



## Protecció dels sòls i assignació d'usos en planificació territorial

Jaume Porta Casanellas

Universitat de Lleida, Institut d'Estudis Catalans

*SOIL PROTECTION AND TERRITORY USE PLANNING. – This work aims to contribute to a deeper understanding of the role of soils in sustaining agricultural systems and ecosystems. The functions and capacities that soils help develop are presented. Due to the fact that not all soils are equal, neither their suitability for various uses varies considerably. The concept of sustainable development is then discussed, as are the necessary objectives to achieve this end. A distinction is made between degradation and degradation stress, and the different kinds of soil degradation processes are compared. Finally, some cases are analysed, one focusing on the El Nacimiento Forest (Tlaxcala, Mexico), which involves a permanent sealing of soil by housing construction. This example illustrates the uses of territory, the risks of soil degradation, and the origins of possible conflicts of interest. To resolve such conflicts of interests, a holistic approach is needed, encompassing political, social, economic and ethical dimensions to land planning. A model of development must be established, one which is socially accepted by the various agents interacting in a given territory, if a win-win result is to be achieved in the democratic planning of territory use.*

### Introducció

L'any 2015 ha estat declarat *Any Internacional dels Sòls* per l'Organització de les Nacions Unides (ONU) a instàncies de la *Food and Agriculture Organization* (FAO). Si, amb la quantitat de problemes que hi ha al món, aquestes organitzacions internacionals han volgut donar aquest toc d'atenció, aquest fet ens hauria de fer reflexionar sobre el model de desenvolupament que volem. A les agendes dels organismes internacionals hi ha: la seguretat i sanitat alimentàries, la mitigació del canvi climàtic, i la preservació de la biodiversitat i dels ecosistemes, en tots ells intervenen els sòls.

### Funcions dels sòls: usos alternatius del territori

El sòl s'utilitza habitualment per a l'agricultura: per produir aliments, fibres, farratges i biocombustibles. El paper del sòl és central en totes aquestes activitats, perquè subministra aigua, nutrients i oxigen, i proporciona ancoratge a les arrels. Però s'han identificat moltes altres funcions desenvolupades pels sòls, funcions que potser passen massa desapercibudes. Es pot afirmar que el sòl és un element multifuncional d'un ecosistema. Passarem revista a aquestes funcions. Atès que l'aigua de pluja s'infiltra en traves-

sar la superfície del sòl (infiltració), es mou dins del sòl a favor del sistema de porus (percolació), s'hi emmagatzema, és utilitzada per les plantes i s'evapora (evapotranspiració) i, finalment, si n'hi ha arribat suficient, pot ser transferida a un altre compartiment ambiental (drenatge), com pot ser una capa freàtica superficial. El sòl desenvolupa, doncs, un paper important en la regulació hídrica i el cicle de l'aigua.

La vegetació i les característiques de la superfície del sòl controlen l'aigua que realment s'infiltra, i la que no ho fa, o bé queda formant tolls a la superfície en terrenys plans, o bé es mou vessant avall constituint l'aigua d'escolament superficial. El potencial erosiu d'aquestes aigües dependrà, a més de la quantitat de precipitació, del pendent, la longitud del vessant i la coberta vegetal existent (fig. 1).

D'altra banda, l'aigua (aigua amb substàncies en suspensió i en dissolució) que entra dins del sòl interacciona amb les partícules sòlides (minerals d'argila i components orgànics), ja que aquestes partícules tenen càrregues elèctriques. Això fa que el sòl tingui capacitat per intercanviar ions i actui com a filtre ambiental; i capacitat d'amortiment enfront a perturbacions, el que evita canvis fisicoquímics sobtats que serien desfavorables per a la vida al sòl. Per tant, el sòl pot millorar la qualitat de les aigües que el travessen, sempre i quan no es superi la resiliència del sòl, i



**Figura 1.** Sòls sense cobertura vegetal ni mesures de control de les aigües d'escolament superficial: degradació per erosió per escolament superficial concentrat. Si no es prenen mesures a temps els xaragalls esdevindran barrancs que dissecaran el terreny, Granada (foto J. Porta).

pugui recuperar el seu estat inicial després de la pertorbació. El sòl contribueix, doncs, a la qualitat ambiental.

