

Estudi geoambiental de les inundacions a la conca de Trebalúger. Menorca

Criado, N., Jurado, B., Miján, M.Á., Oliva, J., Portales, N. ¹

¹Grau en Ciències Ambientals, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Espanya

RESUM

Les característiques atípiques de la conca de Trebalúger, a Menorca, són d'especial interès per l'estudi de les inundacions en un indret dominat per carst. La zona d'estudi fa que el comportament d'aquest fenomen hagi de ser tractat de diferent manera que altres llocs, típicament vulnerables a les inundacions, a causa de la geologia de la zona i la seva morfodinàmica.

El propòsit principal és facilitar una visió multidisciplinària de totes les variables que afecten a les inundacions de la conca de Trebalúger i el municipi de Ferreries, per ser un dels punts més crítics de l'illa de Menorca a patir aquest fenomen. De manera que, s'ha procedit a analitzar amb deteniment la geologia, la hidrologia, la hidrogeologia, l'ecologia vegetal del bosc de ribera i la societat, i constatar quin és el potencial de cada variable en induir o evitar una inundació.

A diferència del que succeïa antigament, els resultats obtinguts mostren que el risc d'inundació a dia d'avui és pràcticament nul ja que és dependent del nivell freàtic de l'aquífer de Migjorn i aquest es troba sobreexplotat. Tot i així, el risc existeix i en períodes plujosos extrems hi ha zones que pateixen els danys de les avingudes, però la població no té inseguretats ni percepció del risc enfront aquest fenomen, a excepció dels actors, que si perceben el risc d'inundació.

Finalment, s'han establert unes propostes de gestió integrada que permetin una convivència més favorable davant del risc i afavoreixin el coneixement, conscienciació i sensibilització de la població quant al medi que els envolta.

Paraules clau: Conca de Trebalúger, carst, inundacions, visió multidisciplinària, gestió integrada

RESUMEN

Las características atípicas de la cuenca de Trebalúger, en Menorca, son de especial interés para el estudio de las inundaciones en un lugar dominado por karstificación. La zona de estudio hace que el comportamiento de este fenómeno

tenga que ser tratado de diferente manera que otros lugares, típicamente vulnerables a las inundaciones, a causa de la geología de la zona y de su morfodinámica.

El propósito principal es facilitar una visión multidisciplinaria de todas las variables que afectan a las inundaciones de la cuenca de Trebalúger y del municipio de Ferreries, por ser uno de los puntos más críticos de la isla de Menorca a sufrir este fenómeno. De manera que, se ha procedido a analizar con detenimiento la geología, la hidrología, la hidrogeología, la ecología vegetal del bosque de ribera y la sociedad, constatando cuál es el potencial de cada variable en inducir o evitar una inundación.

A diferencia de lo que sucedía antiguamente, los resultados obtenidos muestran que el riesgo de inundación a día de hoy es prácticamente nulo ya que es dependiente del nivel freático del acuífero de Migjorn y este se encuentra sobreexplotado. Aun así, el riesgo existe y en períodos de lluvia extrema hay zonas que sufren los daños de las avenidas, pero la población no tiene inseguridad ni percepción del riesgo frente a este fenómeno, a excepción de los actores, que si perciben el riesgo de inundación.

Finalmente, se han establecido unas propuestas de gestión integrada que permiten una convivencia más favorable en cuanto al riesgo y favorecen el conocimiento, concienciación y sensibilización de la población en cuanto al medio que les envuelve.

Palabras clave: cuenca de Trebalúger, inundaciones, karst, visión multidisciplinaria, gestión integrada

ABSTRACT

The atypical features of the Trebalúger basin in Menorca are of special interest and relevance for the study of floods in a place dominated by karst. The study area makes that the behaviour of this phenomenon should be treated differently than other sites, typically vulnerable to flooding because of the geology of the area and its morphodynamics.

The main aim is to provide a multidisciplinary view of all the variables that affect the floods of the Trebalúger basin and the municipality of Ferreries, since this is one of the critical hot-spots where this phenomenon takes place. So, we proceeded to analyse in detail the geology, hydrology, hydrogeology, plant ecology of riparian forest and society and determine which is the potential of each variable for inducing or avoiding a flood.

Unlike what happened in the past, the results achieved show that the risk of flooding today is virtually nil due to the fact that it depends on the groundwater level of Migjorn aquifer and this is overdrawn. However, the risk actually exists and, in extreme rainy periods, there are some areas that can suffer damage from the floods but the population has no uncertainty or risk perception against this phenomenon, except the actors, who can perceive the risk of flooding.

Finally, integrated management proposals have been established in order to enable a more favourable coexistence in response to the risk and promote knowledge, awareness-raising and sensitization of the population regarding the environment around them.

Keywords: Trebalúger basin, karst, floods, multidisciplinary, integrated management

INTRODUCCIÓ

Degut a la diversitat natural existent, la riquesa d'endemismes, el paisatge rural i l'important patrimoni històric i cultural, Menorca va ser declarada reserva de la Biosfera per la UNESCO al 1993, però com tots els indrets del món, està exposada a la força de la natura i als impactes antròpics.

Tant a Menorca com a les Illes Balears, les inundacions són un dels riscos naturals existents amb una rellevància important i amb influència en la societat i en l'economia. Les conseqüències que provoca aquest fenomen cal examinar-les i quantificar-les per poder aplicar les mesures necessàries.

En resum, s'ha dut a terme aquest projecte sota la premissa de que "La conca de Trebalúger és una zona amb una dinàmica fluvial peculiar i susceptible a ser inundada", per tal de verificar la certesa d'aquesta hipòtesi.

