

N. Fonty Sagué

◆◆◆ MOSEN NORBERT FONT Y SAGUÉ ◆◆◆

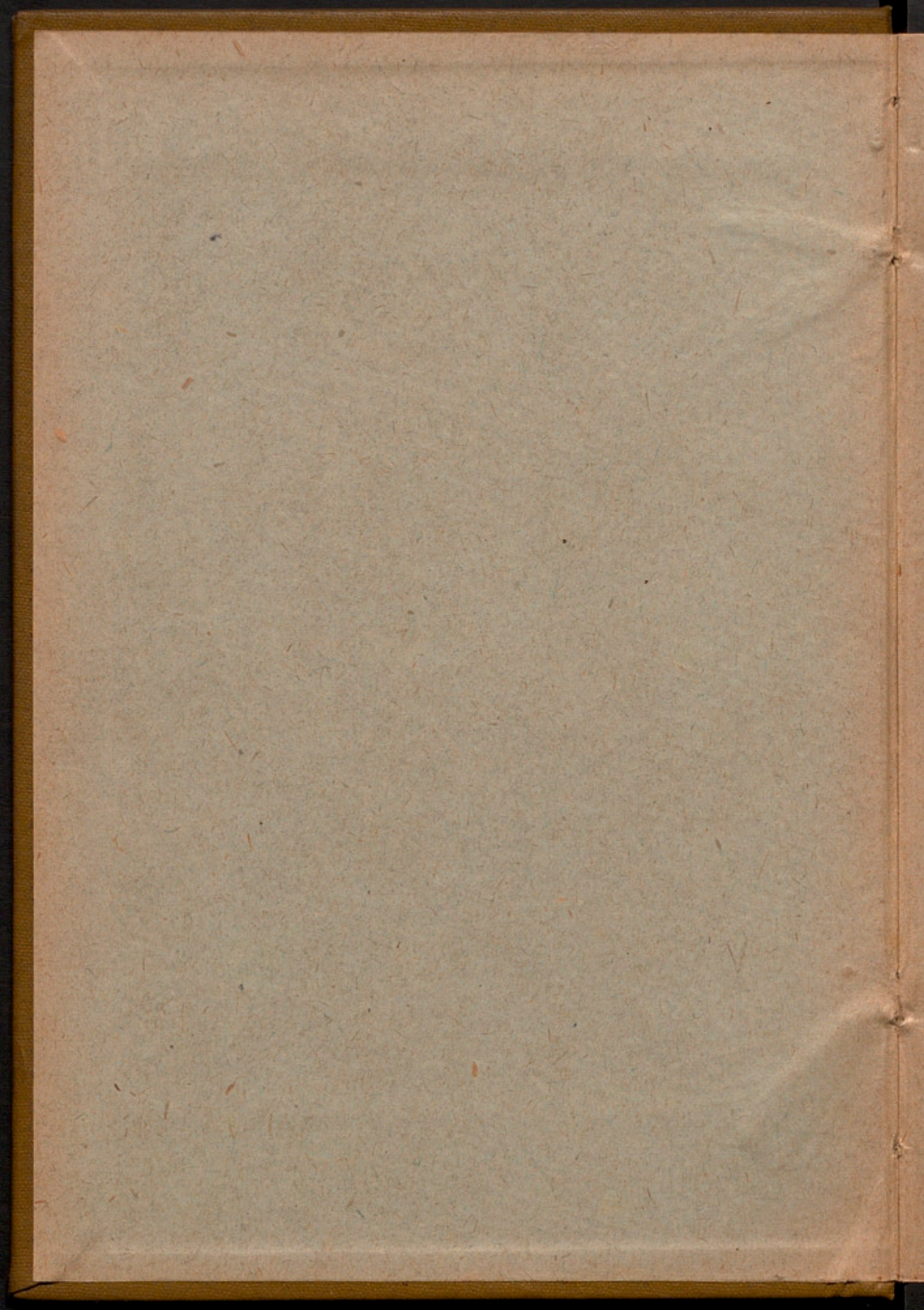
GEOLOGÍA

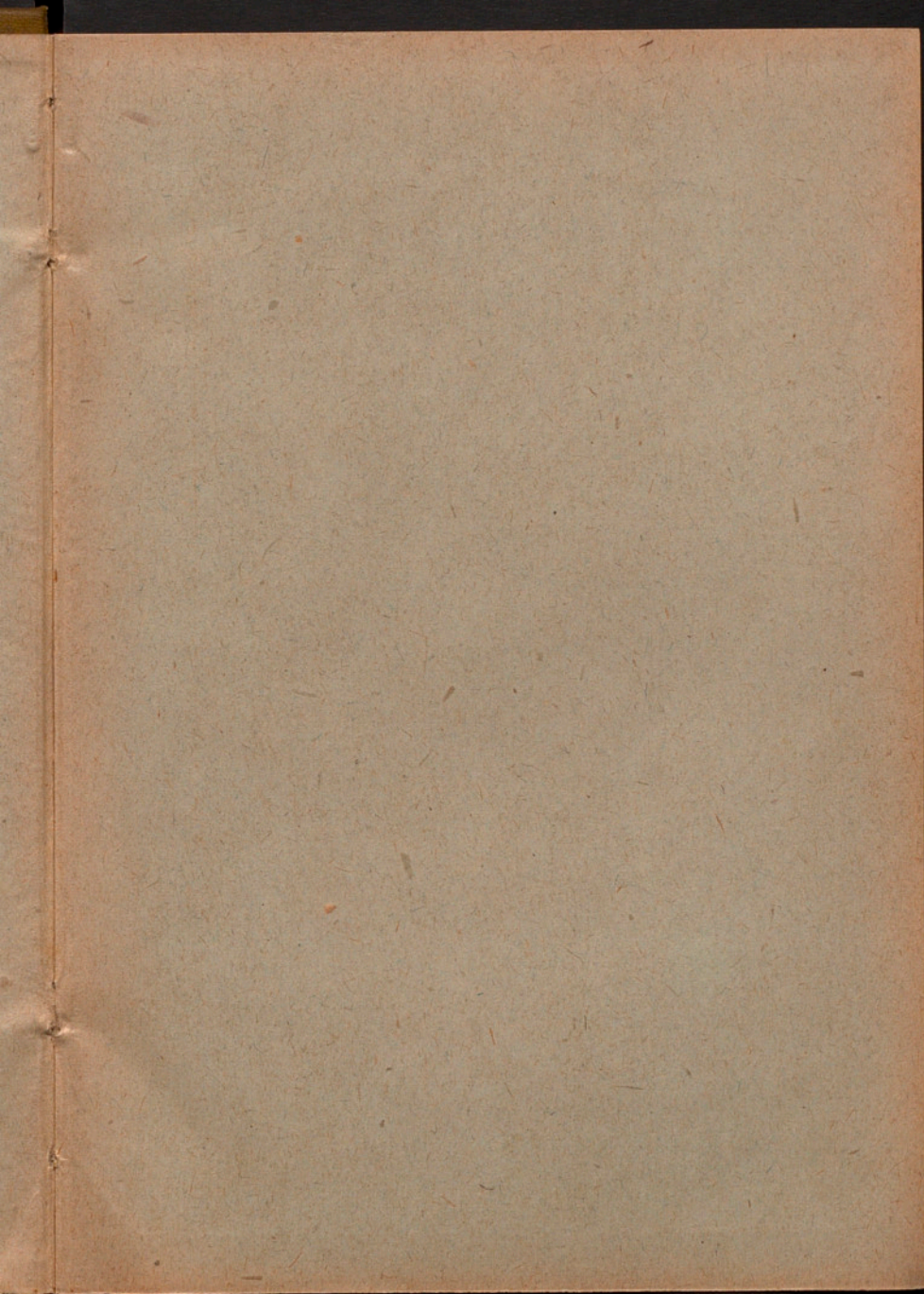


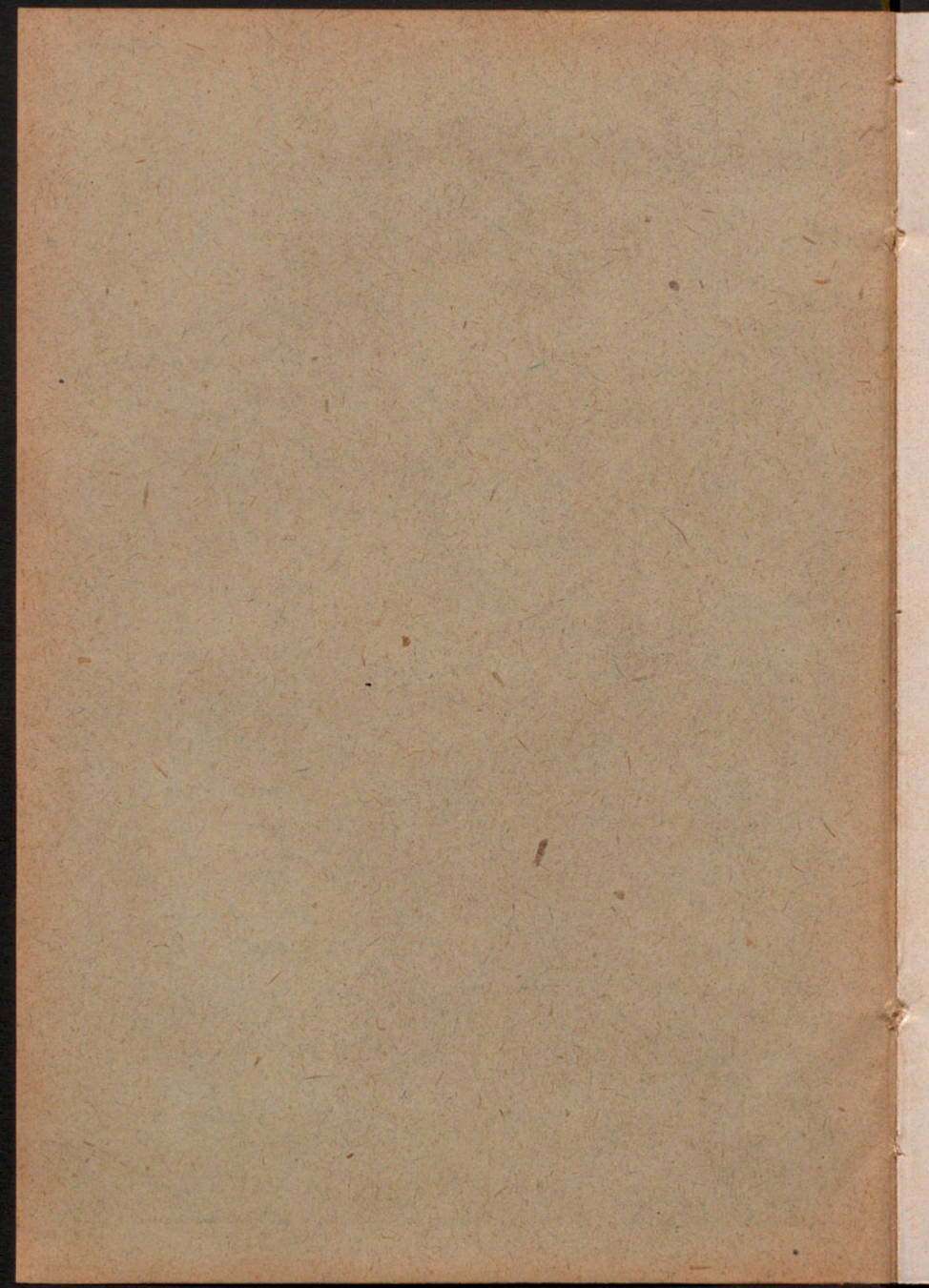
Geología

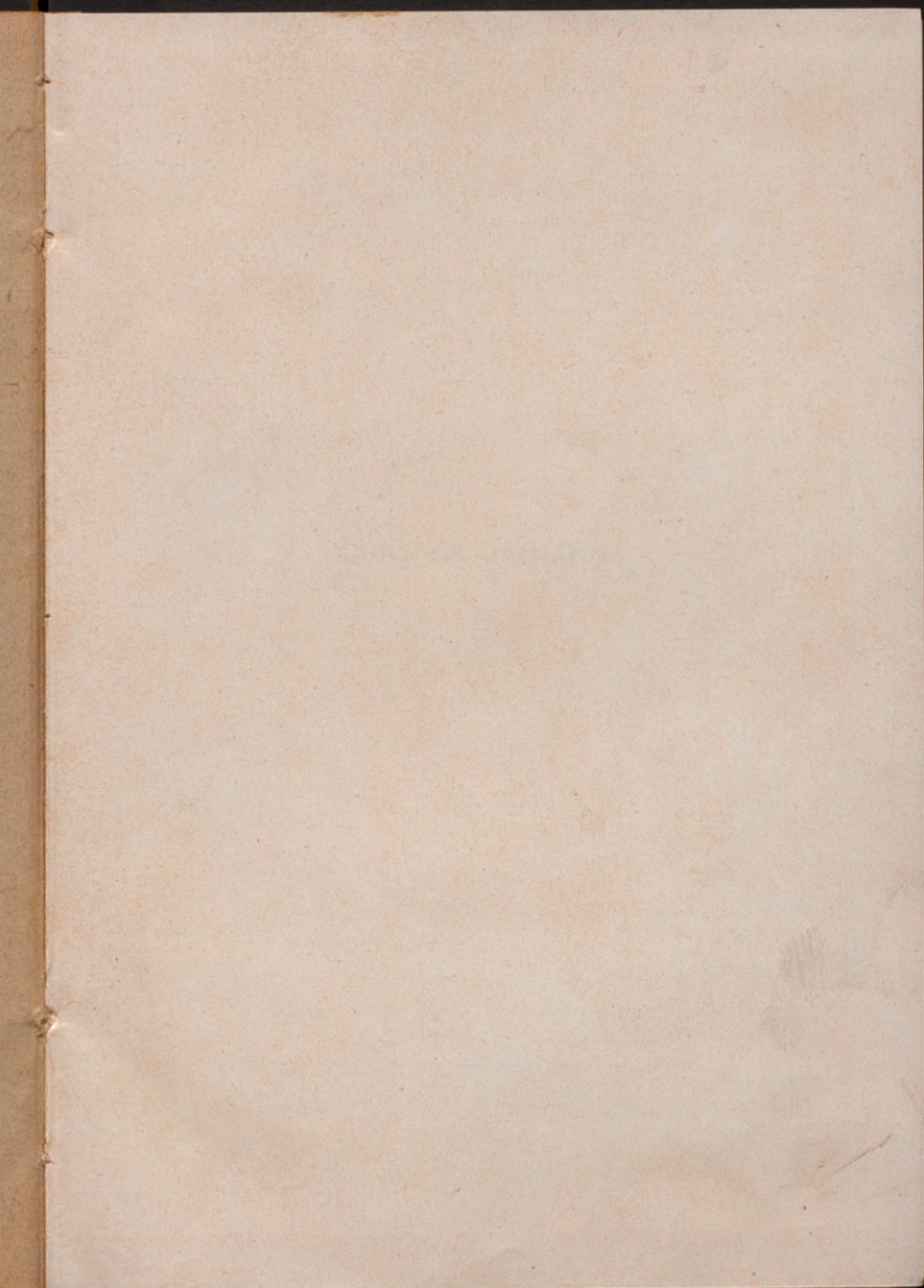
Preu: 12 Ptes.

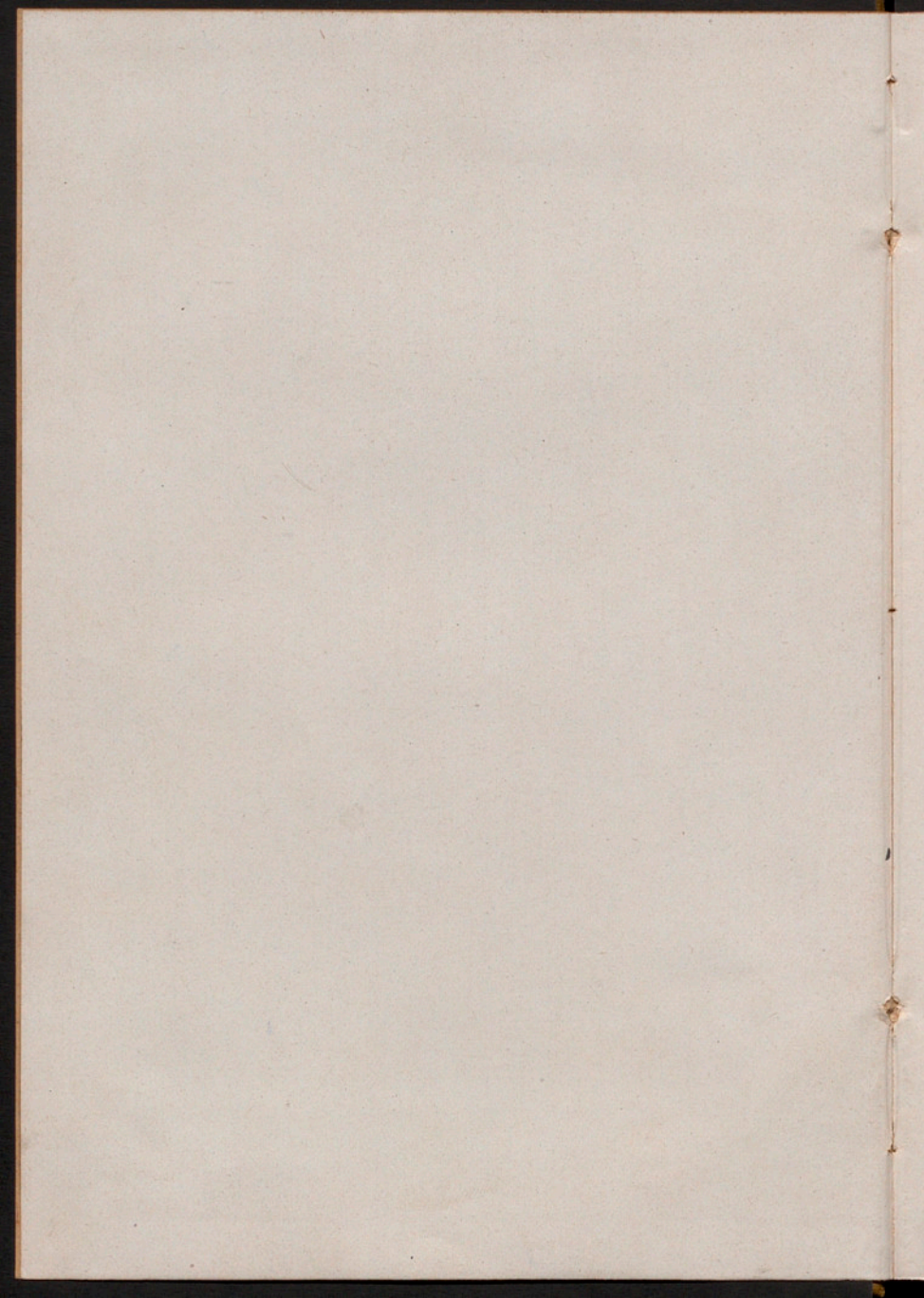
◆◆◆ Establiment Gràfic : Thomas : Barcelona ◆◆◆











CURS DE GEOLOGÍA

CURS DE GEOLOGIA

9618

CURS DE GEOLOGIA

DINÀMICA Y ESTRATIGRÀFICA

APLICADA A CATALUNYA

PER

MOSSEN NORBERT FONT Y SAGUÉ

*Professor d'aquesta assignatura al
Centre Excursionista de Catalunya
pels Estudis Universitaris Catalans.*



PRÒLECH D'EN LLUÍS M. VIDAL

ENGINYER QUEFE DE MINES

(AB L·LICENCIA)



ESTABLIMENT GRÀFICH : THOMAS : BARCELONA

OCTUBRE DE MCMV

1911

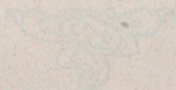
CURS DE GEOLÓGIA

DINÁMICA Y ESTRATIGRAFIA

ANUNCIADA A CATÁLOGO

ES PROPIETAT ROBERT FORT Y JABZE

Publicado en el año 1911
Cada ejemplar cuesta 10 pesetas
Se vende en el establecimiento



ROBERT FORT Y JABZE

EDITORES

1911



ESTABLECIMIENTO EDITORIAL

DE BARCELONA

Als distingits geòlechs catalans
Dr. D. Jaume Almera, Pbre. y
D. Lluís M. Vidal. — L'autor.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

1914

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
1914

PRÓLECH

UN tractat de Geologia, y escrit en català. ¡Ben vingut sia! exclamaràn ab mí tots quants tinguen dintre son cor lloch per l'amor a la patria y per les ciències naturals.

Es que la publicació d'un treball d'aquesta mena era del tot indispensable pera fomentar la afició a la Geologia en el nostre país. Avuy fa 36 anys, día per día, que ab el martell a la mà y el sach de geòlech a la espatlla, pujava jo per primer colp les aspres montanyes del nord de Berga ab l'entussiasme del neòfit y el dalè del jove. A la mesquina llum de la ensenyança oficial d'aquell temps, vey a tancats dins de les roques d'aquelles encontrades, multitud de problemes de morfologia terrestre, de estratigrafia, de geogenia; y quan, plè de fòssils y de pedres mon morralet, tornava jo a casa pera estudiarlos y desxifrar aquells geroglífichs de la natura, si cercava al meu entorn algú que m'ajudés a la tasca, la soletat més espantosa trobava tan sols: no més en Landerer, allà en els confins meridionals de Catalunya, desplegada en les montanyes de Morella ses activitats, que aviat havien de mudar de rumbo pera fer lloch a ses aficions astronòmiques. Y ningú més seguía el rastre d'En Llobet y d'En Bolós, de grata memoria. Ni el cèlebre Lyell cridat d'Inglaterra a Olot pèl descobriment que'l segón havia fet de sos volcans, ni Cordier venint a estudiar les salines de Cardona,

y Paillette descrivint les conques hulleres catalanes, ni Elie de Beaumont y l'italià La Mármora fent conèixer la geologia de les Illes Balears, ni Vézian estudiant els voltants de Barcelona, havien lograt encomanar als catalans l'amor a n'aquesta ciencia, per més que al resto d'Espanya els Schulz, Ezquerria, Prado, Luján, Maestre y tants altres baix la protecció oficial, anaven posant al descobert la constitució de la Península, y l'ilustre De Verneuil, recorrentla vint anys seguits en tots indrets, donava el mapa geològich que ha sigut basa y fonament de tot quant s'ha fet més tart.

¿Per què, me deya jo, Catalunya que tants hòmens distingits ha donat en molts rams de les ciencias naturals, vé tan atrassada en el conreu de les ciencias geològiques? ¿Serà tal vegada, que'l nostre esperit positivista no veu en l'arbre del saber altres branques que les que donguen depressa fruit profitós?

Precisament la Geologia aplicada respòn a gran part de les necessitats de la vida social; y potser cap més ciencia sab com ella donar abast a tan variades qüestions com la activitat humana presenta a cada pàs. Ella li ensenya al minayre ahont té de buscar els filons, y de quin modo tindrà de conduhir sos treballs: ella al projectarse un camí, diu quin serà el traçat millor: ella ajudarà al pagès donantli els medis de millorar ses cullites: ella ensenya a descobrir les aygues que la terra amaga en ses entranyes: ella mostra les pedreres que poden utilisar les arts de la construcció: a ella s'acut en moltes qüestions d'higiene pública per les relacions que aquesta guarda ab la natura del subsol: y fins la Historia del home troba ses primeres pàgines dintre de les capes de la terra.

Donchs, si es útil y es profitosa aquesta ciencia, ¿a què's.dèu la indiferencia ab que la hem mirada?

Responguen per mí els que sàpiguen profundisar en les interioritats del nostre caràcter.

El metge moltes vegades se calla quan li pregunten la causa d'un mal: però coneix el mal, y recepta.

El mal, ja'l conexèm: el remey, jo penso que Mossen Font y Sagué l'ha trobat: perque, ab la sola traducció de les obres estrangeres de geologia, poch's prossèlits se podríen fer. La complicada serie de noms tècnichs, les extranyes llistes de fòssils, y els nombrosos llochs geogràfichs que s'hi troben, fatiguen la memoria y fan fugir la afició. Mes si al costat d'una localitat clàssica s'hi troba citada una de prop de casa, l'esperit reposa; la atenció se hi fixa, y naix el desitg de veure y trepitjar allò que l'autor ha dit.

Heus aquí com un curs de *Geología aplicada a Catalunya* pot conseguir en quatre dies lo que no han conseguit els treballs dels hòmens de ciencia durant llarguíssims anys, escampats en la balumba de revistes y publicacions científiques: y ben clar ho anuncia l'èxit de les conferencies donades per l'autor al Centre Excursionista de Catalunya, de les quals es resultat la obra present. El Doctor Mossen Font porta a la divulgació d'aquestes ensenyances el foch de la joventut, l'amor del home de ciencia y la fè del missioner. Ha arreplegat lo poch que havèm fet els poch's que desde aquella fetxa de que vos parlava fins avuy, hem destinat a la Geologia de Catalunya una bona part de la nostra vida, hi ha juntat quelcom de la seva observació personal en sa incipient pràctica geològica, y prenent per basa la clàssica obra de Geologia de Lappa-

rent, ha presentat al públich, ensemps que un tractat compendiós de Geología General, un resúm concís y clar de lo que se sab de geología catalana: y tot axò ha tingut el bon acert de ferho en català.

¿Bon acert?, diràn molts.

Sí: bon acert, per dos motius molt poderosos que alcançarà tot enteniment serè y lliure de preocupacions.

El primer, es que la obra va endressada als catalans: y no per ser l'assumpto tècnich ha de creures que fora més intelligible en una altra llenga més extesa y coneguda. En qualsevol país del món, qualsevulga ciencia o art o industria que hi penetre, es tot seguit enrahonada, discutida y aplicada en la llenga del país: perque, a despit de totes les llengues oficials, el sabi, l'artista, l'industrial, pensen en sa llenga materna; y, com diu el poeta,

Si quan me trobo sol parl' ab mon esperit,
en llemosí li parl', que llengua altra no sent...

Per axò es que en totes les nacions se publiquen vertides al seu idioma, les obres de mèrit o d'utilitat: donchs, si el català al trobarse devant d'un fet geològich ha de examinarlo y discutirlo en son idioma natiu, dóngaseli en aquesta llenga els conexements elementals d'aquesta ciencia, y no's farà rès millor pera facilitar y propagar son conreu.

