

Projeccions de cabal a l'horitzó 2050 a diferents conques segons el model hidrològic WEAP-Andorra

La Massana, Encamp, Sant Julià de Lòria i Andorra la Vella

Equip de treball

Marta Domènech Investigadora d'Andorra Recerca + Innovació

Oriol Traveset Coordinador de l'eix Sostenibilitat d'Andorra Recerca + Innovació



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Sumari

1.	Antecedents.....	4
2.	Objectius.....	7
3.	Obtenció dels punts de cabal	8
4.	Escenaris de canvi global projectats.....	9
5.	Cabals projectats.....	10
6.	Referències	11

1. Antecedents

La disposició addicional quarta a la Llei general d'ordenació del territori i urbanisme, introduïda per la Llei 32/2022¹, del 14 de setembre, per a la promoció de la sostenibilitat del desenvolupament urbanístic i del turisme, i de modificació de la Llei general d'ordenació del territori i urbanisme, del 29 de desembre del 2000, i de la Llei 16/2017, del 13 de juliol, general de l'allotjament turístic, estableix que, en el termini màxim d'un any a partir de la seva entrada en vigor, els comuns han d'elaborar un estudi de capacitat de càrrega màxima de les seves parròquies respectives.

El 15 de febrer de 2023 es publica la guia tècnica per a la coordinació dels estudis de càrrega màxima parroquials². En aquesta guia s'esmenta Andorra Recerca + Innovació com a organisme proveïdor de dades científico-tècniques.

Seguint amb aquesta encomana que es fa a Andorra Recerca + Innovació com a organisme proveïdor de dades, el present informe respon a una petició d'una empresa adjudicatària del concurs sobre l'estudi de de capacitat de càrrega màxima.

El dies 17 i 21 de gener de 2024 l'empresa EO Ecoconsulting fa una sol·licitud d'informació a Andorra Recerca + Innovació a fi d'obtenir els cabals projectats en diferents escenaris futurs relacionats amb el canvi global. Les dades de cabals projectats provenen d'una línia de treball d' Andorra Recerca + Innovació i que té l'origen al projecte PIRAGUA³. En aquest projecte es va desenvolupar el model hidrològic WEAP-Andorra que permet simular els cabals futurs en diferents escenaris. La unitat mínima hidrològica de generació i projecció de cabal és de conca de grau dos. AR+I (2022) presenta el detall de la metodologia d'implementació de model.

En concret, l'empresa ha sol·licitat les dades de cabals futurs en escenaris de canvi climàtic dels següents punts (vegeu taula 1), i que afecten a quatre parròquies del país, Encamp, La Massana, Andorra la Vella i Sant Julià de Lòria.

¹ Llei completa a https://www.bopa.ad/Documents/Detall?doc=CGL20220928_10_55_15

² Edicte i guia completa a https://www.bopa.ad/Documents/Detall?doc=GV20230227_13_37_15