Àrea d'estudi

La Conca de Trebalúger, que consta d'una superfície aproximada de 24km², amb un perímetre de 29,1km i un pendent mitjà de 12,71 graus, està formada per dos torrents: el barranc de Trebalúger i

el barranc d'en Fideu (Albranca), trobant-se situada al centre-oest de l'illa, concretament, al terme municipal de Ferreries i del Migjorn Gran.

OBJECTIUS

Objectius generals

- Analitzar el risc i/o perill d'inundacions a la conca de Trebalúger, integrant la component geològica, hidrològica, hidrogeològica, ecològica i social per tal d'aconseguir una visió multidisciplinària.
- La representativitat de l'àrea d'estudi escollida ha de servir per a extrapolar els resultats a altres punts similars del centre i sud de Menorca, així com poder aplicar les mateixes mesures i estratègies que es plantegin al projecte.

Objectius específics

Per assolir els objectius generals és precís abordar-los des de la consecució d'objectius més específics. Acord amb les característiques del nostre estudi s'han resumit els següents:

- Establir la relació que guarda la geologia amb les inundacions i identificar els riscos o perills associats a la dinàmica del torrent. Així doncs cal tenir en compte el paper que juga la vegetació de ribera i la diversitat geomorfodinàmica per poder relacionar les inundacions amb el comportament hidràulic, tant superficial com subterrani, de la conca.
- Estudiar el coneixement i la percepció que té la població del risc d'inundacions, identificant la convivència de la població amb aquestes així com les mesures i estratègies que s'han dut a terme al llarg dels anys i estudiant l'evolució espaciotemporal de les zones sotmeses a inundacions. Per així conèixer la seva funció natural i poder realitzar propostes de millora que permetin una gestió integrada que faciliti conviure amb les inundacions.

MATERIALS I MÈTODES

En primer lloc, s'ha realitzat una exhaustiva recerca bibliogràfica d'articles, lleis, estudis, plans i projectes de les principals variables d'estudi i les inundacions històriques. En segon lloc, s'ha procedit a la consulta cartogràfica amb intenció d'identificar les zones més crítiques que cal visitar i fer una primera interpretació del comportament general de la conca.

Posteriorment, s'han dut a terme els treballs de gabinet, els quals s'han basat en el disseny d'una

enquesta destinada a avaluar el coneixement i percepció del risc d'inundació de la població, la preparació de les entrevistes als diferents actors implicats en l'estudi, com el bomber, la policia, voluntari de protecció civil, l'Alcalde de Ferreries i el geòleg del Centre de Geologia de Menorca i, per últim, un document amb fotografies aèries dels diferents trams del barranc, així com el mapa geològic i el mapa de les principals comunitats vegetals.

També s'han elaborat mapes amb el programa ArcGIS 9.2 amb la finalitat d'utilitzar-los com eines que permetin la interpretació de la zona, prèviament al treball de camp, i serveixin alhora, com a instruments que facilitin la verificació i comprensió dels resultats.

Respecte el disseny de l'enquesta, aquesta consta d'onze preguntes sobre l'entorn del municipi, inundacions històriques, danys causats per inundacions, percepció general dels riscos geològics que afecten al municipi i mesures correctores dutes a terme. En canvi, a la preparació de les entrevistes, s'han tractat temàtiques d'inundacions històriques, accions i estratègies realitzades enfront la prevenció i situacions d'emergència per cadascun dels actors entrevistats, danys causats i coneixement i percepció de la temàtica tractada.

Amb tota la informació extreta, tant de la recerca bibliogràfica i elaboració de mapes com del treball de camp, s'han fet setze fitxes resum de les característiques principals de cada punt, per tal de fer una diagnosi acurada que s'adapti a cada tram de la conca. En aquestes s'ha contemplat una descripció del punt d'estudi, la seva localització, les tasques realitzades, el material utilitzat i les dades obtingudes (Mides de la secció de la llera, altitud, litologia, riscos geològics, estat de l'aigua, dinàmica del torrent, usos del sòl, estat del bosc de ribera, impactes, estructures de la llera i valoració del risc/perill d'inundació).

Finalment s'ha realitzat el treball de camp, on s'han visitat setze punts de la conca de Trebalúger i s'han aplicat mètodes històrics i geològics-geomorfològics, així com georeferenciat els llocs d'estudi amb un GPS (*Veure Figura 1*). També s'ha valorat l'estat del bosc de ribera del torrent de Trebalúger i la seva relació amb les inundacions.

Els mètodes històrics han consistit, bàsicament, en els testimonis orals dels habitants enquestats i actors entrevistats i en la identificació de marques de nivell en els punts de mostreig visitats. En el cas d'observar una marca de nivell d'aigua, aquesta s'ha mesurat amb una cinta mètrica de 25 metres

de longitud per tal de veure el nivell al qual arriba el flux d'aigua en èpoques plujoses.

Respecte als testimonis orals, s'han dut a terme 53 enquestes als alumnes de batxillerat de l'Institut Biel Martí de Ferreries i 52 enquestes a la resta de població, realitzades als carrers del municipi de Ferreries. En conjunt, s'han necessitat un total de 3 dies per realitzar-les i pel que fa a les 5 entrevistes fetes als actors, han estat programades en un període de 4 dies.

Pel que fa als mètodes geològics-geomorfològics, s'ha interpretat el comportament del flux d'aigua a partir de la morfologia del terreny, la geologia de la zona, els sediments de la llera, l'estat del bosc de ribera, els usos del sòl i les mesures mitigadores dutes a terme a cada punt. En aquells llocs on ha estat possible accedir fins a la llera del torrent, s'ha mesurat l'alçada i amplada de la llera, amb la cinta mètrica esmentada anteriorment, per tal de fer un càlcul aproximat de la secció d'aquesta.