El segón, es que d'aquesta natural costum d'acomodar al llenguatge propi els conexements portats pèls estrangers, se'n deduheix la necessitat de regularisar la apropiació dels termes nous. La Geología n'està farcida; y si's dexés a la mà de tothom el ferho, naxeria una varietat tal de denominacions, que perjudicaria en gran manera a la claretat.

En la serie cronològica dels terrenos es ahont aquesta necessitat se fa més evident. Els tractats de Geologia escrits en idioma castellà, no s'han subjectat a una nomenclatura metòdica, degut, tal vegada, a la constant evolució que en materia de classificació geològica s'ha anat fins ara operant; y les desinencies, sobre tot, no s'han cuydat d'uniformarles ni de fer que elles, per sí soles, distingescan les *Eres* dels *Sistemes*, y'ls *Sistemes* dels *Pisos*. Noms de pisos són, per exemple, *oxfordico*, *oxfordiano*, *oxfordense*; *kimeridgense*: *senónico*, *senoniano*, *senonense*: *tongriano*, etc., etc.: y noms de sistemes són *silúrico*, *siluriano*: *devónico*, *devoniano*: *carbonífero*, *pérmico*, *permiano*, etc., etc.; es a dir, que a una ausencia de mètode en la nomenclatura, acompanya una multiplicitat de termes inconvenient.

Avuy que la qüestió de classificació estratigràfica sembla que s'es assentada, encara que'ls geòlechs discrepen en apreciar la extensió vertical que ha de donarse a algunes de les divisions, es possible y fàcil metodisar al adaptarla cada país a son idioma: y en aquest punt veig a l'autor concordar ab les meves indicacions. Les terminacions en *aria* pera les *Eres* (*Primaria*, *Secundaria*, *Terciaria*, *Quaternaria*); en *ich* pera els *Sistemes* (*Precàmbrich*, *Silúrich*, *Carbónich*, *Pèrmich*...); en *à* pera els *Pisos* (*Cambrìa*, *Gotlandià*, *Senonià*, *Tortonià*...) entench que cumplexen l'objecte proposat, tot adaptantse al caràcter de la nostra llenga.

Dels demés noms tècnichs que pululen en els tractats de Geologia, han sigut vertits al català els que ho ha exigit la exposició del tema, ab un cuydado que podran apreciar els que sàpiguen quant difícil es aquesta mena de tre-

ball tractantse d'un idioma com el nostre, que tan llarch parèntesis ha presenciat en el camí de les lletres.

Per lo demés, la obra ha obehit a la necessitat de sostenir y empènyer depressa el moviment de simpatía que d'un colp s'ha pronunciat aquí una vegada trencat el glaç que fins ara la cubrí: y aquesta pressa podrà disculpar al autor si algun punt dels que tracta queda subgecte a la crítica, si algun perfil reproduhit presenta anomalies de les quals ell no n'es responsable, y fins, si moltes vinyetes no han sigut encara despullades dels mots francesos en que foren editades per primera volta.

Aquest tractadet farà *geòlechs*, com les conferencies han fet *aficionats*. Els que abans viatjaven com maletes, sense mirar ni comprendre rès del *modo de ser* del territori que'ls voltava; els que, a lo més, sabien dir que les montanyes de Montserrat eren volcàniques, y que les fonts artesianes pugen per la presió de la mar, y que les petxines de la Plana de Vich són dexades pèl Diluvi, ja van veyent que hi hà en les coses de la mare terra quelcom que es superior a la vulgar comprensió de les gents: que en les cingleres que el camí voreja no hi hà sols l'esferehidor precipici; hi hà la *roca* de que es formada; hi hà'ls fòssils que demostren sa edat; hi hà'l *trench* que acusa un moviment de la escorça terrestre; hi hà tota una historia que comença molt més enllà que la historia de la pobra humanitat. Que a les valls y a les planes, com a les regions més montanyoses, per dessota del paysatge alegre y pintoresch, o sublim y magestuós, hi hà tot un món de conexements amagats que ab la observació y l'estudi poden donar honra al sabi, profit al industrial, al agricultor, al enginyer, a tothom.

Benvingudes sien, donchs, obres com aquesta, que tendexen a infiltrar en l'esperit l'amor a la contemplació de la natura. Tant de bò que entressen molts en aquesta regió serena, hont com més baxa l'home els ulls pera sondejar els secrets que guarda, més ganes té d'alçarlos pera admirar el Poder que'ls ha fet.

LLUIS M. VIDAL.

Barcelona 25 de Setembre de 1905.

Scattered over the landscape, the
remains of a building, as I explain, have a
Of the nature of the things, the
Landscape, however, has been
distant, the scene is
admittedly, the scene is

the scene is
Landscape, however, has been
distant, the scene is
admittedly, the scene is

the scene is
Landscape, however, has been
distant, the scene is
admittedly, the scene is

the scene is
Landscape, however, has been
distant, the scene is
admittedly, the scene is

the scene is
Landscape, however, has been
distant, the scene is
admittedly, the scene is

CURS DE GEOLOGÍA DINÁMICA Y ESTRATIGRÁFICA

APLICADA A CATALUNYA

INTRODUCCIÓ

Definició de la Geologia. — Com son nom ho indica, la Geologia (1) es la ciencia que tracta de la terra; però no sols tal com es avuy la nostra planeta, sinó en son desenrotllo progresiu en el temps y en l'espai, o sien les diferents fases perque ha passat y les transformacions que ha sofert per arribar a son estat actual.

Divisions de la Geologia. — La Geologia comprèn cinch branques principals, que son: la *Geografia física*, la *Geologia dinàmica*, la *Mineralogia*, la *Estratigrafia* y la *Paleontologia*.

1.^{er} *Geografia física.* — Anomenada també *Morfologia terrestre*, té per objecte l'estudi de les formes actuals de la terra, axís com l'estudi del repartiment de les condicions físiques y fisiològiques a la seva superfície.

2.^{on} *Geologia dinàmica* (2). — Comprèn l'estudi dels *fenòmens actuals*, axò es, de les forces que obren avuy a la superfície de la terra y a les seues profunditats; per axò se la ha anomenada també *fisiologia terrestre*.

(1) De *Gé*, terra, y *Logos*, tractat.

(2) De *dynamis*, força.

3.^{er} *Mineralogia*. — Tracta dels minerals o elements constitutius de les roques; si se'ls considera, no pas isolats, sinó agrupats, s'anomena *Petrologia*.

4.^{art} *Estratigrafia*. — Cerca de quina manera són disposats els minerals o les roques, o sia l'ordre de superposició de les capes que'ls contenen o que les formen.

5.^{nt} *Paleontologia* (1). — Estudia els restos de vegetals o d'animals pertanyents a espècies desaparegudes, que's troben entremig de les capes del terreny, com a medi pera caracterisarles.

La Petrologia, Paleontologia y Estratigrafia formen la Geologia descriptiva o *Geognosia*. La explicació dels fets observats constitueix la *Geogenia*. Nosaltres admètrèm sols les dues grans divisions de *Geologia dinàmica* y *Geologia estratigràfica*.

Aplicacions de la Geologia. — Són molt nombroses y afecten a totes les ciències y arts que directa o indirectament tenen la terra per base, desde la *Astronomia* fins a la *Ethnografia*. La *Mineria* deu a la Geologia'ls datos més precisos y les regles més segures pera la recerca y aprofitament dels minerals útils; lo meteix passa ab la *Hidrologia* o estudi de les aygues, ja sien superficials o bé subterrànies; la *Botànica* y la *Zoologia* poden relacionar per medi d'ella les formes dels sers actuals ab les dels que visqueren en altres èpoques; els *treballs públics* s'aprofiten de la Geologia pèl conexement que'ls dona de la existencia y de les condicions de materials determinats; y no es poca la aplicació que té a la *Agricultura* perquè aquella es la base de les cartes *agronòmiques*, y es de gran interès conèixer la natura geològica d'una comarca pera poderne deduhir les condicions de la seva terra.

(1) De *palaios*, antich, *onta*, sers, y *logos*, tractat, estudi: Estudi dels sers antichs...

Fonament de la Geologia.—L'estudi de la historia de la terra se basa en la hipòtesis de que: *Els fenòmens que hi han succehit, en les diferents èpoques geològiques, són similars als que hi succehexen avuy; y que les forces que hi obren avuy són de la metexa natura que les que hi obraven abans, podent haver cambiat sols d'intensitat.*

Segons axò, pera saber lo què ha passat a les diferents èpoques de la historia de la terra, cal saber abans lo què hi passa avuy, tant a la seva superficie com a les seves profunditats.

¿Què hi passa avuy, donchs, sobre la terra? Aparentment sembla que no hi hà variació de formes, però les forces mecàniques, físiques y químiques no paren un moment de modificar la seva escorça, abaxant les montanyes y terraplenant les mars, a fí de donarli un perfil de mica en mica menys accessible a la destrucció, y a n'axò s'hauría arribat ja si dintre de la metexa terra no hi hagués una causa pertorbadora d'aquesta tendència al equilibri.

Per axò la Geologia comença ab l'estudi dels fenòmens actuals o *Geologia dinàmica externa y interna*, y ab la llum que'l present li fà cerca quin ha estat el seu passat, les senyals dexades pèls agents, els *dipòsits sedimentaris* que originaren, etc., formant lo que s'anomena *Geologia estratigràfica*. Car, si avuy veyèm que, per exemple, en certes condicions se formen capes de terreno al fons de les mars, tenim el dret de deduhirne que les capes antigues, de la metexa natura, se formaren en condicions anàlogues, sinó idèntiques.

PRIMERA PART

GEOLOGÍA DINÁMICA

(FENÒMENS ACTUALS)

I

AGENTS EXTERIORS

(GEODINÁMICA EXTERNA)

Els agents exteriors nivellen.—Les dues forces, energia solar y gravitat, són causa de les modificacions de la superfície de la terra. L'ayre y la ayga que envolten la terra, ajudats pèls agents químichs y fisiològichs, esmicolen els materials que la formen y arrastrats pèls metexos agents baxen a terraplenar les depresions hont són depositats. Tal es el joch de la dinàmica externa, la tendencia a una situació de equilibri permanent.

I. — LA ATMÓSFERA

CAPITOL I

La acció atmosfèrica. — La temperatura atmosfèrica ab ses variacions engruna les roques per compactes que s'ien, ja sia esquerdantles baix la influencia de la fret, ja sia per dessecació baix la influencia de la calor; quan hi intervé la ayga els efectes son més considerables, perquè aquesta se infiltra per les esquerdes que totes les roques presenten, fins les més compactes en apariencia, y quan arriba a congelarse, se dilata y fa l'efecte de un tascó que les esberla totes, originant les tarteres y clapisses que tant abunden pèls cims del Pirineu.

La insolació per si sola pot produhir un efecte semblant en els pahissos tropicals y especialment en els deserts, hont les oscilacions de temperatura són de molts graus de un cap de día al altre, sobretot si les roques són formades de minerals diferents, com per exemple el granit, en qual cas els uns absorbexen la calor més que'ls altres. En Livingstone diu que a la Africa tropical els cambis soptats de temperatura fan esclatar les roques, especialment a la nit, en troços de diferenta grandor.

Influencia de la secada. Deserts. — Pera que'ls materials producte de la trituració de les roques s'ien arrossegats, cal que s'ien solts, y per axò han de ser sechs car la humitat els agromolla y aferma. Se necessita, donchs, una atmòsfera seca.

La secor origina els deserts. Aquests no són sempre el fons de una mar assecada de sopte y sotsmesa a la acció del sol; no mes se creu que tenen aytal origen el desert de Gobi y part del Sahara, però la majoría dels deserts són

deguts a una atmòsfera seca que segueix, per causa de un cambi de clima, a una atmòsfera que abans era humida; allavors les plantes se moren, la terra queda núa, les roques se engrunen y la pols y sorra que ne resulta son



CLIXÉ D'EN PAU TEIXIDOR

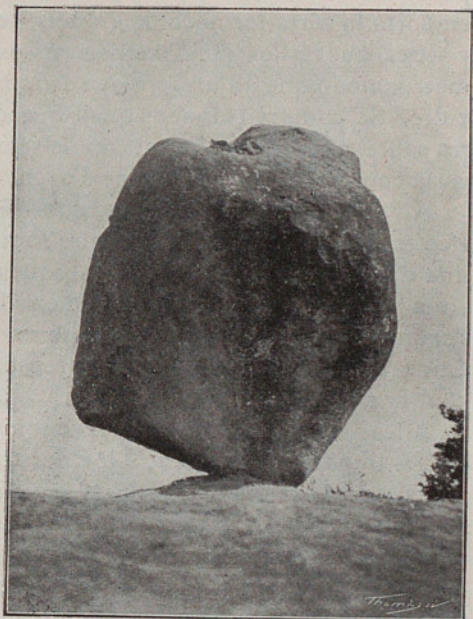
Fig. 1. — Pont natural de Vilavella

arrossegades pèl vent. De aquesta manera se han tornat deserts el territori del Colorado y la conca del Llach Salat entre les Montanyes Rocoses y la serralada del Pacífich al Nort de Amèrica. Lo meteix ha passat a la Assia occidental.

Velocitat y transport del vent. — El vent pot ser, en certs cassos, un agent geològich dels més actius. La seva

potència depèn de la velocitat; el vent ordinàriament fa de 0'30 m. a 28 m. per segon, y en aquest darrer cas exerceix una presi6 de 95 kilograms per metre quadrat; els ciclons poden arribar a c6rrer 45 metres per segon o sia 162 kilometres per hora, originant presions de 400 kilograms per metre quadrat.

No cal pas que tinga gran velocitat pera produhir efectes sensibles, n'hi ha prou ab que sia moderat, per6 seguit; en aquest cas pot transportar la pols y la sorra fina a gran distancia. Per ax6 a Canaries, Sud d'Espanya y a Italia hi cau de vegades la pols del Sahara; les cendres del Vesubi arribaren fins a Constantinopla l'any 472, y el loess (1) de Xina axecat p6l vent en el desert de Gobi, va a caure a 800 km. en la conca del riu Groch. El pols de la explosi6 del Krakatoa se recull6 a millers de km. del

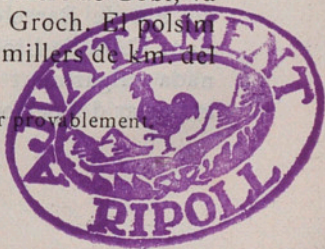


CLIXÈ D'EN J. GÜELL

Fig. 2.— Pedra de Sant Arcs de Viver (Navás. Plá de Bages). Alçaria total: 4'50 metres.

subi arribaren fins a Constantinopla l'any 472, y el loess (1) de Xina axecat p6l vent en el desert de Gobi, va a caure a 800 km. en la conca del riu Groch. El pols de la explosi6 del Krakatoa se recull6 a millers de km. del

(1) Especie de terra groga de origen glaciari probablement.



lloch de la catàstrofe y a n'ell s'atribuiren les lluissors crepusculars que's notaren per tota Europa durant molt temps.

Erosió causada pèl vent. — Per sí sol el vent tindria poca acció sobre les roques, però ab la seva velocitat se'n emporta la sorra formada de granets de roca dura (quarç y altres) que ratllen y pulexen els cossos ab que topen, del meteix modo que ab un raig de sorra fina se esmerila un vidre. Se comprèn donchs que'l fregadís seguit de la sorra sobre una roca puga, al cap de temps, polirla y rosegarla com ho faria una corrent d'ayga.

Al Sahara se troben a cada pas exemples d'aquests efectes, ab la particularitat de que com que allí el vent té una direcció predominanta, les roques que sobressurten en la plana tenen una aresta viva en el sentit d'aquella y s'axamplen després com la proa de un navili; la metexa esfínx d'Egipte es acanalada pèl fregadís de la sorra que'l vent hi rebot.

A les gorges y als colls hont el vent hi regolfa, produheix efectes importants arribant a foradar roques en forma de ponts o a dexarles penjades en equilibri inestable quan s'aguanten sobre una altra roca més flonja (Fig. 1, 2 y 3).

Dipòsits fets pèl vent. — Al vent s'atribuexen certs dipòsits d'argila de gran espessor devegadas, sense estratificació y barrejada ab closques de moluschs terrestres, que's troben a les vessants de les montanyes. Tal es l'origen de la capa de *loess* de Xina de que ja hem parlat y que té 600 metres de potencia; a la metexa causa són deguts provablement els potents claps d'argila vermellenca quaternaria ab closques d'*Helix* que ocupa certes vessants del Plá de Barcelona y Llobregat, especialment prop de Sant Feliu de Llobregat y Molins de Rey; argila anomenada vulgarment *terra de rajoler*, de la que'ns ocuparém al parlar del periodo corresponent a la seua formació.

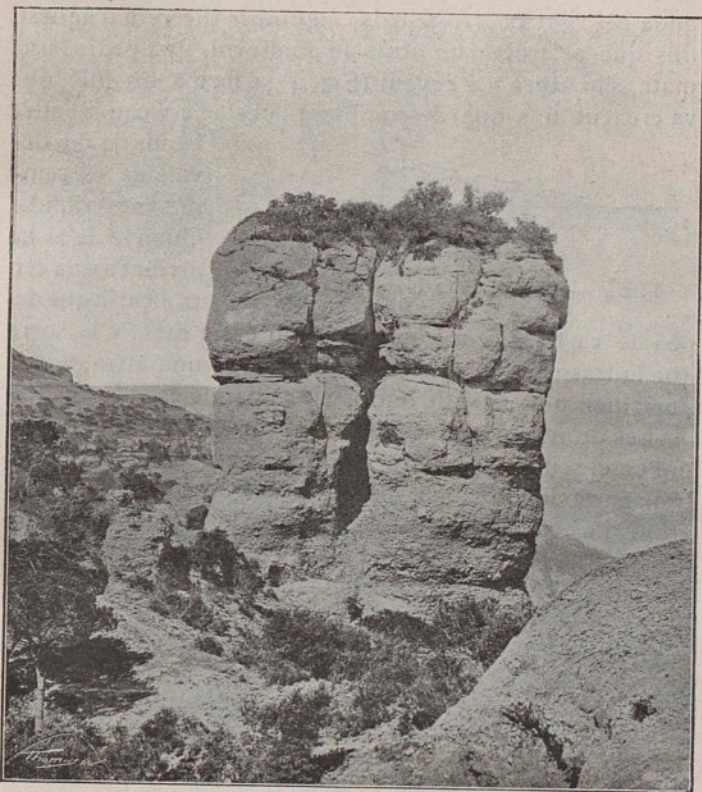


Fig. 3. — Cova del Drach. Sant Llorens del Munt.

Dunes.— Són munts de sorra apilonada pèl vent. Són més freqüents prop de les platges perquè allà es hont hi hà més materials esmicolats y perquè allà el vent hi sol tenir una força més constant y una direcció predominant.

Sa formació y avençament.—El modo de formarse una duna es molt sensill: la sorra assecada pèl sol y remo-

guda pèl vent es arrossegada, seguint la direcció d'aquest, fins que al trobar un obstacle qualsevol, una pedra, una mata, s'hi atura y a devant (Fig. 4) se forma un piló que va creixent fins que descompassa l'obstacle y cau a l'altra

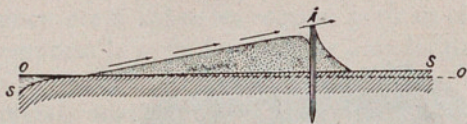


Fig. 4. — Manera de formarse una duna.

banda, qual de vallada es sempre més rápida. Quan la duna ha arribat a una certa alçaria que depèn de varies circumstancies, ja no creix més, y la sorra que la traspassa va més enllà a formarne una altra, y així s'originen una serie de ondulacions paraleles.

Les dunes no són pas fixes; el vent les fa caminar sempre en el sentit de la seva direcció, però no's crega que transporte la duna en massa, sinó que ho fà de grà en grà. En efecte, suposèm un grà de sorra situat a la pendent A B per hont bufa el vent (Fig. 5). Aquesta pendent es suau y per tant no's necessita un vent molt fort pera fer pujar aquest grà de sorra fins al cim de la duna, de hont cau desseguida a l'altre costat per son propi pes y forma una pendent de 45° que es la natural en aquestes condicions. Per altra part, sent transportats tots els grans de sorra del front A B d'un a un al cayent B C, la duna qui de primer era a A B C se transporta poch a poch a A' B' C', y sembla que l'avençament s'haja fet en massa. Quan el vent no té prou força pera fer pujar la sorra fins

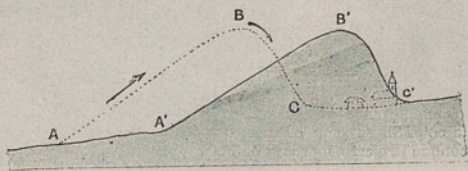
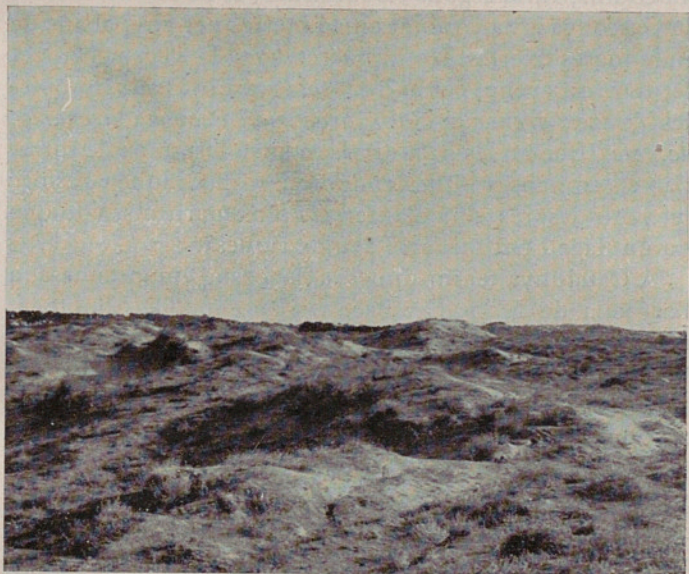


Fig. 5. — Avençament de una duna: — A B C lloch primitiu de la duna; A' B' C', son lloch actual. C' Iglesia soterrada.

Quant el vent no té prou força pera fer pujar la sorra fins

a la cresta de la duna, la sorra se queda fins a la vessant o depressió que hi hà entre dues dunes paraleles, la qual fondal se va omplint y s'origina un talús més suau que allavors la sorra ja pot pujar, y axís avença formant ones



CLIXÈ D'EN D. GIRONA

Fig. 6. — Dunes de Castelldefels.

que van sent més grans a mida que's marxa en el sentit del vent.

Dunes marítimes.— De penen de la força del vent, de la qualitat de la sorra y de la intensitat de les marors; quan més grans són aquestes causes més importancia tenen les dunes. A Port-Vendres y a les boques del Rose no tenen sinó 6 o 7 metres d'alçaria; a Gasconya arriben a 80 metres, y al Sahara passen de 150 metres. La sorra deu

ser silícea perquè s'asseca aviat, donchs si es calixa s'amara de ayga y se agremiona dificultant que'l vent la arrossegue.

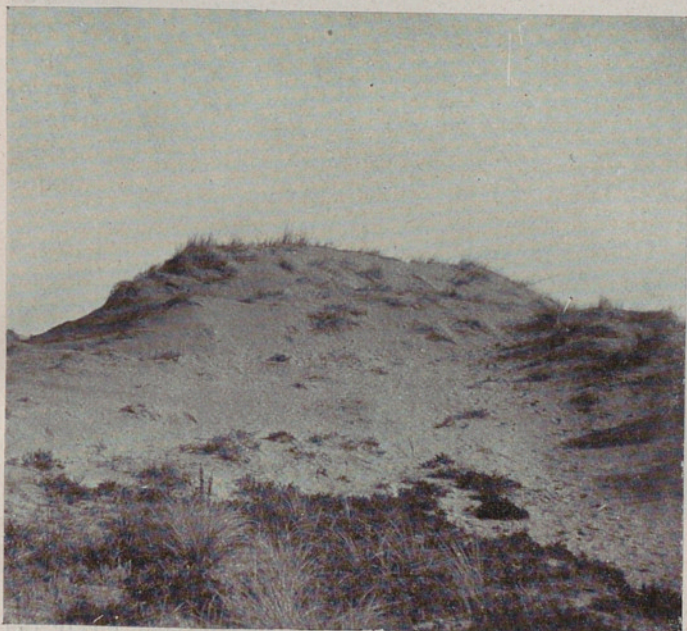
La velocitat d'avençament de les dunes marítimes terra endins, varia segons les localitats; el de les del litoral de Gasconya s'ha evaluat en 20 metres per any, abans de que's logrés fixarles. No hi há rès com la vegetació pera deturar son avenç; per axò cal sembrarhi plantes apropiades (*Carex arenaria*, *Salix arenaria*, *Psamma arenaria*, etc., etc.) que ab les llurs arrels retenen els grans de sorra, y ab els tronchs y fulles aminoren y modifiquen l'esforç del vent; després s'hi planten els pins marítics, y lo que era un flagell pot tornarse deù de riquesa.

A Catalunya tenim dunes a la costa empordanesa, a Torroella de Montgrí y Bagur, y en el plá del Llobregat a Castelldefels, però tenen poca importancia (Figs. 6, 7 y 8). No obstant les primeres, gracies a la intensitat de la tramontana (1), han causat greus danys invadint les terres conreuades, però avuy ja es deturat llur moviment d'avenç.

Dunes continentals.—S'escauen a les regions desértiques hont el vent troba els elements ja disgregats pèls cambis de temperatura; són més grans que les dunes marítimes, donchs en el Sahara arriben a tenir 200 metres y més de alçaria, formant serralades de gran extensió separades per valls de molts kilòmetres d'amplaria, al fons de les quals surt la roca viva. La sorra que les forma es efecte de la disgregació de les roques areniscoses y dels aluvions; es molt ben triada, cosa que no passa ab les dunes marítimes, y sos grans tenen un diàmetre inferior a 4 milímetres.

(1) Segons datos del observatori de Sant Feliu de Guíxols, d'En R. Patxot y Jubert, a la encontrada empordanesa són freqüentes les tramontanades que passen de 40 metres per segón, originant presions de més de 105 kg. per m.²

Les dunes del Sahara caminen poch; el vent més fort les modifica lleument, però en cambi les del desert de Libia, caminen en grans masses, colgant les caravanes, soterrant comarques d'Egipte que en altre temps eren riquíssimes, y no parant fins a la vall del Nil quals aygues



CLIXÉ D'EN C. VALLS

Fig. 7. — Una duna de Castelldefels.

se les emporten, augmentant aixís la quantitat d'aluvions que arrossega aquest gran riu.