³ Més informació a <https://ari.ad/projectes/piragua>

Nom punt original EO Consulting	X	Y	Conca model WEAP
Acladella	528160.50	26417.41	Arinsal
Pla de Borrass o Pla de Morell	529752.59	26798.75	Arinsal
Pla de Estany	528170.45	32632.80	Arinsal
Fonts Coruvilla	528782.66	32125.75	Arinsal
Hortons A-costat torrent	528784.30	25164.13	Arinsal
Hortons D-bosc	528578.36	25294.35	Arinsal
Font Hortons 5-Cabanella	528503.02	25127.26	Arinsal
Font Hortons 3-Prat superior	528683.97	25190.70	Arinsal
Font Hortons 4-Prat inferior	528720.93	25177.96	Arinsal
Canal Gran	531062.51	27277.09	Arinsal
Canal Pregona	531559.07	27382.93	Arinsal
Canal Corb	531509.26	27455.59	Arinsal
Font dels Pets 1	530058.13	32553.00	Arinsal
Font dels Pets 2	530036.84	32616.98	Arinsal
Font dels Pets 3	530039.54	32592.11	Arinsal
Font dels Pets 4	529996.27	32670.61	Arinsal
Font Fontanals inferior	529851.15	32789.60	Arinsal
Font Fontanals superior	529914.25	33084.36	Arinsal
Fontanals Captacio 1	529925.06	32768.42	Arinsal
Fontanals Captacio 2	529884.95	32797.26	Arinsal
Fontanals Captacio 3	529866.02	32789.15	Arinsal
Fontanals Captacio 4	529884.95	32891.91	Arinsal
Riu de la Comella	533958.00	22324.00	Comella
Fontanals Captacio 5	529779.49	33096.08	Arinsal
Font del Ribal	532922.00	22670.00	No assignat
Estadi - Pou 2	532393.80	22841.50	No assignat
Font de la Birena	532414.00	25794.00	Montaner
Estadi - Pou 3	532420.50	22850.94	No assignat
Estadi - Pou 4	532456.19	22847.91	No assignat
Font de Caboneu	533802.00	16714.00	Aubinyà
Font de la Peguera	534037.00	17592.00	Aubinyà
Font de Escobet	532025.00	18395.00	Llumeneres
Pou de Llumeneres	532189.00	19495.00	Llumeneres
Font de Certes	531773.00	19966.00	Nedo
Font de Joans	529543.00	20080.00	Ós
Font de Ferenas	527281.00	21528.00	Ós
Font de Carabiners	526835.00	21638.00	Ós
Torrent dels Dimonis	526641.00	21441.00	Ós
Font de Canolich	526989.00	19564.00	Ós
Riu de Fontaneda	526990.00	17744.00	Aubinyà
Captacio dels Orris	541916.57	26569.94	Cortals

Capatacio d'Entalas	542254.12	26881.79	Cortals
Captació Feritxet Nou	540379.73	25548.08	Cortals
Feritxet Vell	540274.56	25616.63	Cortals
Captació Montuèll	539140.12	25567.44	Cortals
Captació de la Molina	538953.00	25537.58	Cortals
Riu de Bixessarri	527956.00	20902.00	Ós

Taula 1. Dades dels punts de la xarxa hidrològica dels quals l'empresa EO Ecoconsulting ha sol·licitat les dades de projeccions futures de cabals

Malgrat s'ha sol·licitat la projecció del cabal futur en diversos punts, les projeccions només es poden considerar vàlides en aquells punts que puguin representar el cabal fluvial dins la xarxa hidrològica andorrana. En cap cas les projeccions fan referència al recurs hídic de fonts o pous. No obstant tots els punts s'han recollit tant a la *Taula 1* com a la *Figura 1*. En el cas on no s'ha pogut assignar cap conca al punt sol·licitat, s'ha classificat en la columna de conca i en la *Taula 1*, com a "No assignat".

Es remarca que la informació que s'aporta fa referència a la projecció dels cabals futurs a escala de conca de nivell dos, i concretament a la sortida de la conca.

S'ha demanat les projeccions de cabal a l'horitzó 2050 de l'escenari de canvi global, i d'un escenari de sequera. Aquests escenaris es van descriure en el projecte PIRAGUA i en altres publicacions (Domènech et al., 2022).

2. Objectius

L'objectiu d'aquest informe és el de proveir les dades modelitzades de cabal sota diferents escenaris a l'any 2050 en les sortides de conca més properes als punts de la xarxa fluvial sol·licitats per l'empresa EO Ecoconsulting.

Així es prepararan les següents dades:

- Cabals mensuals projectats al 2050 sota un escenari de canvi global en sortides de conca determinades
- Cabals mensuals projectats al 2050 sota un escenari de sequera en sortides de conca determinades

3. Obtenció dels punts de cabal

Com s'ha esmentat, des d'EO Ecoconsulting es sol·liciten dades de projeccions futures de cabal properes a diferents ubicacions (vegeu *Taula 1*).

El model hidrològic desenvolupat disposa de la projecció dels cabals a la sortida de les conques de grau 2 (vegeu *Figura 1*), i de temporalitat mensual. Per tant, es busquen i seleccionen els punts de la xarxa hidrogràfica més propers als punts sol·licitats dels quals es disposi de la projecció de cabal. En aquest sentit, s'identifiquen nou punts de sortida de conca que recullen els cabals propers als punts sol·licitats. Aquestes conques són: Riu d'Arinsal, Riu de Montaner, Riu d'Òs, Riu d'Aubinyà, Riu de Mossers, Riu dels Cortals, Riu de Nedo, Riu de Llumeneres, i Riu de la Comella, totes elles repartides dins les parròquies de Encamp, La Massana, Andorra la Vella i Sant Julià de Lòria.