Per altra banda, la matèria orgànica del sòl, malgrat que no arribi a representar ni un deu per cent, és un component molt reactiu i, per tant, molt important. La matèria orgànica fresca que s'incorpora al sòl mitjançant les fulles dels arbres i les arrels fines de les plantes, es descompon en ser atacada pels microorganismes al sòl; en mineralitzar-se allibera nutrients en una forma química que els fa absorbibles per a les plantes. Per tant, el sòl intervé en el cicle biogeoquímic de molts elements químics. Per altra banda, la matèria orgànica es pot transformar en humus, un component orgànic molt estable, si bé amb un temps de residència al sòl relativament curt des d'una perspectiva de mitigar el canvi climàtic a llarg termini. El sòl desenvolupa, per tant, una funció de bioreactor. Els components húmics, en interaccionar amb els components minerals, intervien en la formació d'agregats, de manera que les partícules minerals individuals resten unides i el sòl adquireix estructures característiques (fig. 2) que esdevenen un espai porós apte per a la vida.

L'espai porós que es crea entre els agregats constitueix l'hàbitat biològic en el qual viuen una



**Figura 2.** Les partícules minerals individuals s'uneixen gràcies a la matèria orgànica que forma unitats anomenades agregats del sòl: estructura granular composta característica d'un horitzó A d'un sòl de prat (foto J. Porta).

gran quantitat i diversitat de microorganismes. També llavors de plantes autòctones en estat de latència, per la qual cosa el sòl té una gran biodiversitat i és una reserva genètica. Darrerament s'aprofita aquesta biodiversitat per investigar i per extreure'n bacteris i obtenir nous antibiòtics, com és el cas del bacteri *Eleftheria terrae*, del qual s'ha extret la molècula *teixobactin*, un antibiòtic descobert recentment en un sòl de Maine als Estats Units. Aquest antibiòtic es caracteritza per presentar un potencial contra infeccions resistents a altres medicaments i, per tant, que tenen un resultat de mort (Ling et al. 2015).

El fet que el sòl tingui aquesta funció de reserva de biodiversitat és una característica que ha de ser aprofitada quan es vol terraplenar un terreny, es vol fer servir el sòl com a suport d'habitatges, es vol actuar en mineria a cel obert o en altres actuacions que afectaran la superfície del sòl. El criteri a seguir és retirar abans que res i reservar la capa superior del sòl, la qual conté matèria orgànica i nutrients, està estructurada i és una reserva de biodiversitat.



**Figura 3.** Tècnica de decapatge aplicada en l'enjardinament d'una rotonda, Lugo (foto J. Porta).



**Figura 4.** La mineria a cel obert provoca grans cicatrius al paisatge. La legislació actual obliga a associar al projecte d'extracció un projecte de rehabilitació. Pedrera el Garraf, Barcelona (foto J. Porta).

L'objectiu és poder-la utilitzar com a capa fèrtil un cop acabada l'activitat, en distribuir-la al damunt dels materials estèrils que quedin en superfície. Aquesta tècnica, coneguda com a decapatge, permetrà fer una jardineria més ecològica i més econòmica (fig. 3) o una rehabilitació més eficient en zones de mineria a cel obert (figs. 4 i 5).

El sòl intervé en l'intercanvi de gasos amb atmosfera, ja sigui per captació d'anhidrid carbònic



**Figura 5.** Perfil d'un sòl rehabilitat en una pedrera aplicant la tècnica del decapatge. El Garraf (Barcelona). Foto J. Porta.



**Figura 6.** Un sòl amb una superfície amb un albedo alt (color clar): l'alta proporció de radiació reflectida en relació a la radiació rebuda fa que el sòl sigui més fresc (foto J. Porta).

en forma de matèria orgànica; per fixació de nitrogen per les arrels de les favàcies o lleguminoses; o bé per emissió de metà en sòls de zones humides (arrossars, p.e.). Per tant, hi ha efectes contraposats en relació al paper del sòl enfront al canvi climàtic, d'una banda, fixa carboni a l'humus, el que suposa una captació d'anhidrid carbònic, i de l'altra, emet metà, ambdós són gasos amb efecte hivernacle.

