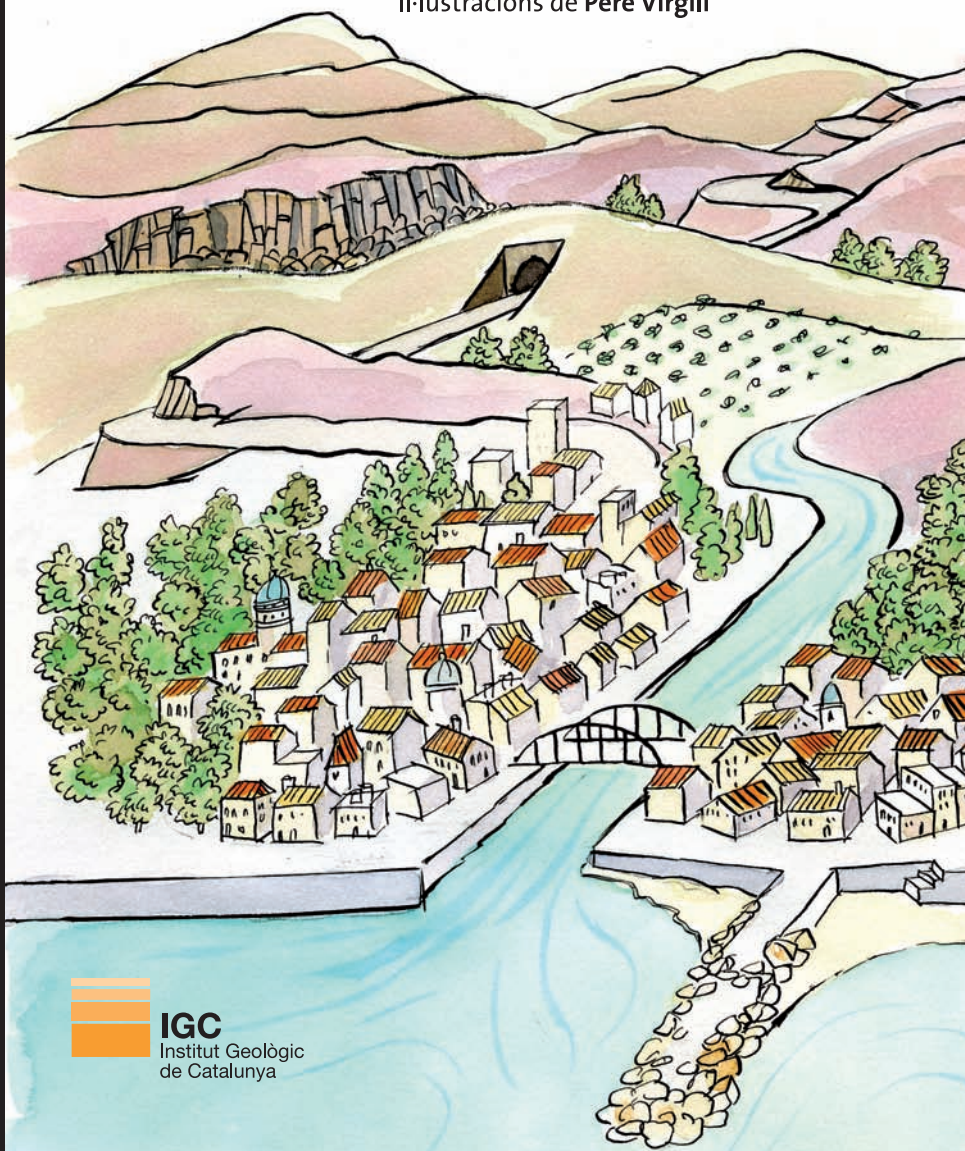


# Saps què és **la Geologia?**

Text de **Gonçal Luna i Mariona Losantos**  
Il·lustracions de **Pere Virgili**





Saps què és  
**la Geologia?**

Saps què és la Geologia?

Edita:

**Edicions MMV**

Primera edició novembre de 2010

© Del text: **Gonçal Luna i Mariona Losantos**

© De les il·lustracions: **Pere Virgili**

© Institut Geològic de Catalunya

© De la present edició: **Edicions MMV**

Disseny i maquetació:

**Masgrau-Yani S.L.**

Coordinació:

**Frederic Pagès**

Impressió:

**Milenio**

Dipòsit legal: B-43738-10

ISBN: 978-84-613-6495-4

**Edicions MMV**

C. Llibertat, 159

17820 Banyoles

Telèfon 972 57 03 57

edicionsmmv@masgrauyani.com

www.masgrauyani.com



www.igc.cat

# Índex

Per a què serveix, la geologia? .....	4-5
Observem canvis a la superfície de la Terra .....	6-7
Els geòlegs observen fins als detalls més petits .....	8-9
Els fòssils: uns bons ajudants dels geòlegs .....	10-11
Els geòlegs dedueixen que els continents es mouen.....	12-13
La geologia explica alguns fenòmens .....	14-15
Les roques són diferents... ..	16-17
... perquè tenen un origen diferent .....	18-19
Una mica d'història dels recursos geològics .....	20-21
Geologia i societat .....	22-23
Els mapes geològics .....	24-25
Un mapa geològic per a cada necessitat .....	26-27
La geologia detecta els riscos .....	28-29
La geologia, una ciència útil .....	30-31

## Per a què serveix, la geologia?

La geologia és una de les ciències més poc conegudes. Per a què serveix la geologia? Tothom sap molt bé què es pot esperar de la medicina o de la biologia. I fins i tot té una idea aproximada de les utilitats de la física, de la química o de l'astronomia.

Però, per a què serveixen la geologia i la feina dels geòlegs? Aquest llibre vol mostrar que la geologia és una de les ciències més pràctiques i que és imprescindible per a moltes coses de la nostra societat. Sense que ens n'adonem, és una de les ciències que té més a veure amb la nostra vida quotidiana.

Si no us ho creieu, us ho podem demostrar ràpidament amb tan sols tres paraules: “petroli”, “terratrèmol”, “autovia”.

Es pot imaginar el món sense el **petroli** que fa anar els automòbils, una bona part de les indústries i moltes centrals d'energia elèctrica, i que serveix també per fabricar la majoria dels plàstics? Doncs el petroli és un recurs geològic que es localitza a partir del treball dels geòlegs, com també ho són el **carbó**, el **ferro**, l'**urani**, l'**aigua** o fins i tot la **sal**, que fa tan saborosos els nostres plats.

Tothom ha sentit a parlar dels **terratrèmols** per la televisió. I també dels **volcans**, de les **allaus de neu**, d'**esllavissades** de terra i de **riuades** que ho destrossen tot al seu pas. Els geòlegs són els professionals que estudien tots aquests **fenòmens naturals**. De vegades, ajuden a prevenir-los o, si això no és possible, a mitigar els seus efectes.

Quan cal construir una **autovia**, un aeroport, un gratacels o un estadi de futbol, el treball previ dels geòlegs pot estalviar molts diners als constructors i, per tant, a tots nosaltres, ja que els **estudis del terreny** proporcionen molta informació sobre les necessitats del procés de construcció. I també poden minimitzar els riscos, atès que eviten sorpreses com ara ensorraments o inestabilitats del terreny.

“Ah, i ens n'oblidàvem: a més de ser una ciència pràctica i interessant, la geologia és també una de les més divertides...”