En la *Figura 1* es representen les ubicacions dels punts sol·licitats, així com els punts de sortida de conca en que es disposa de dades de cabal projectat.

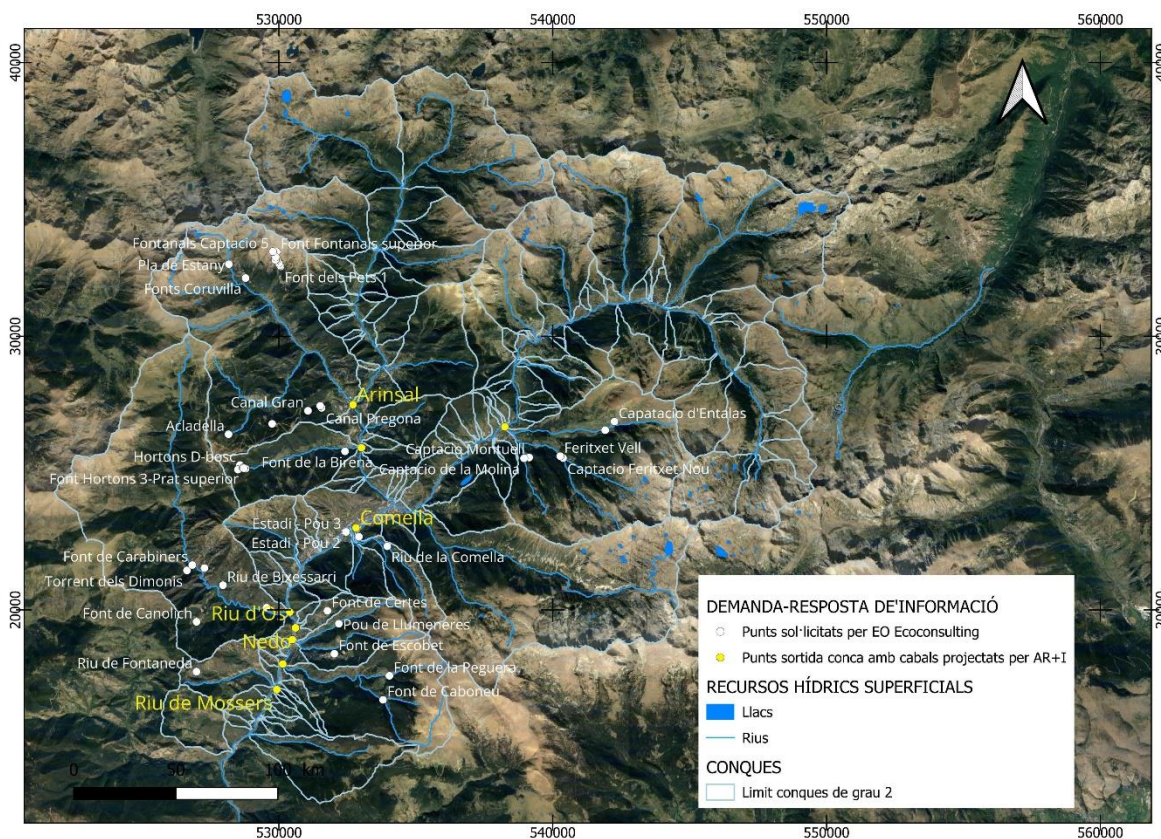


Figura 1. Punts de cabal sol·licitats per EO Ecoconsulting, en blanc, i punts de cabal oferts per AR+I just en la sortida de les conques estudiades, en groc.

4. Escenaris de canvi global projectats

Seguint la petició feta per l'empresa, es presenten les dades modelitzades de cabal sota un escenari de canvi global projectat al 2050, i un escenari de sequera al 2050.

Per tant, els escenaris en els quals es projecten els cabals en aquest informe a 2050 són els següents:

- Escenari o situació actual
- Escenari de canvi global en escenari climàtic RCP 8.5 de l'IPCC amb els canvis socioeconòmics detallats a la Taula 2.
- Escenari de sequera. S'ha projectat l'any més sec registrat a Andorra (2007) amb les condicions de temperatura projectades en l'escenari RCP 8.5.