El color de la superfície d'un sòl determina l'albedo i, per tant, la temperatura del sòl, l'evapotranspiració, les reaccions químiques, l'activitat biològica, entre altres aspectes. El sòl contribueix a regular el microclima d'un lloc determinat, si la superfície és fosca, el sòl captarà més radiació que si és clara, (fig. 6).

Però les funcions del sòl no acaben aquí. El sòl pot ser una font de matèries primeres: argila, grava, guix (fig. 7), calcària, ferro, torba, alumini, entre altres, depenent del tipus de sòl. Generalment, per extreure aquestes matèries, l'empresa extractora lloga el terreny, retira el sòl i crea un dèficit de volum. Un primer requeriment del propietari ha de ser que es realitzi un decapatge, reservant el material edàfic viu. D'altra banda, per no deixar un buit en el terreny respecte als camps circumdants, s'hi haurà d'aportar materials, que caldrà especificar i verificar que no suposin un risc de contaminació difusa. L'aigua d'una capa freàtica transportarà els elements i compostos solubles derivats del material de rebliment que, si són contaminants, poden causar problemes en indrets allunyats, en els quals serà pràcticament impossible determinar l'origen de la contaminació. Per tant, el propietari haurà d'estar ben informat i les autoritats mediambientals vetllar pel compliment de la legislació referent a la rehabilitació de zones extractives.

Les activitats humanes passades deixen la seva petjada als sòls, que pot quedar protegida durant molts anys i que els arqueòlegs intentaran



**Figura 7.** Extracció de guix d'un horitzó gypsic per a ser utilitzat en construcció de cases. San Luís Potosí, Mèxic (foto J. Porta).

desxifrar utilitzant, entre altres, tècniques d'estudi dels sòls, com és la micromorfologia. Els sòls també proporcionen informació geològica i geomorfològica de gran utilitat.

Un cop presentada aquesta inesperada panoràmica de les funcions i serveis que desenvolupen els sòls, cal destacar que no tots els sòls són iguals, l'edafodiversitat és gran, fins i tot en distàncies curtes (fig. 8), i cada sòl acostuma a estar constituït per diversos horitzons genètics, que no són materials sobreposats, sinó el resultat dels processos edafogènics que han actuat (fig. 9).

És de preveure que, en no tenir tots els sòls les mateixes característiques, tampoc tindran les mateixes aptituds per als diferents usos possibles. Resultarà imprescindible que, en planificar una assignació d'usos a un territori determinat, s'hagin d'harmonitzar les aptituds dels sòls que hi ha a la zona i els requeriments dels usos previstos. D'aquesta manera, s'obtindrà una millor eficiència en l'ús del territori i es podran prevenir riscos de degradació dels sòls.

En planificació territorial, l'assignació d'usos a un territori determinat comporta establir prioritats. No resulta difícil d'imaginar que poden sorgir conflictes d'interessos entre els diferents agents en presència a la zona, que poden aspirar que un ús determinat sigui el que es prioritzi. L'existència d'una legislació ambiental *ad hoc*, que vetlli per la sostenibilitat i que fomenti la negociació, en preveure determinats instruments, com poden ser possibles compensacions per drets no executats per part d'algun dels agents, pot contribuir al fet que s'arribi a una actuació socialment acceptada.



**Figura 8.** Plàtans d'ombra plantats al mateix moment: la corba de creixement posa en evidència l'edafodiversitat, Lleida (foto J. Porta).



**Figura 9.** Un sòl individual en el qual es pot observar un primer horitzó enfosquit per la matèria orgànica, l'horitzó A, a sota del qual hi ha un horitzó més clar, el B, sota del qual hi ha un material de característiques properes al material originari, l'horitzó C, sota del qual hi trobem el material a partir del qual s'ha format el sòl. Museu de Ciències de la Universidad de Santiago de Compostela (foto J. Porta).

### La Comissió Brundtland: objectius per assolir la sostenibilitat

L'ús de l'expressió *desenvolupament sostenible* s'ha generalitzat tant, que, per una banda, algú podria pensar que es tracta d'un concepte que ve de molts anys i, per una altra, hi ha el risc que es banalitzï l'ús i es buidi de contingut. Cal recordar que no va ser fins l'any 1987 en què, a la Conferència de les Nacions Unides celebrada a Nairobi, es va introduir aquest concepte. Ho va fer la que es coneix com a Comissió Brundtland, en reconeixement a la tasca de la seva presidenta, l'aleshores primera ministra de Noruega, Gro Harlem Brundtland. Un *desenvolupament* que "enfrenta les necessitats actuals sense comprometre la capacitat de les futures generacions per enfrontar les seves necessitats". Aquesta idea resulta fàcil d'entendre i va ser acceptada i incorporada a la Declaració de la Cimera de Rio de 1992. Però, atès que no tots els grups humans veuen el futur de la mateixa manera, ni tenen els mateixos valors, el límit del desenvolupament i, per tant, les respostes poden ser i de fet estan sent molt diferents segons les cultures.