Per dur a terme l'estudi de la component ecològica, s'ha utilitzat com a base d'estudi el document "*Cartografia de la vegetació de ribera i valoració del seu estat ecològic, a l'illa de Menorca*" realitzat per l'Obsam, on s'ha procedit, durant al treball de camp, a verificar el llistat d'espècies vegetals que donen valor a l'Índex de Qualitat del Bosc de Ribera (QBR), identificar les principals comunitats vegetals del paisatge, les espècies invasores i el grau de cobertura de la llera. En conjunt, s'ha establert la relació que juga el bosc de ribera respecte les inundacions.

Per estudiar la vessant de les inundacions, i tenint en compte tot el treball realitzat anteriorment, s'han integrat i interpretat tots els resultats conjuntament per tal d'establir les principals zones amb risc o perill d'inundacions. Per fer-ho s'ha realitzat una taula on es valora cada component de manera positiva o negativa i se li assigna un valor. Els valors més alts s'associaran a les zones més vulnerables.

RESULTATS I DISCUSSIÓ

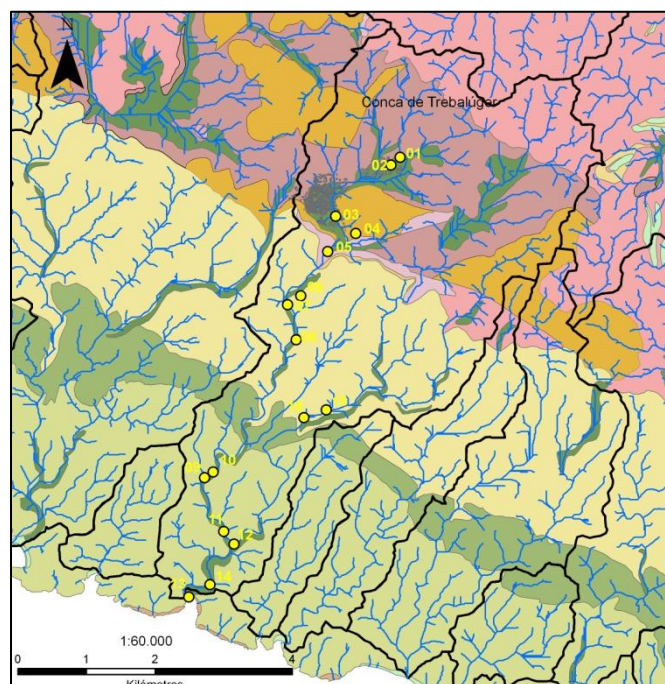
Geologia i riscos geològics

Pel que fa a la litologia associada a la funcionalitat del torrent es localitzen dos tipus de materials geològics.

En primer lloc, s'han trobat argiles al tram alt de la conca (Ferreries) i a la llera del barranc, gairebé al llarg de tot el seu recorregut. D'aquest fet es pot deduir que es dona una dinàmica erosiva des del tram alt fins al tram mig de la conca. Quant als riscos associats a aquest tipus de material existeix risc d'erosió i risc d'esllavissades que afecten a tot el municipi, també, i degut al comportament

impermeable de les argiles, aquesta zona pateix un major risc d'inundacions.

En segon lloc, s'han localitzat calcàries des d'on finalitzen les argiles, fins a la desembocadura del torrent. Aquests materials, molt més permeables, disminueixen el risc d'inundacions. Per contra, són materials molt solubles que amb l'acció d'agents meteoritzants s'han disgregat, fet que ha ocasionat perill de desprendiments en tots els vessants verticals que envolten el barranc i risc a la casa de colònies situada a la plana d'inundació del tram mig-baix del torrent. També, es coneix la formació de dolines al curs baix, degut a la dissolució que generen tant les aigües subterrànies, com la intrusió marina.



Llegenda

- Ferreries
- Punts estudiats
- Torrents
- Conques hidrogràfiques
- Materials Geològics**
- Inexistent a la Conca Trebalúger
- Existents a la Conca Trebalúger**
- Al·luvial - Col·luvial (actual i subactual). Arenes, llims i argiles
- Calcarenites, predomini de bioconstruccions, nucli d'escull.
- Calcarenites, talús d'escull
- Calcarenites. Fàcies de lagoon
- Calcàries
- Conglomerats
- Dunes. Calcarenites consolidades
- Gressos i conglomerats
- Pelites i gressos.
- Pelites, limolites i gressos
- Turbidites.

Figura 1 Mapa geològic i punts visitats a la conca de Trebalúger

Hidrologia i hidrogeologia

En l'anàlisi del comportament de l'aigua, s'han tingut en compte els fluxos superficials i subterrànies. Pel que fa les característiques d'un carst, aquest es determina per tenir una escassetat d'escorrentia superficial, fet que fa la hidrologia prengui menys importància en aquest estudi. Tot i així, s'ha valorat la qualitat de l'aigua com a deficient en tot el recorregut i s'han diferenciat les característiques d'aquesta, a la zona humida formada per l'aiguamoll (desembocadura) i la resta de punts d'escorrentia.

En la zona humida, l'aigua es presenta molt tèrbola, amb mala olor (bombolleig d'àcid sulfhídric) i absència d'oxigen (peixos molt debilitats). I a tots els punts d'escorrentia s'han presenciat algues i únicament als punts més alts l'aigua es presentava tèrbola i amb mala olor (H₂S).

