

GEA, FLORA ET FAUNA

Anàlisi dels efectes geoambientals de les curses Trail i les curses BTT dins l'àmbit del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, Girona

Francesc Xavier Roig-Munar *, **, ***, Josep Pintó*** & Carla Garcia-Lozano***

* Investigador independent. Consultor ambiental. c/ Carritxaret 18-apt. 6. Es Migjorn Gran, Menorca. 07749, illes Balears.

** Grup de Ciències de la Terra. Departament de Biologia Universitat de les Illes Balears. Ctra. Valldemossa, km 7,5. 07122, Palma (Mallorca, Illes Balears).

*** Laboratori d'Anàlisi i Gestió del Paisatge (LAGP). Universitat de Girona. Pl. Ferrater Mora, 1. 17004 Girona.

Autor per a la correspondència: Francesc Xavier Roig-Munar A/e xiscoroig@gmail.com

Rebut: 26.11.2023; Acceptat: 05.12.2023; Publicat: 30.12.2023

Resum

Les activitats esportives desenvolupades en entorns naturals han proliferat en els darrers anys. Les rutes i curses per a bicicletes tot terreny (BTT) i les curses de muntanya dins àrees protegides són unes de les activitats més recents i poc se sap dels impactes geoambientals que poden generar. En aquest treball s'han analitzat els impactes de dues activitats d'aquest tipus que es realitzen dins l'àmbit del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. La cursa que transcorre pel cor de La Fageda i la cursa BTT La Tramun. Es van establir 10 estacions de control (EC) en diferents punts dels itineraris, 5 a cada tipus de cursa. A cada EC es van mesurar les taxes d'erosió, trasllat i compactació de sòls, la pedregositat, les marques de bastons, les roderes i el desarrelament de la vegetació, abans i després de les curses. Les EC que presentaven majors valors d'erosió eren aquelles situades en forts pendents, seccions estretes i sòls pobres i poc estables, amb petits corriols informals no consolidats i amb processos continus de pèrdues de sòl i desarrelament. Sobre les traces consolidades i els camins rodats no es van observar impactes d'erosió significatius. En canvi, en les traces obertes per les curses o bé en traces inestables, a causa del i dels forts pendents, s'ha generat una erosió de difícil recuperació per processos naturals, amb pèrdues de sòls, inestabilitat de talussos i afectació a la vegetació.

Paraules clau: cursa de muntanya, cursa BTT, erosió, Garrotxa, Parc Natural.

Abstract

Analysis of the geo-environmental effects of Trail races and MTB races within the scope of the Garrotxa Volcanic Zone Natural Park, Girona

Sports activities developed in natural environments have proliferated in recent years. Trails and races for mountain bikes (BTT) and mountain races within protected areas are some of the most recent activities and little is known about the geo-environmental impacts they can generate. In this work, the impacts of two activities, of this type that are carried out within the Natural Park of the Garrotxa Volcanic Zone have been analysed. The race that runs through the heart of La Fageda and the Tramun (BTT) race. 10 control stations (EC) were established at different points along the routes, 5 for each type of race. In each EC, the rates of soil erosion, transfer and compaction, stoniness, stick marks, ruts and the uprooting of vegetation were measured, before and after the races. The ECs that presented higher erosion values were those located on steep slopes, narrow sections and poor and unstable soils, with small, unconsolidated informal corridors and with continuous processes of soil loss and uprooting. No significant erosion impacts were observed on consolidated tracks and paved roads. On the other hand, in the tracks opened by the races or in unstable tracks, both in terms of soils and steep slopes, an erosion that is difficult to recover due to natural processes has been generated, with soil losses, slope instability and impact to the vegetation.

Key words: mountain race, BTT race, erosion, Garrotxa, Natural Park.