Pocs anys més tard, el 1993, els investigadors canadencs, A. J. Smyth i Julian Dumanski, en considerar que la definició de *desenvolupa-*

*ment sostenible* proposada a Nairobi es prestava a diverses interpretacions i era difícil posar-la en pràctica, van voler concretar els objectius a assolir, simultàniament, en plantejar un desenvolupament que es proposi ser sostenible: (1) mantenir i augmentar la producció i serveis per satisfer les necessitats alimentàries de la població (seguretat alimentària i lluita contra la pobresa); (2) disminuir els riscos de producció i assegurar la qualitat dels aliments (salut alimentària); (3) protegir la qualitat dels recursos naturals (ecosistemes: flora i fauna); (4) prevenir la degradació de la qualitat del sòl i l'aigua; (5) ser econòmicament viable (creixement econòmic); i (6) constituir un model socialment acceptable (benestar social, drets humans i democràcia). Aquest enfocament, que emfatitza l'exigència de la simultaneïtat en l'assoliment d'aquests requeriments, va conduir a una definició més positiva i pràctica, que reconeix l'ús legítim dels recursos per a activitats econòmiques. Així, "sostenibilitat ha de significar deixar a les generacions futures les mateixes, sinó més, oportunitats de les que ha gaudit la generació actual" (Dumanski, 1994).

### Prevenir la degradació de la qualitat del sòl i l'aigua: imprescindible per a la sostenibilitat

Sense perdre de vista la necessitat de considerar simultàniament tots els objectius esmentats, ens centrarem a tractar l'objectiu 4. Per poder plantejar estratègies de protecció de sòls s'han de conèixer els riscos als quals poden estar sotmesos els sòls, un recurs natural no renovable a escala humana. L'ús d'un sòl determinat en un lloc concret només serà sostenible si no se supera la resiliència del sistema i gràcies a la seva capacitat pot recuperar l'estat inicial després d'una pertorbació, sense que hi hagi hagut una pèrdua de qualitat.

La degradació d'un sòl implica una *pèrdua d'utilitat* per a la producció de béns econòmics i de béns no econòmics; o bé *més treball* o *més insums* per obtenir els mateixos resultats (Barrow, 1991). En degradar-se, el sòl perd qualitat: matèria orgànica, nutrients, estructura, porositat, fondària, es compacta, etc. Per tant, la degradació farà que un agrosistema sigui menys eficient; que un ecosistema capti menys aigua, perdi biodiversitat; que un paisatge deixi d'existir. Caldrà distingir entre *degradació*, que comporta el desplaçament i pèrdua física del recurs sòl (p. e. l'erosió, fig. 1 i 10) i *estrès de degradació*, que implica un estat de tensió i deteriorament intern del sòl, sense manifestacions externes a curt termini del procés de degradació que està tenint lloc. Quan s'observin signes externs, la degradació estarà ja molt avançada.

L'estrès de degradació només es podrà identificar mitjançant indicadors sensibles i fàcils de mesurar. Caldrà establir indicadors *ad hoc*, realitzar mesures periòdiques per a quantificar-los, ja



**Figura 10.** Desforestació a l'Alger: el sòl sense coberta vegetal protectora es veu afectat per la formació de xaragalls, que, de no controlar-los en el seu estat inicial, evolucionaran a barrancs (foto J. Porta).