Pel mateix argument que s'ha utilitzat anteriorment, el potencial de les aigües en un carst està en el subsòl, de manera, que el paper que juga la hidrogeologia pren molta més importància en l'anàlisi de les inundacions.

Per estudiar en més profunditat les aigües subterrànies, s'han identificat les zones d'infiltració i les surgències, amb l'objectiu d'establir la relació que guarda la hidrologia amb la hidrogeologia, i d'altra banda, s'han tingut en compte els aspectes bàsics de l'aqüífer de Migjorn.

Pel que a les zones d'infiltració, aquestes són característiques dels materials calcaris ja que, com s'ha dit amb anterioritat, és la litologia permeable i per tant, la que permet el pas de l'aigua cap al subsòl.

Quant a les surgències, han estat localitzades al llarg de tot el recorregut del torrent. En el tram alt de la conca (canalització del torrent en el seu pas pel municipi), on es troba el domini argilós, són induïdes per la proximitat de la falla que voreja el municipi, la qual facilita el pas de l'aigua cap a la superfície. En canvi, en els materials calcaris, les surgències vénen donades quan el nivell freàtic talla la superfície del terreny i provoca l'aflorament d'aigua. (Veure Figura 4)

En relació amb les inundacions, aquells punts que presenten surgències, són zones amb més probabilitat de que es generi aquest fenomen. Per contra, les zones d'infiltració corresponen a punts on el gruix de terreny insaturat és major i, per tant, té menys probabilitat d'inundar-se, pel fet de poder engolir un volum d'aigua superior que en altres zones.

Respecte les característiques de l'aqüífer de Migjorn, aquest compta amb una capacitat de 50

hm³/any, la qual es redueix un 32% en èpoques d'escassetat hídrica. De manera que, en l'estudi de l'evolució dels nivells freàtics en el període de temps 1984-2013, es mostra una tendència a la baixa a causa de la sobreexplotació continuada que se'n fa de l'aigua (Figura 1 - piezòmetre de Calafi Nou).

parar a l'aqüífer i augmenten el nivell de contaminació.

Les concessions establertes per fer ús dels pous i la falta de control sobre un cànon de l'aigua aplicat als agricultors, està generant un problema d'abastament d'aigua i contaminació de l'aqüífer. Per això, s'ha dut a terme l'estudi generalitzat de vuit piezòmetres, quatre a la conca d'estudi (Calafi Nou, Barrancó, Binimetrà 1 i Binimetrà 2) i els altres quatre localitzats en punts diferents de l'aqüífer de Migjorn (Curniola, Son Juanet, Payaresa i Son Juaneda), amb la intenció de veure l'evolució de la concentració de nitrats amb més deteniment.

Els resultats obtinguts dels vuit piezòmetres, mostren una tendència en augment dels nitrats, tot i que, dos dels piezòmetres de la conca d'estudi presenten el mateix comportament, però de manera molt més sutil, i els altres dos, presenten una tendència a la baixa (cal dir que un d'ells s'ha estudiat en un període de temps de cinc anys i no es considera significatiu).

Aquesta diferència entre els piezòmetres de la conca i els de la resta de l'aqüífer es pot determinar per diferents causes. En primer lloc, Ferreries, és el municipi que menys volum d'aigua extreu, tant del total anual com del consum per habitant i dia; de manera que la concentració no augmenta més perquè no s'extreu més quantitat d'aigua. En segon lloc, i fent referència al podria estar actuant un factor de dilució sobre la conca d'estudi provocat a partir de les aportacions d'aigua subterrània que la conca de Trebalúger rep de les conques del voltant.

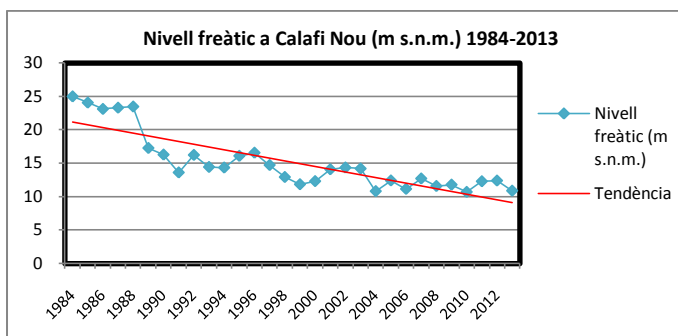


Figura 2 Exemple de l'evolució del nivell freàtic de l'aqüífer de Migjorn en un dels piezòmetres de la conca (Calafi Nou) expressat en metres sobre el nivell del mar

En comparar la Figura 1 i la Figura 2, que mostra l'evolució del nitrats al piezòmetre de Calafi Nou en el període 2000-2014, es pot observar una relació entre els pics d'augment del nivell freàtic i els pics d'augment de la concentració de nitrats a l'aqüífer (veure període 2002-2004, any 2008 i 2012).

