peixos dels seus refugis i per tant són més susceptibles d'ésser capturats a les següents pesques.
- La composició d'espècies varia entre llocs però no hi ha un efecte de l'equip que mostreja.
- Hi ha un conjunt de mesures de l'hàbitat que s'utilitzen per avaluar les zones de mostreig que presenten valors molt diferents depenent del grup de recerca que les valora. Aquestes variables s'haurien de definir, detallar i aclarir millor per tal que el criteri de valoració sigui més clar i homogeni. En general les variables que provenen del Rapid Bioassessment (són variables resultat d'una valoració puntuada entre 1 i 10) presenten més similitud entre els grups de recerca.
- En resum, els resultats mostren que el mètode de pesca elèctrica és eficient i adequat per caracteritzar les comunitats de peixos estudiades i que la variació deguda a l'equip de pesca és negligible. En canvi, la valoració de l'hàbitat sembla més subjectiva i necessita de més intercalibració dels equips de mostreig.





13. Referències

- Agència Catalana de l'Aigua. 2005. *Caracterització de masses d'aigua i anàlisi del risc d'incompliment dels objectius de la Directiva marc de l'aigua (2000/60/CE) a Catalunya (conques intra i intercomunitàries). En compliment dels articles 5, 6 i 7 de la Directiva.* Document tècnic. Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya.
- Agència Catalana de l'Aigua. 2006. *BIORI. Protocol d'avaluació de la qualitat biològica dels rius.* Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya.
- Angermeier, P. L. & Davideanu, G. 2004. Using fish communities to assess streams in Romania: initial development of an index of biotic integrity. *Hydrobiologia*, 511: 65-78.
- Angermeier, P.L.; Smogor, R.A. & Stauffer, J.R. 2000. Regional frameworks and candidate metrics for assessing biotic integrity in mid-Atlantic highland streams. *Transactions of the American Fisheries Society*, 129: 962-981.
- Aparicio, E.; Vargas, M.J.; Ruiz-Olmo, J. & Sostoa, A. de. 2000. Decline of native freshwater fishes in a mediterranean watershed on the Iberian Peninsula. *Environmental Biology of Fishes*, 59: 11-19.
- Barbour, M.T.; Gerritsen, J.; Snyder, B.D. & Stribling, J.B. 1999. *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish.* 2^o edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.
- Belpaire, C.; Smolders, R.; Vanden Auweele, I.; Ercken, D.; Breine, J.; Van Thuyne, G. & Ollevier, F. 2000. The index of biotic integrity characterising fish populations and ecological quality of Flandrian water bodies. *Hydrobiologia*, 434: 17-33.
- Benejam, L.; Aparicio, E.; Vargas, M.J.; Vila-Gispert, A. & García-Berthou E. 2008a. Assessing fish metrics and biotic indices in a Mediterranean stream: effects of uncertain native status of fish. *Hydrobiologia*, 603: 197-210.
- Benejam, L.; Carol J.; Benito Granell, J. & García-Berthou, E. 2008b. Les poblacions de peixos de la Tordera, 327-344 in Boada M., Mayo S. & Maneja R. (eds.). Els sistemes socioecològics de la conca de la Tordera. Institució Catalana d'Història Natural.
- Benejam L.; Angermeier P.L.; Munné, A. & García-Berthou, E. 2010. Assessing effects of water abstraction on fish assemblages in Mediterranean streams. *Freshwater Biology*, 55: 628-642.
- Bramblett, R. G. & Faush, K. D. 1991. Variable fish communities and the Index of biotic integrity in a Western great plains river. *Transactions of the American Fisheries Society*, 120: 752-769.
- Burnham, K.P. & Overton, W.S. 1978. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. *Biometrika*, 65: 623-633.
- Chao, A. 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11: 265-270.
- Chao, A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics*, 43: 783-791.