sigui mitjançant anàlisis de laboratori o sensors instal·lats al camp (monitoreig). Com a casos d'estrès de *degradació química* es poden citar: disminució de la fertilitat química per pèrdua de nutrients, acidificació, salinització de perímetres de reg, sodificació, inundacions i gleificació, contaminació per elements tòxics, entre altres. Pel que fa a l'estrès de *degradació biològica*: empobriment de matèria orgànica, disminució de l'activitat biològica, pèrdua de biodiversitat, entre altres. També hi pot haver estrès de *degradació física*: inestabilitat i destrucció de l'estructura, compactació, entre altres. Es poden citar com a altres processos de degradació: el segellat i encrostrament superficial; i segellat permanent per ocupació per habitatges, indústria i estructures lineals (Porta et al. 2009). La desertificació és un cas extrem de degradació d'un territori que comporta un conjunt de processos de degradació d'origen antròpic, el que fa que hi hagi una disminució o destrucció irreversible del potencial biològic de les terres i la productivitat primària en regions àrides, semiàrides i subhúmedes seques, que poden influir en les variacions climàtiques (Porta et al. 2014)

#### **El cas del bosc de El Nacimiento (Tlaxcala, Mèxic): expectatives dels agents**

La part alta de la conca del riu Atoyác, subconca del riu Zahuapan al municipi de Tlaxco a Tlaxcala (Mèxic), pot servir d'exemple per ana-

litzar diferents posicionaments dels agents que actuen sobre un territori determinat (fig. 11). Les característiques geogràfiques i d'ús d'aquest territori són: latitud: 19°39'50" Nord, longitud: 98°05'40" Oest, amb una altitud entre els 2.800 i 3.080 m, una precipitació anual mitjana de 900 mm, un clima temperat fred, un règim d'humitat dels sòls ústic (predomini de pluges els mesos de juny, juliol i agost, i una vegetació de bosc amb un predomini de *Pinus patula*, *Pinus teocote*, *Pinus montezuma*, *Abies religiosa*, *Arbutus* sp., a més a més de *Pseudotsuga menziesii*, *Quercus* sp., *Arbutus* sp., entre altres.

Els usos que conviuen a la zona són: (1) aprofitament forestal per la fusta, (2) producció i captació d'aigua que recarrega els aqüífers; (3) recursos per a les poblacions que hi viuen, tal com fongs, fauna silvestre, plantes medicinals; (4) biodiversitat, entre altres (Litonchenko, 2010). Aquests aprofitaments conviuen i són possibles gràcies als sòls de la zona, que permeten el creixement del bosc, que conté una enorme biodiversitat, capta l'aigua de pluja i fa que aquesta arribi al sòl de forma no erosiva, s'infiltri i vagi a recarregar els aqüífers. Però per a què el sistema sigui sostenible, cal que es compleixin els sis objectius esmentats abans (Smyth i Dumanski, 1993), el que pot comportar haver de resoldre conflictes d'interessos entre els diversos agents amb presència a la zona. Les diferències de valors i de perspectives dels agents reflecteixen diverses visions del món, necessitats i expectatives. Els propietaris



**Figura 11.** Bosc a la part alta de la conca del riu Atoyác, Mèxic (foto J. Porta).

dels boscos és de suposar que voldran fer prevaldre la viabilitat econòmica de les seves plantacions forestals; per a les poblacions indígenes que hi viuen, pot ser prioritari satisfer les seves necessitats alimentàries i de plantes medicinals, el bosc pot tenir una significació mítica per a ells; mentre que per a l'Agència de l'aigua de la conca, la prioritat serà preservar la captació d'aigua de qualitat, per assegurar el subministrament de les poblacions d'aigües avall; i l'Agència del Medi Ambient vetllarà per la biodiversitat. Per tant, la sostenibilitat no quedarà garantida si no s'arriba a constituir un model socialment acceptable pels diversos agents amb interessos no precisament coincidents a la zona. Caldrà voler i saber arribar a un resultat *win-win*, amb procediments democràtics, basats en la negociació, sense pressions ni enfrontament. Caldrà preveure compensacions per a aquells agents que cedeixen drets en pro de plantejaments més enfocats a la sostenibilitat. A més de gestionar els recursos i el medi ambient, s'haurà de considerar la gestió dels conflictes que poden sorgir per les diferents maneres d'entendre el problema; per l'existència de valors que difereixen; per la diferència d'interessos; per desavinences personals o per circumstàncies històriques (Mitchell, 1999). Per tant, caldrà un enfocament holístic en el tractament dels conflictes, amb una dimensió política, social, econòmica i ètica, tot evitant declaracions unilaterals per part d'aquells agents amb possibilitat d'imposar-les, com seria

el cas de no tenir en compte, ni informar a les poblacions locals possibles beneficiàries o perjudicades per accions legislatives o per projectes de desenvolupament.