Introducció

El medi natural és un escenari obert a la pràctica esportiva en les seves múltiples modalitats (Granero & Baena, 2010). L'ús de les zones muntanyoses per a activitats esportives ha crescut en nombre de participants i, per tant, en impactes socials, econòmics i ambientals. El cas de les curses de muntanya

és complex, ja que aquest és un esport relativament recent i del qual no es coneixen gaire les conseqüències geoambientals. Darrerament hi ha un creixent nombre de persones que busquen explorar nous llocs o crear rutes més atractives i desafiantes, especialment per a bicicletes tot terreny (BTT) i curses de muntanya, dins àrees protegides (Farias-Torbidoni *et al.*, 2018). Les àrees protegides, sovint ben conservades, ofe-

reixen nombrosos serveis ecosistèmics i contribueixen positivament a la salut humana, però aquestes activitats poden provocar processos de degradació en àrees naturals, generant conflictes en els espais protegits (Thurston & Reader, 2001). Aquesta pressió en el medi té efectes sobre els ecosistemes, i l'ús de senders per part de les activitats esportives i recreatives pot provocar, segons Leung & Marion (2000): (i) pèrdua de biomassa vegetal, (ii) introducció d'espècies exòtiques, (iii) pertorbació de la fauna i el seu hàbitat, (iv) augment dels

residus a l'entorn, i, (v) alteració de la qualitat de l'aigua. Els impactes de tipus morfològic, segons Hawkins & Weintraub (2011) són: (i) la pèrdua de matèria orgànica i d'humitat del sòl, (ii) l'augment de la compactació dels sòls, (iii) el despremiment i transport del sòl per erosió i exposició d'arrels, (iv) l'augment del rentat superficial, i, (v) alteracions del sòl i de les propietats químiques de l'aigua. Són pocs els estudis focalitzats en els impactes geoambientals d'aquestes activitats al medi natural, que s'accentuen a les regions amb baixes taxes de formació del sòl, sobretot a la Mediterrània (González Hidalgo *et al.*, 2007). Aquesta forma d'impacte és nova i cal quantificar-la mitjançant taxes d'erosió del sòl (Roig-Munar & Cardona, 2013). Actualment hi ha pocs estudis sobre l'impacte al medi natural provocat per l'afluència massiva de participants i acompanyants a les curses de muntanya a la conca mediterrània (Roig-Munar & Pintó, 2022; Roig-Munar *et al.*, 2023), i la situació actual i la diversitat d'ecosistemes en els quals es practica fan necessaris estudis a una escala més detallada (Salesa & Cerdà, 2019).

El Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (PN-ZVG) (Fig. 1) va ser creat per la Llei 2/1982 de 3 de març, de protecció de la zona volcànica de la Garrotxa. Es troba situat a l'extrem N del Sistema Transversal Català, el qual té elevacions de fins a 1.500 m i una disposició allargada que va de NW a SE, i enllaça la serralada dels Pirineus amb les serres costaneres Litoral i Prelitoral. Té una superfície de 15.309 ha, i inclou 28 reserves naturals parcials que sumen 1.180,42 ha i estan compreses en 11 municipis. El tret geològic més significatiu del PN ve definit pel vulcanisme que, mitjançant diverses manifestacions al llarg del Quaternari, ha modelat un paisatge de cons volcànics, colades de lava i valls. Els productes litològics del vulcanisme de la Garrotxa són roques originades a partir del refredament del magma alcalí, convertint-se en roques piroclàstiques, que es poden classificar segons la seva mida (cendra, lapilli o greda, escòries i blocs). Aquest PN té 40 cons volcànics i més de 20 colades de laves basàltiques, i es considera el millor exponent del paisatge volcànic de la península Ibèrica.

En aquest treball s'analitzen dues curses esportives que es realitzen dins l'àmbit del PNZVG. La cursa que transcorre pel cor de La Fageda i la cursa BTT La Tramun (Fig. 2). La