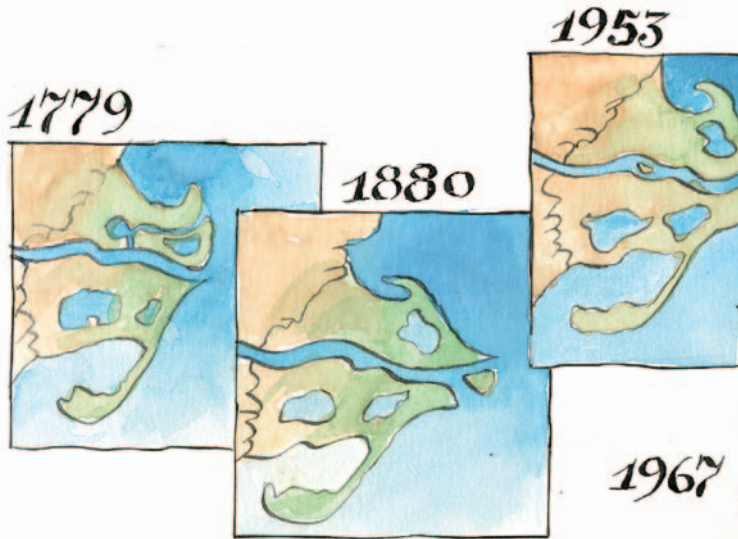


## Observem canvis a la superfície de la Terra

Una de les coses més importants que saben els geòlegs, i que desconeixem la gent comuna, és que la Terra està viva.

Les aparences ens indiquen que la superfície terrestre no es mou, i que els materials que la componen no canvien. Diríem que avui veiem el paisatge exactament amb la mateixa aparença que el van conèixer els nostres pares i els nostres avis. Però, en canvi, els geòlegs veuen que tant la superfície terrestre com els materials que la componen, canvien.

Alguns d'aquests canvis són ràpids i sobtats. Per exemple, els satèl·lits d'observació terrestre constaten que després d'un terratrèmol una part del terreny s'ha desplaçat respecte de la seva posició anterior. De vegades són només uns centímetres, però en altres casos el moviment és força més important. També, després d'un temporal excepcional o d'un tsunami, el perfil del litoral canvia a causa de l'envestida de l'oceà. Les erupcions volcàniques poden modificar notablement el paisatge o arribar a destruir ciutats senceres, i omplen l'atmosfera de cendres que enfosqueixen el cel o dificulten el vol dels avions.



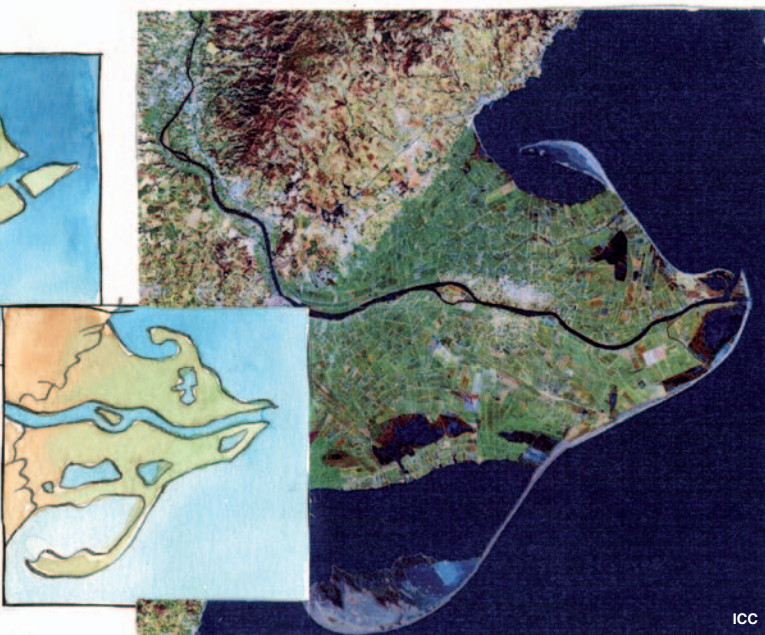


Més a prop nostre, tenim també alguns exemples de canvis importants en la superfície terrestre. Després d'una de les tempestes fortes tan típiques en la nostra regió mediterrània, els rius arrosseguen grans quantitats de materials, llots i pedres, sovint amb conseqüències catastròfiques.

Amb les **grans riudes**, els **terratrèmols** o les **erupcions volcàniques**, ens adonem dels canvis geològics perquè són sobtats i s'esdevenen a molta velocitat.

Però, a un ritme molt més lent, la superfície terrestre també canvia. Els rius i les glaceres, per exemple, **erosionen** les muntanyes de manera lenta però contínua. Tot seguit **transporten** els còdols, les sorres i les argiles, i les **dipositen** curs avall. Després de molts milers o milions d'anys, la suma d'aquests petits canvis hauran modificat el paisatge.

“La superfície terrestre, canvia. Però, en general, ho fa tant a poc a poc que no ens n'adonem si no ens fixem en els petits detalls.”



## Els geòlegs observen fins als detalls més petits

**E**ls primers geòlegs van observar un fet: habitualment, els sediments que transporta un riu —sorres fines, llims i còdols petits—, es van acumulant en capes o estrats horitzontals. Després, sobtadament, una avinguda forta arrossega una gran quantitat de blocs de pedra i còdols grossos, que es dipositen sobre l'estrat anterior. Finalment, es torna a la situació habitual i un nou estrat de sorres fines i llims cobreix el conjunt. A partir d'aquest fet van aplicar la lògica: els sediments es dipositen en estrats, i els més moderns sempre se sobreposen als més antics.

I encara van anar una mica més lluny en les seves deduccions: els fenòmens geològics que veiem avui deuen ser els mateixos que es van donar en el passat. Per tant, podem deduir una part de la història de la Terra si observem els processos actuals i els analitzem amb lògica.



Així, com que els fenòmens geològics antics van ser iguals que els actuals, aquesta teoria va rebre el nom d'**actualisme**, i és una de les principals eines de treball dels geòlegs.

De tota manera, no totes les observacions responien a aquesta lògica: en determinades àrees els estrats estaven fortament inclinats o plegats i es reconeixien "fractures" que posaven de costat roques ben diferents. També hi havia roques que no es podien interpretar com el resultat de cap procés sedimentari; a més, els geòlegs van comprovar que els volcans escopien material incandescent que en refredar-se es convertia en roca.

“Cap al final del segle XVIII, en què es va formular la teoria de l'actualisme, les ciències geològiques ja havien establert una part dels seus principis fonamentals de treball.”



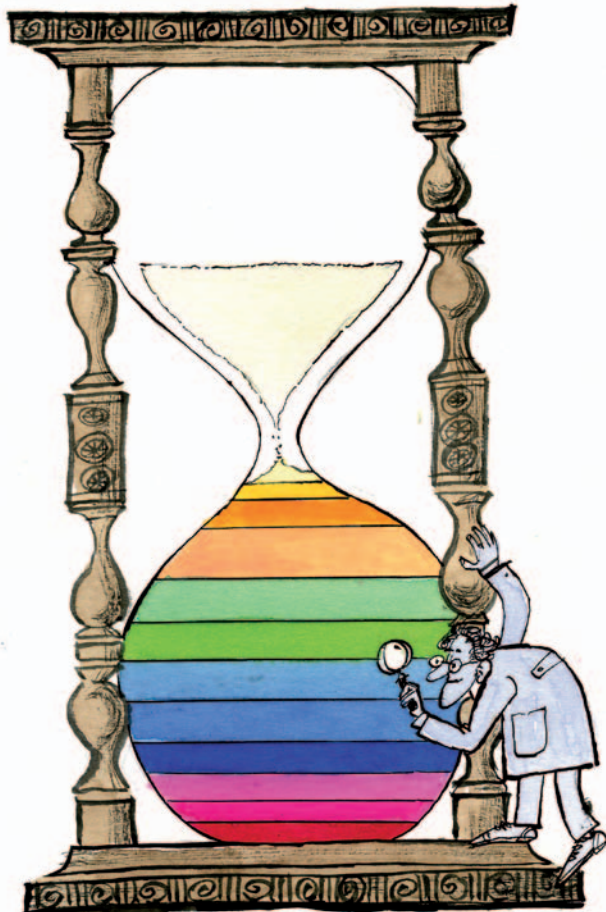
D'acord amb noves observacions, els geòlegs van deduir que la teoria de l'actualisme era aplicable a tots els **processos geològics externs**, és a dir, els que succeeixen a la superfície de la Terra. Això els permetia interpretar una part dels processos passats, és a dir, la història geològica de la Terra, a partir de l'observació del present.