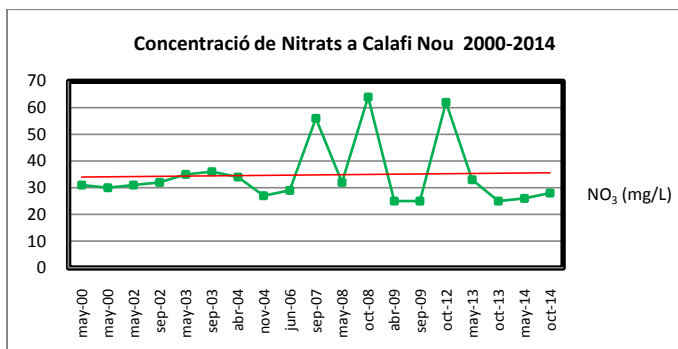


Figura 3 Exemple de l'evolució dels nitrats a l'aqüífer de Migjorn en un dels piezòmetres de la conca (Calafi Nou) expressat en mg NO₃/L

Amb una mica més de detall, els pics de concentració de nitrats (a destacar el mes d'octubre de 2008 amb 64 mg/l i al maig de 2013 amb 62 mg/l) coincideixen amb els mesos més plujosos de l'any, resumidament, a la primavera i la tardor i, també, coincideix amb els pics d'augment del nivell freàtic (Figura 1). En relació amb els nivells freàtics, en èpoques de precipitacions es dona una major aportació d'aigua a l'aqüífer per infiltració i genera un pic d'augment en el nivell freàtic del piezòmetre. En canvi, el que succeeix amb els pics de concentració de nitrats és que, en èpoques de pluges intenses, l'aigua actua sobre la multitud de camps de conreu i pastura de la conca, tot lixiviant els fertilitzants i dejeccions ramaderes que van a

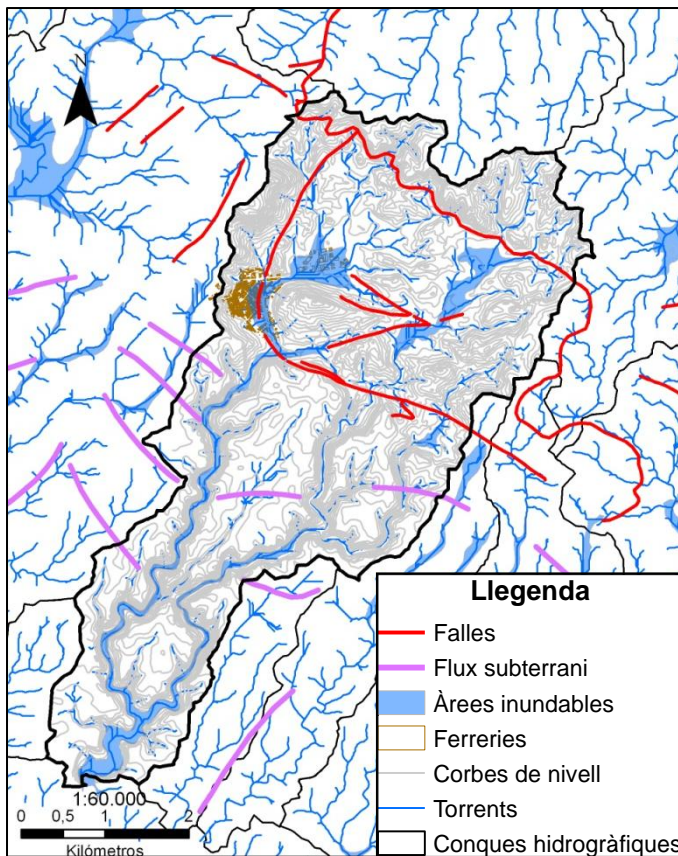


Figura 4 Mapa de planes d'inundació, flux subterrani i falles a la conca de Trebalúger i municipi de Ferreries.

I per últim, els usos del sòl; el municipi de Ferreries és dels municipis de Menorca que té menys superfície agrícola, concretament, un 3,8% (2.643,1 Ha) de la superfície total de Menorca, de manera que l'impacte sobre l'aqüífer serà molt menor que altres municipis en què, no es reben aportacions subterrànies d'altres conques, l'extracció del volum d'aigua és molt major i la superfície agrícola molt més extensa (per exemple, Ciutadella, municipi que més volum d'aigua extreu a l'any i el que disposa d'una superfície agrícola major).

Finalment, es considera que es tracta d'un aqüífer que presenta una elevada vulnerabilitat a ser contaminat. La alta permeabilitat dels materials i la àmplia gama d'activitats i impactes humans, són els principals factors que afavoreixen o indueixen la infiltració de contaminants.

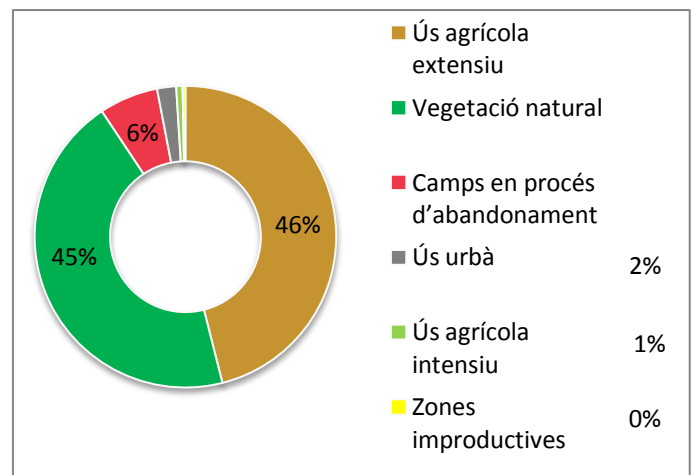


Figura 5 Usos del sòl al municipi de Ferreries.

Ecologia vegetal del bosc de ribera

Utilitzant com a base de dada l'estudi de "Cartografia de la vegetació de ribera i valoració del seu estat ecològic" i mitjançant el treball de camp realitzat, ha estat possible establir la relació que guarda la vegetació de ribera en el control de les inundacions i establir les zones més vulnerables a patir-les.