Acció del llamp. Fulgurites. — El llamp té poca transcendència per lo que's refereix a la erosió; ocasiona dos fenòmens diferents: la *degradació* y la *vitricació* de les roques. La degradació no té importància y l'esberlament

de les roques si bé'l produheix devegades, no es digne de tenir-se en compte. La vitrificació es més frequent, sobretot en els cims de montanyes hont hi hà roques compac-



CLIXÈ D'EN D. GIRONA

Fig. 8. — Detall de les dunes de Castelldefels.

tes, que presenten superfícies vitrificades per efecte del llamp, tal passa ab el *Pic des Posets* y de *Grand Vignemale* en els Pirineus. En la sorra de les dunes o dels deserts el llamp hi produheix *fulgurites*, que són tubos més o menys contornejats, resultat de la fusió dels grans de sorra baix la acció del llamp.

II. — LA AYGA LÍQUIDA

CAPÍTOL I

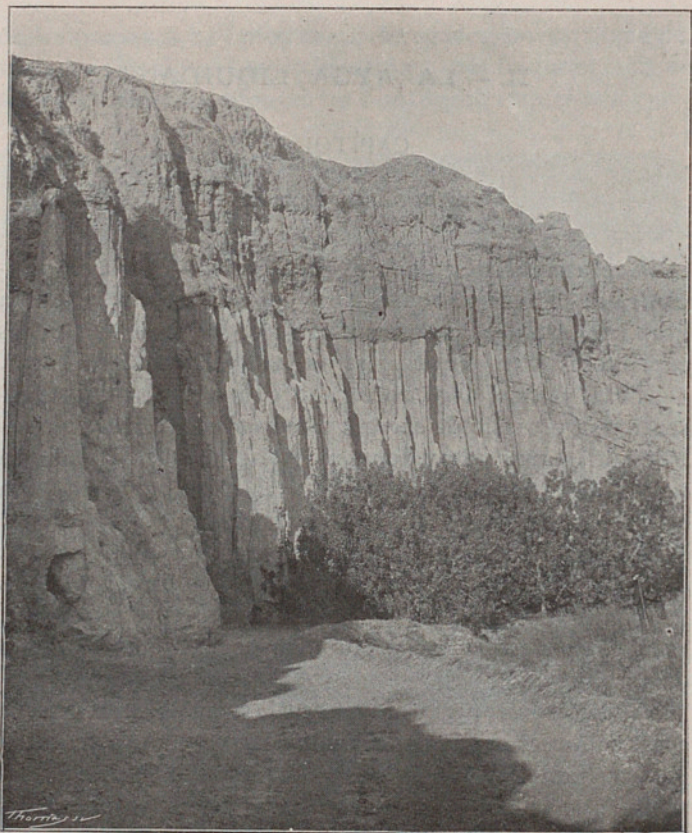
EL TREBALL DELS RIUS

Acció mecànica de la ayga. Erosió. — La acció mecànica de la ayga, tant dels rius com de les mars, té una gran importància, essent ella el verdader escultor de les capritxoses formes que presenta la superfície de la Terra.

Tota massa d'ayga que es sobre'l nivell de mar representa una provisió de *energia potencial* equivalenta al treball que la ayga pot y deu fer baxant, per gravitat, fins a mar. Aquesta energia representa el treball que ha fet la calor solar per evaporar aytal massa d'ayga.

La ayga de pluja obra de dues maneres diferents: si el terrer sobre que cau es permeable, s'hi fon en part, es la *ayga d'infiltració*; la altra s'escorre per la superfície, es la *ayga d'escorriment*. Aquí nos ocuparem d'aquesta darrera.

Al escórrerse per una vessant la ayga exerceix la seva acció sobre les pendents, acanalantles (fig. 9), abaxant el jaç per hont passen, en busca del estat d'equilibri, ensempe que la ayga en moviment arrastra les partícules sòlides. Aquest doble treball de gratament y de transport constitueix la *erosió*, y la intensitat d'aquesta depèn de la velocitat de la ayga. Axís, per enfondir un llit de terra solta n'hi hà prou ab una velocitat de 0'076 m. per segón; si es de sorra ne cal una de 0'305 m.; si de roca estratificada, 1'830 m., y si es de roca dura, 3'050 m.; per fi, no hi hà cap roca que resistesca una velocitat de 4 metres per segón, y aquesta es molt frequent.



CLIXÈ D'EN J. MORELLÓ

Fig. 9. — Torrent d'Esplugas. Argiles acanalades per la ayga.

Efectes mecànichs de la ayga d'escorriment. — Si la terra es coberta de vegetació no hi hà escorriment propiament dit, donchs la ayga baxa de gota en gota; quan ho fà per reguerons se díu que s'escorre, y allavors arrastra les parts més lleugeres, terra y sorra, y si entre

aquesta hi hà roques grosses o pesantes se queden isolades, uns colps demunt una piràmide de terra a la que fan de verdader parayga, altres en equilibri inestable o portafals, altres romanen les unes demunt les altres formant un verdader caos, etc. Exemples nombrosos d'aquest darrer cas se troben en els terrenos granítichs descomposats

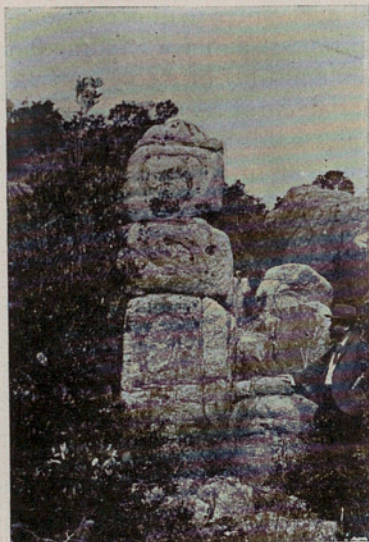


CLIXÈ D'EN C. FREGINALS

Fig. 10. — Solius.

en part per la acció química (fig. 10, 11 y 12). En un terreno fàcilment disgregable la ayga corrent obra una munió de xaragalls que poden isolar agulles piramidals.

Si el terreno es format de capes de diferenta duresa y aquestes són verticals, la erosió se n'emporta les capes més flonges, y les més dures romanen formant una cresta, com per exemple el Gegant del Estret (Berga) (fig. 13). En les metexes condicions, si les capes són horitzontals, les més dures queden formant cornisa, fins que fallades de basament s'enrunen y donen al paysatge un aspecte



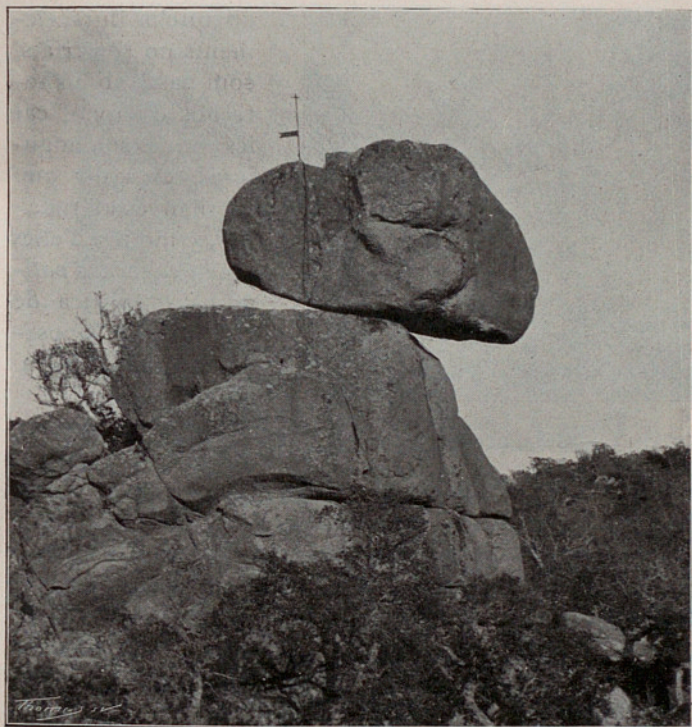
CLIXÈ D'EN C. FREGINALS

Fig. 11. — Monolit de Solius.

com si allí hi hagués ocorregut un gran cataclisme, y no ha estat sinó un efecte de la acció pausada de la ayga; exemples d'axò ne tením a tot arrèu hont les capes sedimentaries se troben en les condicions esmentades, tant al fons dels torrents, exemple L'Avernó (St. Sadurní de Noya), vall de Marlès, etc. (fig. 14); com al cim de les montanyes, hont pot quedar un crostó isolat de roca dura, mentres lo restant ha anat rossolant pèls faldars a mida que la capa flonja del dessota era arrossegada; exemple la Roca del Duch de Mura (fig. 15); com a les metexes vessants hont la desigual duresa de les roques forma cornises, y esplugues o baumes, com tants y tants exemples se'n troben per tot arrèu (fig. 16).

Quan el terreno es format de una potentia capa de roca dura y aquesta es dividida per esquerdes verticals, perpendiculars al sentit de la estratificació, la ayga escolantse per aquestes esquerdes les axampla y separa els prismes que's convertexen en columnes o turons cònichs de que tant bell exemple tením en el nostre Montserrat (fig. 17), o bé originen ponts naturals (fig. 20).

Les roques que en general més se presten a les variades formes de la erosió produhida per la ayga d'escorri-



CLIXÈ D'EN R. PATXOT

Fig. 12. — Pedralta. Sant Feliu de Guixols.

ment, són les calices (figures 18 y 19), y sobretot les calices dolomítiques que donen origen a efectes arrunats, com Montpellier-le-Vieux, la Ciutat encantada de Cuenca, etc., etc.

Dipòsits de terra a les vessants. — Les aygues d'escorriment depositen al peu de les vessants, en condicions especials, gran quantitat de terra barrejada ab pedres, formant capes irregulars. Aquests dipòsits se reconexen



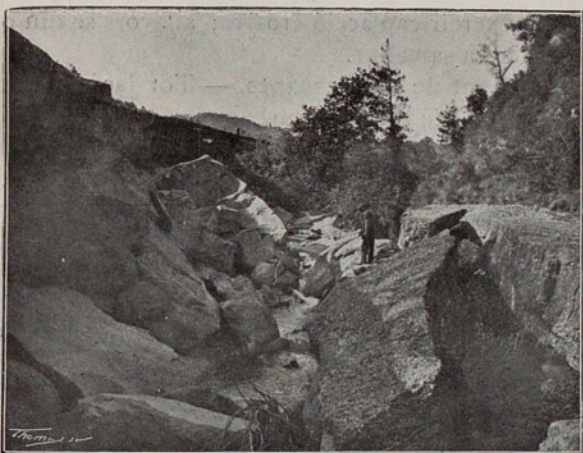
CLIXÈ D'EN J. BIADA

Fig. 13. — Gegant del Estret. Berga.

ab que'ls llurs elements no són triats, com passa ab els terrenos d'aluvió, car les roques són anguloses, es a dir que no han estat rodades, y moltes d'elles tenen encara la *patina* característica de haver estat exposades molt temps al ayre.

Regles de la erosió per la ayga correnta.

— La importancia erosiva d'una corrent d'ayga depèn del *desnivell* y de la *impermeabilitat* del seu jaç. Examinant un bon mapa topogràfic pot saberse si el ferreno es permeable o impermeable, donchs en aquest derrer càs hi hà molts cursos d'ayga petits ab moltes colzades. Tota corrent d'ayga tendeix a cercar el nivell d'equilibri fixat pèl nivell de mar, que suposàm invariable, y son llit pot expressarse geomètricament per una corva que s'acostarà tant més a la *corva d'equilibri* quant més avançada sia la erosió, fins a formar una corva que tangenta a la horizontal en la desembocadura, puja molt lenta y progresivament; per axò tots els rius aprop de la desembocadura no tenen quasi desnivell y en cambi llurs conques superiors ne tenen molt. En síntesis, el treball o força viva d'un riu s'esmersa: en abaxar la altitud de son llit superior, en allisar totes les desigualtats de son curs inferior, en terraplenar les depresions, en modificar, en una paraula, son traçat fins que sa pendent sia uniforme y son curs prou llarch pera que la velocitat de sa corrent sia tan feble que



CLIXÈ D'EN J. ROSALS

Fig. 14. — Vall de Marlès. Goles de les Eures.



CLIXÈ D'EN J. COLOMINA

Fig. 15. — La roca del duch. Mura.

ja no puga exercir cap acció erosiva; allavors se diu que'l riu ha arribat a sa vellor.

Aplanament de les vessants. — Tot jaç de riu té la forma de una V de branques més o menys obertes; la corrent descalça'ls màrgens dels fons y esllaviça les parets y



CLIXÈ D'EN C. A. TORRAS

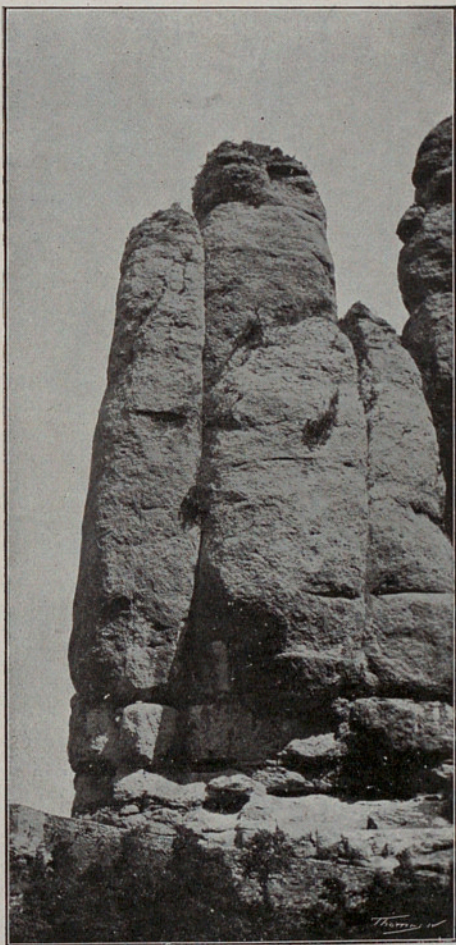
Fig. 16. — Baumes de Ujà.

d'aquesta manera el seu perfil s'axampla fins que arriba un moment en que ja es tan ample que la corrent no exercix cap acció sobre ses vessants; però en cambi la pluja y les aygues d'escorriment seguexen denudantles, y com que lo meteix passa ab tots els afluents del riu, tota la conca va abaxantse fins a quedar convertida en una plana poch ondulada. Certs troços del Vallès són un exemple d'axò.

Torrents. —

— Son corrents temporeres d'ayga recullerta durant una pluja intensa. Se originen en una vall de recepció, circh o encomament més o menys gran, y son curs es petit y té una pendent superior a dos centímetres per metre, lo qual afegit a la gran quantitat d'ayga que porten, fà que la llur acció erosiva sia molt considerable.

Cono de degecció. — Al arribar a la plana y perdre llur pendent, els torrents depositen en forma de talús cònich com un ventall, els materials que arrosseguen; els components hi són depositats ab regularitat: de primer els còdols, després els codolells y els palets,



CLIXÉ D'EN J. ROSALS

Fig. 17. — Montserrat. Camí de la Còva.



CLIXÈ D'EN J. VINTRÓ

Fig. 18. — Detall del cim del Castell. Berga.

y per fi la sorra; però les torren-tades succesives poden malmetre aquesta regulari-tat (fig. 21). La regularisació dels torrents mitjan-sant rescloses o lligades en sech y la replantació de llur conca són el millor y únich medi d'evitar les terribles inunda-cions que origi-nen.

Rius. — Són corrents perma-nentes de ayga. S'anomenen to-rrencials si tenen un desnivell de

un 2 y $\frac{1}{2}$ per 1000; si aquest es més gran s'originen els ràpits y les cascades (fig. 22), y la erosió es molt gran, arrossegant la corrent els materials del fons. Si el desni-vell es inferior al indicat no hi hà erosió, a excepció de quan venen grans riuades; aleshores el riu es divagant y fà moltes tortes.

La *velocitat* d'una corrent depèn del desnivell y de la massa d'ayga que porta; en els grans rius varia entre 0'50 y 1'50 m. per segón.

El *rendiment* depèn de les condicions metereològiques y de la extensió y natura de la conca; s'ha de considerar el

rendiment mitg, l'estiatge y les variades riuades.

A la conca de un riu hi hà quasi sempre varies formacions geològiques de diferente duresa y disposició, y axò fà que la erosió hi obre ab diversa intensitat, de manera que cada troç té la seva historia y pot ser que algún haja assolit ja l'estat d'equilibri men-



CLIXÈ D'EN PONS Y BERNAREGGI

Fig. 19. — Roca llarga. Moyons.

tres que altres són al començament del seu treball; per axò hi hà troços de corrent tranquila y altres de torrencial. Pot succehir també que trobe una roca molt dura que li servesca de resclosa, y allavors la ayga s'hi embassarà darrera originant un llach de més o menys durada, però que desapareixerà ab el temps perquè la erosió acabarà per aplanar l'obstacle.

En terres poch trencades pot ocórrer que'ls afluyents no tinguen la metexa intensitat de denudació, de manera que s'enfondirà y recularà més el qui trobe el terror menys dur, y aquest moviment origina lo que s'anomena *copsament* dels rius, perquè fà que uns afluyents, després d'haver alimentat un riu, l'abandonen pera alimentarne un altre.

Inflexions y formació de les valls. — Es rar que un riu presente un troç llarch de son curs en línea recta; lo

més general es que forme inflexions o corves capritxoses a primera vista, qual origen deu cercarse allà hont el riu començà a escórrers y a formar sa conca; allavors el més petit obstacle desviava la corrent y vers hont anava aquesta se produhía la erosió y per lo tant la corva, que després

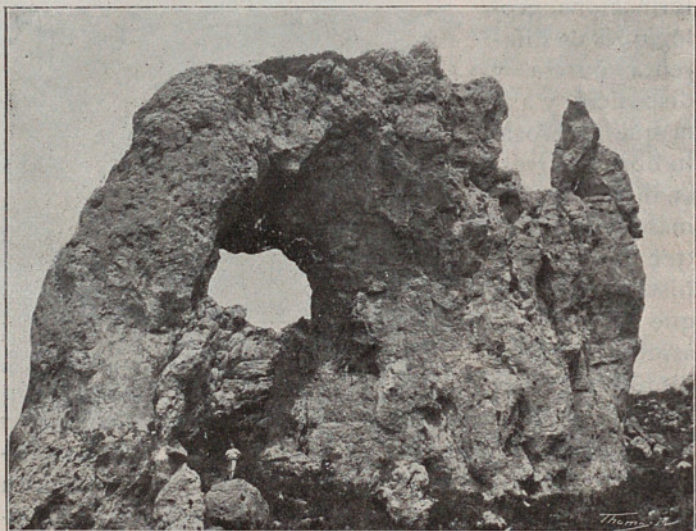


Fig. 20. — Pont natural. Montanyes de Cardó.

no ha fet més que enfondir y axamplar. Si la corrent s'es-corregués en línia recta s'originaria una vall estreta, una verdadera gorja, perque la erosió se produhiria sempre sobre la metexa línia, però fent colzades obra fatalment una vall ampla.

En efecte, cada sinuositat presenta un marge qual corva es *còncava* y una altra que es *convexa*. La ayga grata sempre la corva còncava contra la que topa, originanthi

coves (fig. 23) si's tracta de roques compactes, y fent recular sempre'l marge que's presentarà encinglerat; el marge de corva convexa, al contrari, serà plà y allà s'hi depositaràn els aluvions fentlo avençar. Ara bé, si'ls màrgens còncavos reculen sempre per l'embat de la ayga, y els convexos avancen constantment mercès als sediments, ne resulta que tot el curs d'ayga se desplaça, y aquest desplaçament acaba per originar la ampla vall, al fons de la qual s'escola el riu. Exemples d'axò nos ne presenten quasi tots els rius.

Hi hà cassos en que la erosió obrant sens parar y acostant les dues corves origina una especie de ferradura ab un verdader istme al mitg que's va estre-

nyent fins que's romp la part més prima formantshi un portell o un pont natural (fig. 24) per hont s'hi aboca la ayga que allavors abandona el curs primitiu. Exemples d'axò tenim en la *Foradada* de L'Esquirol y la *Foradada* de Sant Sadurní de Noya, entre altres.

Saltants y ràpits. — Els saltants o cascades dels rius són ocasionats per desnivellaments soptats o per rescloses

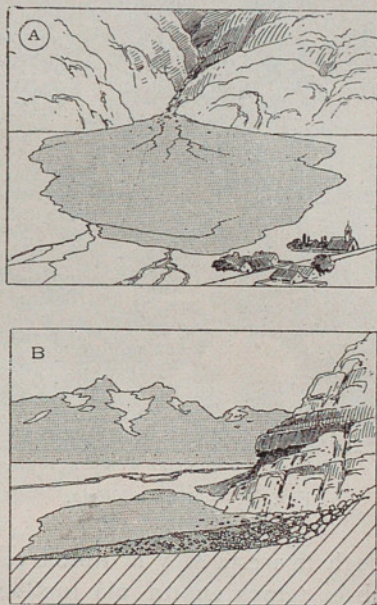


Fig. 21. — Representació esquemàtica del cono de degecció de un torrent. A. Aspecte general. B. Perfil longitudinal.



CLIXÈ D'EN C. A. TORRAS

Fig. 22. — Riu de Nuria.

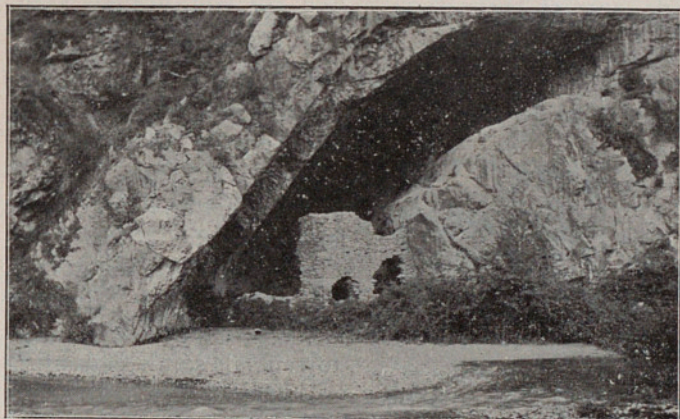
naturals (*cadiretes*) formades per l'aflo-rament transversal de roques més resistentes que la ayga no ha pogut arrasar encara; quan el desnivell no es soptat sinó que té certa llargaria, s'origina un estat torrencial que es lo que s'anomena ràpit.

Representém el perfil d'un saltant de ayga qual timba sia feta de capes sobrepesades de diferente natura y duresa; si les capes superiors són menys dures que les inferiors (fig. 25), la ayga desgasta poch a

poch la aresta M y la timba vertical M N se convertirà ab el temps en un plà inclinat M' N', es a dir, que'l saltant se transformarà en ràpit (fig. 26).

Si, al contrari, les capes menys dures són les B y C (fig. 27), el saltant no's transforma en ràpit, però la erosió se realisa reculant el saltant, ja que la força de la ayga socava la base de roques menys dures y la capa superior A queda fent sallent fins que mancada de basa s'estimba. Un exemple típich d'aquest fet es el del Niàgara que recula per terme mitg o'31 m. al any. A Catalunya ne tenim nombrosos exemplars (fig. 28 y 29).

Els saltants formats en aquestes condicions presenten



CLIXÈ D'EN J. ROSALS

Fig. 23. — Bauma del Pont de la Cabreta. Vall de Ribes.

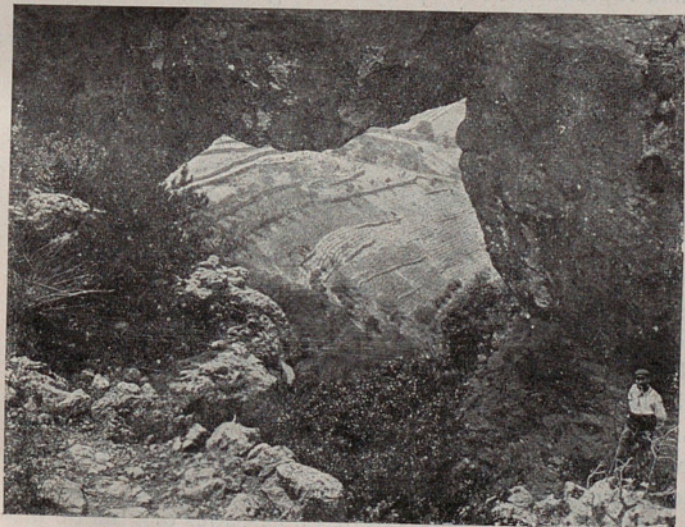


Fig. 24. — La Foradada. Montral.

sempre un ample espay entre el saltant de la ayga y la paret corresponent a la capa de roca menys dura (fig. 30); ademés la força del saltant y la acció continua de les roques que devallen ab la ayga originen les gorgues que sempre hi hà en tal lloch (fig. 31) y els clots, sitges o pous, dits *marmites dels gegants*.

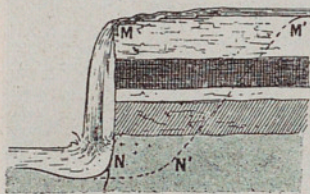


Fig. 25. — Transformació de un saltant MN en ràpit M' N' en el càs que les capes superiors sien les menys resistentes.

baixa ràpidament acompanyada de gran quantitat de còdols, enfondeix els llurs llits verticalment, y si a n'aquesta acció hi acompanya el trobar alguna esquerda vertical, el treball es molt més ràpit; aquest treball s'ha comparat molt justament al d'una serrera. Pera que's forme verdadera gorja cal que'l

terrer sia de roca dura; car axis, al enfondirse'l llit els màrgens queden verticals y en les llurs parets pot l'observador contemplarhi, sinó han sigut degradades per la acció del gel o la descomposició química de la roca, la acció de segles y segles en les superfícies allisades, solcades y enfondides.

El reculament dels saltants o cascades origina de primer un gran circh o anfiteatre, com ho veyèm per exem-

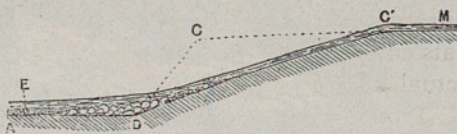


Fig. 26. — Perfil de un ràpit. Desgastada seguidament la aresta C recula fins a C' y la inclinació del ràpit disminueix.

ple a Sant Miquel del Fay, y continuant la seua obra acaba per obrir una gorja.