Fins llavors, els geòlegs es limitaven a fer **descripcions** del que veien i a prendre'n notes en un quadern, o a conservar pedres, minerals i fòssils en els museus. Amb la teoria de l'actualisme, els geòlegs podien **interpretar** què havia succeït en el passat i, el que és més important: podien saber què podia passar en el futur.

La **capacitat predictiva** és un dels valors més importants de la geologia i de la feina dels geòlegs.

## Els fòssils: uns bons ajudants dels geòlegs

Una altra cosa que van observar els geòlegs era que dins dels estrats es podien observar restes fossilitzades d'animals i de plantes. Algunes d'aquestes espècies fòssils eren semblants als éssers vius actuals, però no iguals, i d'altres eren del tot desconegudes. La interpretació més lògica a aquest fet era que els fòssils corresponien a éssers vius que s'havien extingit completament i que les espècies contemporànies havien substituït a unes altres de més antigues.



El geòleg William Smith va observar també que hi havia grups d'estrats que es trobaven en llocs allunyats però que tenien fòssils idèntics. Què volia dir això? Doncs que els fòssils serveixen per saber que els conjunts d'estrats que trobem en llocs diferents de la Terra però que tenen els mateixos fòssils són igual d'antics: tenen la mateixa **edat geològica**.

Poc a poc es va anar establint l'**edat relativa** dels diversos conjunts d'estrats, cadascun amb les seves restes fòssils corresponents. I es va veure que en els estrats més antics les restes fòssils eren d'essers vius radicalment diferents a qualsevol espècie actual. De mica en mica es va anar construint l'**escala dels temps geològics**, que es divideix en eres, cadascuna amb un registre fòssil característic.

Diversos científics van intentar descriure mecanismes que expliquessin les diferències en el registre fòssil, que indicaven clarament un procés d'**evolució**. Finalment, Charles Darwin va postular la **teoria de l'evolució de les espècies** per **selecció natural**, que ha demostrat ser l'explicació més raonable a l'evolució.

Els científics que estudien els fòssils són els **paleontòlegs**. Els fòssils serveixen també per conèixer com eren els ambients en què van viure els essers vius en temps passats, coneguts amb el nom de **paleoambients**.

Amb totes aquestes observacions es va anar imposant la idea que els canvis geològics eren molt lents, i que era segur que havia calgut molt temps per tal que les diverses espècies evolucionessin.

Els sistemes moderns de datació, basats en una tècnica anomenada radiometria, ens permeten calcular l'edat absoluta de les restes fòssils, d'algunes roques sedimentàries i, sobretot, de les roques volcàniques que poden tenir intercalades. Amb aquestes dades s'ha aconseguit demostrar que la Terra es va formar fa uns **4.500 milions d'anys**. Els canvis geològics són extraordinàriament lents. I la nostra vida és tan breu que només en podem observar els senyals que deixen o bé algun canvi molt brusc, com ara un terratrèmol o bé una erupció volcànica.

“La determinació de les edats absolutes de les roques va ser una fita molt important en si mateixa i, a més, va permetre conèixer la velocitat dels processos geològics”

## Els geòlegs dedueixen que els continents es mouen

**A** l'inici del segle XX, Alfred Wegener va formular una de les teories més sensationals de la història de la ciència: una hipòtesi que desafia de manera absoluta la nostra percepció de les coses: els continents es mouen.

Wegener va observar que les siluetes de l'oest de l'Àfrica i de l'est d'Amèrica del Sud encaixaven gairebé a la perfecció, com en un trencaclosques. També se sorprenia del fet que hi havia fòssils idèntics en estrats d'aquests dos continents, avui separats per l'oceà. Hi havia altres coses que tenien continuïtat a una banda i l'altra de l'Atlàntic: antigues serralades de muntanyes, jaciments minerals...

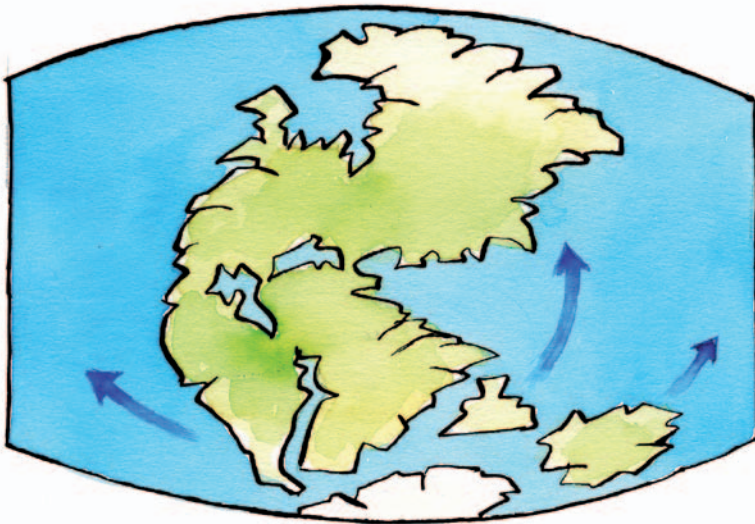
La conclusió de Wegener va ser contundent: en temps remots, totes les terres existents van formar part d'un continent únic (al qual va anomenar Pangea, que vol dir "totes les terres") i després, per alguna raó, aquestes terres es van anar separant a poc a poc, fins a ocupar la posició actual.

Wegener no va poder explicar les raons d'aquest moviment, ni va arribar a demostrar-lo, però després diversos científics van anar traient l'entrellat: a partir de mitjan segle XX, l'estudi dels oceans i la demostració de l'**expansió del fons oceànic** van provar la hipòtesi de la **deriva continental**: com en un puzzle, la superfície terrestre es troba dividida en diverses peces, les **plaques tectòniques**. Aquestes plaques es mouen les unes respecte de les altres. De vegades, dues plaques se separen, i els magmes, és a dir, els materials fosos, procedents de l'interior terrestre, omplen les esquerdes resultants i contribueix encara més a separar les dues plaques, com succeeix a les **dorsals oceàniques**. Altres vegades és una de les plaques la que s'enfonsa a sota de l'altra, subdueix, formant grans serralades com els Andes. O, sovint, dues plaques continentals s'acosten i col·lideixen, els seus marges es rebreguen i formen les serralades com ara els Pirineus, els Alps, o l'Himàlaia. Aquesta explicació científica dels fets rep avui el nom de teoria de la **tectònica de plaques**.

“Avui, la tectònica de plaques compta amb proves molt sòlides, i explica gran part dels fenòmens geològics.”



Com a curiositat, les plaques tectòniques es desplacen les unes respecte de les altres amb una velocitat mitjana d'uns dos centímetres i mig cada any que és, aproximadament, la velocitat amb que ens creixen les ungles de las mans.





## La geologia explica alguns fenòmens

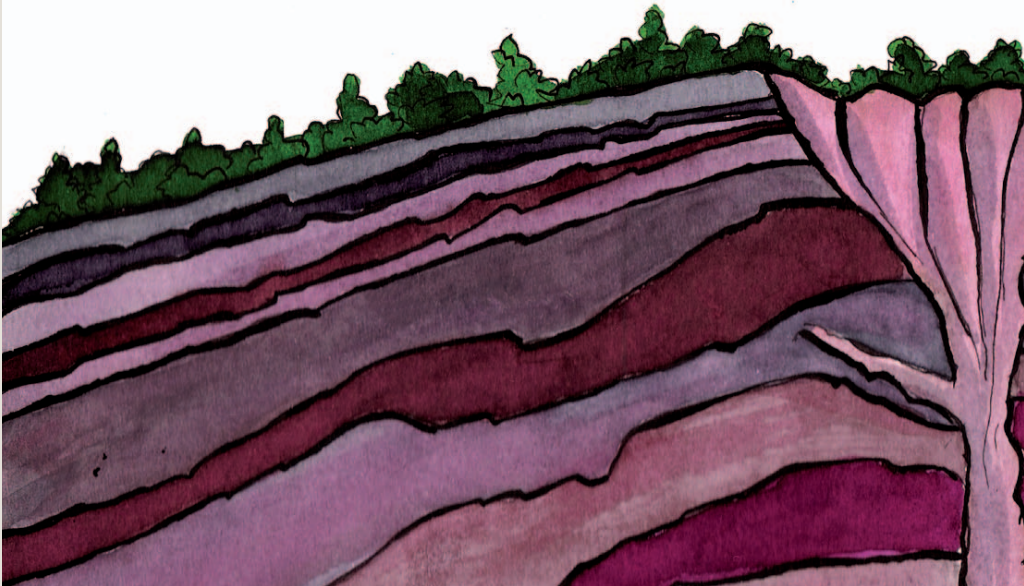
Molts dels fenòmens geològics que antigament s'atribuïen a la casualitat o a l'adversitat tenen avui una **explicació científica**, i tot això gràcies al treball dels geòlegs amb el suport dels geofísics, els químics i els enginyers, i a la teoria de la **tectònica de plaques**.