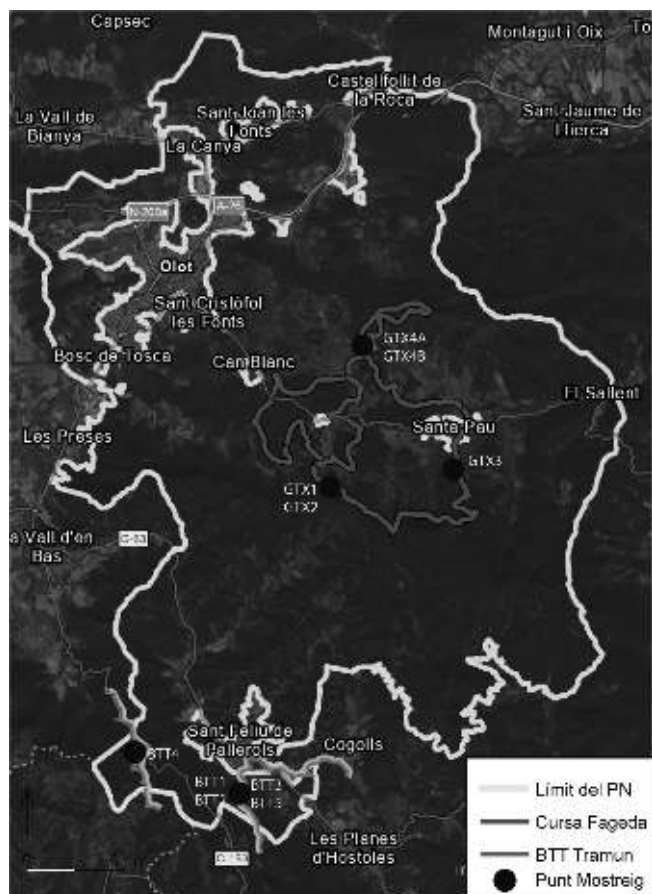
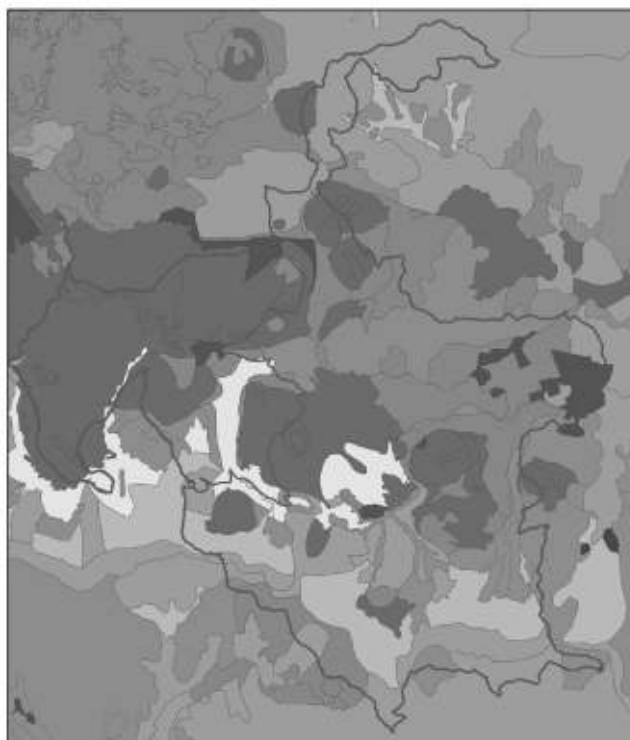


Figura 1. Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (verd) en el context de la comarca, i traçats de les curses pel cor de la Fageda (vermell) i cursa BTT La Tramun (blau).

Taula 1. Estacions de control (EC) de les curses analitzades dins el PNZVG amb dades relatives a la geologia, els sòls, la cobertura vegetal i la geomorfologia de cada EC.

EC	Punt	Geologia	Sòl	Cobertura vegetal	Geomorfologia
BTT-1	St. Marc	Gredes	Sorrenc i llimós amb gredes	Arbòria amb cobertura de fullaraca	Vessant
BTT-2	St. Marc	Gredes	Sorrenc i llimós amb gredes	Arbòria	Vessant
BTT-3	St. Marc	Gredes	Argilós	Arbòria amb cobertura de fullaraca	Vessant regularitzat
BTT-4	St. Marc	Gresos	Argilós	Arbòria amb cobertura de fullaraca	Vessant
BTT-5	St. Feliu	Lapilli	Sorrenc i gravós	Arbòria	Vessant
GTX-1	Sacot	Gresos	Argilós i llimós	Arbòria	Vessant
GTX-2	Sacot	Gresos	Argilós i llimós	Arbòria	Vessant
GTX-3	Sta. Pau	Gresos	Argilós i llimós	Arbòria amb cobertura de fullaca	Vessant regularitzat
GTX-4A	Buc	Lapilli i graves	Sorrenc	Arbòria	Vessant
1GTX-4B	Buc	Lapilli i graves	Sorrenc	Arbòria	Vessant