Per explicarnos la formació dels congosts o *passos* que en la serralada del Montsech han obert els rius que venen del Pirineu, tallantla perpendicularment, cal remontarnos a èpoques geològiques anteriors a la nostra, quan plovia més y el *nivell de base* era més enlayrat que avuy; es a dir, quan aquells rius passaven pèls cims de la serralada actual y desembocaven a un nivell molt més alt que ara; després aquest nivell s'anà abaxant y'ls rius seguint una direcció perpendicular al moviment de descens, començaren a enfondir llur jaç y quedar encaxonats en una forma que sembla repugna a la topografia actual (1). (Figures 32, 33, 34 y 35).

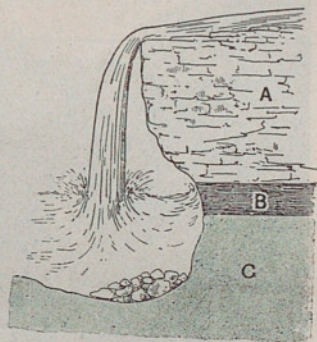


Fig. 27. — En el càs de que les capes inferiors B y C sien les menys resistents, el sallent recula.

Transports de les corrents. — Per insignificant que s'ia, tota corrent arrossega els materials devallats de ses vessants, sien terra o pedres; aquestes, de vegades són massa grosses pera ser arrossegades, però sempre acaben per esbocinarse o ferse petites ab el fregadís de la ayga y el topament de les altres, y axis llurs fragments augmenten la massa de materials que la corrent se n'emporta cap a la terra baixa.

Experimentalment se demostra que una velocitat de

(1) Luis M. Vidal. — *La tectónica y los ríos principales de Cataluña. Memoria de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.* Tom. II. 1900.

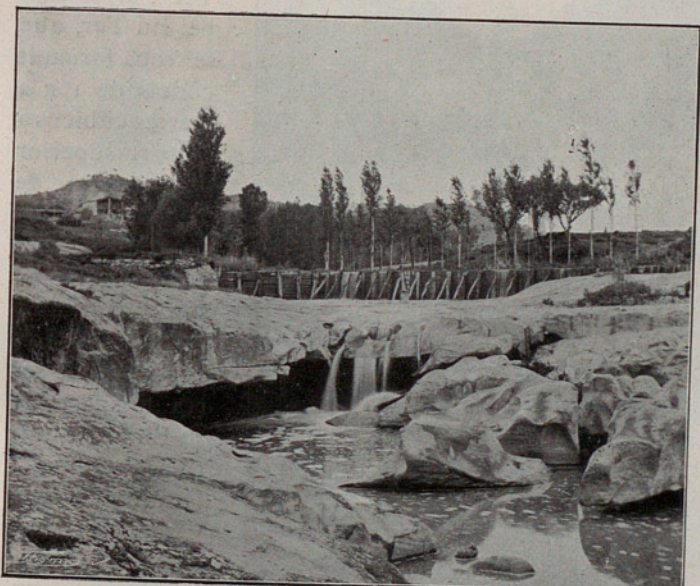


Fig. 28. — Fonts de Glorieta. Alcover.

o'60 m. arrossega la sorra molt granada del fons, que si es de 1'20 m. mou palets de la grossaria d'un ou, que si es

de 2 m. pot arrossegar pedres de 20 centímetres de caire, y que una velocitat de 3 a 4 m., com en els torrents de montanya, arrossega grossos còdols (figs. 36 y 37).

Els palets de riu no tenen la forma llargaruda y aplanada dels de mar, sinó que serveixen la figura que tenien al



CLIXÈ D'EN J. ROSALS

Fig. 29. — Riu de Marlés. Detall en que's veu com la roca dura cau a mida que es socavada sa base.

trencarse de la roca viva y presenten sols els caires arrodonits. El llur desgastament es molt ràpid, però depèn de la natura geològica, sent de quarç (pedra foguera) els que més resistexen per la seva duresa, y segons la grossaria s'anomenen *còdols*, *codolells*, *palets*, *grava*, *sorra*, *llot*, etc. Una prova del trànsit d'un d'aquests estats als altres per

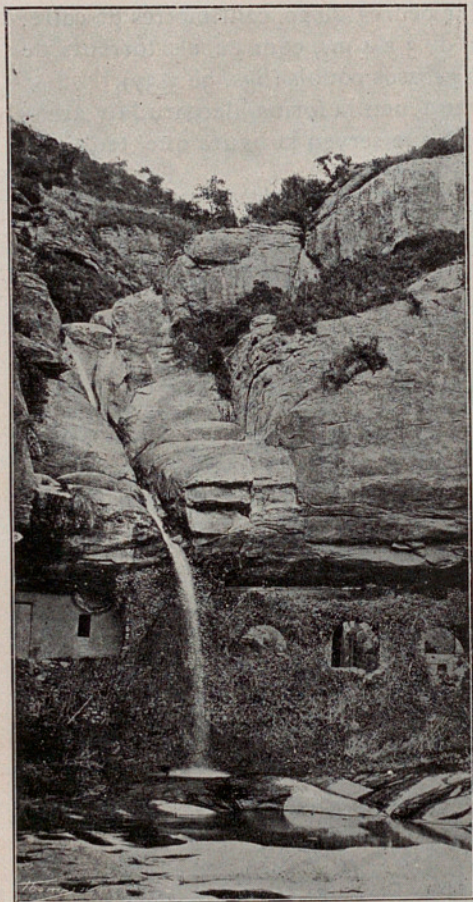


Fig. 30. — Sant Miquel del Fay.

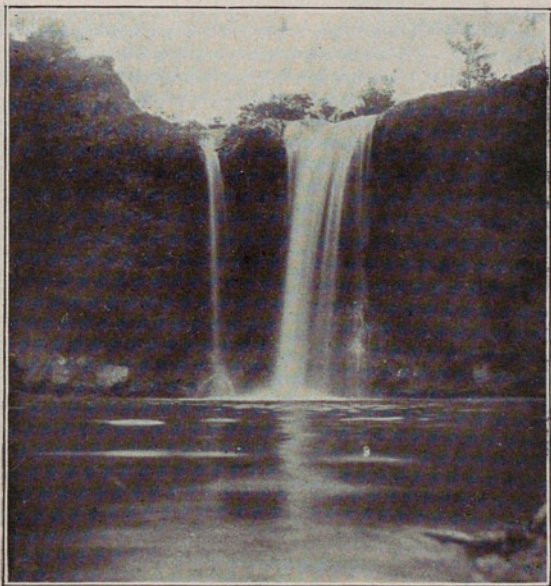
Se veu l'ample esboranch de les grans avingudes y el més estret produhit per la erosió de la ayga que normalment hi baixa, axis com la gorja del fons.

mor del desgastament, la tenim en el gneis duríssim de Grà de Fajol y d'Ull de Ter arrossegat pèl riu Ter, que se troba formant còdols de 1 a 2 metres cúbichs a la part superior de la conca, de Ripoll a Vich són ja de 0,50 a 1 m., a Girona són com el cap y més a vall ja no's veu més que sorra fins a mar.

En les grans riuades aumenta la força d'erosió y transport de les corrents; allavors es quan sortint el riu de mare deposita els materials més grossos a abdós costats del centre hont la corrent té més velocitat y més enllà, hont la ayga

va pausada, hi dexa sols el llot. D'aquesta manera els màrgens y el jaç del riu s'apugen de nivell seguidament, y pot resultar que queden terrenos a un nivell inferior a n'aquell.

Aygabarreig dels rius. — El riu resultant de la unió de dos no té la amplaria que representa la suma d'ells,



CLIXÈ DE MOSSEN J. GELABERT

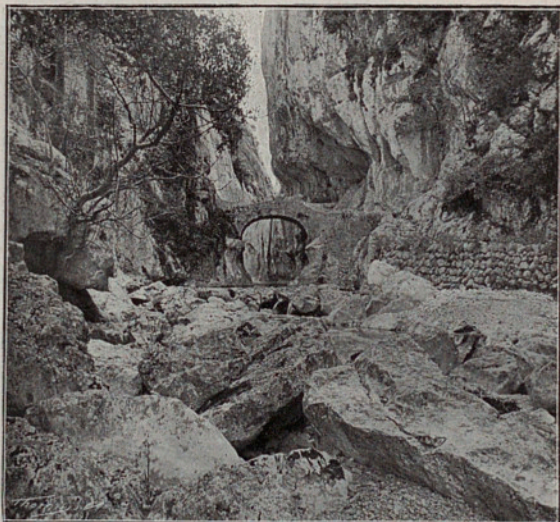
Fig. 31. — Saltant de Santa Margarida. Vall d'Amer.

però en cambi el seu llit es més fondo y la corrent té més velocitat; a la punta de la confluència s'hi depositen els materials dels dos màrgens al unir-se, allargantla cada vegada més, lo que fà que les corrents vajan un troç paraleles abans d'acoblarse.

Tots els rius moren a un altre riu, o a una plana sense

escolament, o a mar, o a un llach, y en tots aquests casos al perdre la velocitat depositen els materials que arrossegaven originant els deltes.

Deltes lacustres. — Són els depositats per una corrent qui mor dintre un llach. La manera de formarse es molt senzilla: si un còs sòlit cau lliurement dintre ayga tran-



CLIXÈ D'EN F. BLANCH

Fig. 32. — Torrent de Pereis. Mallorca.

quila, sa velocitat minva fins a cert grau y allavors devé constanta; aquesta velocitat depèn del volúm y de la densitat del còs. Les materies grolleres y pesantes (palets y sorra) cauen verticalment, y les altres (terra y llot), se desvïen de la vertical tant quant més pausada es la caiguda llur. En conjunt s'apleguen formant un cono la qual aresta es tant més inclinada com més grossos y pesants són els còssos en suspensió.

Els períodes de calma y les grans riuades són caracterisats per la superposició de gruxes de llot, sorra o palets, etc., inclinades de 35 a 45 graus, que van del fons del llach fins a la superfície; allavors hi arrela la vegetació, y gracies a n'aquesta y a les noves riuades que hi dexen en capes horitzontals els materials més grossos que arrosseguen, queda format el delta qui ab son avençament tendeix a omplir tot el llach. Per altra part el nivell d'aquest s'abaxa sempre, ja que son emissari o riu de sortida enfondeix seguidament la resclosa per hont s'escapa. Mercès a n'aquest treball el llach de Ginebra s'ha baxat de dos metres d'ençà de la època romana.

Estuaris. — Tot riu desemboca a mar per una escotadura que s'anomena *estuari*. Aquest es una regió d'equilibri hont la ayga pert sa velocitat y deposita els materials que arrossega.

Barra. — Si a la mar hi hà marors o corrents litorals, els materials no poden assolarse en l'estuari y són arrossegats per la ayga. La de mar té la ventatja de depositar molt més depressa que la ayga dolça els elements estranys que s'hi barregen; la sola arribada, donchs, dels sediments a mar, deu determinar la llur deposició, y axís a la unió de la ayga dolça ab la salada se depositen els elements



CLIXÈ D'EN C. A. TORRAS

Fig. 33. — Gorja de St. Aniol.

arrastrats; aquest dipòsit varia de lloch y grandaria segons sien les marors y les avingudes del riu: es lo que s'anomena *barra*.

Cordons litorals. — No haventhi marors fortes ni corrents litorals els materials se depositen en l'estuari; aquest



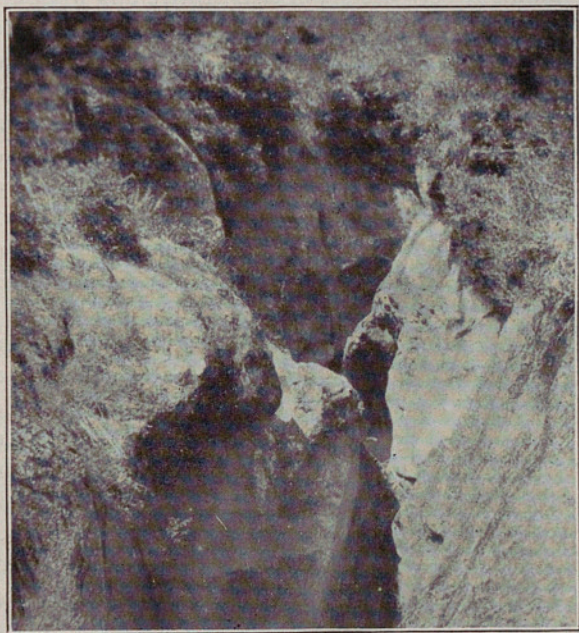
CLIXÈ D'EN J. MORELLÓ

Fig. 34. — Pàs de Collegats.

per lo tant es destinat a omplirse. Una part dels materials s'assola a cada marge de la corrent formant com una canal o punta qui avença mar endins, y altres emportats per les ones van a assolarse a cada costat formant els cordons litorals; així queda una part de mar encalmada, com els ports del Fangar y dels Alfachs al delta del Ebre, que queda closa per aquells cordons que s'allarguen y es convertida en un estany, com els qui's veuen en tots els del-

tes; aquests estanys acaban també per terraplenarse y axís va omplintse l'estuari.

Deltes marins. — Omplert l'estuari comença la formació del delta marí propiament dit. Pera lograrho cal



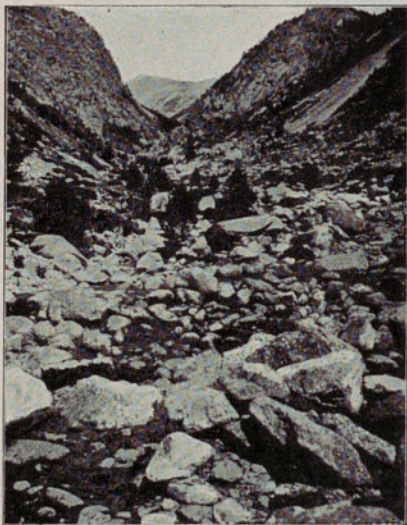
CLIXÈ DE MOSSEN J. GELABERT

Fig. 35. — Erosió produhida en les roques volcàniques, per la Riera de Torrevellins. Girona.

no solament que no hi haja marors ni corrents marines litorals, sinó també que la pendent del fons hont desemboca'l riu no sia soptada. En sa formació hi intervenen no sols els cordons litorals sinó també les illes qui's formen. En efecte, la sorra y el llot se depositen al arribar a mar; aquests aluvions formen una illa y el riu se parteix

en dos brancals, aquests se subdividexen en altres y així el delta s'extén poch a poch, adquirint la forma triangular o figura de la *delta* grega d'hont prové son nom.

Els dipòsits dels deltes són formats de llot y sorra, excepcionalment per palets y còdols. Entre ells hi abunden



CLIXÈ D'EN C. A. TORRAS

Fig. 36.— Estret de Murens. Setcases.

les materies vegetals arrossegades per la corrent, que en alguns rius d'Amèrica són en immensa quantitat. Un exemple típic de delta ab tots sos accidents tenim en el del Ebre (fig. 38).

Resultat geològic de la formació dels deltes.— Construïnt són delta, el riu allarga'l curs y per consegüent disminueix sa pendent general: la pendent mitja per metre s'obté, en efecte, dividint

la altura sobre'l nivell de mar de les fonts del riu, per la llargada total de son curs. Si el divisor augmenta mentres el numerador román invariable o fins disminueix, el quocient deu disminuir també.

El delta del Rose s'ha calculat que avença 50 metres per any, el del Po 70, el del Nil tant sols 4, el del Mississipi, 250, etc. Dels rius de Catalunya no hi hà observacions precises pera determinar l'avenç llur.

Els deltes per altra banda enlayren el terror conquerit

ab la deposició dels materials arrossegats per la ayga; axís el del Loire ha pujat tres metres y mitg en un segle, y el del nostre Besós ha pujat també 8 metres d'ençà la época



CLIXÈ D'EN C. A. TORRAS

Fig. 37. — Roques de Rial. Freser.

romana, com ho demostra el fet d'haverse trobat una ànfora romana a n'aquella fondaria a Santa Coloma de Gramanet.

L'actual Plà del Llobregat no es més que l'antich estuari terraplenat pèls aluvions del riu; aquest en la época

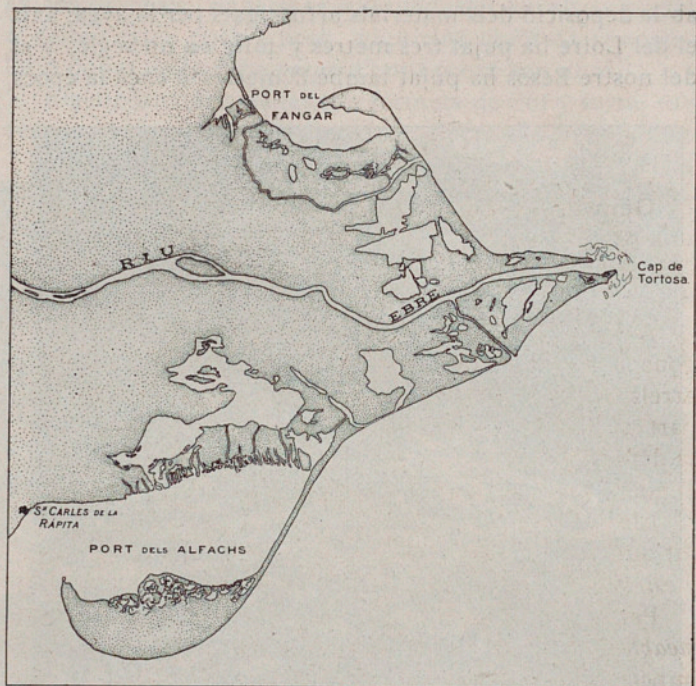


Fig. 38. — Delta del Ebre.

romana desembocaria a mar prop de Cornellà, y es ben sabut que en el segle x hi havia un port a l'altra banda de Montjuich, en lloch molt allunyat avuy de la mar. Pot assegurar-se que'l *cap del riu* ha avençat ben bé 2 metres per any.

CAPÍTOL II

DENUDACIÓ SOTERRANIA

Gènesis de la ayga soterrania. — De la ayga que cau una part retorna a la atmòsfera per evaporació, una altra s'escorra per sobre terra y se'n va als rius, y la restant s'endinsa a la terra.

Aquesta darrera part es més o menys important segons la natura y estructura del terrer. Les plantes ab llurs arrels aprofiten part d'aquesta ayga infiltrada y la altra part va baxant fins que troba una capa impermeable que la detura y li fa seguir un camí determinat per la seva pendent fins que pot sortir al defora en forma de font.

Lleys generals d'hidrologia soterrania. — Havèm dit que la quantitat d'ayga infiltrada depenia de la *natura y estructura* dels terrenos.

Per la seva natura els terrenos són *permeables y impermeables*. Es dificil una partió absoluta perquè la roca més impermeable s'amara d'ayga y la més macisa pot ser permeable per les esquerdes que s'hi hagen format.

En general, són permeables els terrenos disgregats y les roques poroses, que s'amaren d'ayga per imbibició, omplint els espays que queden entre'ls llurs elements, y ademés tots els terrenos que presenten esquerdes pèl seu origen (piçarres, arenisques, conglomerats) y altres que les tenen per accions posteriors (gneis, basalts, calices, etc.)

En general, són impermeables els terrenos argilenchs y les roques compactes y macises. La argila, ab tot, s'amara bastant d'ayga y sols es absolutament impermeable quan se tracta de capes argilenques superficials de uns 50 cm. de gruix, puix la ayga s'evapora abans de tenir

temps d'atravessar-la, o quan la capa d'argila té molts metres de gruix.

La estructura del terreno es de gran importancia. Els terrenos estratificats són més permeables, per regla general, influïnti també la posició de les capes, segons sien horitzontals, verticals o inclinades.

Consequencies: 1.^a A tot arrèu deu trobarse ayga soterrania a més o menys profunditat.

2.^a En els terrenos permeables les dèus són nombroses y molt somes.

3.^a En els terrenos impermeables les dèus són escasses y molt fondes.

Règim de la ayga soterrania. — Generalment se creu que les aygues són en grans dipòsits o formen grans corrents sota terra, però axò sols passa en cassos excepcionals.

La ayga de pluja se cola pèls terrenos permeables y a mida que s'enfonsa se fà menys accesible a la evaporació; d'aquesta manera les parts de la escorça de la terra situades a certa fondaria no poden mancar de ser enaygades, y axís se formen les capes o viviers d'ayga, que sempre que'l llur nivell es copsat per una depressió, surten en forma de fonts. El nom de capa no vol dir que siga seguida sinó que té igual nivell en tots els espays o escltxes de les roques; per axò En Daubrée les anomena *aygues freàtiques*.

Suposèm ab En Belgrand (1) una plana de terreno permeable (fig. 39); les aygues d'infiltració hi formaran una capa que seguirà el perfil de la superfície exterior y s'acostarà més o menys a ella segons la abundor de condensacions atmosfèriques; ara bé, si aquesta plana presenta valls fondes, aquestes faràn l'efecte d'un xuclador;

(1) *La Seine, Etudes hydrologiques*, p. 92.

de manera que la ayga emmagatzemada s'escorrerà cap allà y si la depressió es prou fonda hi brollarà una dèu.

D'aquí prové que quan se fà un pou en una gran vall, el nivell d'ayga serà tant més alt quant més s'allunye del

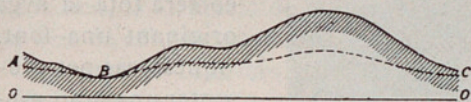


Fig. 39.— Disposició de una capa d'infiltració. A O nivell de la mar; A B C, superfície de la capa; B, dèu.

fons de la vall, suposant els pous fets tots fins a un mateix nivell.

Axò demostra que aquestes aygues no son filtracions del riu,

y per axò també els pous de vora mar són d'ayga dolça a menys que hi haja esclotxes que's comuniquen ab la mar.

Per aquesta disposició de la ayga freàtica, les revingudes dels rius y'ls temporals de mar se fan sentir en els pous de vora seu, car si la revinguda es forta o'l temporal o maror grossa, la major altura o pressió de la ayga superficial detura l'escolament de la soterrania y el nivell dels pous s'apuja. Altres vegades, al contrari, segons la disposició del terreny una gran revinguda serveix pera xuclar les aygues freàtiques.

De tot lo dit se'n dedueix que

en els terrenos francament permeables les fonts sempre's troben al fons de les valls o *thalwegs* (1).

En el càs de que hi haja una capa impermeable D E (fig. 40) la ayga no podrà atravesarla y pendrà una forma

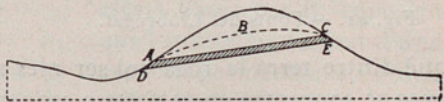


Fig. 40.— Capa d'ayga sòma. A B C superfície de la capa; D E, roca impermeable; A dèu.

(1) Paraula alemanya ab que's designa la línia central d'una depressió.



CLIXÈ D'EN C. A. TORRAS

Fig. 41. — Fonts del Llobregat.

què dintre terra la roca sol ser més macisa, y allavors la ayga se concentra en cavitats o esquerdes determinades y després d'un llarch curs surt en fonts molt abundoses, com les del Llobregat (fig. 41), la Font d'Armena (Vallirana), la del Pinté, etc., etc. En general se anomenen aquestes fonts *vauchusianes*, perque tenen son exemple típich en la cèlebre font de *Vauchuse*, y quasi sempre estàn en relació ab alguna falla del terreno que ha determinat la seua emergència.

Recerca y aprofitament de les dèus. — De lo dit resulta que a tot arrèu pot trobarse ayga, però el problema consisteix en trobarla abundosa y de bona qualitat

corvada, però si aquella té una inclinació marcada envers A, cap allà s'escorrerà tota la ayga originant una font. Aquest càs pot presentar una gran munió de variants segons la disposició, direcció o inclinació de la capa impermeable.

Tractantse de terrenos rocosos, esquerdats o dislocats, si ho són del tot la ayga ompla totes les esquerdes y en conjunt forma una capa de igual nivell; però axò no es comú, per-

ab poca despesa y prop del lloch hont se la ha de menester.

Per cercar les aygues soterranies cal tenir en compte les senyals exteriors y les interiors de la localitat. Les senyals exteriors son: les remors soterranies, la fosa ràpida de la neu, la formació de boires baixes y els vols d'insectes en dies de sol en certs llochs, la vegetació, etc.

Les senyals interiors o caràcters hidrogràfics o geològics són les més importants y segures. Llur fonament se basa en el fet de que les aygues soterranies sols poden trobarse en contacte ab les capes impermeables, y per lo tant el problema de cercar ayga se reduheix: a conèixer les capes impermeables del subsol, a estudiar la llur direcció y afloraments y a evaluar llur profunditat.

Poden presentarse tres cassos: que degám cercar ayga en un planell, en una vessant o en una vall; estudiemlos per separat.

En un planell. Sia un planell A B C (fig. 42) qual cresta passe per B; suposèm que'l subsol sia format d'una capa impermeable a, d'una calça dislocada b, y d'una capa arenosa c; essent el planell compartit en dues parts quasi iguals per la cresta, les aygues s'escorreràn cap a B y cap a C en quantitats quasi iguals.

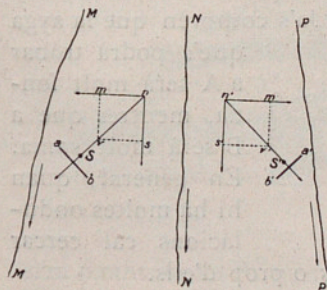


Fig. 43.

En aquest càs com que la cresta té una pendent general en el meteix sentit que'ls *thalwegs* de les valls laterals, se procurarà acostarse, en lo possible, a la part més baixa,

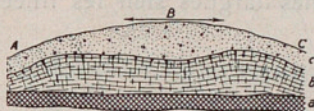


Fig. 42.

seguint la pendent. Y en efecte (fig. 43), suposèm que les dues ratlles MM y PP indiquen dos *thalwegs* y que la NN la línea de la cresta del planell. La gota d'ayga que cayga prop d'aquesta línea a *n*, serà sollicitada per la gravetat a escórrers envers *m*, en el sentit dels *thalwegs*, y de *n* cap a *s*, en el sentit de la cresta; la composant *n v* indicarà donchs la direcció provable de les aygues soterranies d'una de les vessants, y lo meteix passarà ab la altra. Per lo tant, com més llargues sien les línees *ns n's'*, més provabilitat hi

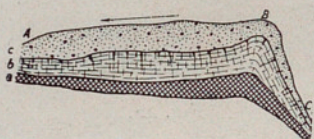


Fig. 44.

haurà de trobar més ayga, y si, per exemple, se detura aquesta per medi dels murs *ab a'b'* perpendiculars a les línees *ns n's'*, pera recullirles en el pou *s s'* se procurarà allunyar-se lo més possible de

la ratlla NN pera recullir el màxim d'ayga.