D'antic, els geògrafs ja havien observat que existien determinades zones de la Terra en les quals es concentraven els volcans i es produïen erupcions a intervals relativament curts. També sabien que, sovint, els terratrèmols i el vulcanisme estaven associats.

A casa nostra mateix, a la comarca de la Garrotxa, existeixen antics cons volcànics, i les cròniques històriques expliquen que els terratrèmols de 1427 i 1428 van destruir, entre d'altres, la vila d'Olot.

També, al llarg de la costa mediterrània podem trobar alguns exemples d'activitat volcànica, com és el cas de l'Etna, encara en actiu, o la destrucció de les ciutats d'Herculà i Pompeia a causa de l'erupció del Vesuvi, l'any 79 de la nostra era.

Però al món hi ha zones volcàniques i sísmiques –de terratrèmols– molt més actives, la més coneguda de les quals és l'anomenat anell o **cinturó de foc del Pacífic**.



El cinturó correspon a tota la regió que envolta l'oceà Pacífic, i que inclou terres com ara el Japó, les illes Filipines, Indonèsia i la costa oest d'Amèrica.

Es tracta de la regió del planeta on es produeixen més terratrèmols i erupcions volcàniques. L'explicació del fenomen rau en el fet que, tot al voltant de l'oceà Pacífic, les plaques oceàniques que el formen s'estan enfonsant sota les plaques continentals que l'envolten, en un procés que s'anomena **subducció**. Aquest moviment provoca també la gran quantitat de terratrèmols que es produeixen a la zona del cinturó de foc del Pacífic.

El desenvolupament progressiu de les tècniques de laboratori va permetre deduir les condicions de **pressió** i de **temperatura** a las quals havien estat sotmeses les roques en aquests contextos geològics, on arriben a fondre's i formar **magmes**, que en ascendir i assolir la superfície de la Terra són els que causen el vulcanisme.

Quan els magmes queden atrapats a l'escorça terrestre cristal·litzen tot formant les roques intrusives. Els **processos geològics interns** exigeixen, doncs, de tècniques de laboratori molt especials per al seu estudi.

“De fet, podem dir que un volcà és l'únic conducte que posa en comunicació directa una part de l'interior de la Terra amb la superfície terrestre.”



## Les roques són diferents...

**S**i passegem pel camp podrem diferenciar una gran varietat de roques. N'hi ha de fosques, de grises, de blanques i de colors diversos. Algunes són llises i altres fan alguna mena de dibuix, són bandades, pigallades o tenen incrustacions. Sovint el seu tacte és suau, però també poden ser aspres o granulades.

Per **identificar** una roca, **classificar-la** i saber-ne l'**origen**, cal observar-la amb cura, seguint diverses "passes", de més lluny a més a prop.

Sobre el terreny, el primer que ens crida l'atenció és el color de la roca, i si és tot igual o és variat. També ens hem de fixar en l'ordre o arranjament general en l'aflorament: si les roques formen una massa homogènia o si presenten alguna estructura definida, com ara si es disposen en capes, etc.

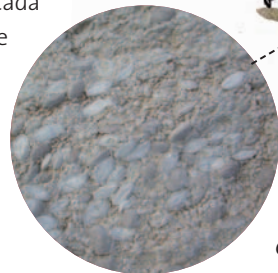
En acostar-nos a la roca, és possible que puguem identificar, a ull nu, els seus components: si la mida d'aquests components —la **mida de gra**— és prou grossa, n'identificarem les formes —cristal·lines, arrodonides, cantelludes—, la composició mineralògica, la presència de restes fòssils, etc.

Al camp, els geòlegs prenen **mostres de roca**: la forma de trencar-se i el color en fractura fresca també són dades importants. La mostra de mà permet observar la roca amb una lupa per identificar-ne els grans més petits, la seva forma i composició o la presència de fòssils menuts. També s'hi poden fer algunes proves senzilles: sospesar-la per estimar-ne la **densitat**, comprovar-ne la **duresa**, saber si ratlla o no el martell, si és atacada per l'àcid, si és porosa o si es desfà fàcilment, entre d'altres.

Amb totes aquestes dades, que s'obtenen directament sobre el terreny, es pot establir en la ma-



Pissarres



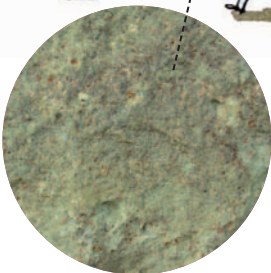
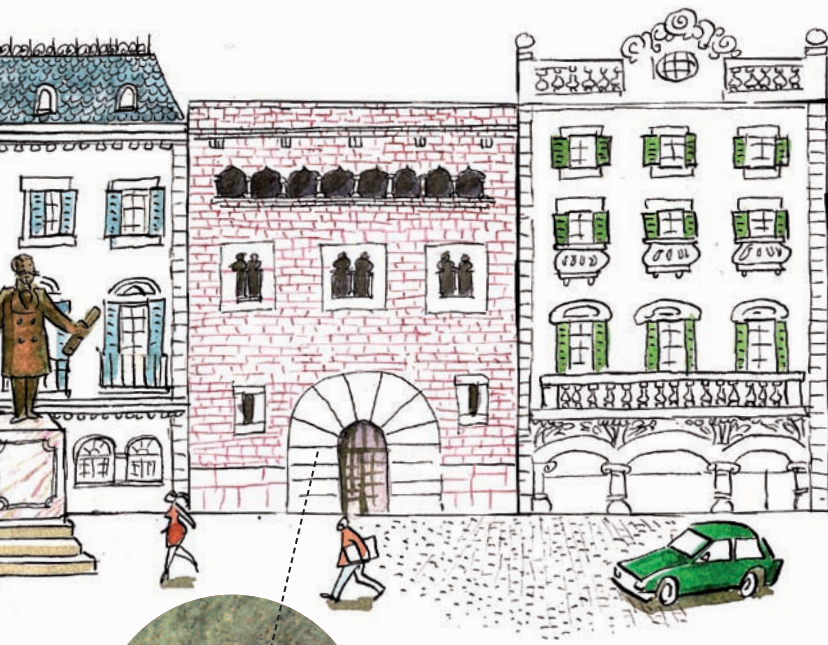
Calcaries

“L'observació acurada de les roques permet la seva identificació i classificació..”

joria dels casos de quin tipus de roca es tracta, així com el seu origen, **sedimentari**, **igni** o **metamòrfic**. Però per afinar més en la descripció o si la roca és de gra molt fi, caldrà dur-ne una mostra al **laboratori** per al seu estudi, que es fa amb el **microscopi petrogràfic** i amb altres tècniques, com ara l'**anàlisi química**. Aquests estudis permeten precisar millor les característiques de cada roca.

Els professionals de la geologia identifiquen bona part de les roques a primer cop d'ull, perquè ja han seguit totes aquestes “passes” en moltes ocasions i durant molts anys.

Però les roques no són només al camp. Els edificis i els monuments de les ciutats també estan fets de roques, que també són molt diverses, i adequades per a cada funció.