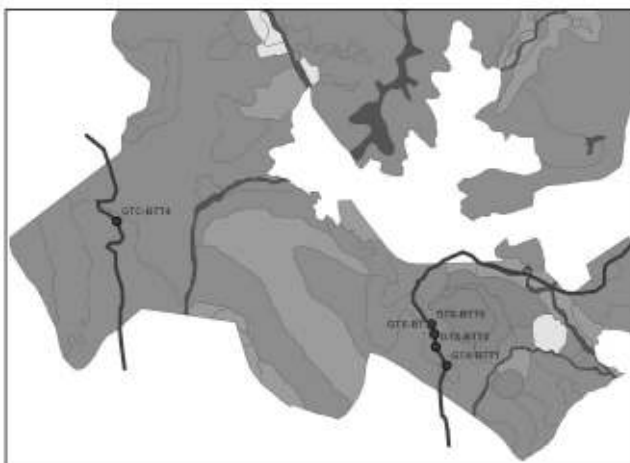


Sòls presents (a nivell d'ordre)

- alfaiol
- andosol
- ortisol
- entisol/inceptisol
- inceptisol
- inceptisol/entisol
- inceptisol/mollisol
- mollisol

0 150 300 450 600 750 900 1.050 1.200

a



0 255 510 1.020 1.530 2.040 Meters

Sòls presents (a nivell d'ordre)

- entisol
- inceptisol
- mollisol

b

Figura 2. a) Traçat de la cursa el Cor de la Fageda (GTX) sobre la coberta cartogràfica de sòls. b) Traçat de la cursa BTT la Tramun, sobre la coberta cartogràfica de sòls (Font: Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya).

cursa de La Fageda té tres modalitats: per una banda una cursa i una caminada popular de 13,5 Km, i per l'altra una cursa Trail de 29 Km. Té un traçat circular i 600 participants. La cursa BTT La Tramun té 400 participants, i el seu recorregut no es realitza íntegrament dins el PN. S'han analitzat els impactes associats a l'activitat amb una diagnosi qualitativa i quantitativa, obtenint valors d'erosió i/o transport sedimentari mitjançant la seva avaluació morfològica, els riscos geomorfològics i la vulnerabilitat.

Materials i mètodes

L'objectiu del treball és analitzar l'impacte morfològic de les dues curses amb la definició de 10 estacions de control (EC), cinc per cada cursa (Taula 1), amb l'aplicació de les metodologies d'anàlisi de processos erosius que s'expliquen a continuació.

Recorregut, identificació i caracterització de 10 EC representatives dels diferents geòtops, com a vulnerables i/o susceptibles d'erosió associades a cada cursa (Fig. 2).

Ús de metodologies d'anàlisi d'erosió adaptades a les dues curses analitzades, seguint la metodologia de Roig-Munar i Pintó (2022) i Roig-Munar *et al.* (2023), consistent en l'anàlisi de les taxes d'erosió, trasllat i compactació de sòls, mitjançant l'ús de perfilòmetres, pantòmetre i escleròmetre, i l'anàlisi de la pedregositat i del desarrelament de la vegetació. S'han realitzat mesures a cada EC prèvies i posteriors a la cursa, amb un temps previ màxim de 30 hores abans de la cursa, i un temps màxim de 26 hores posterior, minimitzant d'aquesta manera els impactes associats a altres tipus d'activitats i a possibles inclemències meteorològiques que els puguin afectar.

Definició de 21 geoindicadors per quantificar les repercussions geoambientals pel tipus d'activitat, considerant objectivament com a potencial, incipient, constant, puntual, irreversible i corregible cada EC. Cadascun d'aquest paràmetres s'ha quantificat de 0 a 3, on; 0 és nul, 1 és poc, 2 és mig i 3 és molt, i els indicadors establerts han estat: tipus de vial, usos, el patrimoni, l'estat de conservació, geologia i geomorfologia, edafologia, hidrologia, cobertura vegetal, presència de fauna i grau d'erosió, així com la fragmentació o duplicitat, la compactació, el pendent, grau de desarrelament i presència de xaragalls.

A la taula 2 s'observa la tipologia dels camins i traces sobre els quals s'han realitzat les EC. Alguns d'aquests camins no són tradicionals i es manifesten com a drecceres que es consoliden amb els anys (Fig. 3). A cada EC se li han atribuït valors d'usos i de cobertura vegetal dominant, com a indicadors de les tendències erosives associades a les post-curses (Roig-Munar i Pintó, 2022), tenint en compte que la cobertura arbòria dissipa els efectes erosius de les pluges i dona major fixació de sòls per la tipologia de les arrels, a diferència de la cobertura herbàcia i arbustiva, que no dissipa tant els processos erosius. L'erosió també es veu condicionada per la tipologia dels sòls, dels pendents i dels vessants.