Si el planell es compartit en dues parts desiguals (fig. 44) quasi tota la ayga s'escorrerà envers A y en aquella direcció deurà cercarse.

En els grans planells hi hà sempre valls *anticlinals* y valls *monoclinals* (1) (fig. 45). Ja's comprèn que la ayga

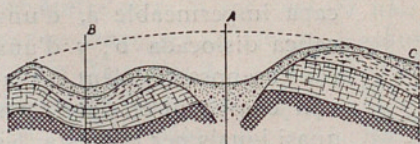


Fig. 45.

que's podrà trobar a A serà molt fonda, mentres que a B serà molt soma. En general, quan hi hà moltes ondulacions cal cercar

els punts baxos, en els *thalwegs* o prop d'ells.

En les vessants. Les vessants recullen les filtracions

(1) Per compendre el sentit d'aquestes paraules veges la part de estratigrafia.

de la pluja que hi cau y les provinents dels planells superiors; hi hà per tant més ayga. Pot succehir que les capes del terreno sien paraleles, que afluoren a la vessant y en aquest càs que sien cobertes de terra.

Si les capes són paraleles (fig. 46) la ayga que cayga a A B s'escorrerà desseguida sense temps d'infiltrarse, y lo

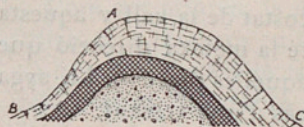


Fig. 46.

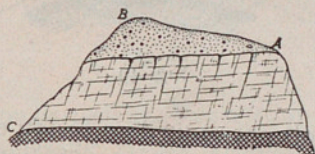


Fig. 47.

contrari passarà a A C. Per lo tant, com generalment a una vessant ràpida ne correspòn una altra de suau, hi haurà més provabilitat de trobar ayga en la vessant suau, escullint sempre el punt més a propòsit: l'origen d'una depressió, el fons d'un plech, etc.

Si les capes afluoren a les vessants (fig. 47) tota la ayga s'escorrerà envers C seguint la pendent de la capa impermeable. Un exemple d'axò tenim en el nostre Montjuich.

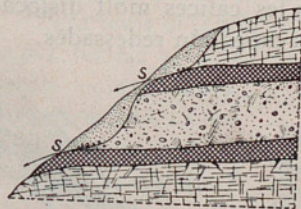


Fig. 48.

Si les capes afluoren a la vessant però són recobertes d'una capa de terra d'aluvió (fig. 48), com passa quasi sempre, podèm conèixer el punt S hont corresponen sota

terra fixantnos en l'aspecte de la vegetació.

En les valls. Es hont abunda més la ayga per la situació y la classe de terreno que les cobreix, però cal fixarse en la estratificació de les capes del subsol que aquell amaga.

Les capes afloren a abdós costats y la direcció de la vall o plana es la metexa que la de les capes (fig. 49). En aquest càs sols se trobarà ayga resultanta de la infiltració directa, car les vessants no'n donen; es per lo tant el càs d'un planell.

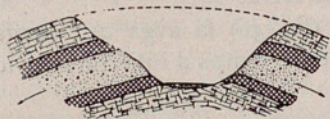


Fig. 49.

Les capes bussen d'un costat de la vall y aquesta té la metexa direcció que aquelles (fig. 50). La ayga

sols pot venir d'un costat; es el càs d'una vessant.

Les capes bussen de cada costat (fig. 51). En aquest càs la ayga d'abdues vessants se recull al fons del *thalweg* de la capa impermeable y segueix la seua direcció; cal advertir que aquest *thalweg* soterrani quasi may correspòn ab l'exterior y es precis cercarlo pèl càlcul, n'hi hà prou ab una senzilla operació de trigonometria. En tèrmens generals pot dirse que'l *thalweg* soterrani es sempre més a la vora de la vessant més ràpida.

Resumint. Es inútil cercar ayga: en els terrenos compactes, sense esquerdaments; en les calices molt dislocades; en les valls y vessants quals capes són redessades.

En els altres cassos pot cercarse ayga, de preferencia: en els centres de les depressions naturals; en els orígens dels plechs, torrents o *thalwegs*; en les interseccions dels plechs o *thalwegs* secundaris.

Pous artesianos. — Quan una capa d'ayga es empresonada, durant tot son curs, entre dos banchs de roca impermeable, la ayga que la ompla hi circula ab una presiò tant més gran quant

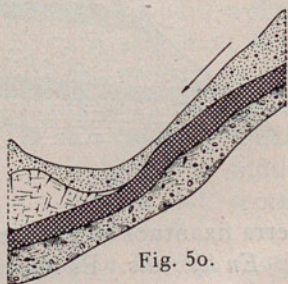


Fig. 50.

més fonda es la dèu, però si troba fàcil sortida per un punt avinent s'escapa barbotejant en virtut de la llei de les pressions hidrostàtiques (fig. 52); si's produheix artificialment aquest forat de sortida per medi d'una sonda, se tindrà un *pou artesià* (1).

Com se comprèn, la disposició dels terrenos en forma de conca o cassola serà eminentment favorable als pous artesiàns. Veuse aquí lo que passarà: dues capes permeables (fig. 53) A y B són intercalades entre dues altres capes impermeables. Les aygues de pluja s'infiltraran en aquestes capes permeables y els sondatges que arriben a les capes



Fig. 51.

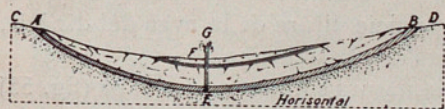


Fig. 52.

de pluja s'infiltraran en aquestes capes permeables y els sondatges que arriben a les capes A y B faràn brollar la ayga per sobre en els punts M y N.

Pera tenir el fenòmen dels pous artesiàns no cal pas que's realise el dels vasos comunicants.

Suposèm que'l tubo A'O (fig. 54) represente la capa permeable soterrania a través de la qual s'escola uniformement la ayga d'un dipòsit. Si comparèm les pressions que hi hà en els punts A' B' C' a l'interior del tubo, veurèm que va-

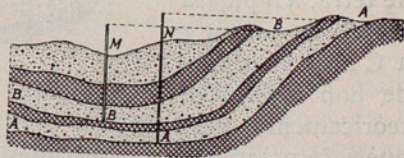


Fig. 53.

(1) Del nom de la provincia de Artois hont se creu se feren per primera vegada.

rien proporcionalment a les distàncies $A'B'$ $B'C'$, compreses entre aquests punts, y si volèm amidarles se podèn implantar tubos de vidre que s'enlayren verticalment com mostra la figura. L'excés de pressió a qualsevol d'aquests punts, $A'B'C'$, sobre la pressió atmosfèrica, vindrà indica-

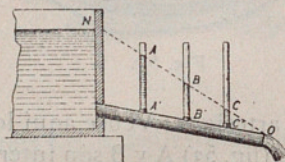


Fig. 54.

cada per la altura a que pujarà la ayga en el tubo de vidre corresponent. Les extremitats ABC de les columnes d'ayga que axis s'obtenen, seràn, en línia recta, que prolongada suficientment deurà passar per la extremitat del tubo O y pèl punt N situat a la superfície lliure de la ayga del dipòsit, verticalment dessobre l'origen del tubo.

Suposèm que en la natura s'hi trobe una capa (fig. 55) en les condicions de la N ; les aygues soterrànies sortiran per S en forma de font, però si's fan sondatges en els punts ABC , esdevindrà que a A la ayga brollarà a ràs de terra, a B pujarà molt més amunt y a C no hi arribarà de bon troç. Axò teòricament, per-

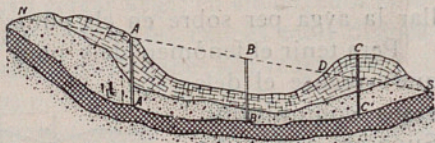
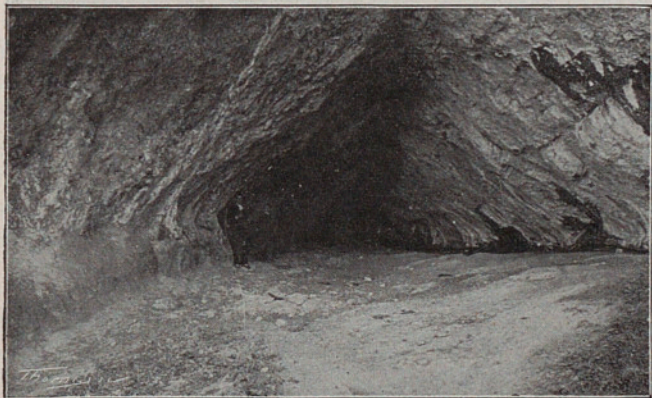


Fig. 55.

què a la pràctica hi han pèrdues de càrrega molt importants, però axò no vol dir que no's faça segons lleys semblants que diferexen pèl valor dels coeficients numèrichs. Per aquesta teoria s'explica clarament l'origen dels pous artesianes del Plá del Llobregat.

Rius soterranis. Formació de les coves. Avenchs. — Quasi tots els terrenos, però molt especialment els calços, són plens d'esquerdes que la ayga de pluja al infil-

trarse aprofita pera ajustarse formant verdaders rius soterranis de corrent molt irregular, que al brollar fora motiven dèus caudalósíssimes, com la de la *Falconera* de Garraf. Però no's limita a n'axò la ayga, sinó que obra sobre les roques ab que està en contacte de dues maneres, *disolentles* y *gratantles*, y el resultat d'aquesta doble acció es l'engrandiment de la esquerda primitiva, sobre tot en



CLIXÈ D'EN M. MIRET

Fig. 56. — Cova de Camp Maurí. Berga.

els llocs hont la roca ofereix una solubilitat més gran o presente menys resistència. Axamplantse la esquerda, les parets y sostre mancats de basa s'enfonsen y així se formen les grans cavitats unides per corredors estrets, que són la característica de totes les grans coves.

A n'aquesta acció hi cal afegir la de les grans revingudes del riu soterrani en les èpoques de pluja abundosa, donchs allavors aquest arriba a omplir tota la cova y ja's pot imaginar quina deu ser la pressió exercida per tal massa d'ayga sobre les parets rocoses que la enclouen,

sobre tot si, després d'una ampla cambra, hi vé una part estreta.

Per explicar-se la formació de la major part de les coves tal com són el dia d'avuy, cal remontarse a èpoques molt llunyanes en que'ls rius corrien a un nivell molt superior



CLIXÈ D'EN A. AMETLLER

Fig. 57. — Avench de Sant-Ou. Montgrony.

al actual y portaven molta més ayga; després, al abaxarse el nivell, les coves quedaren en sech y enlayrades per haver-se enfondit el llit dels rius. Exemples ne tenim en les coves de Ribes, Montserrat y tantes y tantes altres (fig. 56).

Els avenchs o pous naturals poden ser originats per la acció d'un riu sotterrani que socavant les parets de la cova

per hont passa les axampla tant y tant que'l sostre queda en fals y s'enfonsa ab totes les roques del seu demunt fins a flor de terra; es bon exemple d'aquest fet l'*avench de la Torre de Fontaubella*. Hi hà altres cassos en que'ls avenchs poden ser originats per un esforç mecànich com el que avuy produheix les marmites dels gegants, o per un abundós escolament d'ayga que aprofita una esquerda preexistent, com sembla haver passat a l'*avench de la Ferla* (costes de Garraf), o bé per simple acció química (fig. 57).

Fonts intermitentes. — Se dona aquest nom a les dèus que brollen y s'estronquen alternativament. El principi d'aquestes fonts es el del sifò, qual mecanisme es ben conegut.

Suposèm que una cavitat soterrania com la que hi hà en A (fig. 58) sía alimentada ja per aygues d'infiltració ja per un canal B. Si aquesta cavitat té comunicació ab

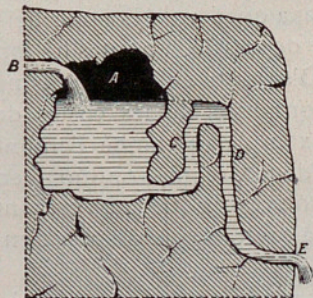


Fig. 58.

l'exterior E, mitjançant un canal en forma de sifò C y D, succehirà que sempre que'l nivell de la ayga a A serà suficient pera omplir la branca horitzontal del sifò C D, el sifò serà carregat y tota la ayga s'escolarà per E; un cop buydat el dipòsit, la font E no tornarà a brollar fins que les aygues del canal B o les filtracions hagen omplert novament la cavitat

A. La duració del escolament dependrà donchs de la grandaria de la cavitat, del diàmetre del sifò y del rendiment de la dèu; hi hà fonts que brollen sols durant minuts y altres que duren dies y dies. El temps que va d'escolament a escolament depèn del temps que tri-

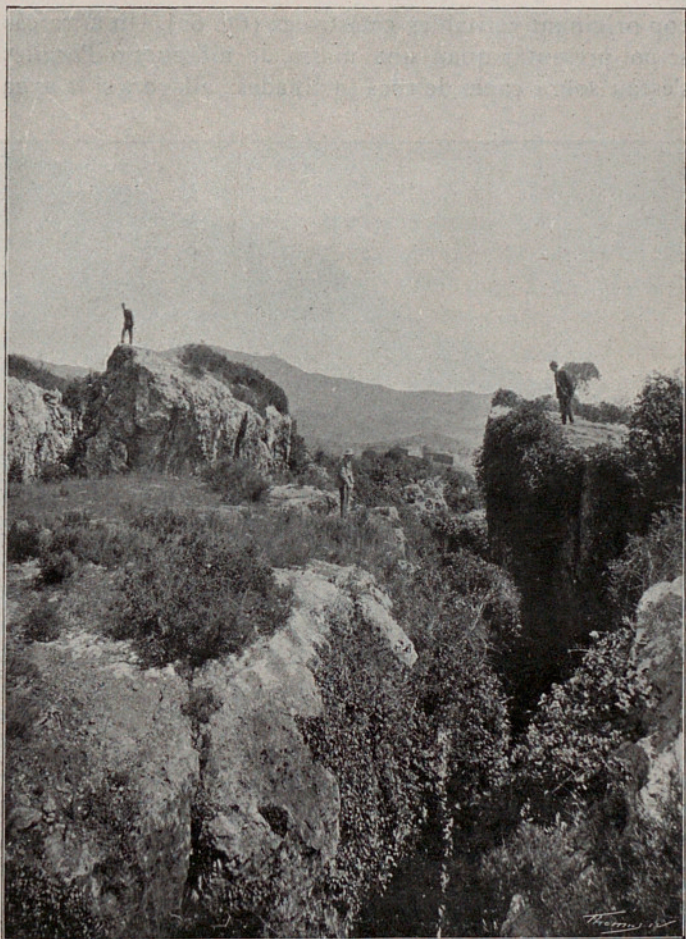
ga la cavitat per omplirse. Cal advertir que pera que la font sia intermitenta es necessari que'l sifò CD dexe passar més ayga que la que reb la cavitat A, sens lo qual l'escolament seria continuu.

Enfonsaments y esllaviçaments. — S'ha de distingir entre enfonsament y esllaviçament; l'enfonsament es degut a una sola força, la acció de la gravitat, y es vertical; en l'esllaviçament, en cambi, hi intervenen dues forces, la de la gravitat y la de la resistència que un altre còs oposa, y la combinació d'abdues fa una resultant diagonal.

Els enfonsaments propiament dits són escassos y de poca importancia en la crosta de la terra, y quasi sempre deguts a causes internes, com a fenòmens del volcanisme; no obstant, hi pot haver enfonsaments originats també per la ayga, sobretot en els terrenos caliços, enfonsaments que presuposen sempre una cavitat preexistent a la sota seu y que la ayga ha anat engrandint de mica en mica fins que perdentse l'equilibri tot baixa quedant a la superfície un avench, un embut o una depressió, ahont s'hi fon tanta ayga com hi va a parar. D'aquests enfonsaments ne tenim molts exemples a les montanyes de les costes de Garraf y al Pirineu. Un bon exemple es també l'enfonsament de Puigcercós que fou degut, segons opinió d'en Lluís M. Vidal, a una corrent soterrania que anà rosegant les màrgues del subsol y originà cavitats que després s'enfonsaren.

Els esllaviçaments poden ser produhits per un terratrèmol, però lo més general es que ho sien per la ayga, y en aquest càs la llur explicació no pot ser més senzilla.

Quan en una encontrada les roques sòlides esquerdades reposen sobre capes impermeables inclinades, la ayga, després d'atravessar les superiors, se veu forçada a escórrers per sobre la impermeable, y a copia de temps origina una buydor que es causa de que la massa superior vaja rellis-



CLIXÈ D'EN F. NOVELLAS

Fig. 59. — Les escltxes de Papiol.

cant devegades parcialment, originant escltxes com les del Papiol (fig. 59), Falset, Porrera, etc., y altres tot d'un

cop originant veritables catàstrofes (fig. 60). Un altre cas se pot presentar quan una massa de màrgues o d'argiles s'escàu sobre capes de roca inclinades; allavors si la ayga



CLIXÈ D'EN G. ROIG

Fig. 60. — La esllaviçada de can Batista. Sant Sadurní de Noya.

penetra o surt entre les màrgues y la roca, aquestes s'estoven y s'inflen alguns cops fins a tal punt que no podent sostenirse en la pendent que fins allavors havien ocupat, rellisquen baix llur propi pès. Un fenomen semblant fou el que motivà el recent esllaviçament de Serchs.

CAPÍTOL III

EL TREBALL DE LA MAR

Les onades. — En la formació de les onades hi intervenen dos factors principals: les marors y la intensitat del vent. L'ur potencia depèn de la importancia d'abdos factors. La altura mitja de les ones en plena mar, quan hi ha temporal, es de 4 a 6 metres, si bé per excepció arriben a 13 metres a l'Atlàntich y a 18 metres al Cap de Bona Esperança.

A les costes aumenta la llur potencia per la resistencia de la platja, y arriben les ones a alçaries prodigioses: a les costes de Stromboli s'han midat onades de 97 metres d'alçaria; el far de *Bell-Rock* en el litoral d'Escocia té 37 metres d'alçaria y molt sovint es colgat per les ones.

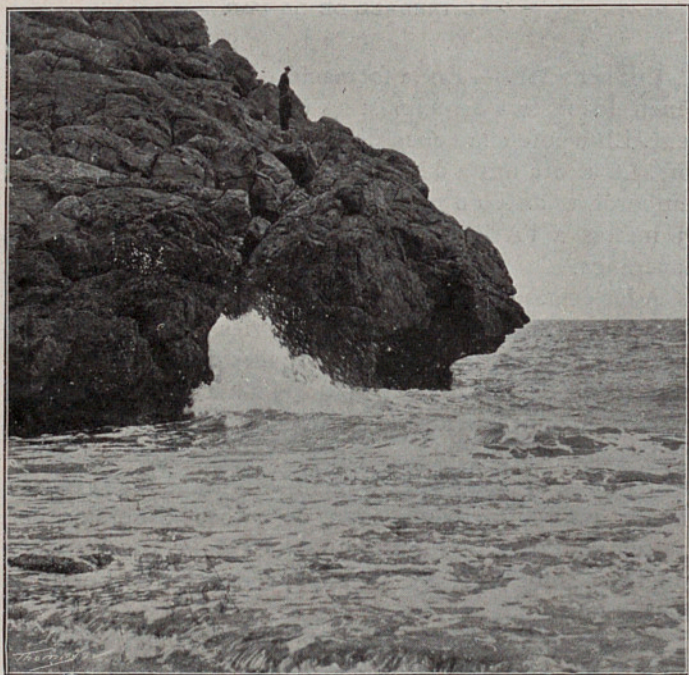
Ja's pot suposar la presió y força d'embat de semblants ones: el far esmentat quan es cobert per la ona se calcula que reb una embestida de 33,000 kilograms per metre quadrat; a Plymouth un bloch calíç que pesava 7 tonelades sigué alçat per un cop de mar y transportat 50 metres enllà.

Abans se creya que l'esforç de la onada ja no's sentia enllà d'uns 10 metres de fondaria, però s'ha provat que les grans onades fan sentir la llur ondulació, fins a un fonal de 200 metres y remouen els materials lleugers que hi haja formant ab ells com un acanalat sorrench; (*ripple marks*).

Les onades poden rompre sobre una platja regular o contra *penya-segat* (1). En el primer càs la ona que arriba,

(1) Acceptèm aquest mot, vivent en la costa de Sant Feliu de Guíxols, com a equivalent del *falaise*, francès o *acantilado* castellà.

al acostarse a la platja comença la fricció ab el fons, fricció que es major a les depressions, lo que fa que la cresta vaja avençant fins que reventa en escuma, fent una cascada o



CLIXÈ D'EN PONS Y BERNAREGGI

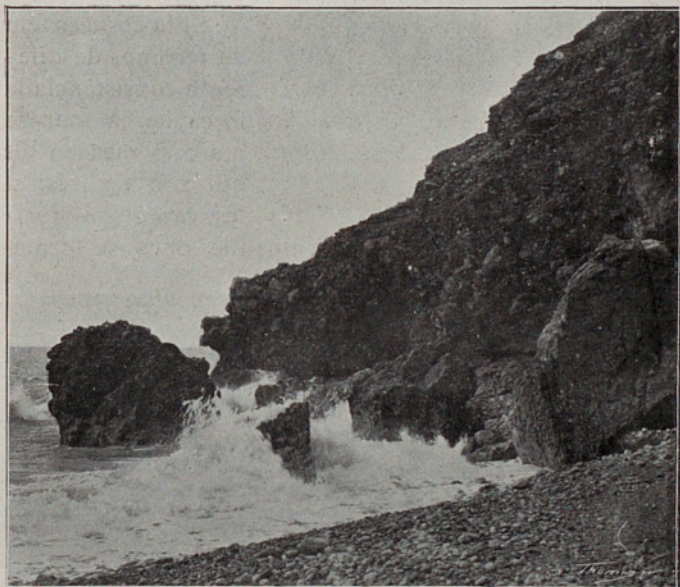
Fig. 61. — Costes de Garraf.

marratxada, y portant al seu devant la sorra y palets remoguts del fons. Si hi hà un penya-segat, al arribarhi la ona's boteix, se redreça verticalment al seu contacte, esmersant tota la energia en la empenta contra l'obstacle que la detura.

Però no es solament la ayga lo que acciona sobre la

costa; la ona arrastra la sorra y'ls palets que per la seua massa augmenten la potencia de la ayga, rebotent aquesta metralla contra la costa a la que acaba per destruir y fer regular.

Destrucció de les costes. — Vista la causa que la origina, estudièm ara la manera com se verifica.



CLIXÈ D'EN PONS Y BERNAREGGI

Fig. 62. — Costes de Garraf.

Si la costa es de roca compacta per igual, càs que quasi may se troba en absolut, la erosió marina acabarà per formarhi a manera de cornises que socavades un día y altre s'enfonsaràn. (Fig. 61 y 62.)

Si la roca es compacta però hi hà esquerdes, cosa molt comuna, al rompre les ones, la ayga y l'ayre hi són ingec-

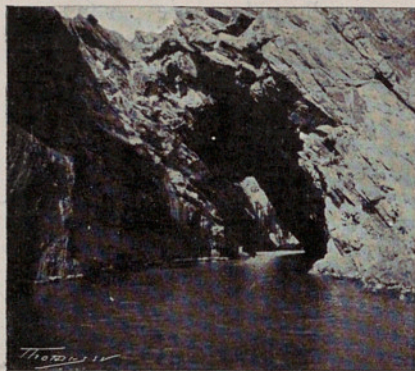


Fig. 63. - L'Infern, desde mar. Cap de Creus

son als y la més flaca es hont rompen les ones, se formaran cornises qui aniran esfondrant-se, com passa ab les margues miocéniques de la costa taragonina; si les capes son verticals, la mar enfondirà més depressa uns punts que en altres, formant portells, cales y coves.

Lo meteix passa quan la mar bat en un terreno compacte atravessat per diverses betes (Fig. 67) com succeheix, per exemple, en la nostra costa desde Blanes al Estartit,

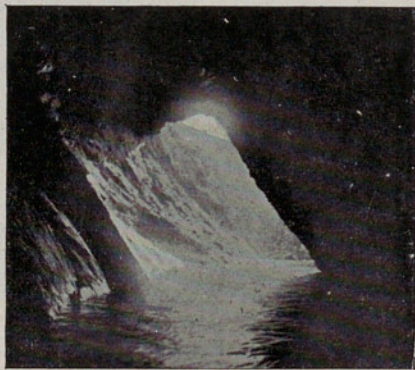


Fig. 64. - L'Infern, desde dins.

(1) Esquerdes engrandides hont hi pot passar un bot.

tats ab gran força y acaben per axamparles; axís poden originarse cales y també coves y freus (1). (Figs. 63, 64, 65 y 66).

Si la costa es feta de terrenos de diferente consistencia la força de la mar se marcará més en els qui son tendres: si les capes son hori-

y al Cap de Creus.

Els caps son troços de costa que per la consistència dels elements que la formen han resistit millor la erosió.

Les agulles s'originen en una massa compacta que presenta esquerdes que son engrandides fins a dexar isolats grans troços de roca. Se

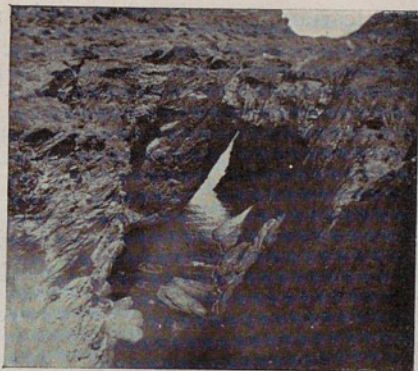


Fig. 65. — L'Infern, desde terra.

troben molt sovint en les costes qual terreno es el granit o'l gneis. (Figs. 68, 69 y 70).

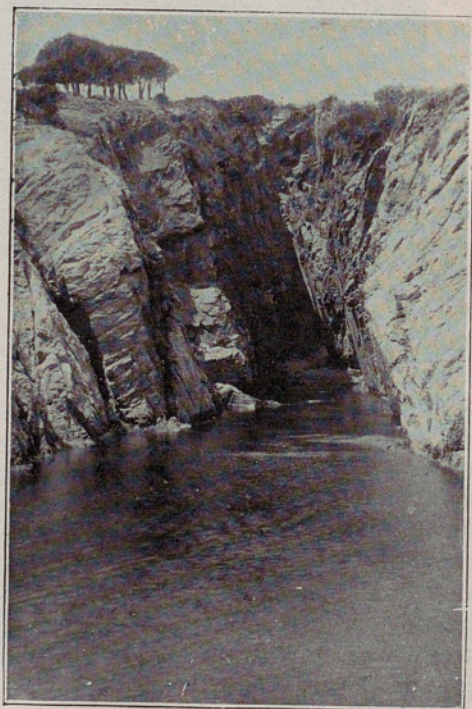
Els penya-segats o cingleres marines se formen quan la acció de la mar es molt enèrgica y la costa es de roca dura.