Gresos



## ... perquè tenen un origen diferent

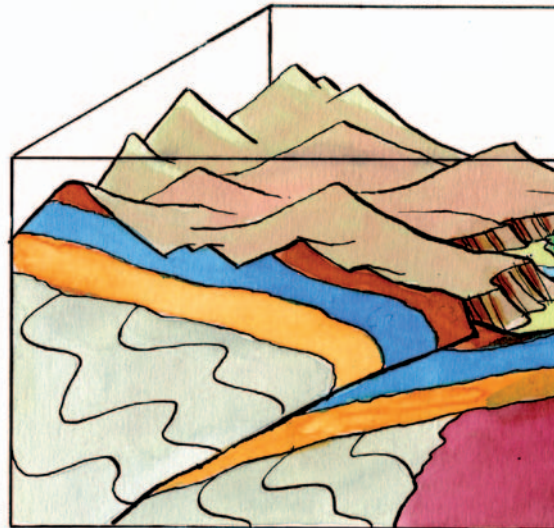
La geologia explica l'origen de les característiques de totes les roques, que depenen de molts factors, essencialment la manera en què s'han format. Així, l'arranjament en estrats o la presència de restes fòssils, són indicatives de l'origen sedimentari de les roques. Les **roques sedimentàries** poden ser detrítiques, orgàniques o químiques, segons el seu procés de formació.

Els sediments detrítics estan associats als fenòmens d'erosió i de sedimentació i són formats per fragments de roques ja existents que han estat erosionades. Per exemple, durant el seu recorregut, els rius arrosseguen **còdols, sorres i llims** que se sedimenten quan les seves aigües perden força, especialment a les ribes i a la desembocadura. Amb el temps, aquests materials es compacten i formen roques com ara els **conglomerats** i els **gresos**.

També hi ha un munt de components dels sediments que es troben en suspensió o dissolts en l'aigua. En els mars o en els llacs es poden acumular tots aquests materials, principalment els **carbonats**, ja siguin en forma de partícules molt menudes o de restes d'espècies marines, com ara conquilles. Amb el temps aquests sediments es compacten i cimenten i formen les roques **calcàries**.

Els elements químics dissolts a l'aigua marina precipiten si les aigües s'evaporen, com veiem actualment a les vores dels llacs salats. S'hi acumulen cristalls de **guixos** i de **sals**.

Les roques massives i formades per **cristalls** minerals, poc o molt ben formats, són el resultat de la cristal·lització de magmes, és a dir, del material fos que hi ha sota l'escorça terrestre. Quan la cristal·lització té lloc en fondà-

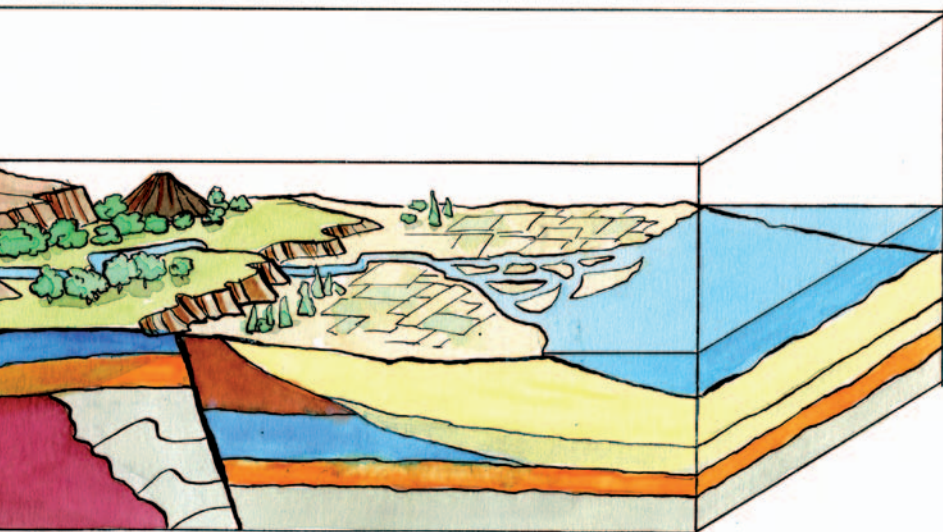


ria es formen les **roques intrusives**, i si els magmes assoleixen la superfície, es formen les **roques efusives** o volcàniques. Entre els minerals que les formen hi predominen els **silicats**: són minerals com ara el quars, els feldspats, les miques, els amfibols, etc.

Els exemples més coneguts entre les roques intrusives són els **granits**, i entre les efusives, els **basalts**.

Les **roques metamòrfiques** provenen de la modificació de qualsevol roca preexistent que ha estat sotmesa a condicions de pressió i temperatura relativament altes; aquestes condicions es donen en les zones de col·lisió entre plaques tectòniques i a la vora dels magmes que queden emplaçats en fondària. Els processos metamòrfics transformen l'estructura de la roca i la composició mineralògica, i en resulta una de nova, distinta de la inicial; poden ser des de molt massives fins a bandades. Algunes de les més conegudes són les **pissarres**, formades a partir de les argiles, o els **marbres**, formats a partir de les calcàries.

“La geologia ens explica el perquè de les característiques de les roques.”



## Una mica d'història dels recursos geològics

La recerca de recursos naturals és indissociable de la història humana, i es remunta a la prehistòria. Els mateixos arqueòlegs parlen del paleolític (“pedra antiga”) i del neolític (“pedra nova”). Els homes primitius van fabricar destrals i puntes de fletxa amb **sílex** i amb **obsidiana**, i peces de terrissa amb **argila**. Posteriorment, les civilitzacions van substituir la pedra pel **coure** i l'**estany** o el **ferro**, i els mateixos historiadors parlen de l'edat del bronze (l'aliatge de coure i estany) i de l'edat del ferro.

Ja en temps històrics, els romans feien servir el **plom** per fer les canonades de conducció d'aigua i per llastrar els vaixells, la **sal** per a la conservació d'aliments, l'**oli mineral** per a les llànties de llum o el **marbre** per a l'escultura. L'**or** i d'altres **metalls** i **pedres precioses** s'han utilitzat des de la prehistòria com a elements ornamentals en moltes cultures. El **mercuri** s'utilitzava per a l'extracció d'or, determinades **sorres** per la fabricació de vidre, el **caolí** per a la porcellana, i moltíssims minerals s'han utilitzat arreu com a pigments.

Ja en temps més recents podem trobar usos dels recursos geològics que actualment ens semblen estranys, com són les lloses de pedra calcària, base de la litografia, una tècnica d'impremta inventada al final del segle XVIII.