Taula 2. Tipologia de camí i cobertura vegetal associada a les EC, i valors erosius per cada EC en cm³.

EC	Empedrat	Tirany	Drecera	Arbori	Arbustiu	Erosió (cm ³)
BTT1	No	No	No	Si	Si	45,25
BTT2	Si	No	No	Si	Si	21,5
BTT3	No	Si	Si	Si	Si	524
BTT4	Si	Si	Si	Si	Si	963
BTT5	No	Si	Si	Si	Si	395,2
GTX1	Si	Si	No	Si	Si	1.764,7
GTX2	Si	No	Si	Si	Si	62,5
GTX3	No	Si	Si	Si	Si	179
GTX4A	No	Si	No	Si	Si	1.598
GTX4B No	Si	No	No	Si	Si	264

Resultats

Els resultats obtinguts a cad''a EC, amb les mesures realitzades abans i després, i d'acord amb les seves característiques geològiques i morfològiques, varien en funció de la traça, les seccions i els pendents. Segons els resultats de cada EC analitzada obtenim.

Cursa BTT

BTT1

En aquesta EC la pèrdua de sòl és significativa, ja que la traça presenta un fort pendent dins una zona de fageda amb sòls pobres sobre una pista rodada, resultant una pèrdua de 45,25 cm³, dades aparentment anecdòtiques amb conseqüències a llarg termini. Tot i que és tracta d'un punt poc significatiu les curses d'aquesta tipologia són compatibles dins traces rodades preexistents, no havent-se detectat afectacions de tipus erosiu importants, sinó tan sols petits trasllats.

BTT2

La pèrdua de sòl estimada ha estat de l'ordre de 21,5 cm³ en tota la secció, amb desplaçaments de sòls a banda i banda de la EC, i on cal considerar com pèrdua de sòl admissible per la tipologia de vial consolidat i al tipus d'ús que s'en fa. L'erosió d'aquest punt és baixa i fins i tot positiva, ja que afavoreix la denudació de la sedimentació sobre el camí, aflorent el patrimoni etnològic.

BTT3

Presenta una pèrdua de sòl estimada de l'ordre de 524 cm³ en la part central de la traça analitzada. La pèrdua d'aquest punt es centra en l'afectació a nivells de sòls, gredes, amb importants efectes de compactació i deteriorament del patrimoni etnològic associat, ja que el desenvolupament de la cursa BTT sobre traces molt estretes i sobre sòls inestables agreuja els processos de conservació, degut a les característiques d'afectació per l'abració de sòls associats a les frenades i entrades a les corbes derrapant. En la zona on el camí s'en-

caixa, la pèrdua de sòl estimada és de l'ordre de 2,62 m³ al llarg d'un tram lineal de 100 m, amb una pèrdua concentrada en zones de xaragalls incipients i encaixaments d'un corriol amb pendent i molt estret, que pot donar lloc amb el pas del temps a erosions remuntants.

BTT4

La pèrdua de sòl estimada per a aquesta zona ha estat de l'ordre de 963 cm³, i està associada a un camí força vegetat i suportat per un talús força deteriorat i associat a la llera torrencial. La pèrdua d'aquest punt es centra en l'afectació a nivells de sòls fins inestables i a una important compactació d'una traça estreta, amb pendent i sòls inestables.

BTT5

La pèrdua de sòl estimada per a aquesta zona ha estat de l'ordre de 395,2 cm³ en la part alta i mitjana de la traça analitzada, i es tracta bàsicament de pèrdues de sòl febles i parcialment fixades per vegetació de port arbori i arbustiu, que també s'ha vist afectada per importants processos de desarrelament que amb el temps donaran pèrdues de sòl.

Cursa pel cor de la Fageda

GTX1

Obtenim una pèrdua de 1.764,7 cm³ de sòl, força significativa i greu, focalitzada als trams inicial i mitjà de l'EC. Els processos són greus perquè es tracta d'un camí no consolidat, encaixat, amb força pendent i establert sobre materials febles i poc consolidats, com ara el lapilli, que han donat lloc a pèrdues de materials cap a cotes inferiors. Malgrat que el punt es troba associat a una cobertura de vegetació de port arbori, els processos esdevinguts de descarnament, trencament, desarrelament i aixaragallament sobre forts pendents no permeten la seva recuperació, la qual cosa pot acabar generant amb el temps processos d'erosió remuntant.