Reculament de les costes. — Aquesta acció de les ones sobre les costes encinglerades fa que reculen seguidament y tant més depressa com més exposades són a la força de les ones y són de materials més febles. Al cap de la Hève del canal de la Mancha la costa recula 2 metres per any; s'ha calculat que la costa francesa del Atlántich ha reculat 1400 metres d'ençà del sigle IV; a la altra banda del pás de Calais, prop de Dover, la costa ha avençat terra endins 2 kilometres en el meteix espay de temps; en general se creu que totes les costes d'Inglaterra perden 3 metres per sigle.

La rapidesa de la destrucció varia naturalment ab la duresa y la resistència de les roques que formen la costa; les parts més toves desapareixen aviat formant cales o badies y les més dures caps o illes, y açò explica el retallat de les costes. (Fig. 71, 72, 73 y 74).

La alçaria de la costa té influència també en la seua forma.

En igualtat absoluta de condicions la mar triga més en destruir un penya-segat molt alt que no pas un de més



CLIXÈ D'EN C. FREGINALS

Fig. 66.

Cales de Sant Pol. Sant Feliu de Guixols.

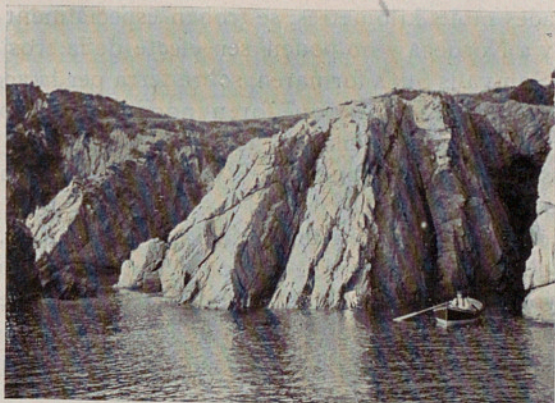
canals paralels a les platges, com passa davant Vilassar y Masnou, y s'enfondexen els estrets.

Fjords y Ríes. — Se dona aquest nom a valls fondes y estretes ocupades pèl mar qui aixís entra terra endins

baix; y axò nos explica el perquè veyèm les parts enlayrades avançant mar endins, formant una renglera de caps separats per badies o cales. (Fig. 75).

Erosió per les corrents marines. — Les corrents marines exercen la erosió sobre'l fons de la costa per hont passen. Hi há corrents d'aquestes qui caminen 5 metres per segón, velocitat més gran que'ls rius, y que per força té d'arrastrar els materials del fons.

Aixís se formen



CLIXÈ D'EN C. FREGINALS

Fig. 67. — Cales de Sant Pol.



CLIXÈ D'EN BIADA Y VIADA

Fig. 68. — Platja de Santa Cristina.

devegades molts kilòmetres; se troben especialment a Escòcia y a Noruega y no poden ser efecte de la erosió marina. Son valls qui's formaren sobre terra per la acció de les geleres segurament y que foren inundades de sopte per una depressió del terreno.

Les ríes son escotadures de la costa, de poca fondaria, per hont entra la mar.

Treball de reconstrucció de la ayga de mar. — La acció de la mar es doble: destrueix pera reconstruir; lo que arrenca de son lloch ho deposita en un altre, no's pert rès; no hi há més que cambi de forma y de lloch; de aquesta manera junt ab la acció dels rius posa'ls fonaments de noves terres.

Formació dels pedrals, palets y sorra. — Els materials que la mar arrenca de les costes son de diferents

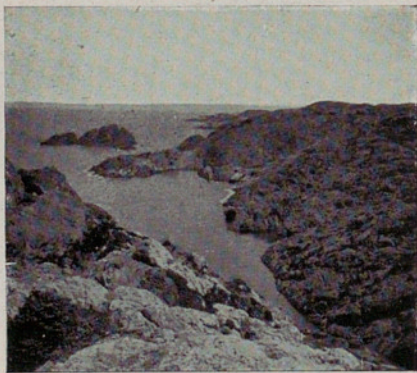


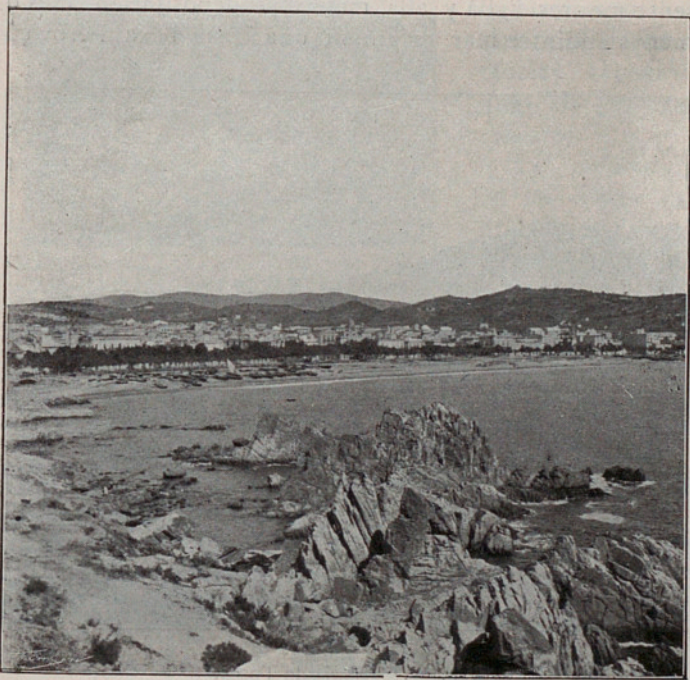
Fig. 69. — Galladera. Cap de Creus.

mides y natura. Els grossos y resistents son els pedrals qui ab el fregadís de la ayga y de les altres roques, van enxi- quintse fins a quedar convertits en palets y sorra im- palpable; açò passa ab els qui provenen de capes graníti- ques o areniscoses, y en general en les roques qui tenen

quarç. Els troços de roques calices y les argiles se con- verteixen prompte en llot o pols fina.

La forma arrodonida dels pedrals y palets, prové del fregadís entre ells, però com que'l moviment de la ayga

que'ls arrastra es més oscilatori que rotatori, la majoria dels palets tenen formes cilíndriques o be axafades si provenen de roques piçarroses.



CLIXÉ D'EN R. PATXOT Y JUBERT

Fig. 70. — Badía de Sant Feliu de Guíxols.

En Daubrée ha ficat roques de quarç dintre d'un cilindre mòvil plè d'ayga y després d'un recorregut de 25 kilometres les ha trobades convertides en palets com els de mar. Y 25 kilometres els fa ab pochés dies un palet remogut per la ayga de les marors y de les onades.

Curs d'aquests elements. — La sorra, els palets y els pedrals se queden prop la costa baix la acció dels moviments de la mar. Si les ones batessen la costa normalment sempre, aquests elements anirien esmicolantse sense moures d'allà y allà meteix se depositarien, més o menys endintre mar, originant una costa baixa. Però açò



Fig. 71. — Badia de Tossa.

no passa quasi may, sinó que a conseqüència de la costa, l'aliniament de la platja, la direcció de les corrents, les marors y els temporals, les ones prenen una direcció obliqua y empenyent els materials els fan caminar paralelament a la costa. Pot variar de vegades accidentalment la direcció, però sempre a cada lloch resultarà una component predominanta qui farà caminarlos en un sentit de-



Fig. 72. — Cala bona. Cap de Creus.

el punt hont la sorra y palets s'aturen y afermen, al peu dels caps o puntes que limiten abdós costats de la escotadura, formant verdares barres o dichs anomenats fletxes qui acaben per barrar un troç de mar que axís se converteix en estany o maresma.

Aquest treball de la mar es facilitat y augmentat quan aprop del punt de la costa que considerèm hi desemboça una corrent importanta que ab els materials que porta afegeix més elements a n'aquest treball.



Fig. 73. — Cala Fredosa. Cap de Creus.

terminat seguint la costa, molt lluny devegades del seu punt d'origen, fins que troben un lloch hont les circumstancies topogràfiques els permeten aturarse.

Les escotadures de les costes hont hi hà generalment poch fons d'ayga y per consegüent es poch remoguda, es

Tal es l'origen de la formació dels estanys y maresmes del golf de Lyó y les cèlebres de Venecia, de les salines de Ibiça, Albufera de Valencia, Mar menor de Cartagena, etcetera. La actual Barceloneta, primitiva illa convertida



CLIXÈ D'EN R. PATXOT Y JUBERT

Fig. 74. — Sant Pol. Sant Feliu de Guíxols.

després en península, no es altra cosa que'l resultat de semblant treball de transport.

Sedimentació costera. — Els materials que les ones desprenen de les costes, triturats y remoguts continuament se van distribuint segons el seu volúm y pès. Els

elements grossos y pesants, difícils de transportar lluny, romanen en la zona d'agitació perpetua hont rompen les ones, topant els uns ab els altres, arrodonintse y produhint la sorra. Els altres, més petits, són en suspensió



CLIXÉ D'EN R. PATXOT Y JUBERT

Fig. 75. — Costa de Sant Feliu a Tossa.

dintre la ayga en moviment y cauen al fons a certa distancia de la platja, y les partícules més lleugeres van a caure molt endins de mar. Els materials grossos formen la sedimentació costera o litoral, els petits la pelàgica o d'ayga fonda.

Les ones adquirexen son máxim de potencia en el moment en que rompen a la platja, per mor de la cayguda violenta de la ayga que cau de la llur cresta, y allavors tenen una velocitat que les hi permet remoure'ls palets del fons, y aquests palets son llençats terra endins ab la ayga; però al moment en que la onada va a començar el moviment de retrocés, la velocitat manca y'ls palets cauen y's queden allí agombolats formant una pendent de 18 a 20°. Al recular per la platja la ona augmenta gradualment de velocitat y arrossega'ls palets més petits y la sorra, fins al punt hont torna a començar el seu moviment d'avenç. Així se forma, quan les circumstancies topogràfiques ho permeten una platja de sorra fina que comença molt suaument inclinada però després s'alça de sobre ab un talús de grava y palets.

Sedimentació d'ayga fonda. — Aquesta pot dividir-se en varies zones: la de *sorra*, la de *llot* y la *pelàgica*.

Els materials més lleugers son arrossegats mar endintre y allà sent la ayga més tranquila se depositen assolant-se al fons. Aquests dipòsits formen al voltant dels continents una faxa continua de una amplaria de 250 kilometres, si be aquesta amplaria pot ser més petita en alguns punts y en altres més gran, com al Brasil ahont té 600 km.

La zona del llot es més extensa, cobreix totes les mars interiors, essent el llot blavench, rogench o verdós.

La zona pelàgica es formada per restos de diatomees, foraminífers, radiolaris, etc., per gran quantitat de dents d'esquàlits, llot y nòduls de ferre y manganés.

III. — LA AYGA SÓLIDA

CAPITOL I

Neu. — Quan la condensació atmosfèrica se fà en un espay qual temperatura es inferior a o graus, les precipitacions se glacen resultantne neu, pedra, etc. Les condicions especials de calma en que's fà la congelació permeten a la neu la forma cristallina, y'ls cristalls microscòpichs s'ajusten formant petites estrelles de sis raigs, de dibuix molt elegant.

Neus persistentes. — La causa de la formació de la neu es la metexa que la de la formació de la pluja, un abaxament de temperatura, apart d'altres causes de meteorologia dinàmica, pot ser provocat per un macís molt fret o pèl treball mecànich de la dilatació de l'ayre, obligat a enlayrarse pera atravessar una alta serralada. La neu, ab tot, se presenta quan la temperatura es inferior a 0° , y com que la temperatura disminueix a mida que'ns elevèm, resulta que a tots els llochs del món hi hà certa altura a partir de la qual les precipitacions se faràn en forma sòlida. Si suposèm una montanya que passa d'aquesta alçaria, la neu hi marcarà una ratlla horizontal més o menys regular qual blancor contrastarà ab la verdor dels boscos del seu dessota. Aquest límit més enlayre del qual la neu may se fon, varia segons la coordinada geogràfica del lloch; axis, en els pols aquest límit o ratlla isotèrmica de 0° es a nivell de mar, mentres que a l'equador puja a 4,000 metres. La neu que resta dessobre aquest límit s'ha anomenat *neu eterna*, *neu perpetua*, malgrat que acaba també per fondres en un periodo més o menys llarch.

El límit de la neu perpetua té variacions fins en una metexa montanya, segons sia la orientació de les vessants, la direcció dels vents y'l seu grau d'humitat, etc. Així, als Alps del Valais aquest límit es a 2,700 metres, mentres que als Alps marítims arriba a 5,300. Els Pireneus, més baixos que'ls Alps, solament tenen durant l'estiu algunes congestes que cal cercar a la vessant oriental y als llochs més enesprats.

Allaus. — Tota la neu que cau sobre la ratlla isotèrmica o° no's fon; per lo tant deuría romandre allà indefinidament si no hi intervinguessen altres causes que la fessen devallar a les valls hont la temperatura més alta la fà fondre. Així, si augmenta la temperatura, la superfície de la neu se fon y la ayga que'n resulta se fica dintre'l tou de neu, y si aquesta acció es afavorida per la pendent de la vessant, se desprenen considerables masses de neu que capolen y arrosseguen tot lo que troben, pedres, arbres y cases. Axò són les *allaus*. El camí que han solcat romàn marcat anys y anys per un tall qui ratlla la montanya de dalt a baix y pèl piló o cono de materies arrastrades que's veu al peu de la montanya (fig. 76).

Hi hà allaus que baxen sempre pèl meteix lloch; són verdaders torrents periòdichs de neu. Al Saint-Gothard n'hi hà 530 d'aquesta mena.

Les allaus d'hivern són més terribles perque la neu s'arroella com una pols fina, acompanyada d'un tort horrorós, y sobre tot perque no's poden preveure com les anteriors. En 1819 una allau d'aquestes arrastrà 1.300,000 metres cúbichs de neu y pedres en el Valais, colgant la vila de Rand.

Congestes. — La neu al caure y depositarse sobre les montanyes es flonja y cristallisada, però després ab el sol se fon en part, y'ls cristalls dels borrallons prenen forma arrodonida, mentres que la ayga de la fusió escorrentse

entremitg d'ells se torna a gelar y foragita l'ayre que hi havia entre'ls buyts. D'aquesta manera, sobre tot ab les glaçades de les nits, la neu cayguda se transforma en una massa agromollada, plena de bombolles d'ayre, però prou



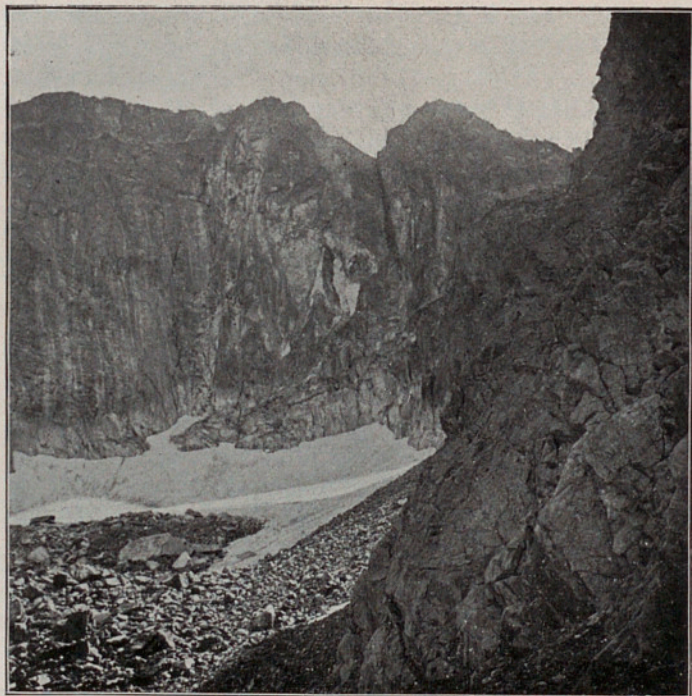
CLIXÈ D'EN R. PATXOT Y JUBERT

Fig. 76. — La Rossolada de Concrós, Setcases, produhida per una allau.

torta pera poderhi passar per dessobre sense enfonzarse. Es el *nevé* de la Suissa francesa, el *firn* de la alemanya y la *congosta* de Catalunya.

Geleres. — Són un pàs més avençat en la transformació de la neu. Són dessota les congestes; en elles la neu a

consequencia del regel y de la pressió sofreix grans modificacions que cambien per complet sa natura y aspecte, transformantla en gel o glaç. La seua massa forma la *gelera* o «glacier» (fig. 77).



CLIXÈ D'EN C. A. TORRAS

Fig. 77. — Gelera del Canigó.

Manera de formarse una gelera. — Per formarse una gelera calen condicions topogràfiques especials, perquè si la neu cau sobre una vessant regular se formaràn, sí, congestes y principis de geleres, però seràn sempre petites; són les geleres sospeses (*glaciers suspendus*).

Per ferse una vera gelera cal una conca de recepció gran y una canal o gorja d'escorriment, lo meteix que per originarse un riu, que riu es al cap y a la fi la gelera. Cau la neu als cims y depositantse en grans masses va deval·lant, per mor de la pendent de les vessants, cap al fons dels circhs o les valls, hont s'acumula en gran quantitat. Un colp allà aquesta neu se converteix en congesta del modo que ja havèm dit; comprimida pèl seu propi pès y per la pressió de la neu superior que va cayenthi, la congesta avença y s'arrossega per la gorja o vall estreta; allavors comença la gelera veritable: la massa de neu agreccionada se va fent més y més compacta a mida que baxa, fins a devenir glaç enterament compacte, sense bombolles d'ayre, quasi transparent y ab un bell color blavench.

Una gelera, donchs, no es més que la resultant de la neu acumulada durant anys y anys en els circhs d'alimentació; en ella'l borralló de neu primitiu, lleuger com una ploma, queda convertit en roca macisa.

Avençament de les geleres.— Les geleres avencen com un riu, sinó que'l seu moviment es pausadíssim. Els habitants de montanya ja conexien d'antich aquest moviment confirmat avuy per fets y estudis precisos. La gota d'ayga qui surt de mar y en forma de borralló de neu cau dalt del Montblanch, triga uns 50 anys a tornarse ayga correnta altra volta en la vall de Chamonix.

Aquest avençament de la gelera es lo que fà que'ls objectes abandonats al seu demunt surten després a un nivell inferior, y per axò en 1861 aparegueren els vestits de les víctimes de l'accident ocorregut en 1820 en el *Grand Plateau*; y la escala que'ls guies d'En Saussure abandonaren al peu de la Agulla negra el 1788, fou trobada per En Forbes el 1832, 4,050 metres més avall; havia caminat 92 m. per any o 27 cm. per día.

Pera midar la progresió d'una gelera s'hi clava un ren-

gle transversal d'estaques al seu demunt y's fan observacions a abdós màrgens mitjançant el teodolit (fig. 78) desde'ls punts fixos A y K, y al cap d'uns quants jorns se veu que les estaques han caminat: B se troba a B', C a C', y així totes les altres. Aquesta observació nos indica que la gelera marxa a tall d'una corrent d'ayga, sent més

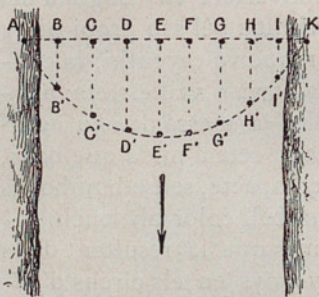


Fig. 78. — Experiment que demostra que les geleres caminen.

gran sa velocitat en el centre que en els màrgens, major a la superfície que en el fons, major en els congostos que en els llochs amples, etc.; tot es igual menys la velocitat. Aquesta s'ha calculat que era de 0'30 m. per terme mitg, al día, si be a l'estiu es més gran.

Plasticitat del glaç. —

Abans se creya que una gelera se desplaçava tota ella, caminant tot d'una peça, relliscant pèl seu propi pès sobre un plà inclinat; però si fos així no veuriem la diversitat de moviments esmentats, ni la gelera s'adaptaria may tan perfectament com ho fa a totes les sinuositats y accidents del seu jaç. Els seus moviments s'expliquen perquè'l gel es una substància *plàstica* que s'emmotlla sots la presió com la cera.

Aquesta plasticitat del glaç podem provarla agafantne una barra sostinguda pèls dos extrems y veurèm com se blinca pèl seu propi pès al cap d'algunes hores; si allavors la invertím, tornarà a redreçarse, y axò sense dexar de ser compacte y sens que's produhesca cap esquerda en la massa; si agafèm un cilindre de gel y'l posèm sobre un bloc de la metexa substància, el primer se va enfonzant dintre'l según.

Cal advertir que aquesta plasticitat del gel augmenta quan la temperatura es sobre 0 graus, de 1° a 5°, com si allavors adquirís propietats especials que donen a ses molècules certa movilitat que's manifesta al experimentar la més lleu pressió. Donchs be, les geleres ben caracterisades són situades dintre gorges qual altitut es, sota la ratlla isoterma de 0 graus, y per lo tant la temperatura del ayre es de 1° a 5°, es a dir, en les millors condicions pera que'l gel tinga el màxim de plasticitat.

El gel té una altra propietat que afavoreix la formació de les geleres, es el *regel*. Si agafèm dos troços de gel y els posèm en contacte, se ressoldaràn; si'ls fiquèm dintre ayga calenta faràn lo meteix; però si la temperatura es inferior a 0 graus, ja no passa rès d'axò, perque allavors el gel es sech.

En virtut d'aquestes propietats, *plasticitat* y *regel*, podèm agafar un bloch de gel y per la compressió donarli la forma que volguèm. Y axò nos explica el perque les geleres s'emmotllen sempre a la forma de la vall que les hostatja, car s'estrenyen dintre les gorges y s'axamplen en la plana.

Accidents de les geleres.—Els moviments que acabèm d'estudiar produhexen dislocacions en les geleres, donchs si be es cert que'l gel es plàstich, també ho es que's trenca a cada moment baix els efectes de la tensió o de la compressió. Posèm un bloch de glaç sota una prempsa y al esclafarlo veurèm com s'hi formen plans de separació paralels a les bases de la prempsa, delatant l'esforç de les molècules pera relliscar seguint la direcció que fa l'àngul més gran ab la direcció de la pressió.

Si posèm la aurella a la superfície d'una gelera sentirem una feble *crepitació* que indica la formació d'esquerdes, capilars de primer, però que's van badant poch a poch, y que al cap de uns quants dies o setmanes s'han

convertit en esquerdes grossíssimes, són les anomenades *crevasses*.

Les unes són *longitudinals*, les altres *transversals* y d'altres són *frontals*. Les longitudinals se formen quan la gelera se veu obligada a comprimirse pera passar per un lloch estret; se formen al centre de la gelera. Les transversals se formen als costats y són produhides per la desigualtat d'avenç entre'ls màrgens y el centre de la gelera. Les frontals se originen quan després de una gorja estreta la gelera desemboca a una vall ampla, motivant que'l glaç se trenque fent un ventall d'esquerdes radiades.

Caràcters físichs de les geleres. — La llargaria de una gelera depèn de la importancia de la congesta que la nodreix. Si aquesta es molt gran y s'hi recull molta neu, la gelera serà més grossa y per tant resistirà millor la temperatura, baxant molt més avall sota'l límit o graus; y podrà succehir que la riuada de glaç sia vorejada de vegetació, com passa a Nova Zelanda hont les geleres devallen entre plantes tropicals.

El *gruix* de una gelera es variable, perque depèn de moltes circumstancies; la *Mer de Glace* té uns 150 metres de gruixaria.

La secció transversal de una gelera es generalment convexa al centre perque prop dels màrgens hi obra la radiació de les roques, que es més forta que la del meteix sol, qui accelera la *ablació* o abaxament del volúm de glaç.

La fusió superficial de les geleres es molt abundosa y origina la formació de verdaders torrents que solquen llur llit en el glaç fins que troben una esquerda que'ls engolleix; si aquesta es molt estreta la ayga s'hi infiltra y li dona una forma de pou circular anomenat *moli*. El contacte de la ayga de fusió qual temperatura tot lo més es de 0° ab el gel qui forma les parets de les geleres, provoca

la seva ràpida fusió. A més d'axò, totes aquestes aygues recullintse al fons del jaç de la gelera, s'hi obren camí fent fondre'l glaç que ocupa aquest fons y determinen axís la formació de una veritable caverna que arriba fins al front de la gelera hont s'axampla, y per la qual s'escola un veritable torrent, que es producte de la ablació total.

Si cau una gran roca demunt la gelera, protegeix necessàriament contra la radiació solar el glaç del seu desota, el qual per axò's fon menys depressa que'l del voltant que es a descobert. D'aquest modo la roca protectora queda aviat demunt de un pilar de glaç, sostret momentaniament a la ablació, y sobressortint a la superfície de la gelera; les roques axís sospeses s'anomenen *taules de gelera*, y duren fins que'l gel se fon; llavors cauen pera començar a formarse altra vegada.

Si les roques grosses retrassen la ablació del gel al llur dessota, les petites en cambi l'apressen, car per mor de llur color fosch absorvenen fàcilment la calor solar, se escalfen y fonen el glaç desso'ta, formant clots (fig. 79).

Efectes de transport de les geleres. — Com

tot torrent, la gelera arrossega els materials arrencats a la part superior de la seva conca y els deposita a la part inferior.

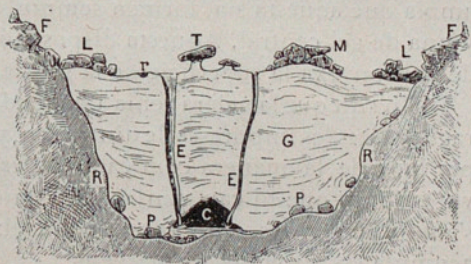


Fig. 79.

Tall de una gelera ab tots sos accidents.