### **El segellat permanent per construcció d'habitatge i infraestructures: plantejaments**

La construcció d'habitatges sense tenir en compte la informació de sòls pot fer perdre definitivament sòls d'alta qualitat per a l'agricultura i tenir altres efectes no desitjats. Moltes ciutats han anat creixent tot destruint sòls de regadiu de les zones periurbanes que les envoltaven. Els urbanistes avançats destaquen que, en el conflicte entre les necessitats de preservar i protegir els sòls de qualitat i la pressió constantment en augment pel creixement urbanístic de les ciutats, cal valorar el paper de l'agricultura de les àrees periurbanes. Cal fer-ho, no només perquè aquells sòls tenen una producció agrícola d'aliments (que es podrien importar), sinó, i més important, per les funcions ecològiques i els efectes benèfics per a la qualitat de vida i la salut de les persones que viuen a les àrees urbanes adjacents.

Ja als anys 1930, al Regne Unit, un estudi va posar de manifest que els millors sòls del país s'estaven utilitzant per urbanitzar. Una Comissió Reial creada als anys 1990 va recomanar al Govern anglès que, en un horitzó de 2008, un 60 % del sòl per a noves construccions hauria de ser sòl ja desenvolupat, i s'hauria d'anar vers la reconversió d'edificis existents, per evitar seguir perdent sòls agrícoles de qualitat. Aquest objectiu va ser assolit ja l'any 2001 en nous habitatges.

Als Estats Units el Govern considera que els sòls de qualitat són estratègics pel país, per la qual cosa es va crear ja fa anys una figura legal anomenada *prime farmlands*, expressió que podríem traduir per "terres de qualitat excel·lent". Es tracta de sòls que tenen la millor combinació de característiques físiques i químiques i de pendent per a la producció de cultius per a aliments i fibres. El Congrés va aprovar la *Farmland Protection Policy Act* (FPPA) per a protegir aquestes terres. No obstant això, els propietaris de les terres tenen llibertat d'actuar sobre les seves terres, fins i tot per a que deixin de ser agrícoles, però si les mantenen per a l'agricultura tenen un conjunt de beneficis fiscals, menys impostos, ajuts, preferència per a l'assistència tècnica per agències oficials i altres. La FPPA obliga a l'Administració nord-americana, de manera que requereix que, per a què sigui autoritzada, qualsevol actuació del Govern a qualsevol nivell sobre terres *prime farmland*, que impliqui retirar-les de la producció agrícola de forma permanent, cal una avaluació d'impacte ambiental documentada i que es prenguin en consideració alternatives de maneig o de localització amb un menor impacte sobre *prime farmland*. Molts estats tenen una reglamentació més restrictiva pel que fa a retirar *prime farmland*



**Figura 12.** La pressió sobre el bosc per ampliar l'àrea de conreu o les urbanitzacions sempre ha estat i segueix sent gran, El Maresme (foto J. Porta).



**Figura 13.** Esquerdes formades en assecar-se aquest sòl ric en argiles expansibles (grup de les esmectites), Salamanca (foto J. Porta).





**Figura 14.** Tanca amb pilastres de granit que “ballen” amb els moviments d’expansió-retracció d’aquest sòl amb argiles expansibles, Salamanca (foto J. Porta).

de l’ús agrícola per a un desenvolupament urbànic (Robothom, 2015).

Deixant els Estats Units, en general, si no s’introdueixen criteris de qualitat de sòls en la planificació territorial, el que s’està provocant és el contrasentit de, per una banda, estar perdent sòls agrícoles de qualitat, generalment de regadiu i, de l’altra, s’indueix un desplaçament de l’agricultura cap a zones més marginals, amb una pitjor renda de situació, un clima menys favorable i, si són de secà, reivindicaran una transformació en reg, amb les grans inversions que això comporta, a més dels impactes ambientals que se’n poden derivar i les previsibles pressions socials.

Els planificadors avançats també recomanen com a una millor opció, rehabilitar sòls agrícoles degradats, més que no pas seguir pressionant per utilitzar noves terres per a l’agricultura, a costa d’incrementar les desforestacions a escala global del planeta (fig. 12).