Pel que fa al tram baix de la conca, s'han trobat diferents ecosistemes que engloben un paisatge amb una qualitat de bosc de ribera valorada com a molt bona. La superfície natural es troba al voltant del 73% i és el tram del torrent amb una major diversitat d'espècies vegetals (pineda de *Pinus halepensis*, ecosistema dunar, ecosistema de la zona humida). Pel que fa a la comunitat predominant és l'ullastrar i d'espècies invasores no s'han observat en aquest tram. La superfície agrícola en aquest tram és del 27%, el que representen 8,66 Ha.

Quant al tram baix-mig, s'estreta considerablement la llera i la plana d'inundació del torrent, de manera que la superfície aprofitable pel conreu és molt petita. Però en comparació amb el tram baix, la superfície agrícola és superior (13,24 Ha) i l'impacte sobre el bosc de ribera és major. Per això, es valora aquesta zona com a mediocre, tot i que un petit segment d'aquest tram presenta un millor estat de la vegetació ja que els conreus agrícoles són substituïts per horts i donen una valoració bona de l'Índex QBR. L'estretament d'aquesta zona genera un microclima més humit que afavoreix la predominància d'alzines mediterrànies, i respecte les espècies invasores, s'han observat alguns individus aïllats de canya comuna (*Arundo donax*).

En el tram mig-alt, disminueix excessivament la qualitat del bosc de ribera i es valorada com a dolenta, sent en un dels segments del tram, deficient. Aquest fet s'atribueix a la proximitat al

municipi, la impermeabilització de sòl i destrucció del bosc de ribera degut a l'àrea urbanitzada. La superfície natural és del 47,7%, la agrícola de 21,6% i la urbana de 30,7%. Referent a la superfície natural, aquesta està predominada per l'ullastrar, ja que a diferència del tram anterior, és un tram amb un microclima més àrid.

Per últim, s'ha analitzat la vegetació de ribera del tram alt i es dona una valoració de QBR mediocre. Tot i ser una zona sense superfície urbana, l'extensió natural és únicament del 39,8%, sent la superfície agrícola de 58,9% que provoca un major impacte sobre aquest tram. La vegetació natural predominant és l'ullastrar i els individus invasors de l'espècie gram d'aigua (*Paspalum paspalodes*).

Percepció social

Per part de la població adulta enquestada, el principal risc al qual creuen que estan exposats són els incendis, aproximadament un 27%, i gairebé la meitat de la població, considera que no està exposada a cap risc geològic i, a més, no tenen en compte les inundacions. D'altra banda, els estudiants no contempen la opció de no estar exposats a cap risc, també, la majoria (34%) considera els incendis com el principal risc al qual estan exposats i un 8% creu que són les inundacions.

Aproximadament el 90% de la població adulta, no ha patit cap inundació al llarg de la seva vida, respecte al 10% que si n'ha patit, estableixen que s'han donat durant el període 1970-1980. En canvi, dels alumnes, prop d'un 70% no ha patit cap episodi, però un 20% ha sofert alguna avinguda al llarg de la seva vida, degut a que viuen en poblacions adjacents susceptibles a sofrir petites inundacions.

Prop del 33% de la població adulta percep el torrent com un recurs molt preciat, respecte a un 27% que creu que és un recurs i alhora un problema dependent de la gestió que se'n faci. En canvi, la població jove, està més conscienciada i un 63% dona molta importància a les estratègies i mesures que s'hi duguin a terme ja que, això afectarà en la seva dinàmica. A més, aproximadament el 60% de la població, tant adults com joves, desconeixen si es duen a terme campanyes d'informació i si existeix algun Pla de gestió/evacuació municipal pel cas de les inundacions.

D'altra banda, la majoria dels estudiants, un 95%, desconeix on dirigir-se per rebre informació sobre inundacions i un 75% no sap a on adreçar-se en cas d'emergència. Ara bé, en aquesta temàtica la població adulta està una mica més conscienciada respecte als alumnes, tot i així, un 72% no sap on dirigir-se per rebre informació i un 34% desconeix a

on adreçar-se en cas d'emergència, amb una gran diferència entre homes i dones, un 18% i un 55% respectivament.

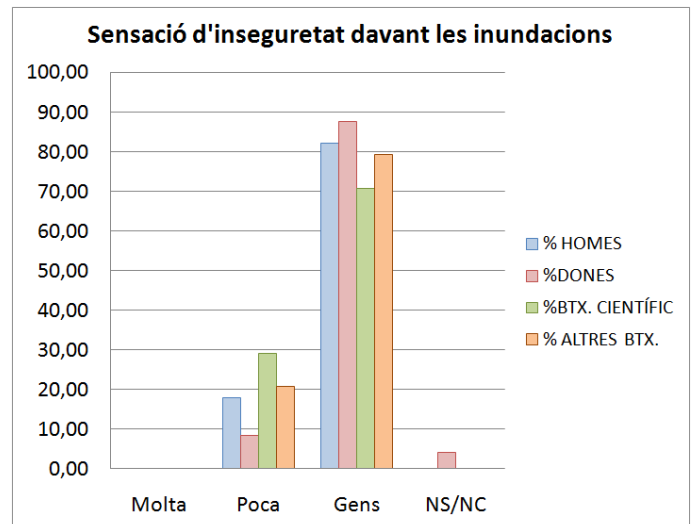


Figura 6 Percepció de la població davant les inundacions.

Així doncs, la major part de la població no té sensació d'inseguretat davant de les inundacions, com es pot observar a la Figura 6, tot i que es veu una petita diferència entre els adults i els joves que, segurament, pot estar induïda per l'augment d'episodis extrems dels riscos a més de la informació mediàtica.

Tot i això, un 67% dels alumnes percep que amb una millor gestió les inundacions es podrien evitar, en la gran majoria, respecte al 54% de la població adulta.