GTX2

La pèrdua de sòl estimada és de l'ordre de 62,5 cm³ en tota



Figura 3. Diferents EC associades a geòtops de les traçes de les dues curses dins el PNZVG.

la traça analitzada, on cal considerar com a pèrdua de sòl admissible per la tipologia de vial poc consolidat, al seu tipus de sòl i d'ús habitual. Tot i ser una zona relativament poc freqüentada, la traça es troba associada a un camí tradicional en estat d'abandonament parcial per la creació de drecceres associades. L'erosió d'aquest punt és anecdòtica, tot i que la traça no ha estat seguida íntegrament pels corredors, degut a l'existència de tres vials associats.

GTX3

La pèrdua de sòl estimada per a aquesta zona ha estat de 179 cm^3 en la part central de la traça, i ha afectat pendents força pronunciats donant lloc a la seva desestabilització puntual. Al tractar-se d'un camí de nova creació associat a la cursa, amb força matèria orgànica i dins una densa zona boscosa, els processos d'erosió s'han centrat en la compactació i pèrdua de sòl i de matèria orgànica. Creiem que, amb el pas del temps, tendirà a renaturalitzar-se degut als baixos o nuls graus de freqüentació que té.

GTX4 A i B

La pèrdua de sòl estimada per a aquesta zona ha estat de l'ordre de 1.598 cm^3 en la part alta (A) i 264 cm^3 a la part mit-

jana de l'àrea analitzada (B). Es tracta bàsicament de pèrdua de volums de sòl associada al camí, inferior a una secció de 70 cm, que és presenta inestable i amb un fort pendent sobre materials poc consolidats com són lapilli i graves. El resultat postcursa és una incisió de traça superior als 8,7 cm de potència, amb remobilització de material cap a cotes inferiors i amb encaixament i augment del pendent existent. Es tracta d'una zona força fràgil que difícilment recuperarà el seu estat natural.

Conclusions

Com a denominador comú de l'anàlisi de les dues curses observem una major compactació de sòls en totes les EC, independentment de l'activitat analitzada, de la cobertura vegetal i dels pendents, però agreujades sobre sòls de lapilli i graves, comportant una pèrdua de sòls circumscrits a cada traça, y amb tendència a agravar-se els processos erosius amb el temps. La pèrdua mitjana per EC és de $329,6 \text{ cm}^3$. Podem dir que l'activitat de BTT analitzada dins el PN presenta zones vulnerables i fràgils, des d'un punt de vista geoambiental

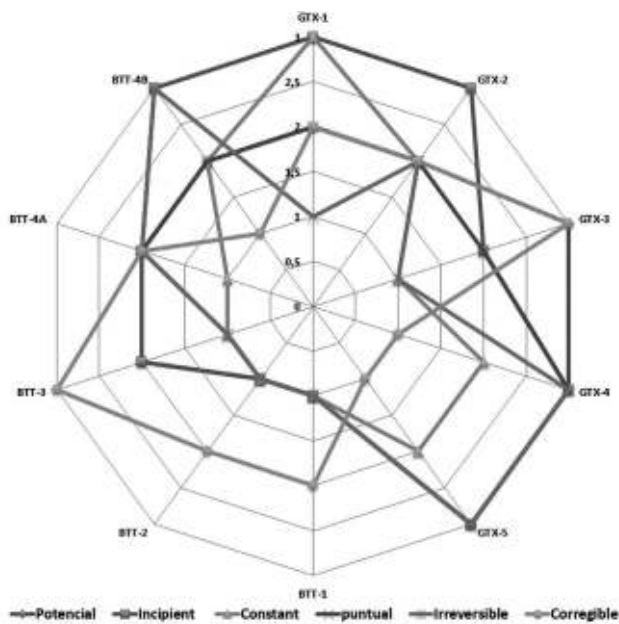


Figura 4. Qualificació del tipus d'erosió del sòl a cada EC mostrejada (Fig. 1, Taula 1 i 2).