Com a efectes no desitjats per haver utilitzat sòls sense tenir informació de les seves característiques i el seu comportament, es pot indicar que hi ha sòls (Vertisols) que quan s’humitegen s’expandeixen i, en assecar-se, es contrauen, amb la qual cosa es formen esquerdes al sòl (fig. 13), amples i profundes, que poden arribar a una fondària de més de 50 cm i el sòl es mou. Aquests moviments del sòl poden acabar provocant esquerdes i esfondraments d’edificis, així com danys en infraestructures lineals i tanques (fig. 14).



**Figura 15.** Urbanització en un vessant amb sòls inestables, Hondures (foto J. Porta).

Un altre cas que podem reportar és la construcció sense tenir informació de sòls, en especial sobre l'estabilitat dels sòls en vessants. Les conseqüències poden ser desastroses per la seguretat de les persones i les cases allí construïdes, com ha estat el cas a Hondures (fig. 15).

## Conclusions

L'assignació d'usos al territori i la gestió de sòls només tendiran a la sostenibilitat si es tenen en compte les característiques i el comportament esperable dels sòls; si són compatibles amb les expectatives dels diferents agents implicats; i la seva influència sobre el medi és tal, que les activitats poden ser practicades indefinidament sense produir efectes no desitjables.

Enfront a processos de degradació de sòls, s'han d'avaluar els riscos, per tal d'implementar mesures preventives, possibles tècnicament i econòmicament. Caldrà actuar des dels primers símptomes de degradació, si aquests són visibles, o fer-ne un seguiment amb indicadors, atès que les mesures correctores, si bé segurament són tècnicament possibles, poden resultar inviables econòmicament en la majoria dels casos.

El paper dels científics i dels tècnics consisteix a fer avançar el coneixement, saber i tenir vies per transferir aquest coneixement, i aportar propostes útils als qui prenen decisions per al desenvolupament d'estratègies de futur. Per contribuir a la presa de decisions, s'han de desenvolupar escenaris, avaluar els impactes, explicar les causes i desenvolupar indicadors per a fer-ne el seguiment.

## Bibliografia

- Barrow, C.J. (1991). *Land Degradation*. Cambridge University Press. Cambridge. 295 pp.
- Dumanski, J. (1994). Planning for Sustainability in Agricultural Development Projects. <http://www.mekonginfo.org/assets/midoccs/0002011-farming-planning-for-sustainability-in-agricultural-development-projects.pdf>
- Ling L.L., Schneider, T., Peoples, A.J., Spoering, A.L., Engels, I., et al. (2015). A new antibiotic kills pathogens without detectable resistance. *Nature* 517: 455-459. doi: 10.1038/nature14098
- Litonchenko Muñoz Fernández, J. (2010). *Propuesta de declaratoria de la Cuenca alta del río Zahuapan como zona de conservación ecológica*. Tesis professional. Universidad Autónoma de Chapingo. 101 pp. [http://www.chapingo.mx/dicifo/tesislic/2010/munoz\\_fernandez\\_juan\\_litonchenko\\_2010.pdf](http://www.chapingo.mx/dicifo/tesislic/2010/munoz_fernandez_juan_litonchenko_2010.pdf)
- Mitchel, B. (1999). *La Gestión de los Recursos y del Medio Ambiente*. Ediciones Mundi Prensa. 290 pp.
- Navarro-Mendoza S., Belmonte-Bautista A. i Belmonte-Jiménez S. (2000). El río Atoyac y su relación con el acuífero alimentador de fuentes de agua "potable" en la ciudad de Oaxaca. <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico13/133.pdf>
- Porta J., López-Acevedo M. i Poch R.M. (2009). *Introducción a l'Edafología. Us i protecció de sòls*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.
- Porta J., López-Acevedo M. i Poch R.M. (2014). *Edafología. Uso y protección de suelos*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. 607 p.
- Robotham, M. (2015). *Soils Information and Land Management in the United States*. Fundación Ramón Areces. Madrid. Accessible a: [http://www.secs.com.es/?page\\_id=445](http://www.secs.com.es/?page_id=445).
- Smyth, A.J. i Dumanski, J. (1993). *FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management*. World Soil Report 73, FAO. Rome.