Inundacions

Per entendre les inundacions a la conca de Trebalúger i, de manera més general, al sud de Menorca, cal conèixer la funcionalitat del carst en quant a la formació d'estructures exocàrstiques i endocàrstiques, així com saber la capacitat a la qual es troba l'aqüífer.

En períodes plujosos intensos, si el nivell freàtic es troba baix o hi ha un dèficit hídric, com el que succeeix a la situació actual, el gruix de sòl que es troba per sobre de l'aqüífer està insaturat i es donen processos d'infiltració. En aquest cas, el risc d'inundació és pràcticament nul ja que els materials calcaris es troben amb una capacitat alta d'engolir l'aigua que cau. Per contra, si el nivell freàtic és elevat, com per exemple en el període 1984-1989 (Veure Figura 2), el gruix de sòl insaturat per sobre de l'aqüífer és molt inferior a la situació anterior o bé és pràcticament nul. Quan es compleixen aquestes condicions, es donen processos d'escorrentia superficial ja que l'aqüífer no és capaç d'infiltrar més aigua i, per tant, augmenta el risc d'inundació.

Si analitzem les inundacions en el passat, abans dels anys vuitanta i prèviament a la implantació de mesures mitigadores que minimitzin el risc, es van donar períodes d'inundació (1876, 1880 i 1976) amb una magnitud suficient com per causar danys a les activitats humanes, entre els quals, inundació de molts soterranis, de la zona dels horts del sud del municipi de Ferreries i el polígon industrial.

Posterior als anys vuitanta, es va dur a terme la canalització del torrent i es va fer una xarxa de conductes soterranis que desemboquen al canal, els quals eren antics fluxos d'escorrentia superficial. Després de realitzar aquestes mesures, va disminuir el risc d'inundació al municipi, tot i que es seguien produint inundacions als soterranis i a la zona dels horts.

A l'actualitat, s'han separat les aigües pluvials de les urbanes, s'han instal·lat bombes d'extracció d'aigua als soterranis i s'impermeabilitzen els edificis de nova construcció. Aquestes mesures, juntament amb l'augment de cultius abandonats i àrees forestals, han reduït el risc d'inundació. Tot i així, se segueixen produint inundacions a la zona d'hortos i als soterranis, aquests últims per un augment del nivell freàtic, sent les zones amb més afeccions, el carrer de Sa Torrent i un gimnàs que es troba al sud del municipi.

CONCLUSIONS

Pel que fa a la component geològica s'ha observat que al tram alt de la conca hi ha un major risc d'inundació, conseqüència de la presència de litologia argilosa i impermeable que fa que augmenti l'escorrentia superficial. També s'ha constatat la funcionalitat del carst, en quant als processos de dissolució que es donen pel pas de l'aigua a través dels materials calcaris, els quals es presenten força disgregats i amb estructures característiques tals com dolines, coves i travertins, entre d'altres. A més, s'hi poden establir tres riscos geològics: risc d'erosió al tram alt-mig de la conca, de despreniments a la litologia calcària amb pendents molt pronunciades i d'esllavissades en litologies argiloses del tram alt de la conca.

En relació amb la hidrologia i la hidrogeologia s'ha constatat que, en èpoques d'escassetat hídrica, la sobreexplotació dels aquífers genera un dèficit hídric que, conseqüentment, genera intrusió marina i salinització de les aigües. Aquest dèficit representa el 32% de la capacitat total de l'aqüífer de Migjorn. També cal tenir en compte, que s'ha observat una tendència a la baixa del nivell freàtic (període 1984-2013) que disminueix el risc d'inundacions (Veure Figura 2). Així doncs, tot i la necessitat hídrica de Menorca, dependent de l'aqüífer de Migjorn, una recuperació dels nivells

freàtics suposaria un risc més elevat de patir inundacions.

D'altra banda, la falta de control en les activitats agrícoles i ramaderes, consum d'aigua i activitats humanes, evidencien el fet de que no s'està tenint en compte la vulnerabilitat de l'aqüífer de Migjorn, el qual presenta nivells de contaminació superiors a la legislació vigent, en períodes o moments determinats, com és el cas dels nitrats, 50 mg/L. Per exemple, a l'octubre de 2008 la concentració de nitrats al piezòmetre de Calafi Nou superava els 60 mg/L. (Veure Figura 3)

Respecte a l'ecologia ha estat difícil verificar la importància que juga la vegetació de ribera en disminuir el risc d'erosió i d'inundació però, tot i així, es considera que la zona amb més risc d'inundació correspon a una zona urbanitzada on la presència de bosc de ribera és nul·la. En canvi, la zona amb menys probabilitat d'inundació és Cala Trebalúger degut a la disminució del pendent, l'eixamplament de la llera i la bona qualitat del bosc de ribera.

En quant a les inundacions s'ha pogut evidenciar que abans dels anys vuitanta i de la realització de la canalització el risc d'inundació era alt ja que, es produïen inundacions més sovint causant danys de major magnitud.

Dels anys vuitanta en endavant es va canalitzar el torrent i, gràcies a aquesta actuació, el risc d'inundacions ha disminuït, tot i que les inundacions als soterranis d'alguns edificis i a la zona dels horts (al sud del municipi) no ha cessat. Actualment, caldrien precipitacions més extremes per patir els mateixos danys que abans dels vuitanta.