- Clavero, M. & García-Berthou, E. 2006. Homogenization dynamics and introduction routes of invasive freshwater fish in Iberian Peninsula. *Ecological Applications*, 16: 2313-2324.
- Clavero, M.; Blanco-Garrido, F. & Prenda, J. 2006. Monitoring small fish populations in streams: A comparison of four passive methods. *Fisheries Research*, 79: 243-251.
- Degerman, E.; Beier, U.; Breine, J.; Melcher, A.; Quataert, P.; Rogers, C.; Roset, N. & Simoens, I. 2007. Classification and assessment of degradation in European running waters. *Fisheries Management and Ecology*, 14: 417-426.
- Dolan, C. & Miranda, L. 2003. Immobilization thresholds of electrofishing relative to fish size. *Transactions of the American Fisheries Society*, 132: 969-976.
- Elvira, B. & Almodovar, A. 2001. Freshwater fish introductions in Spain: facts and figures at the beginning of the 21st century. *Journal of Fish Biology*, 59: 323-331.
- Fausch, K.D.; Karr, J.R. & Yant, P.R. 1984. Regional application of an Index of Biotic Integrity based on stream fish communities. *Transactions of the American Fisheries Society*, 113: 39-55.
- Ferreira T.; Caiola, N.; Casals, F.; Oliveira, J. M. & Sostoa, A. de. 2007a. Assessing perturbation of river fish communities in the Iberian Ecoregion. *Fisheries Management and Ecology*, 14: 519-530.
- Ferreira, T.; Oliveira, J.; Caiola, N.; Sostoa, A. de; Casals, F.; Cortes, R.; Economou, A.; Zogaris, S.; Garcia-Jalon, D.; Ilheu, M.; Martinez-Capel, F.; Pont, D.; Rogers, C. & Prenda, J. 2007b. Ecological traits of fish assemblages from Mediterranean Europe and their responses to human disturbance. *Fisheries Management and Ecology*, 14: 473-481.
- Grenouillet, G.; Roset, N.; Goffaux, D.; Breine, J.; Simoens, I.; de Leeuw, J.J. & Kestemont, P. 2007. Fish assemblages in European Western Highlands and Western Plains: a type-specific approach to assess ecological quality of running waters. *Fisheries Management and Ecology*, 14: 509-518.
- Hall, L. W. Jr.; Scott, M. C.; Killen, W. D. Jr. & Anderson, R. D. 1996. The effect of land-use characteristics and acid sensitivity on the ecological status of Maryland coastal plain streams. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 15: 384-394.
- Jepsen, N. & Pont, D. 2007. *Intercalibration of Fish-based Methods to evaluate River Ecological Quality*. Office for Official Publications of the European Communities.
- Karr, J.R.; Fausch, K.D.; Angermeier, P.L.; Yant, P.R. & Schlosser, I.J. 1986. *Assessing biological integrity in running waters: a method and its rationale*. Illinois Natural History Survey Special Publication 5, 28 p.
- Karr, J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, 6: 21-27.
- Kesminas, V. & Virbickas, T., 2000. Application of an adapted index of biotic integrity to rivers of Lithuania. *Hydrobiologia*, 422/423: 257-270.
- Kestemont, P.; Didier, J.; Depiereux, E. & Micha, J.C., 2000. Selecting ichthyological metrics to assess river basin ecological quality. *Archiv für Hydrobiologie*, 121: 321-348.
- Leonard, P.M. & Orth, D. J. 1986. Application and testing of an index biotic integrity in small, coolwater streams. *Transactions of the American Fisheries Society*, 115: 401-414.



- Maceda-Veiga, A. & Sostoa, A. de. 2010. Observational evidence of the sensitivity of some fish species to environmental stressors in Mediterranean Rivers. *Ecological Indicators*, doi:10.1016/j.ecolind.2010.05.009
- Maceda-Veiga, A.; Monleon-Getino, A.; Caiola, N.; Casals, F. & Sostoa, A. de. 2010. Changes in fish assemblages in catchments in north-eastern Spain: biodiversity, conservation status and introduced species. *Freshwater Biology*, 55: 1734-1746.
- Maceda-Veiga, A.; Monroy, M.; Viscor, G. & Sostoa, A. de. 2010. Changes in non-specific biomarkers in the Mediterranean barbel (*Barbus meridionalis*) exposed to sewage effluents in a Mediterranean stream (Catalonia, NE Spain). *Aquatic Toxicology*, 100: 229-237.
- Magalhaes, M.F.; Beja, P.; Schlosser, I.J. & Collares-Pereira, M.J. 2007. Effects of multi-year droughts on fish assemblages of seasonally drying Mediterranean streams. *Freshwater Biology*, 52, 1494–1510.
- Magalhaes, M.F.; Ramalho, C.E. & Collares-Pereira, M.J. 2008. Assessing biotic integrity in a Mediterranean watershed: development and evaluation of a fish-based index. *Fisheries Management and Ecology*, 15: 273-289.
- Mäntyniemi, S.; Romakkaniemi, A. & Arjas, E. 2005. Bayesian removal estimation of a population size under unequal catchability. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62: 291-300.
- Minns, C. K.; Cairns, V. W.; Randall, R. G. & Moore, J. M., 1994. An index of biotic integrity (IBI) for fish assemblages in the littoral zone of Great Lakes' areas of concern. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 51: 1804-1822.
- Oberdorff, T.; Pont, D.; Hugueny, B. & Chesse, I. D. 2001. A probabilistic model characterizing fish assemblages of French rivers: a framework for environmental assessment. *Freshwater Biology*, 46, 399-415.
- Oberdorff, T. & Hughes, R.M. 1992. Modification of an index of biotic integrity based on fish assemblages to characterise rivers of the Seine Basin, France. *Hydrobiologia*, 228: 117-130.
- Oberdorff, T. & Porcher, J.P. 1994. An index of biotic integrity to assess biological impacts of salmonid farm effluents on receiving waters. *Aquaculture*, 119: 219-235.
- Oksanen, J.; Kindt, R.; Legendre, P.; O'Hara, B.; Simpson, G.L.; Solymos, P.; Stevens, M.H.H.; Wagner, H. 2009. Vegan: Community Ecology Package. R Foundation for Statistical Computing. R Package Version 1.15-3. <<http://cran.r-project.org/>>.
- Osborne, L. L. & Wiley, M.J. 1992. Influence of tributary spatial position on the structure of warmwater fish communities. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49: 671-681.
- Paller, M. H.; Reichert, M. J. M. & Dean, J. M. 1996. Use of fish communities to assess environmental impacts in south Carolina coastal plain streams. *Transactions of the American Fisheries Society*, 125: 633-644.
- Palmer, M.W. 1991. Estimating species richness: The second-order jackknife reconsidered. *Ecology*, 72: 1512-1513.
- Peres-Neto, P.R.; Legendre, P.; Dray, S. & Borcard, D. 2006. Variation partitioning of species data matrices: estimation and comparison of fractions. *Ecology*, 87: 2614–2625.