i erosiu. Aquesta cursa ha provocat alteracions en el medi físic associades a processos erosius al llarg de les traces analitzades, amb pèrdues estimades de $1.948,95 \text{ cm}^3$, i en les quals les modificacions de petita escala han estat petites compactacions i modificacions de la rugositat del terreny, sense grans volums de pèrdues sobre traces consolidades, ja siguin camins rodats o camins empedrats. Mentre que l'activitat sobre traces estretes, amb possibilitat de creació de drecceres i sobre sòls inestables com els sòls sorrenes i graves, ha generat majors impactes erosius. Tot i que els valors d'EC obtinguts no són greus, teneint amb compte l'activitat analitzada, sí que poden ser considerants rellevants pel fet d'estar sobre sòls febles i inestables, de difícil recuperació a curt i mig termini per processos de renaturalització. Els canvis més rellevants que es detecten són la compactació i petites pèrdues de sòl amb petits trasllats de graves, associats a les EC BTT 1 i 2, les quals tendeixen, amb el pas del temps, a la renaturalització degut a la tipologia dels vials i al seu escàs ús i freqüentació. Aquestes alteracions es consideren en termes generals assumibles i corregibles amb l'aplicació de mesures específiques i adaptades a cada tram. Les EC BTT 3, 4 i 5 presenten erosions de major ordre en termes de massa, i són de difícil recuperació, van associades a sòls pobres, a seccions de pas estretes, a grans pendents i a la creació de drecceres o sortides del vial que, amb el pas del temps, tendeixen a consolidar-se com a traces noves, induint a la fragmentació del conjunt del geohàbitat. Per tant, pel que fa a la qualificació de l'erosió associada a la BTT amb base als 21 indicadors, considerem que les EC associades a BTT 1 i 2 presenten els valors més baixos, ja que es tracta de trams sobre vials consolidats i poc susceptibles a l'erosió, on la cursa és compatible. Mentre que les EC BTT 3 i 5 presenten elevats valors degut a la tipologia de vial, i s'hi detecten importants erosions en secció, associats a corbes, sortides de vials i crea-

ció de drecceres, mentre que, a l'EC BTT 4, hi ha hagut petits encaixaments de sòl amb tendència a inestabilitat de talussos i a la recerca de drecceres paral·leles, que han donat lloc a compactacions i desarrelaments.

L'activitat de la cursa de la Fageda presenta zones vulnerables i fràgils, amb resultats que mostren que la prova ha provocat alteracions en el medi físic associades a processos erosius de caràcter lleu, entre les quals destaquen les erosions greus a la EC GTX 1 i 4A, agreujades pel trànsit sobre materials sensibles i poc consolidats i pels forts pendents, amb taxes d'erosió que es poden agreujar de forma accelerada al llarg del temps degut a la tipologia de sòl, el pendent i a les activitats que es realitzin sobre aquests trams. Aquesta cursa ha provocat alteracions en el medi físic associades a processos erosius al llarg de les traces analitzades, amb pèrdues estimades de $3.868,2 \text{ cm}^3$, en què les modificacions de petita escala han estat petites compactacions i modificacions de la rugositat del terreny, i les modificacions importants han estat pèrdues de sòls i trasllats de graves amb desarrelaments. Les EC GTX-1 i 4A presenten un important descalçament de vegetació arbòria, amb encaixament del traçat sobre substrats dèbils que afavoreix l'erosió constant al llarg del temps i amb l'encaixament del camí i la generació de drecceres degut al pendent i a la dificultat d'accés i pas d'usuaris que multipliquen els processos erosius. En aquests dos punts el procés de desarrelament és fa evident, i afecta la vegetació de port arbori. Les EC de major fragilitat han estat GTX 1 i 2 i 4A. Aquesta major fragilitat està associada a pendents pronunciats i inestables de sòls argilosos en el cas de l'EC 4a i, en el cas de les EC GTX 1 i 2, a sòls inestables de sorres i llims amb gredes establerts sobre vessants amb fort pendent. En algunes EC es detecta una pèrdua de material associat a la cursa, però amb valors assumibles de canvis puntuals amb el pas del temps que tendeixen, per naturalesa, a la seva renaturalització degut a la tipologia de les traces.