A continuació, la *Taula 2* presenta un resum de les condicions aplicades en cada escenari projectat (Domènech et al., 2022).

ESCENARI	Canvi climàtic (anomalia 2050)			Canvi socioeconòmic en els principals sectors (2050)		
	Escenari IPCC	T ^a (°C)	Pp (mm)	Domèstic	Turístic i estacions d'esquí	Agrícola
Canvi global	RCP 8.5	T ₂	P ₂	Δ Demogràfic 1,62%/any	Infraestructures turístiques Δ 1,62%/any Ocupació 70% Δ Innivació 15%	Δ reg 10%* Ampliació període vegetatiu en un mes
Any sec	Hereta les consideracions climàtiques i socioeconòmiques de l'escenari Canvi global però amb la precipitació mensual del 2007 (any sec)			Δ Demogràfic 1,62%/any	Infraestructures turístiques Δ 1,62%/any Ocupació 70% Δ Innivació 15%	Δ reg 10%* Ampliació període vegetatiu en un mes

Taula 2. Característiques dels diferents escenaris de cabal projectat. La T₂ és la temperatura projectada al 2050 i la P₂ és la precipitació projectada al 2050 seguint les projeccions del projecte CLIMPY (Amblar-Francés et al., 2020). Per més detall consultar a AR+I (2022).

5. Cabals projectats

A continuació es presenta en la *Taula 3* la projecció mensual dels cabals en les cinc sortides de conca esmentades, sota els diferents escenaris modelitzats.

Es recomana utilitzar les projeccions a mode orientatiu i en especial valorant les dades de cabals relatives i no les absolutes. Per la característica del model, són d'especial interès els percentatges de disminució o augment dels cabals entre diferents escenaris, com també els patrons de distribució dels cabals al llarg dels mesos de l'any.