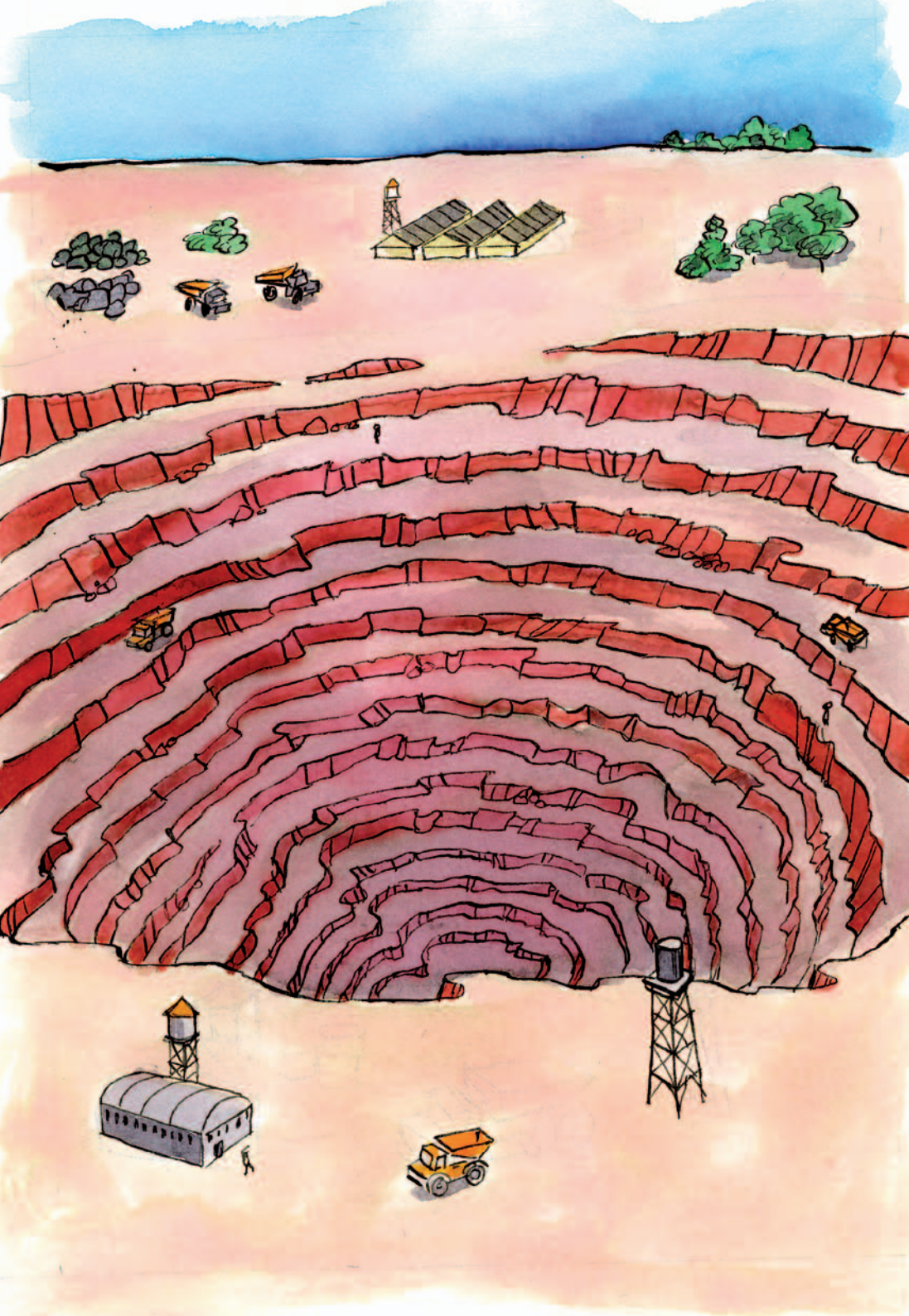
Si bé la mineria és ben coneguda des del Neolític, les tècniques desenvolupades durant el segle XIX van permetre l'exploració i l'exploració en fondàries cada cop més grans, cosa que possibilitava un aprofitament més gran dels **recursos geològics**, mai vist anteriorment en la història. El **carbó**, i posteriorment el **petroli** i el **gas natural**, són els combustibles amb què s'han mogut les màquines des del segle XIX.

A més dels recursos geològics “tradicionals” s'estan produint grans avenços en l'exploració de la calor interna de la terra, l'anomenada **energia geotèrmica**.

L'**aigua**, el recurs imprescindible per a la vida, continua essent un dels principals objectius de les recerques dels geòlegs.

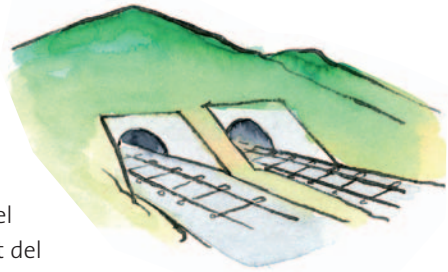
“Actualment, la recerca geològica de recursos per als nous usos de les societats contemporànies s'ha multiplicat, i gaudeix dels mètodes més moderns de recerca.”





## Geologia i societat

**A**vui, **la geologia** és una de les **ciències** amb més aplicacions. Només cal que analitzem una mica el nostre entorn quotidià: el ciment, l'argila i la pedra amb què es construeixen les cases; el coure dels cables elèctrics; el wolfram, element que ha format part del filament de les bombetes fins als nostres dies; el ferro i l'acer amb el qual es fabriquen els



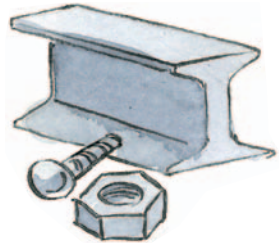
automòbils; el silici dels circuits integrats que fan funcionar els ordinadors o els telèfons mòbils; el níquel de les bateries de tots els aparells electrònics; l'alumini de les llaunes de beguda; el petroli amb què funcionen els avions o els cotxes; els metalls de

les monedes o el plàstic de les targetes de crèdit; els adobs agrícoles, etc. Realment, es fa difícil trobar algun producte o algun procés industrial en el qual els materials que s'obtenen de la Terra no tinguin una intervenció decisiva.



Però el treball dels geòlegs també és molt important per a molts projectes constructius, per a la gestió de les nostres ciutats i per al conjunt del planeta. Algú es pot imaginar el món actual sense carreteres o autopistes? I sense línies de ferrocarril? Es

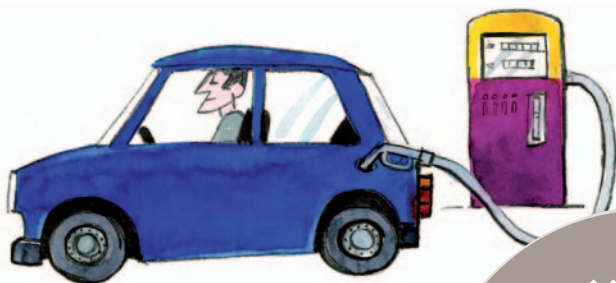
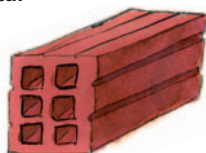
pot creure que les relacions internacionals o el comerç mundial funcionaria sense ports o sense aeroports? Es podria gestionar una gran ciutat sense un sistema eficient de proveïment d'aigua? Doncs bé, en tots aquests casos, el treball previ dels geòlegs i la planificació de l'obra tenint en compte les característiques del terreny, ajuda els enginyers a **evitar riscos** i a **estalviar diners**.



Gran part de les branques de les ciències geològiques tenen un component d'**aplicació**:

la **hidrogeologia** estudia les aigües superficials i subterrànies i la seva importància com a recurs natural; la **geotècnia** analitza les roques que suportaran una obra per tal de dissenyar amb seguretat els fonaments dels edificis o de les infraestructures; la **prospecció geològica** i la **geologia econòmica** s'encarreguen de la recerca dels recursos minerals explotables;

la **sismologia** estudia els terratrèmols i les seves conseqüències; la **geologia del petroli** s'ocupa de la recerca dels jaciments d'hidrocarburs; la **geotèrmia** estudia la calor de la Terra i la forma d'aprofitar-lo; la **geologia ambiental** analitza l'impacte de les accions de l'home sobre el territori; la **geologia marina** s'ocupa de l'estudi dels fons marins; i així, moltes altres.



“Però cal recordar que la geologia és la ciència de la Terra. I, sovint, per treure tot el partit dels recursos geològics, cal saber ben bé on els podem localitzar.”

## Els mapes geològics

Un **mapa topogràfic** és la representació d'un territori sobre el paper, o sobre un suport digital: uns símbols situen en el mapa les poblacions, les carreteres, les muntanyes o els rius, tots els quals porten associats uns noms, els topònims; i una escala gràfica ens indica la mida relativa d'aquests elements. Un **mapa geològic** és una representació sobre el territori dels diferents tipus de roques que afloren a la superfície, és a dir, quines són les roques que “trepitgem” a cada pas.

La realització d'un mapa geològic és complexa, i comença amb el treball de camp dels geòlegs, que es desplacen a la zona per identificar i situar les roques que hi afloren. La feina es fa amb l'ajut de mapes topogràfics i GPS i amb altres instruments, com ara el martell, la lupa, la brúixola, el clinòmetre, la càmera fotogràfica i la llibreta de camp o l'ordinador, on s'anoten totes les observacions.