C. Cova del fons. — E. Esquerdes. — G. Gelera. — L. Morens laterals. — M. Moren central. — T. Taula de gelera.

Morens (1).—Els cims enesprats de les montanyes que no són sempre coberts de un mantell de neu persistenta com el del Mont Blanch que té de 30 a 60 metres de gruix, són exposats a una degradació constanta. Les diferencies de calor y de fret ataquen les roques, la ayga se infiltra per les esquerdes, ab la fret aquesta ayga se congela y com a tascó de colossal potencia escrostona les roques en còdols que formen les clapices y tarteres a les timbes dels cims encinglerats (fig. 80).

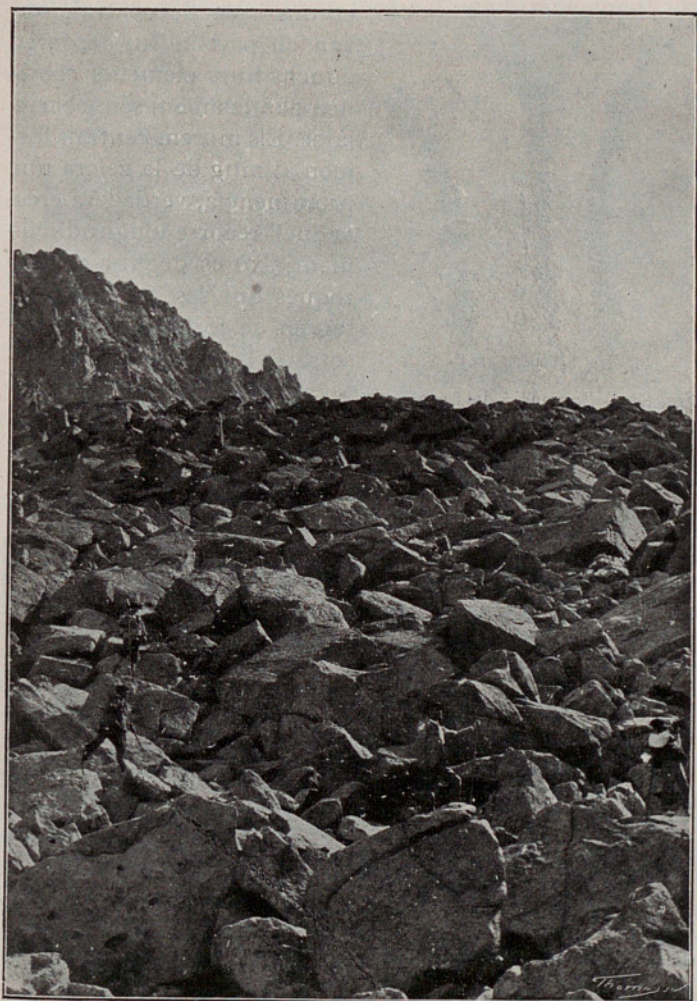
Aquesta acció esmicoladora dels cambis de temperatura s'exerceix ab molta intensitat als cims que envolten les conques de recepció de les geleres, de manera que cada any s'estimben demunt d'elles, al peu de les cingle-res, gran quantitat de roques dels cimats, fent unes faxes caòtiques al costat de les geleres: són els *morens laterals*.

Un colp sobre'l glaç, com que aquest camina, també caminen les roques, paralelament a la gorja, y per poch ampla que aquesta sia, formen sempre dues faxes laterals y una de gel central. Aquesta disposició s'accentua pèl fet de ser convexa la superficie de la gelera.

S'ha dit que la gelera tenia una tendencia natural a foragitar totes les impureses de dintre seu, y es veritat, perque, per mor de la manera com camina, escombra cap a les vores tot lo que hi cau, tan si es a la superficie com si s'entafura per les esquerdes; lo meteix que fà el riu qui acumula els aluvions als màrgens.

Els *morens centrals* són resultants de l'acoblament de dues geleres, de quals *morens laterals* dos se unexen formant la central y'ls altres dos seguexen sent laterals (figura 81). Els dos *morens laterals* units al mitg de la gelera

(1) Admetèm aquest mot equivalent al *moraines* francès, per trovarlo com a mot toponomàstich a molts indrets del nostre Pireneu (Estret de Morens, Puy-Morens, etc.) hont hi hà els efectes que designa.



CLIXÈ D'EN JULI SOLER

Fig. 80. — Tartera de les Montanyes Malehides.

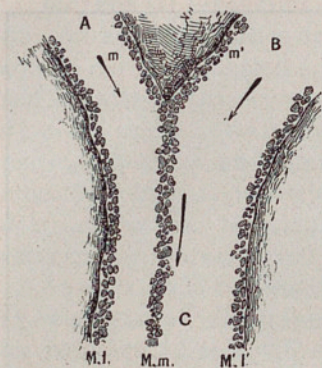
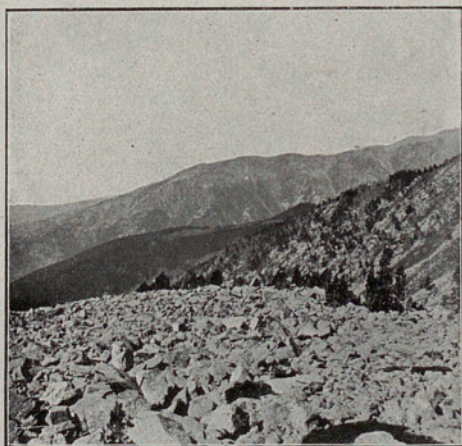


Fig. 81.— Formació dels morens centrals de les geleres.

terials arrastrats per la gelera y depositats a la seua terminació, hont la fusió detura sa marxa. Allí es queda tot, tant lo que'l gel arrastra pèl fons com per la superfície. Ja's compendrà la importancia que ha de tenir semblant dipòsit, donchs es el producte d'un treball d'erosió de molts anys; per axò arriba a tenir una alçaria y un gruix con-

en una sola de central, serven en part la llur fesomia, donchs llurs elements caminen paralelment sense barrejar-se. Els morens centrals formen al mitg de la gelera una prominencia, verdadera cresta que'l recorre longitudinalment; axò es degut a que les roques qui les formen preserven de fòndres al glaç de sota.

Els *morens frontals* o *terminals* són producte de l'agombolament de tots els ma-



CLIXÈ D'EN R. PATXOT Y JUBERT

Fig. 82. — Detall de una morén terminal.
Cambra fosca de Concrós, Setcases.

siderables, presentantse en forma d'una rampa enlayrada, de forma convexa, ahont tots les elements són barrejats (figs. 82 y 83).

Efectes mecànichs de les geleres.— El gel no té ni de bon troç la importància erosiva de la ayga. Ab tot,



CLIXÈ D'EN C. A. TORRAS

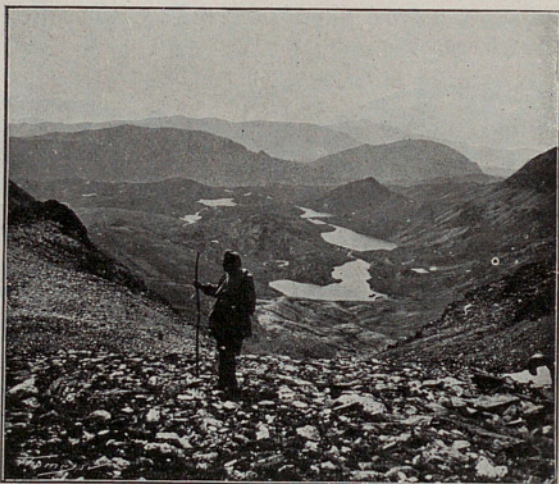
Fig. 83. — Morén terminal d'Ull de Ter.

com hem vist, una gelera es un riu d'ayga sòlida que's diferencia dels rius ordinaris en sa menor velocitat, però com a riu tendeix a assolir un perfil d'equilibri, y pera ferho deu modificar forçosament la forma del jaç.

En aquestes condicions les roques deuen ser rosegades

sempre, no sols per la massa del gel, qui per si sol faria poca feyna, sinó també per les pedres que'l gel arrastra y que sotmeses a gran pressió ratllen el fons y les parets per hont són arrastrades en el moviment general d'avenç de la gelera.

L'efecte erosiu d'aquesta se fà sentir de preferencia als passos estrets y molt més encara als indrets hont la



CLIXÈ D'EN LL. LLAGOSTERA

Fig. 84. — Estanyos de Carlit.

pendent es molt ràpida; allí se formen verdaderes cascades de gel que borinen la roca y obren cavitats sense escorrimment, de gran diàmetre devegades; tal es l'origen de molts estanys del Pirineu (figs. 84 y 85). Aquests llachs poden també ser originats per los morens frontals, que al recular la gelera, per haverse modificat les condicions climatològiques, romanen en el lloch d'ella y formen una verdadera resclosa que barra'l pás de la ayga.

Roques polides, estriades y arrodonides. — La potent massa de gel que forma la gelera, al devallar per la gorja exerceix gran pressió sobre les seues parets, y ab el fregaditj y les pedres anguloses que arrossega enclavades



CLIXÈ D'EN C. A. TORRAS

Fig. 85. — Estany de Carença.

dintre'l glaç, riboteja les roques del fons y dels màrgens, allisantles, polintles unes vegades, fenthi estries altres, y donant per fi a les roques del fons de la gelera una forma arrodonida que'ls francesos han anomenat roques *moutonnés*, perque realment semblen moltons ageguts.

Roques estriades tant poden serho les del fons y màr-

gens de la gelera per mor de les pedres que aquesta enclou y que fan de veritables burils, com les del cos de la gelera poden ser estriades per les del jaç, originantse els palets estriats que's troben y són característichs dels aluvions de gelera. La metexa sorra que resulta de la trituració de les roques produheix les estríes, que devegades arriben a tenir fins 10 metres de llargaria.

Totes aquestes marques, fosa la gelera, desapareixerien aviat per la erosió subaèrea, y axò ha passat a tot arrèu hont no hi ha hagut un revestiment que les preservés; aquest revestiment ha estat el llot glaciari.

Formació dels circhs y les gorges.— Un circh es una mena d'embut, devegades quasi cilíndrich, tallat a pich en les vessants de les montanyes quals espadats l'envolten clohent més d'un semicercle, ab un fons plà hont s'origina una vall. No parlèm aquí dels circhs formats pèls torrents, sinó dels circhs de parets encinglerades situats a lo més alt de les montanyes.

Aquests circhs servien abans de dipòsit per les congestes que nodrien la gelera. Mentres que les roques de les parets s'esbadellaven baix la acció de la fret y'ls fragments eren arrastrats per la gelera, aquesta ab el pès de la seua massa y ab son fregadíc enfondía el fons. Més tart ha desaparegut la gelera y les accions posteriors dels agents atmosfèrichs han esborrat en part la forma del circh (fig. 86).

Les gorges o canals d'escolament de les geleres han estat produhits per la erosió d'aquestes com altres ho han estat per rius y torrents. Ja hem vist com el gel rasclo-nava el fons y les parets de la seua conca, y aquesta acció continuada durant anys y anys es la que acaba per enfondir son llit; ja sabèm també que'l perfil del llit d'un torrent té la forma de V més o menys oberta, perque part dels materials que la ayga arrenca se queden en les dues

vessants, però la gelera com que s'emporta tot lo que arrenca, dexa les parets netes y el fons pren una forma més arrodonida, presentant en conjunt la silueta d'una U (fig. 87).

Règim variable de les geleres.— Una gelera seria invariable si sempre cayguès la metexa quantitat de neu



CLIXÈ D'EN LL. LLAGOSTERA

Fig. 86. — Estanys de Carlit.

en sa conca de recepció y la temperatura atmosfèrica fos sempre la metexa, es a dir, si hi haguès una relació constanta entre la alimentació y la ablació. A la natura aquest estat d'equilibri no existeix y per axò les geleres han sofert y sofreixen encara canvis importants. Aquests canvis se noten en l'abaxament o alçament de la superfície de la gelera y en l'avenç o retrocés del seu front. Ab les observacions fetes se demostra que en els temps històrichs

les geleres han sofert continues variacions, algunes tan ràpides que en 20 anys han variat d'un kilòmetre.

L'origen d'axò estriba en la causa ocasional de les geleres, que ja hem dit era variable. Axís, si passen molts hiverns que neve molt, les congestes acumularàn gran

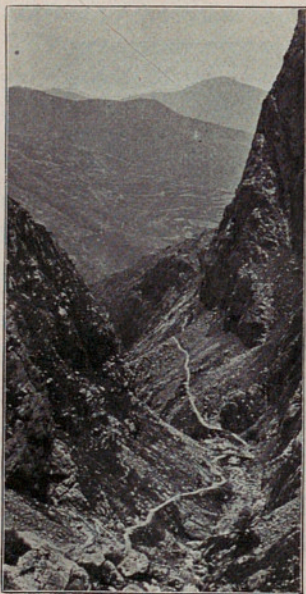


Fig. 87. — Gorja de Cremal.

quantitat de neu y a la fi originaràn l'avenç de la gelera cap a terrenos que potser no havia invadit feya temps o may; aquesta acció trigarà més o menys a ferse sentir, però també persistirà molt temps després de termenada la causa originaria per mor de la acció reguladora de les congestes y de la poca velocitat de les geleres.

La temperatura té també gran importancia y son efecte es més ràpit, determinant no sols l'abaxament de la superfície de la gelera, sinó també'l retrocés de sa part frontal. La situació topogràfica y la orientació poden influir també molt en les variacions.

Antiga extensió de les geleres.— Si suposèm que desaparegués la gran gelera del Montblanch y anessem després nosaltres a cercar el lloch que ocupava, el trobaríem sens dupte, y examinant be el terror podríem precisar el punt fins ahont arribava en la vall y el gruix de la capa de glaç. Lo primer nos ho diria el morén frontal deixat per la gelera y lo según l'allisament de les roques de

les vessants. Per tant, si avuy trobèem aquestes senyals en llocs hont, d'humana recordança, may s'hi han vist geleres, hem de regonèixer que n'hi havien hagudes.

Una altra prova de la extesa de les geleres nos la donen els *blochs erràtics*, masses de pedra de molts metres cúbichs quasi sempre que's presenten isolades per les valls o sobre les montanyes fentse remarcar tant per la forma y posició com per la llur composició diferenta de les altres roques de la encontrada.

Es impossible d'admetre que hi han estat portades per la ayga, ni per cap esllaviçament, llur origen es un altre. El poble n'ha fet, ja d'antich, objecte de llegenda anomenantles *pedres del diable, de les fades*, etc., o be hi ha fet intervenir forces sobrenaturals, bruxes, Samsó, Goliath, etc., axò en els llocs hont abunden, com passa en els Vosges, Jura, Delfinat, y sobre tot a Suissa.

Un senzill guia, Perrautin, donà l'any 1815 la explicació del origen d'aquests blochs y la ciencia ho ha confirmat després. Els blochs erràtics no són altra cosa que gegantins codols arrencats dels cims de les montanyes y estimbats a sobre la superfície de la gelera, la qual ab son moviment d'avenç els transportà cap a la vall.

Estudiant la distribució d'aquests blochs y la situació dels morens termenals, s'ha pogut conèixer la extensió y curs de les antigues geleres.

Una de les més ben estudiades es la del Rose; aquesta gelera encongida avuy al fons d'una gorja dels Alps del Valais, arribava fins prop la actual vila de Lyó, tenint una llargaria de 395 km. y un gruix que passava de 1,000 metres. Al parlar de la *Era Quaternaria* nos ocuparem més extensament de les antigues geleres d'Europa.

Les geleres de Catalunya. — Avuy a Catalunya no tenim pas geleres propiament dites; tant sols en alguns indrets del Pirineu, especialment en el macís de les mon-

tanyes Malehides, s'hi veuen algunes congestes y petites geleres de les anomenades sospeses, perque's queden reduhides a n'alguns encinglerats replechs sens que cap baxe actualment fins a les valls. La importancia d'aquestes geleres baix el punt de la dinàmica externa es poch menys que nula. Però en cambi, a la era quaternaria y dintre la fase de les grans geleres europees, el nostre Pireneu era una gran gelera quals brancals divers s'extenien per totes les valls, car a totes elles troba l'excursionista les despulles dels llurs morens, formats per còdols gegantins y agombolaments de roques escampades ací y allà, barrejades ab un llot vermellench. Del Montseny devallava també una gegantina gelera cap els plans del Vallés, trobantse els seus aluvions en tot la ayga-bes qui forma la partió de la conca del Tordera ab la conca del Besòs. Prop de Banyoles cita també En Texidor (1) alguns blochs erràtics de qual autenticitat creyèm pot dubtarse.

Glaç polar.— Adhuc al pich de l'estiu, la isoterma de 0° se troba abans d'arribar als pòls al nivell de mar; per tant allà no s'hi pot fondre la neu ni'l glaç y per axò les mars y les terres d'aquells indrets són colgades a sota un amplíssim mantell congelat, fent plechs nombrosos y redreçantse en pichs enesprats o carcassells.

A primera vista aquesta mola de glaç sembla immòvil, però no ho es pas: camina sempre, tant si el terreno fà pendent com si es plà, formant immenses geleres qui avencen de 40 a 50 metres per día. Aquest ràpit avenc dels gels polars se deu, no pas a la pendent del terror, com passa ab les geleres ordinaries, sinó a les grans pressions que sofreix el glaç acumulat dessota aquells immensos camps de neu, lo que fà exténdrel y sobreixir per tot hont troba fàcil sortida.

(1) *Noticias de fenómenos volcánicos de Cataluña*. Mem. Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, n. 8.

Gels surants. — Aquestes geleres de molts kilometres d'extensió arriben en llur moviment d'avenç fins a la mar y allà moren en cingles espadats de més de 100 metres d'alçaria. El meteix moviment d'avenç fà que aquesta mola de glaç se perllongue a dintre mar y un colp allà no tenint basament ferm queda com sospesa y al venir la maror baixa se trenca'l cap fals en colossals fragments que's capbussen dintre la ayga ab un terratrèmol esparverador y tornen en surada demunt la ayga, com illots gegantins de blancor immaculada; són els *ice-bergs* o montanyes de glaç en surada (fig. 88). Aquestes masses de gel se n'emporten de dintre terra roques y terra que dexe caure al fons de la mar al fondres, però es en petita quantitat.

Hi hà una altra mena de glaç en surada d'origen diferent: són els bancals (*banquises*); aquests tenen importància per la gran quantitat de materials que arrastren. En els pòls se glaça la mar a tot vol de les costes, fent com una plataforma unida a elles que es lo que s'anomena bancal, y a sobre d'ell van a parar tots els fragments de roques que les gelades arrenquen dels penya-segats de les costes. A més d'axò, quan se glaça la aygam empresona els palets y sorra de la platja. Y allí romanen aquests materials uns demunt y altres dins la massa de gel, fins que ve l'estiu y sobre tot les tempestes, y la plataforma de gel se trenca en troços de molta grandària que'l vent y les corrents marines empenyen mar endins, cap

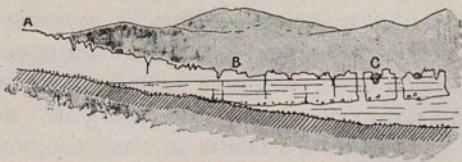


Fig. 88. — Gel en surada.

a latituds més baixes hont se fonen y allavors cauen al fons de la mar les roques, sorra y terra que portaven.

Si aquests troços de bancals seguexen sempre una direcció traçada per una corrent, aniràn omplint el fons de la mar per hont passen; y axò es lo que ha resultat en l'Atlàntich del Nort: els famosos banchs de Terranova no tenen altre origen y'ns podèm fer càrrech de la importancia geològica del transport del glaç considerant que aquests banchs s'alcen sobre un fonal de 2,000 metres, tenen una extensió de 125,000 km.² y pugen fins a 200 metres de la superfície de mar. ¡Quants milers de kilometres cúbichs de terra no hi hà allà depositats de pedra en pedra pèls bancals!

Aquests troços de glaç en surada tenen una altra acció molt importanta, y es la de refredar la ayga de mar per tot allà hont passen y també les costes vers les que són portats, influint d'aquesta manera en les llurs condicions biològiques.

IV.—ACCIONS QUÍMIQUES Y FISIOLÒGIQUES

CAPÍTOL I

Acció química de la ayga continental.—La acció química es un factor molt important de la geodinàmica externa perquè el resultat equival quasi a la mitat del treball mecànic de la erosió.

La ayga que s'infiltra a la terra no's limita pas a formar coves y avenchs, a fer ensorraments y eslliviçades, ni tampoch a originar fonts; al atravessar les capes de terra disol algunes de les substancies que ella conté y se les emporta, fent un treball de disgregació y de transport; però aquestes substancies no's perden, sinó que més avall la ayga les torna a depositar. La acció química de la ayga origina donchs la disgregació, transport y sedimentació dels components de les terres, tal com fà la acció mecànica.

Fenòmens de disolució.—La ayga químicament pura quasi no té acció sobre les roques, sols pot disoldre les més solubles, com la sal y'l guix, substancies que si avuy trobèem encara a la terra es gracies a les capes d'argila o roca que les han recobertes. Considerant tant sols la acció disolenta de la ayga pura a la temperatura ordinària, veyèm que mentres se necessiten sols 460 parts d'ayga pura pera disoldren 1 de guix, ne calen 50,000 per 1 de carbonat de calç y 200,000 per 1 de silicat d'alúmina.

En la natura la ayga no es químicament pura, molt al contrari, la metexa ayga de pluja conté fins a 25 cm.³ de gasos per litre y prop de les costes arriba a tenir 36 centmil·lèsimes de clorur de sodi y sulfats. A més d'això, aquesta ayga un colp a la terra se carrega de principis orgànics,

especialment de substàncies úlmiques que ab els alcalís formen composats qui's poden convertir en carbonats.

Si la ayga pura té poca acció sobre les roques, un colp carregada d'anhidrit carbònich ne té molta. Allavors disol la calça o carbonat de calç, fentlo passar al estat de bicarbonat; descomposa a la temperatura ordinària els silicats de calç, de potassa y de sosa, d'òxit ferrós y manganós. Y com que la ayga de pluja n'es carregada d'anhidrit carbònich y aquestes substàncies son les predominants en les roques, podèm dir que la seua acció química sobre la escorça de la terra serà sempre molt notable.

La dissolució del guix o de la sal per la ayga d'infiltració pot originar enfonzaments de terrenos, formació d'avenchs o bofies (Cardona) y fins terratrèmols.

Hidratació. — Per la hidratació els minerals de ferre se convertexen en peròxit hidratat o *limonita*, y el sulfat de cal anhidre o *anhidrita* absorvint el quart de son pès d'ayga, passa a sulfat de calç hidratat o guix. Aquesta darrera reacció química es de gran transcendència geològica, car la anhidrita al convertirse en guix augmenta un 33 % del seu volúm, y per lo tant origina grans plegaments en les capes dintre les que's troba y veritables dislocacions. Aquests fets poden observar-se en quasi totes les guixeres.

Oxidació. — La ayga carregada d'ayre y d'anhidrit carbònich origina la oxidació dels minerals de les roques. Per axò els filons dels minerals tenen a la superfície de la terra lo que'ls minayres ne diuen *barret de ferro*. El fet més general es la sobreoxidació dels elements ferroginosos de la superfície, lo que fà que les roques més properes a flor de terra tinguen la color més rogenca. El meteix origen tenen les *dendrites* o arborisacions elegantment ramificades, simulant fulles de falguera, d'òxit de manganés y ferre, que's troben en les esquerdes planes o super-

ficies de separació de moltes calices y argiles, y molt especialment en les arenisques de Montjuich.

Aquesta acció oxidant de la ayga es més intensa en els pahissos tropicals, hont hi plou més; allà arriba fins a 100 metres de fondaria, originant una terra roja anomenada *laterita*, característica de la India y América del Sud.

Alteració de les roques. — Ja hem vist que la ayga carregada d'ayre y d'anhidrit carbònic atacava químicament totes les roques; anèm ara a estudiar els seus efectes en les diferents classes d'elles.

Roques silicatades. — Agafèm un silicat pur, un feldespat, per exemple, ataquemlo ab un àcid y veurèm que no li passa res; però agafèm el meteix feldespat després d'haver estat sotmés a la ayga carregada d'anhidrit carbònic, ataquemlo també ab un àcid y veurèm que fa efervescencia, lo qual nos indica que per la acció de la ayga s'hi han originat carbonats alcalins o alcalins terrosos, y en el sediment hi trobarèm els silicats aluminosos que donen un producte semblant al *kaoli*. Axò que nosaltres podèm fer experimentalment es lo que en la natura s'anomena *kaolinisació* de les roques feldespàtiques. Els meteos silicats alcalins són transformats en carbonats y disols y arrastrats per la ayga, y sols resten els grans de quarç y algunes palletes de mica que no són atacats. D'aquesta manera, ab la sola influencia de les aygues d'infiltració, la majoria de les roques granítiques se transformen en sorra, *sauló* o *gresa*. Aquesta acció no es sols superficial, sinó que al nostre clima arriba fins a 15 o 20 metres de fondaria.

D'aquesta manera, alguns pahissos granítichs, com per exemple La Selva y la Costa de Llevant, són convertits en munts de sorra dintre la qual resten moltes vegades nucleus de roca compacta no alterada, que descarnats de la sorra que'ls rodeja, gracies a la ayga d'escor-

riment, prenen les formes capritxoses estudiades ja al parlar de la denudació dels terrenos (fig. 89).

La prova de que la descomposició de les roques granítiques es obra de la humitat y dels canvis de temperatura, la tenim en el fet de que a Egipte, hont hi hà un cli-



CLIXÈ D'EN LL. M. VIDAL

Fig. 89. — Granit alterat. Agullana.

ma sech y uniforme, no s'alteren, y en cambi a Sant Petersburg, hont passa lo contrari, s'alteren desseguida.

Els basalts s'alteren també desseguida gracies al ferre que contenen, originant, com en el càs anterior, terres molt bones pera la agricultura.

Piçarres y quarcites. — La ayga y l'ayre humit alteren també les piçarres argilenques, convertintles en argiles plàstiques. Les quarcites y arenisques també s'alteren ab tot y la llur gran duresa, mercés al ferre que quasi sempre contenen, el qual se sobreoxida y després l'òxit

fèrrich se hidrata, modificant la textura de la roca, que acaba per tornarse sorra.

Calices. — Les roques calices són les que més patexen de la acció de la ayga y de l'ayre humit. Unes vegades se cobreixen d'una patina blanca a causa de la combustió pausada de les materies orgàniques que contenen, y altres vegades les sals ferroses se oxiden y les hi donen una color rogenca. El marbre més blanch atacat per un àcid dexa un pòsit roig; aquest efecte se produheix en la natura per les aygues carbòniques, com la pluja, que ataquen les calices y dexen en els llurs clots una terra roja característica: es la *terra rossa* de la Carniola y de tots els pahissos caliços; en el macís cretàcich de les Costes de Garraf s'observa molt be aquest fenòmen, sobre tot als planells.