ESCENARI	gen-50	febr-50	març-50	abr-50	maig-50	juny-50	jul-50	ag-50	set-50	oct-50	nov-50	des-50	Total
Conca Arinsal													
Actual	0.8569	0.6819	2.0746	2.9967	6.8962	3.3481	1.6619	1.2090	1.3308	1.3022	1.9060	0.9178	5.0666
Any sec i canvi climàtic	0.3943	0.3043	0.8892	1.3529	3.0137	0.7398	0.3925	0.6338	0.2867	0.4533	0.7511	0.3621	2.1772
Cambi global	1.3606	0.9291	2.2220	3.1864	5.2903	2.3230	1.5416	1.2196	1.2838	1.3961	2.2506	1.2203	4.9996
Conca Montaner													
Actual	1.2150	0.9110	2.6629	3.7591	8.1986	3.8810	2.0154	1.4379	1.5489	1.5278	2.4537	1.1569	10.4584
Any sec i canvi climàtic	0.4888	0.3619	1.0950	1.6166	3.5572	0.8590	0.4652	0.7303	0.3137	0.4993	0.8948	0.3935	4.4261
Cambi global	1.7698	1.1619	2.7766	3.9150	6.2901	2.7689	1.8587	1.4324	1.4723	1.6023	2.8510	1.4719	10.3022
Conca Ós													
Actual	3.2916	2.4258	7.5652	11.7213	25.6916	12.8944	6.5807	4.2682	4.7307	4.8044	7.4316	3.4851	14.5349
Any sec i canvi climàtic	1.1810	0.6343	2.9352	4.9663	11.8272	3.2115	1.4419	1.9892	0.6555	1.4673	2.6087	1.1282	6.1899
Cambi global	4.7361	2.8792	7.6374	11.8516	19.9017	9.1490	5.6598	3.9408	4.2090	4.8956	8.3511	4.2057	14.3302
Conca Aubinyà													
Actual	3.4411	2.5455	7.9668	12.2447	26.8132	13.2169	6.7093	4.2917	4.8669	4.9611	7.7713	3.6152	15.2098
Any sec i canvi climàtic	1.1449	0.5936	3.0256	5.0563	12.2276	3.1506	1.2750	1.8213	0.5647	1.4020	2.6446	1.0848	6.4571
Cambi global	4.8939	2.9663	7.9846	12.2889	20.6431	9.4038	5.6995	3.8746	4.2811	4.9807	8.7016	4.3196	14.9886
Conca Mossers													
Actual	3.5211	2.5953	8.0754	12.3857	27.0116	13.3045	6.7696	4.3328	4.9095	5.0046	7.8839	3.6667	16.9072
Any sec i canvi climàtic	1.1699	0.6129	3.0693	5.1103	12.3210	3.1777	1.2944	1.8453	0.5802	1.4195	2.6822	1.1013	6.1948
Cambi global	4.9779	3.0172	8.0882	12.4246	20.8071	9.4886	5.7594	3.9182	4.3244	5.0245	8.8270	4.3745	16.1030
Conca Cortals													
Actual	0.8420	0.7850	1.9723	2.6095	6.8735	2.5919	1.6080	1.3852	1.5586	1.2540	1.7396	0.9593	16.9072
Any sec i canvi climàtic	0.5226	0.4533	0.9907	1.2339	2.4135	0.6159	0.5915	0.7416	0.4626	0.5645	0.8299	0.5617	6.1948
Cambi global	1.2698	0.9549	2.1556	2.7030	4.8318	1.8828	1.5253	1.4145	1.5037	1.3795	2.2010	1.1961	16.1030
Conca Nedo													
Actual	3.2455	2.3757	7.5479	11.6801	25.6951	12.7880	6.4151	4.0791	4.6476	4.7405	7.4047	3.4396	16.9072
Any sec i canvi climàtic	1.0500	0.5135	2.8564	4.8240	11.7587	3.0168	1.1822	1.6940	0.4984	1.3200	2.5010	1.0130	6.1948
Cambi global	4.6189	2.7634	7.5716	11.7281	19.8158	9.0053	5.4090	3.6481	4.0585	4.7541	8.2664	4.0988	16.1030
Conca Llumeneres													
Actual	3.3168	2.4350	7.6806	11.8557	26.0114	12.9173	6.5073	4.1513	4.7222	4.8154	7.5220	3.4983	16.9072
Any sec i canvi climàtic	1.0801	0.5399	2.9104	4.8973	11.8941	3.0602	1.2121	1.7390	0.5193	1.3472	2.5469	1.0360	6.1948
Cambi global	4.7091	2.8300	7.6994	11.9016	20.0514	9.1307	5.5007	3.7259	4.1345	4.8296	8.4052	4.1694	16.1030
Conca Comella													
Actual	2.7084	2.0614	6.4248	10.1892	22.7919	11.8721	5.9656	3.9068	4.3420	4.3388	6.3713	3.0498	16.9072
Any sec i canvi climàtic	1.1968	0.7435	2.7090	4.6138	10.8003	3.1771	1.5766	2.0494	0.8599	1.5047	2.4347	1.1908	6.1948
Cambi global	4.1539	2.6433	6.6979	10.5454	17.8900	8.3688	5.2617	3.7589	4.0209	4.5624	7.2525	3.8220	16.1030

Taula 3. Cabals projectats (m^3/s) en la sortida de les cinc conques de grau 2 sota els escenaris projectats

6. Referències

- Amblar-Francés, M. P., Ramos-Calzado, P., Sanchis-Lladó, J., Hernanz-Lázaro, A., Peral-García, M. C., Navascués, B., Dominguez-Alonso, M., Pastor-Saavedra, M. A., & Rodríguez-Camino, E. (2020). High resolution climate change projections for the Pyrenees region. *Advances in Science and Research*, 17, 191–208. <https://doi.org/10.5194/asr-17-191-2020>
- AR+I. (2022). *Evolución de los usos de los recursos hídricos y posibles tensiones bajo escenarios de cambio climático en Andorra*. https://ari.ad/images/projectes/piragua/E4.7_recursos_hidricos_andorra.pdf
- Domènech, M., Travesset-Baro, O., Albalat, A., Trapero, L., & Pons, M. (2022). Identifying water supply tensions between competing users in extreme future scenarios: a case study from the Pyrenees. *International Mountain Conference*. https://www.researchgate.net/publication/368669367_Identifying_water_supply_tensions_between_competing_users_in_extreme_future_scenarios_a_case_study_from_the_Pyrenees-INTERNATIONAL_MOUNTAIN_CONFERENCE_SYNTHESIZE_MOUNTAINS_OF_KNOWLEDGE
- Sieber, J., & Purkey, D. (2015). *Water Evaluation And Planning System User Guide*. <http://www.weap21.org/WebHelp/index.html>