Les 10 EC analitzades han donat resultats de compactació que comporta una pèrdua de la qualitat del sòl i, en conseqüència, una afectació directa a la vegetació, així com a una disminució de la capacitat d'infiltració del subsòl. A la zona amb acumulació de matèria orgànica aquesta compactació és recuperable, considerant una erosió admissible a moltes EC, llevat d'aquelles amb valors elevats (GTX 1 i 4A) amb processos d'erosió irreversible i sense tendència a la renaturalització. A cada EC s'aplicà la matriu de 21 indicadors que permeten qualificar l'erosió d'acord amb una ponderació i quantificació qualitativa. Com a resultat de cada EC (Fig. 4), observem que els punts presenten certa homogeneïtat i equilibri entre processos d'erosió potencial i incipient, tot i que els processos poden ser corregibles a la majoria d'EC, ja que les que presenten majors valors d'erosió són aquelles amb forts pendents, seccions estretes i sòls pobres i poc estables, amb petits corriols informals no consolidats i amb processos continus de pèrdues de sòl i desarrelament que, tot i que presenten processos incipients d'erosió associats a la cursa, el seu major punt feble són les tendències clares de fragmentació de l'hàbitat, precisament per la recerca de noves traces per evitar l'erosió. A la figura 3 s'observen processos d'ero-

sió corregibles, i processos irreversibles de forma puntual que no afecten el sistema, sempre que amb el pas del temps s'hi facin correccions i gestions. Aquestes EC amb taxes erosives baixes presenten un bon potencial de correcció.

Per tant, d'acord amb els resultats exposats relatius a les curses desenvolupades dins el PNZVG hem de concloure que les curses, com a activitat, no generen impactes d'erosió significatius sobre traces consolidades o camins rodats. En canvi a les traces obertes expressament per les curses o bé en traces recents i inestables, tant pel que fa als sòls com als forts pendents i sobre seccions estretes, s'ha generat una erosió de difícil recuperació per processos naturals, amb pèrdues de sòls, inestabilitat de talussos i afectació a la vegetació, tant en la cursa a peu com a la de BTT. Els majors impactes puntuals presenten una tendència a agreujar-se amb el pas del temps. Aquestes erosions són manifestes en les EC de les BTT i GTX amb forts pendents i sinuoses, on els volums i les afectacions al geòtop són greus. Per tant, les dades mostren que, a les àrees sensibles per la seva morfologia, les activitats autoritzades, tot i que no fiscalitzades, generen processos erosius de caire irreversible sobre espais que no es consideren adients per a aquestes curses. Mentre que sobre aquelles traces ja consolidades és on els processos erosius són menors i assimilables als de l'ús ordinari de la xarxa de camins.

Bibliografia

- Farias-Torbidoni, E. I., Urbaneja, J. S., Ferrer, R. & Dorado, V. 2018. Carreras de trail running y marchas por montaña en España. Número, evolución e incidencia sobre la Red Natura 2000. *Pirineos*, 173: 9-18.
- González-Hidalgo, J. C., Peña-Monné, J. L. & de Luis, M. 2007. A review of daily soil erosion in Western Mediterranean areas. *Catena*, 71 (2): 193-199.
- Granero, A. & Baena, A. 2010. The search for nature as a way of compensation of the new urban lifestyle. *Journal of Sport and Health Research*, 2 (1): 17-25.
- Hawkins, J. & Weintraub, M. N. 2011. The effect of trail on soil in the Oak Openings of Northwest Ohio. *Natural Areas Journal*, 31 (4), 391-399.
- Leung, Y. & Marion, J. 2000. *Recreation Impacts and Management in Wilderness: A State-of-Knowledge Review*. P. 23-48. In D. N. Cole, S. F. McCool, D. J. Parsons & P. J. Brown (ed). *Proceedings of Wilderness science in a time of change* (Vol. 5). USDA Forest Service Ogden. 381 p.
- Roig-Munar, F. X. & Cardona, J. 2013. L'estudi dels processos erosius associats al Camí de Cavalls de Menorca, com a mesura de gestió i recuperació. In: VI Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears. *Societat Història Natural de Balears*: 365-367.
- Roig-Munar, F. X. & Pintó, J. 2022. Primeres estimacions sobre els efectes erosius de les curses de muntanya. El cas de la Ultra Trail del Cadí Moixeró. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 86 (3): 105-109.
- Roig-Munar, F. X., Pintó, J. y Fraile, P. 2023. Valoració dels efectes erosius de les curses de muntanya i ultra trails a l'àmbit del parc natural del Cap de Creus, Alt Empordà (Girona, Catalunya). *Nemus*, 13: 32-43
- Salesa, A. & Cerdà, A. 2019. Four-year soil erosion rates in a runningmountain trail in eastern iberian peninsula. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 45: 309-331
- Thurston, E. & Reader, R. J. 2001. Impacts of experimentally applied mountain biking and hiking on vegetation and soil of a deciduous forest. *Environmental management*, 27 (3): 397-409.