- Peterson, J.T.; Thurow, R.F. & Guzevich, J.W. 2004. An evaluation of multipass electrofishing for estimating the abundance of stream-dwelling salmonids. *Transactions of the American Fisheries Society*, 113: 462-475.
- Pont, D.; Hugueny, B. & Rogers, C. 2007. Development of a fish-based index for the assessment of river health in Europe: the European Fish Index. *Fisheries Management and Ecology*, 14: 427-439.
- Pont, D.; Hugueny, B.; Beier, U.; Goffaux, D.; Melcher, A.; Noble, R.; Rogers, C.; Roset, N. & Schmutz, S. 2006. Assessing river biotic condition at a continental scale: a European approach using functional metrics and fish assemblages. *Journal of Applied Ecology*, 43: 70-80.
- Rosenberger, A.E. & Dunham, J.B. 2005. Validation of abundance estimates from mark-recapture and removal techniques for rainbow trout captured by electrofishing in small streams. *North American Journal of Fisheries Management*, 25: 1395-1410.
- Reyjol, Y.; Hugueny, B.; Pont, D.; Bianco, P.G.; Beier, U.; Caiola, N.; Casals, F.; Cowx, I.; Economou, A.; Ferreira, T.; Haidvogel, G.; Noble, R.; Sostoa, A. de; Vigneron, T. & Virbickas, T. 2007. Patterns in species richness and endemism of European freshwater fish. *Global Ecology and Biogeography*, 16: 65-75.
- Schmutz, S.; Melcher, A.; Frangez, C.; Haidvogel, G.; Beier, U.; Böhmer, J.; Breine, J.; Simoens, I.; Caiola, N.; Sostoa, A. de; Ferreira, M.T.; Oliveira, J.; Grenouillet, G.; Goffaux, D.; de Leuw, J.J.; Noble, R.A.A.; Roset, N. & Verbickas, T. 2007. Spatially based methods to assess the ecological status of riverine fish assemblages in European ecoregions. *Fisheries Management and Ecology*, 14: 441-452.
- Shields, F. D.; Knight, S. S. & Cooper, C. M. 1995. Use of the index of biotic integrity to assess physical degradation in warmwater streams. *Hydrobiologia*, 312: 191-208.
- Simonson, T.D. & Lyons, J. 1995. Comparison of catch per effort and removal procedures for sampling stream fish assemblages. *North American Journal of Fisheries Management*, 15: 419-427.
- Sostoa, A. de; Allue, R.; Camarasa, J.M. & Casals, F. et al. 1990. *Peixos. Història Natural dels Països Catalans*. Volum 11. Fundació Enciclopèdia Catalana. 487 p.
- Sostoa, A. de; Aparicio, E.; Olmo, J.M. & Vargas, M.J. 1996. Diagnosi de l'estat de les poblacions dels peixos de les conques internes de Catalunya. Departament de Medi Ambient.
- Sostoa, A. de; Caiola, N.; Vinyoles D.; Sánchez S.; Franch C. & Casals F. 2003. *Desenvolupament d'un índex d'integritat biòtica (IBICAT) basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental dels rius a Catalunya*. Agència Catalana de l'Aigua, Barcelona.
- Steedman, R. J., 1988. Modification and assessment of an index of biotic integrity to quantify quality in southern Ontario. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 45: 492-501.
- Tedesco, P.A.; Sagnes, P. & Laroche, J. 2009. Variability in the growth rate of chub *Leuciscus cephalus* along a longitudinal river gradient. *Journal of Fish Biology*, 74: 312-319.



14. Equip de treball

Autors:

Universitat de Barcelona

Adolf de Sostoa
Alberto Maceda

Departament de Biologia Animal. Universitat de Barcelona.
Avda Diagonal, 645. 08028 Barcelona.

Universitat de Girona

Emili García-Berthou
Lluís Benejam

Institut d'Ecologia Aquàtica. Universitat de Girona.
Campus de Montilivi. 17071 Girona.

Universitat de Lleida

Frederic Casals

Departament de Producció Animal (Secció de Fauna Silvestre).
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària.
Rovira Roure, 191. 25198 Lleida.

Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries

Nuno Caiola
Carles Alcaraz

IRTA Ecosistemes Aquàtics.
Ctra. Poble Nou, Km 5,5. 43540 Sant Carles de la Ràpita (Tarragona).

Direcció:

Agència Catalana de l'Aigua

Carolina Solà
Antoni Munné

Departament de Control i Millora dels Ecosistemes Aquàtics.