Posteriorment, cal determinar el tipus, l'origen i l'edat de les roques, les seves relacions amb les que hi hagi al voltant i l'extensió en fondària. Sobre el mapa s'estableixen els límits de cada unitat rocosa i s'hi tracen les línies de contacte. Per aquest treball també són molt útils la fotografia aèria i les imatges obtingudes des de satèl·lits. El resultat de tot aquest recull de dades es representa en el **mapa geològic**, que cal considerar com el millor instrument de transmissió del coneixement geològic del territori.

Els **elements principals** d'un mapa geològic són tres. El primer és el **codi de colors**, que serveix per diferenciar els tipus de roques i la seva edat. El segon és un **conjunt de línies** que representen simbòlicament les relacions geomètriques entre les roques: contactes sedimentaris o intrusius, falles, encavalcaments, o bé la seva estructura interna, sinclinals, anticlinals, etc. Finalment, uns **símbols puntuals** ens donen informació sobre l'orientació i inclinació dels estrats, sobre els jaciments de fòssils, sobre els indicis minerals, etc. Tots els mapes geològics van acompanyats d'una **llegenda** que explica el significat de cadascun dels elements que hi consten.

Fer un mapa geològic d'un país és una tasca prou complexa, relativament costosa i d'interès general. És per això que, usualment, la responsabilitat de la seva elaboració correspon a l'Administració pública. A casa nostra, aquesta funció la desenvolupa l'**Institut Geològic de Catalunya**, organisme dependent de la Generalitat de Catalunya.



“La capacitat predictiva és la utilitat primordial dels mapes geològics. Per això, sovint, els geòlegs dissenyen un mapa per a cada necessitat.”



## Un mapa geològic per a cada necessitat

**H**em vist fa unes quantes pàgines que la geologia és una ciència eminentment pràctica i aplicada. És lògic, doncs, que els geòlegs hagin ideat la manera de representar els diferents recursos i processos geològics sobre els mapes. I és que hi ha un **mapa geològic** fet a mida per a cada **aplicació**.

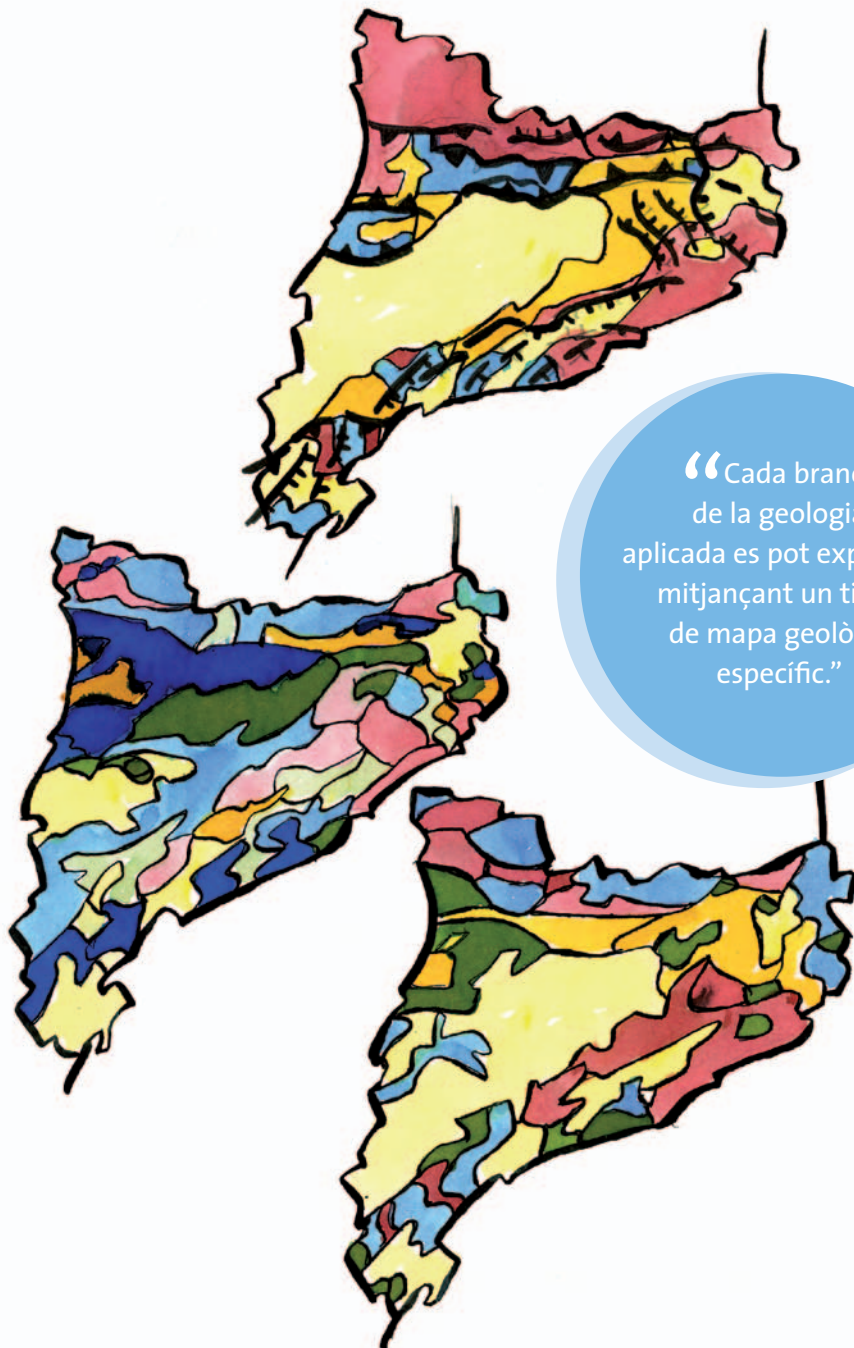
Els **mapes geològics generals** serveixen per posar a l'abast de la societat el coneixement geològic d'un territori, i a més són molt valuosos perquè tenen capacitat predictiva: és a dir, proporcionen la informació necessària per saber la constitució geològica de la superfície i, amb diferents graus de precisió, també la del subsòl.

Els **mapes d'indicis minerals** ens indiquen la localització dels recursos minerals sobre el terreny, és a dir, les zones on és més probable trobar els jaciments de minerals per a la seva explotació. L'aplicació pràctica és indiscutible, ja que la indústria moderna té necessitat de minerals de tota mena.

Molt similars als anteriors són els **mapes de recursos petris**, és a dir, els que situen els diferents tipus de roques també sobre un mapa topogràfic. Aquests mapes serveixen per indicar la localització de la pedra de construcció, de les roques calcàries —per fabricar ciment—, dels guixos, de les argiles, de les graves o de les sorres, i també de roques ornamentals, com ara els marbres, els travertins, el granit o les pissarres. Cal tenir present que aquests són els recursos geològics més explotats.

També són molt interessants els **mapes hidrogeològics**, que representen la situació, el volum i la qualitat dels recursos hídrics, és a dir, les reserves d'aigua. Són mapes que ens indiquen no tan sols on són les fonts i les surgències, els rius i els estanys, sinó també quines roques poden actuar com a dipòsits d'aigua subterrània i on podem trobar-les per fer-hi un pou. Són mapes que tenen una gran importància de cara a conèixer els millors emplaçaments per a la instal·lació de centres industrials o de complexos residencials, tots els quals necessiten uns volums determinats d'aigua.

També es poden fer “mapes” del subsòl, a diverses fondàries. Aquests mapes tenen diverses aplicacions en mineria i en la recerca de petroli o gas natural. Els sistemes informàtics actuals han facilitat molt aquest tipus de treballs.



“Cada branca de la geologia aplicada es pot expressar mitjançant un tipus de mapa geològic específic.”



## La geologia detecta els riscos

Una altra funció important de la geologia és la de conèixer els processos geològics actius i preveure quins són els impactes que poden tenir sobre les societats humanes —per exemple, les riuades, les allaus de neu o els terratrèmols—. Per això els geòlegs estudien els **riscos geològics** i després els representen sobre mapes topogràfics, per tal de situar sobre el territori els fenòmens capaços de comportar danys a la societat en moments determinats.