Tot i que existeix una xarxa de conductes soterranis que aboquen l'aigua procedent d'escorrentia superficial al torrent de Trebalúger, a l'actualitat i de la mateixa manera que després de la construcció de la canalització, es continuen produint inundacions als soterranis de diversos edificis. S'ha de tenir en compte que el polígon industrial segueix presentant un risc d'inundacions ja que la secció de la canalització s'ha reduït a la meitat respecte a l'inici de la mateixa, concretament de 14,25m² a 7,5m², a més, aquesta és la zona més endorreica del municipi i rep totes les aportacions d'escorrentia superficial de les zones del voltant. Tot i això, aquest risc es veu augmentat en períodes de pluges més intenses, com és el cas de la tardor i la primavera.

Tot i el risc d'inundacions que presenten les zones esmentades, en general, el risc d'inundació és pràcticament nul.

Finalment, pel que fa a la percepció social s'ha pogut evidenciar que la població en general, un 80%, no té sensació d'inseguretat davant d'un risc d'inundació ja que, la canalització ha reduït aquest risc que actualment, és mínim. En canvi, les

persones que si tenen una mica de sensació d'inseguretat, un 19%, és perquè viuen a prop del torrent o bé perquè han patit alguna avinguda extraordinària al llarg de la seva vida. S'ha observat una absència de coneixement de l'entorn per part de la població, a més, de desconèixer les mesures que s'hi duen a terme i les seves conseqüències o riscos derivats.

D'altra banda, els actors entrevistats reconeixen el risc que hi havia abans de la canalització però, actualment, aquest és mínim. A excepció del geòleg que considera que el terme municipal de Ferreries és el més conflictiu de patir inundacions.

PROPOSTES

Per poder duu a terme una millor gestió de la problemàtica i dels seus riscos derivats s'han plantejat les següents propostes de millora:

1. Campanyes de coneixement de l'entorn, de conscienciació de millores en les tècniques agrícoles i d'educació i sensibilització de l'ús eficient de l'aigua (Objectiu: potenciar l'acceptació de la població quant a les següents mesures que es proposen).
2. Manteniment periòdic de la llera del torrent (Objectiu: facilitar una millor evacuació de l'aigua i afavorir la qualitat del bosc de ribera amb l'eliminació d'espècies invasores).
3. Ampliar la secció de la canalització al polígon (Objectiu: disminuir el risc d'inundació i garantir la capacitat de drenatge d'un cabal punta).
4. Millora en les tècniques agrícoles (Objectiu: disminuir la concentració de fertilitzants minerals i orgànics i afavorir la qualitat de l'aigua de l'aqüífer).
5. Construcció de murs d'escullera (Objectiu: disminuir el risc d'erosió i esllavissaments).
6. Implantació de comptadors d'aigua per usos agrícoles (Objectiu: control del consum de l'aigua).
7. Afegir el sector agrícola al cànon de l'aigua (Objectiu: regular el consum d'aigua d'ús agrícola i ramader).
8. Implantació de dos sistemes de depuració natural dels nitrats (Objectiu: garantir un sistema de depuració permanent i natural que permeti augmentar la qualitat de l'aigua de l'aqüífer).
9. Recuperació del bosc de ribera a l'inici de la canalització (Objectiu: regular l'entrada d'aigua a la canalització).

REFERÈNCIES

- OBSAM I IME (2009). "Cartografia de la vegetació de ribera i valoració del seu estat ecològic, a l'illa de Menorca".
- PARDO PASCUAL, J.E. i PALOMAR VÀZQUEZ, J. "Geomorphological analysis from karst areas using Digital Terrain Models: the ephemeral stream of Minorca Migjorn case".
- GELABERT, B., FORNÓS, J. I GÓMEZ-PUJOL, LL.(2002) "Geomorfological characteristics about slope process associated with different basins: Mallorca (Western Mediterranean)".
- SAINZ-AMOR, E.(1981) "Los arenales costeros de la isla de Menorca".
- PARDO PASCUAL, J.E. i PALOMAR VÀZQUEZ "Metodología para la caracterización geomorfológica de los barrancos del sur de Menorca mediante perfiles transversales".
- FRAGA I ARQUIMBAU, P., ESTARÍN CLARISÓ, I., COMAS CASADEMUNT, M. I CARDONA PONS, E. "Plantas de Menorca".
- MUNAR I ROIG, X. i MATA LLEONART, R. (2014) "Menorca: camins i pedres, descoberta geològica i geomorfològica".
- Pàgines web del CIME i de l'IME
- Pla Territorial d'Emergències de l'Illa de Menorca
- PARDO PASCUAL, J. E. & PALOMAR VÀZQUEZ, J. "Análisis geomorfológico de áreas càrsticas mediante Modelos Digitales del Terreno".
- VICENÇ M. ROSSELLÓ VERGER (2005) "Cala, una mesoforma litoral".
- ANTONIO OBRADOR "Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la isla de Menorca"
- AJUNTAMENT DE FERRERIES. "Revisió del PGU i adaptació al PTI de Menorca"
- "Manual del Codi de Bones Pràctiques agràries". Direcció General de Producció Agrària i Innovació Rural (2000).
- GOVERN DE LES ILLES BALEARS. "Evaluación preliminar del riesgo de inundación en la demarcación de Baleares".
- GOVERN DE LES ILLES BALEARS. "Hidrogeología de les Illes Balears: les masses càrstiques".
- CHASTAGNARET, G. i GIL, A. (2006) "Riesgo de inundaciones en el Mediterráneo occidental".
- Visor cartogràfic "IDE Menorca": <http://ide.cime.es/visoride/>
- Publicació revista ENDINS 35 (2011) "El carst, patrimoni natural de les Illes Balears".

- AGE (2003) "Introducción a la geografía física de Menorca".