El cas més conegut d'aquest tipus de cartografia són els **mapes de zones inundables**. Com el seu nom indica, aquests mapes mostren quines zones del territori poden patir inundacions en cas de pluges fortes o de riuades. Són ben conegudes les inundacions del Vallès de 1962, en què les riuades van provocar 351 morts després d'arrossegar les cases construïdes a la llera de la riera. Gran part de les víctimes s'haurien evitat amb una planificació prèvia de les edificacions d'acord amb els mapes de riscos geològics. Els **mapes de zones d'allaus de neu** tenen una funció similar i també contribueixen a evitar accidents.

També són de gran utilitat els **mapes de zonació sísmica**. Aquests mapes classifiquen les parts d'un territori d'acord amb la freqüència estadística amb què han patit terratrèmols de més o menys intensitat, la qual cosa és una mesura de la probabilitat de poder-los patir en el futur. D'acord amb aquests mapes, a les zones de risc sísmic elevat els edificis han de complir amb una normativa de seguretat especial i han d'estar construïts per resistir un terratrèmol.

En els **mapes geoantròpics** es representen aquelles modificacions humanes del territori que tenen influència en els processos geològics naturals, com per exemple, la desviació artificial d'un riu, les pedreres, les mines abandonades, els abocadors de residus o la construcció d'espigons al litoral. Els mapes geoantròpics donen informació molt valuosa a l'hora de planificar. Ens informen, posem per cas, que un terreny pot ser inestable per a l'edificació perquè a sota hi va haver, temps enrere, un abocador d'escombraries. Fins i tot poden ser utilitzats per analitzar les conseqüències socials i econòmiques de determinades actuacions. Així, per exemple, la construcció d'espigons perpendiculars al litoral, tan freqüent a casa nostra, modifica la deposició de sorres a un i a l'altre costat de la construcció, en funció dels corrents marins dominants. Això comporta l'aparició, o la desaparició, de les platges, amb importants conseqüències per a les instal·lacions turístiques.

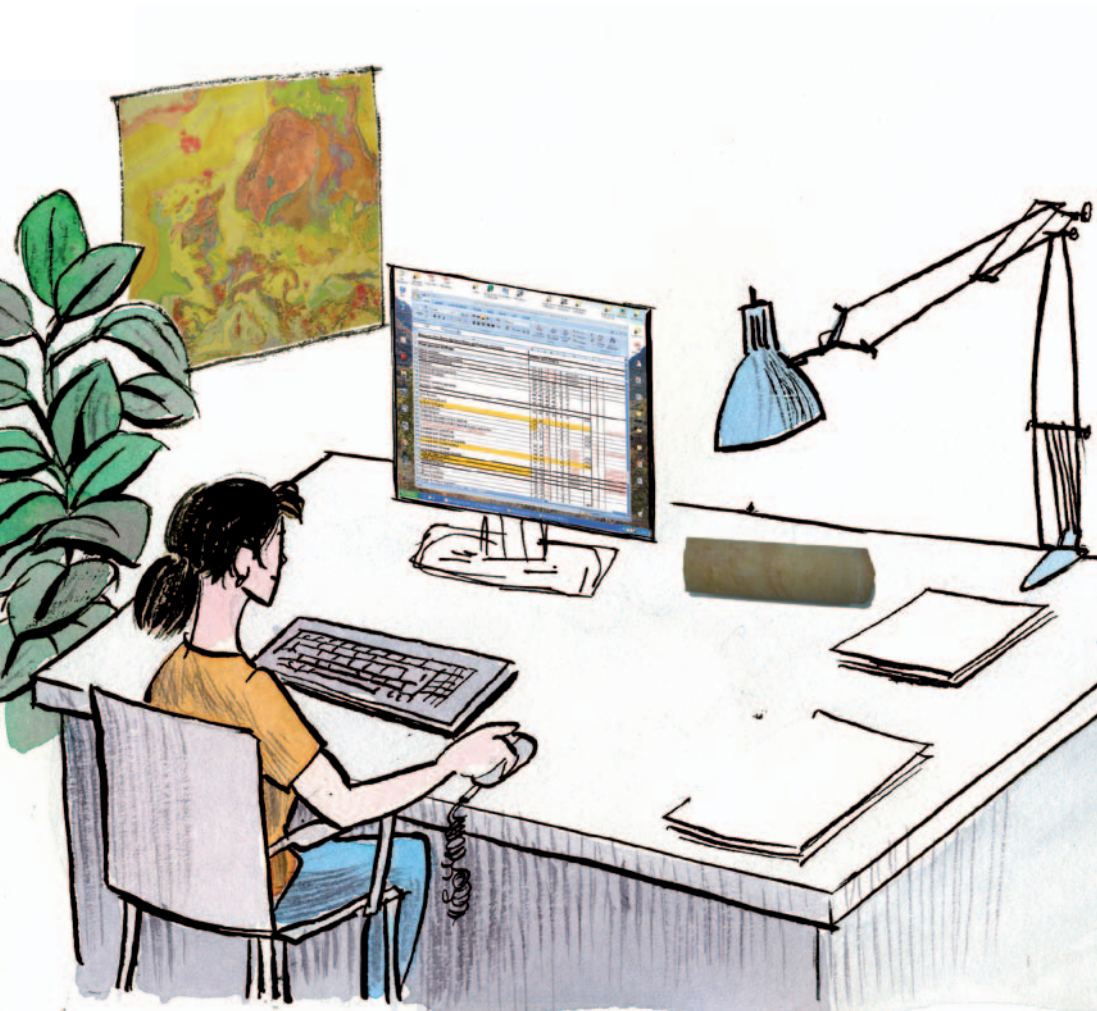
“Una de les aplicacions més importants de la geologia actual és la prevenció dels riscos i la mitigació dels perills derivats dels processos geològics actius.”



## La geologia, una ciència útil

Començàvem aquest llibre amb una pregunta: Per a què serveix la geologia? I de la seva lectura hem tret una bona lliçó: **la geologia és una ciència amb moltes aplicacions pràctiques** en la societat actual.

Serveix per trobar i obtenir materials, roques, metalls i minerals de gran utilitat en les indústries modernes. Serveix per trobar fonts de combustibles i explorar-ne de noves. Serveix per gestionar l'aigua del planeta. Serveix per evitar riscos i grans catàstrofes. Serveix per fer les obres públiques amb seguretat i per estalviar molts diners en els projectes constructius. Serveix per evitar la contaminació i per mantenir la sostenibilitat.





Hem vist, a més, que la geologia té una lògica contundent i una metodologia molt acurada; tot plegat li proporciona una gran **capacitat d'interpretació i de predicció** basada en teories ben contrastades, com ara l'actualisme o la tectònica de plaques, que expliquen satisfactòriament gran part dels fenòmens geològics que podem observar.

Avui, els geòlegs disposen de tècniques de datació molt precises, com ara les radiomètriques, que permeten conèixer l'edat absoluta de les roques, i així la velocitat amb què s'han produït els fenòmens geològics i el seu període de retorn, és a dir, el temps que passarà abans que es tornin a produir.

I, finalment, la geologia és capaç de representar **tot el seu coneixement sobre uns mapes** que tenen aplicacions pràctiques ben directes, i que són capaços de donar informació útil per prendre decisions importants.

Els geòlegs actuals continuen fent **observacions sobre el terreny** i treballen en **equips pluridisciplinars**, en col·laboració amb altres professionals com ara els físics i els químics, els enginyers, els biòlegs, els advocats, els arquitectes o els economistes. I també utilitzen les tècniques de laboratori més sofisticades i els sistemes d'informació geogràfica i de modelització més moderns.

“I treballen per augmentar el benestar de la societat, per proporcionar-li els recursos necessaris per al seu desenvolupament, i per allunyar-la de riscos que, d'altra manera, serien imprevisibles.”









**M | M | V**  
EDICIONS

1

 **IGC**  
Institut Geològic  
de Catalunya