Un efecte més característich encara de la acció de les aygues atmosfèriques sobre les roques calices el veyèm en la munió de forats que s'hi formen (*anelles del Comte l'Arnau*, en el Ripollès) que donen un aspecte de corcat a la roca, y sobre tot en les ranures que s'originen en les superfícies planes o poch inclinades; són lo que en la Suïssa francesa anomenen *lapiez* y *rascles* en altres llochs perque la roca sembla verdaderament *rasclonada*. La seua explicació es clara: les parts més solubles de la roca són disoltes y arrastrades per la ayga de pluja, mentres que les altres resistexen més y ressurten en relleu de formes capritxoses, semblant en conjunt un mapa topogràfich en miniatura. Se'n troben nombrosos exemples a les Costes de Garraf, montanyes de Berga, y en general en les roques calices de les terres enlayrades y nues de vegetació. (Fig. 90).

Fenòmens de dipòsit. — Hem vist que les aygues de pluja al infiltrarse a la terra se carregaven de les diferents substancies que disolien; ara bé, aquestes aygues a la curta o a la llarga brollen al exterior y allavors se troben

en condicions que modifiquen llur poder disolent, disminuintlo, y depositen tots o part dels materials que portaven; per axò en els punts d'emergencia de quasi totes les dèus s'hi formen dipòsits minerals, sent els principals els de ferre hidroxidat.

Formació de la tosca. — Gracies a l'anhidrit carbònich que conté, la ayga de pluja al infiltrarse en les roques disol



Fig. 90. — Caliça rasclonada. Montgrony.

ques disol gran quantitat de carbonat de calç, però al tornar a sortir al exterior l'anhidrit carbònich en excés se evapora y el carbonat se hi deposita formant la tosca.

La tosca es diferenta segons la manera com se forma. Si es una font la que la origina, resulta una tosca celular, molt cavernosa, lleugera y de consistencia terrosa. Axò es degut a que la ayga al brollar ho fà riellant per entre molsa y altres herbes, destriantse la seva doll en una munió de rajolins; d'aquesta manera se augmenta la superficie evaporanta y hi hà més precipitació de carbonat de calç que's queda revestint els tronchs y fulles quals impresions se troben després en la tosca formada, junt ab els insectes

y cargols que vivien entremitg. A l'aument de superficie d'evaporació y consegüent precipitació del carbonat de calç, cal afegirhi la acció directa dels metexos vegetals que absorbexen gran quantitat de anhidrit carbònic.

En els degotalls y cascates se forma també abundantament la tosca, perque en aquests llocs la evaporació es més gran y hi hà sempre moltes plantes d'ayga (Figures 91 y 93).

Quan la ayga infiltrada a la terra troba alguna cavitat, bauma o esquerda, al caure gota a gota o al lliscar suauement per les parets evaporantse, abandona el carbonat de calç que porta dissolt y revesteix les parets y sostres d'*estalagmites*. La gota que cau a terra

forma les *estalagmites* mercès al carbonat de calç que encara conté, y axis *estalagtitita* y *estalagmita* crexen en sentit invers, fins que se solden formant una columna (Fig. 92).

Al començament el carbonat de calç de les *estalagmites* se deposita en capes concrecionades anulars al voltant de un anell, qual diàmetre ve a ser el de la gota, perque a la periferie d'aquesta es ahont hi hà més evaporació y allà s'origina el primer anell que's va allargant en tubo y en-



CLIXÈ D'EN PONS Y BERNAREGGI

Fig. 91. — Capelló. Capellades.

groxint ab les capes que hi depositen les altres gotes que van degotant. Després té lloch un cambi molecular, una nova cristallisació que fa desaparèixer les capes concèntriques.

Acció química de la ayga de mar y dels llachs.—A la mar van a parar les substancies disoltes que'ls rius



CLIXÈ D'EN LL. LLAGOSTERA

Fig. 92. — Llach de la Cova del Drach. Mallorca.

arrastren. Del 5 km. cúbichs que aquestes representen segons càlculs, la meitat es constituida per carbonats de calç y de magnesià, una decena part per la silice y una altra decena part pèls sulfats de calç, sosa y potassa. Y com que la mar té ja normalment, per terme mitg 35 parts per mil de sals disoltes, y ella metexa disol contínuament moltes substancies de les roques de la costa, aniria sent de mica en mica més rica en sals y arribaría a saturarse fents'hi

impossible la vida si no vinguessen altres causes a restablir l'equilibri. La principal, com ja passava en les aygues continentals, es la evaporació.

Evaporantse la ayga, les sals disoltes se depositen seguint sempre l'ordre de les més insolubles a les més solubles; la primera de precipitar es el carbonat de calç, se-güeix després el sulfat de calç o guix, després el clorur de sodi o sal de cuyna y per fi els clorurs y sulfats de potassa y magnesia. Aquesta deposició de les sals marines podèm produhirla artificialment, y axò es lo que's fà en les *salines marines*. En la natura tenim un bell exemple de axò al golf anomenat Kara-Boghaz, unit a la Mar Caspia per un canal de uns 400 metres d'amplaria per 4 kilometres de llargaria y una fondaria mitja de un



Fig. 93. — Cascata de Sant Miquel del Fay.

metre solament. En aquest golf té lloch una gran evaporació y com que no hi desemboca cap riu, la pèrdua deu ser rescabada per la ayga que hi va de la Mar Caspia y com que per la poca fondaria del canal no's pot formar una contra corrent de la ayga saturada, aquesta deposita la sal en gran quantitat en les platges y fons del golf; segons càlculs són 340,000 tonelades de sal les que's depositen anyalment; els pexos que hi entren ab la corrent se tornen cechs als 4 o 5 dies y moren.

Una cosa semblanta, però ab menys intensitat, passa a la Mar Morta de Palestina, a les Albuferes y estanys de prop de mar.

Si les aygues són molt carregades de carbonat de calç, com que prop de les costes es hont hi hà més evaporació, a vora d'elles precipita el carbonat de calç y serveix com de ciment pera empastar y trebar uns ab altres, els grans de sorra, els pedrals, el trossam de conquilles, etc., que hi hà al fons formant arenisques y conglomerats.

Però no es sols al fons de mar hont se poden originar els dipòsits calcosos, sinó també sobre els cossos que són en suspensió dintre la ayga. Aquests cossos quasi microscòpichs se recobren allavors de una pelícua calça que va augmentant de gruix, y fentse pesants cauen al fons en forma de boletes blanques en qual interior hi hà el còs que'ls serví de nucleus; un colp al fons aquestes boletes se agromollen unes ab altres y formen la roca anomenada *oolita*, y si les boles són més grosses se diuen *pisolites*.

Sedimentació química del fons de mar. — Els dragatges submarins fets a grans fondaries del Atlàntich y del Pacífich, han demostrat que'l fons d'aquestes mars era recobert d'un solatge d'argila roja o grisa, producte de la descomposició d'elements volcànichs, junt ab restos d'organismes silicis, frústules de diatomees, espícules d'espongiaris, etc.

Si en aquest fons hi hà cossos extranys, com dents de tiburó y ossos de balena, sobre d'ells s'hi depositen capes concèntriques d'òxit de ferre y de manganés. Aquestes substancies se concrecionen també formant els nòduls manganèsífers tan abundosos a les grans fondaries del Pacífich.

CAPÍTOL II

Accions fisiològiques. — Els organismes vius, tant marins com continentals, formen un factor molt important de la geodinàmica externa y són un auxiliar de les accions químiques. Axís els organismes marins fixen en llurs texits la calça y sílice que's troba disolta en la ayga de mar, y els terrestres, tan vegetals com animals, contribueixen a formar nous terrenos, acumulantse en punts determinats, y ens donen la clau pera explicarnos la formació de la calça y dels combustibles minerals en altres èpoques.

Acció dels animals terrestres. — Aquests contribueixen molt poch a modificar la escorça de la terra, perque són relativament poch nombrosos y, además, un colp morts se descomposen y'ls seus elements passen a la atmòsfera o a la terra; sols resten les seues cloves o conquilles o els seus ossos que poden contribuir, en circumstancies determinades, a formar nous terrenos.

Cavernes d'ossos. — Les cavernes han servit y serveixen de refugi als animals carnicers; aquests hi porten les llurs víctimes quals despulles queden després allí apiionades; venen després les inundacions que les cobren de llot o be les filtracions d'ayga fan lo meteix, formant la planxa estalagmítica, y queden els ossos soterrats, empastats els uns ab els altres en gran confusió.

Altres vegades són les esclètxes les que s'omplen d'ossos y pedres, formen les anomenades *bretxes d'ossos*; a la formació d'aquestes hi han contribuït indubtablement les inundacions.

Guano. — El guano es el resultat de l'acumulament de les degeccions de les aus marines en certs llocs. La con-

dició capdal que contribueix a la seua formació es la falta de pluja, que per una part determina la carencia de vegetació y per altra fà que'l guano depositat no sia arrastrat per la ayga correnta y no perda la seua riquesa de matèries nitrogenades. Els dipòsits de guano se troven de preferència a les regions del Pacífich properes a l'Equador, hont hi plou poch, quasi may en alguns punts; els més cèlebres són els de les illes Chíncha a la costa del Perú.

En algunes coves y avenchs s'hi formen també dipòsits de guano pèl gran nombre de rats-penats, gralles o tudons que hi van a dormir. Les *gralleres* de Pedra Forca ne són un exemple.

Acció dels vegetals. Turberes.—S'anomenen turberes els llochs ayga-molls hont, fora la influencia del ayre y sota la ayga, se verifica la descomposició pausada de certes matèries vegetals y la llur transformació en un combustible anomenat *turba*. Per medi de les turberes els vegetals fixen a la terra, en una forma durable, els elements, carbó, oxígen é hidrògen, que abans eren en la atmòsfera.

Per formarse una turbera calen condicions especials en el terreno, ayga, temperatura y vegetació.

Cal en primer lloch un terreno permeable que facilite la circulació de la ayga, car de no ser axís aquesta se saturaria de les matèries en descomposició y mataria les plantes. La ayga ha de ser pura y no arrastrar ni llot ni sals disoltes en abundancia, que matarien també les plantes de les turberes. La temperatura es un factor de capital importancia també. Si hi hà una temperatura molt alta y una forta evaporació, no's poden formar les turberes, perque les plantes que les han de constituir no viuen en aquestes condicions. La temperatura més apropiada es la mitja anyal compresa entre 6 y 8 graus, que es precisament la xifra que caracteriza'l clima d'Irlanda, la terra clàssica de les turberes.

La vegetació no es indiferenta a la formació de la turbera, ans al contrari, se necessita una especie vegetal que cresca per sa part superior, exposada al ayre, mentres que la seua base, ficada dintre la ayga, se descompose pausada e incomplertament, y cap especie com la molsa del gènero *Sphagnum* compleix millor aquesta condició, si be n'hi hà d'altres que també hi contribuexen, com el *Hypnum*, els *Carex*, etc. Però sempre deu verificarse lo meteix, que la planta absorvesca gran quantitat d'humitat, que vaja crexent per sa part superior mentres mor per la inferior que es a dintre la ayga.

Aquesta part que mor dintre la ayga se descompòn incomplertament y poch a poch se transforma en turba, que de primer es una massa esponjosa, de color fosca, en la que's veuen molt bé els filaments vegetals que la formaren y té una riquesa d'un 57'75 de carbó; però a mida que a copia d'anys se formen noves capes de turba al demunt, se va tornant més fullosa y negra, fins que arriba a ser compacta y negra del tot, y en aquest estat ja han desaparegut les fibres vegetals y té una riquesa en carbó d'un 64 %.

Repartició de les turberes.— Ab tal de que's complexen les condicions abans dites, les turberes poden formarse a tot arreu. De preferencia obtenen son màxim desenrotllo en les regions temperades fredes, perque allà se troven aplegades totes les condicions. En els Vosges se troven les turberes a 1,000 metres d'alçaria, y en cambi a Irlanda, Escocia, Alemanya del Nort y Russia occidental, ocupen planes immenses, quasi al nivell de mar.

A certs llochs del Pirineu, en petita extensió, hi hà començaments de turberes que l'excursionista atravessa sentint cruxir l'aglevat sota els seus peus y enfonzantshi devegades. Formacions de turba quaternaria hi hà també a Banyoles y a la Cerdanya, a la vall d'Estahuja, hont té

un gruix de 1'60 metres. Les condicions climatològiques actuals no permeten la formació de la turba en aquests punts.

De com se formen els carbons minerals.— No són solsament les turberes les que convertexen els vegetals en substància carbonosa; aquesta pot originarse d'altra manera. Així veyèm que als deltes dels rius caudalosos, com el Mississipí, s'hi acumulen quantitats immenses d'arbres y mates arrastrats per la corrent, que són recoberts de llot, y un colp fora la acció del ayre sufren una transformació química fàcil d'explicar. Un vegetal conté carbó, oxígen, hidrògen y nitrògen (C, O, H, Az); quan se descompòn al abrigh del ayre, els elements aquests no poden combinarse més que entre ells perque no poden rebre res del defora. Az y H se unexen pera formar l'amoníach ($Az H^3$); H se uneix a O pera formar vapor d'ayga ($H^2 O$); una part del carbó C se combina ab lo que resta de H pera formar els carburs d'hidrògen. Tots aquests gasos se desprenen a través de les capes que'ls empresonen, y al cap de segles el carbó en excés que no s'ha combinat queda convertit en una capa de lignit, hulla o antracita.

Els rius de Siberia aporten també cap a la mar glacial molta fusta dels boscos de les seues conques, y aquesta fusta lignitisada, a copia de segles, ha format com una banda negra vorejant les costes. Els indígenes la anomenen *fusta de Adàm* o *fusta de Noé*.

Com exemple del origen llunyà que algunes vegades poden tenir els combustibles vegetals, cal esmentar el fet de que les fustes arrastrades pèl Mississipí y altres rius de Amèrica, arriben alguns colps fins al domini de la corrent del Gulf Stream que les arrastra y acumula en les cales y badies de la Islandia y fins més enllà, originant dipòsits de lignit.

Acció dels organismes marins. — Els efectes produhits per aquests són molt més grans que'ls produhits pèls organismes continentals. Els rius porten a la mar quantitats immenses de calç, y la acció de les ones y els moluschs perforants, com els *lithodomus*, n'hi afegexen continuament. Aquestes sals de calç en excés dins la ayga de mar, són descomposades y empleades pèls organismes marins pera construir llurs revestiments caliços o conquilles, y la acumulació d'aquestes en alguns punts de les costes pot originar dipòsits litorals de gran importancia, formant les *lumaqueles* o roques calices constituïdes per una aglomeració de conquilles. Les ostres són les que més se presen pera originar semblants formacions a causa del llur gran desenrotllo en bancals.

Hi hà certes algues, com les *Nullipores* y *Coralines*, que apoderantse de la calç de la mar arriben a formar verda-ders dipòsits, com passa en la badía de Nàpols.

Lluny de les costes, en els punts hont no arriba la sedimentació mecànica, té lloch també una sedimentació de caliça gracies a uns organismes microscòpichs denominats *foraminífers* (1).

Aquests, especialment el grupo de les *globigerines*, són recoberts de càpsules calices y viuen per milions a la superficie de les mars tropicals; al morir aquests sers, les llurs conquilles cauen al fons, hont formen capes d'un llot blanc que té fins un 95 % de carbonat de calç.

A les grans profunditats de més de 4,000 metres les càpsules de foraminífers caliços queden destruïdes, y en llur lloch se troba el llot format per les càpsules dels foraminífers silicis, anomenats *Radiolaris*, qual objecte es absorvir l'excés de silice de la ayga de mar, axís com les *Globigerines* absorvïen la calç.

(1) De *foramen forat, fero porto.*

Aquesta absorció de la silice se realisa en gran escala en les latituts fredes mercès a uns altres sers també microscòpichs, a les algues anomenades *Diatomees* quals càpsules o frústules són de silice, y que al morir devallen al fons de la mar originant sediments.

Ja's compendrà que ab tot y els milions y milions de sers d'aquesta natura que poblen les mars, els sediments que formen al fons deuen augmentar d'espessor molt poch a poch a causa de la llur dimensió microscòpica, tant que l'aument se creu sols de sis a set milímetres per segle. El *tripoli*, que es una roca silíceica molt fina que s'usa pera brunyir els metalls, es formada d'aquests sers.

Formació dels coralls.—Les formacions dels coralls són de gran transcendencia geològica; són originades per animals d'ordre inferior també, pertanyents a la classe dels *anthozoaris*, pòlips constructors que viuen en colonies que unes vegades tenen forma ramificada y altres macissa.

Cada pòlip segrega, gracies al sulfat de calç de la ayga de la mar, una especie d'esquelet calíç; l'aplech de tots els individus de la colonia constitueix un verdader edifici que va crexent seguidament mentres els individus de la base moren, però queda la carcassa calíça. Les ones rompen aquests polipers, però els llurs troços queden empastats uns ab altres per les sals calices, transformant el conjunt en una roca compacta en la qual es difícil devegades regonèixer son origen orgànich. Venen després les algues *Nullipores* que formen plaques calices demunt dels coralls y acaben d'afermar el conjunt. Tal es l'origen dels baxos e illes de corall. (Fig. 94).

Aquestes formacions corallines no's verifiquen pas per tot arreu, donchs calen condicions físiques especials que sols se troben en determinats llocs de la terra. Per començar, les especies corallígenes aquestes sols poden des-

enrotllarse en les mars qual temperatura mitja de la ayga no baxe may de 20° C, fins en el mes més fort del any; axò ja limita aquestes formacions a les mars tropicals hont solsament se formen avuy en día; además, cal una ayga molt pura; si hi hà llot en suspensió moren desseguida els pòlips; per axò no's troben may els coralls prop

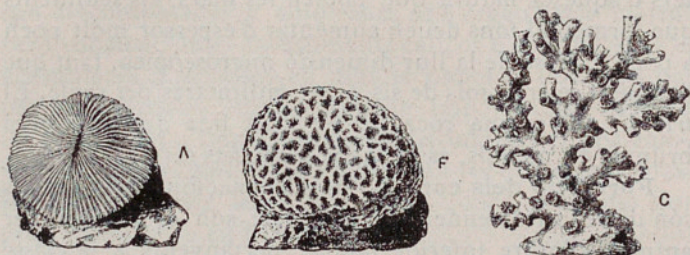


Fig. 94. — Pòlips constructors. — A. *Fungia valida*.
B. *Goniastrœa pectinata*. — C. *Cænopsammia micranthus*.

de la desembocadura dels rius. Y per fi, es condició essencial que la mar no tinga més de 37 m. de fondal, car els pòlips que poden viure a flor d'ayga y fins fora d'ella durant la maror baxa, a una fondaria superior a la dita ja's moren.

En aquestes condicions, les formacions corallines prenen la forma de baix-fons tot al llarg de les costes, o bé formen barreres a més o menys distancia d'aquestes, com passa a Australia, o bé originen els *atolls* o illes aïllades al mitg de mar.

En tots aquests cassos les formacions de coralls presenten durant les minves una superfície plena de polipers, de colors molt vius, que a modo de ramatge crexen sobre un fons plè de fragments dels metexos polipers trencats per les ones. En aquest estat la formació detura el seu moviment perquè'ls pòlips no poden estar molt temps

fora de la ayga, com ocorreria si anessen crexent per demunt del nivell de la maror baixa. Però no's crega que la obra sia acabada, allavors comença la verdadera conquesta a favor de la terra ferma; les ones arrenquen dels màr-

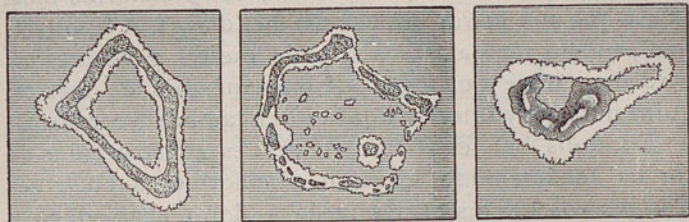


Fig. 95. — Diverses formes d'atolls.

gens de la formació troços de polipers y els depositen al seu demunt y d'aquesta manera el baix-fondo va axecant-se y queda lliure de la ayga; després el vent y les ones hi aporten algunes llevors y la vegetació se desenrotlla exuberanta sobre l'espay sobstret al domini de la mar.

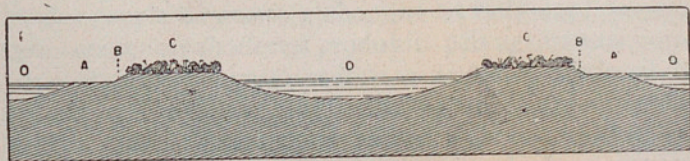


Fig. 96. — Secció de un atoll.—A. Plataforma litoral.—B. Platja molt inclinada.—C. Part emergida ab vegetació.—D. Llach.—O. Occeà.

Un càs particular y molt característich de les formacions de corall són els *atolls* o illes corallines molt abundoses en el Pacífich del Sud, de forma més o menys circular, grandaria variable, poca elevació y ab un estany al centre. (Fig. 95).

Una secció de un atoll presenta sempre (Fig. 96): primer una superfície anular emergida uns tres metres sobre el nivell de la maror alta, hont hi hà rica vegetació, C C; segón, una platja inclinada plena de coralls trocejats acumulats allí per les ones, B B; tercer, una plataforma molt extesa que a la maror baixa queda fora d'ayga, A A; quart, una pendent ràpida fins a uns 70 metres y després un verdader cingle que baixa alguns centenars de metres; quint un estany interior hont crexen també els coralls, D.

Els atolls han estat formats per les construccions de coralls fonamentades demunt plataformes submarines d'origen volcànich situades jatsía a flor d'ayga, o bé a menys de 37 metres de fondaria, car més enllà ja hem dit que no's podien formar polipers.

Fig. 96. — Sección de un atoll. A. Plataforma emergida; B. Playa inclinada; C. Zona de vegetación; D. Estanque interior.

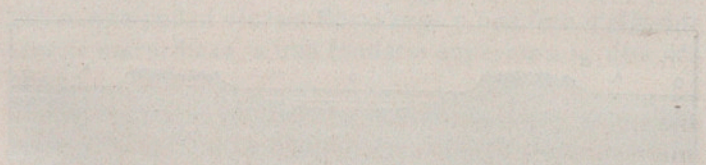


Fig. 97. — Sección de un atoll. A. Plataforma emergida; B. Playa inclinada; C. Zona de vegetación; D. Estanque interior.

Las corals se encuentran en las costas de las islas de las Indias Orientales, en el Pacífico del Sur, de forma más o menos circular, formando un anillo, y en un estanco interior. (Fig. 97).

AGENTS INTERIORS

(GEODINÁMICA INTERNA)

Els agents interiors desnivellen. — Del estudi de les accions produhides pèls agents exteriors en la escorça de la terra se'n deduheix que aquests tendexen a la conquesta de un estat d'equilibri, al complert aplanament de la terra ferma y ompliment dels fondals, de manera que si rès vingués a destorbar ni a alterar semblant obra, el nostre globo arribaria a tenir una forma sensilla y regularment arrodonida a copia de segles y segles. Però en les entranyes de la terra existeix una causa pertorbadora, la *energia calorífica* propia de nostre globo, que trevalla seguidament pera compensar els efectes produhits pèls agents exteriors. La dissipació d'aquesta energia es la causa ocasional de una sèrie de reaccions que constituexen la geodinàmica interna, que en últim resultat tendeix a fer reviure el relleu de la terra donantli devegades altituts més grans que les que havia perdut per les accions dinàmiques externes.

CAPÍTOL I

GEOTÈRMICA

De com la temperatura augmenta ab la profunditat.

—Les radiacions solars escalfen la superfície de la terra y penetren en les capes d'ella fins a una fondaria variable segons la latitut però sempre molt petita per mor de la poca conductibilitat de les roques; aquest límit se troba en les nostres regions a uns 10 metres. La capa de roca que's troba en aquest punt té una temperatura invariable, igual a la temperatura mitja anyal del lloch en que sia. Aquest fet es general y nos dona la explicació del perque, en nostres climes, la temperatura de les coves, essent quasi sempre constanta, nos sembla calenta a l'hivern y freda a l'estiu, y de lo meteix que passa ab la ayga de les fonts, perque la majoria d'aquestes tenen llur origen y curs pròximament en les capes de temperatura invariable.

Si la terra no fos sotmesa a cap altra influencia calorífica que la del sol, més enllà de la capa fins hont aquesta arriba hi regnaría una temperatura igual y invariable fins al centre de la terra, però no passa pas axís; pera convèncers n'hi hà prou ab baxar a una mina fonda y's veurà que'l termòmetre va pujant a mida que anèm baxant, després de passada la capa límit, y axò tant en els pahissos tropicals com en els polars; sols variarà la situació d'aquesta capa límit que en l'Equador es a un metre solament y va sent més fonda quant més nos acostèm al pòl.

Tal es l'augment de la temperatura ab la profunditat. De les observacions fetes resulta que aquest augment es de un grau per cada espay de 30 a 31 metres, en general, car

hi hà condicions especials que fan oscilar considerablement aquestes xifres.

Calor interna.— Aquest augment de temperatura es molt pausat, però es seguit, de manera que si continués la progressió indicada a 3,000 metres de fondaria, tindríem una temperatura de 100° ; a 50 km. seríem a $1,700^{\circ}$, temperatura que pochs minerals poden resistir, y a una distancia de 100 km. tots els materials seríen fosos, si estessen en les metexes condicions de la superfície de la terra. Emperò cal dir que les pressions enormes y les condicions especials a que se troven sotsmesos, no'ns permeten pas aplicarlosi les inferences dels nostres laboratoris.

Exemples de pous artesiens, mines y foradades.— El fet exposat es el resultat de la observació de cassos variats.

Entre els més característichs poden citarse els pous artesiens, que per axò s'han anomenat *geotermòmetres*. Axís tenim que'l pou de Grenelle (París) d'una fondaria de 548 metres, llença la ayga a una temperatura de 28° , sent solsament de 10° la mitja anyal de la localitat, y a Rochefort (Charente-Inferieure) ab una fondaria de 816 metres surt la ayga a 41° .

Lo meteix passa a les mines, sols que en aquestes cal pendre la temperatura no del ayre, ni de la ayga que hi brolle, sinó de la metexa roca; al efecte se fan forats, hont s'hi fica el termòmetre, omplint el buyts ab sorra.

En les grans foradades, com la del Saint Gothard y la del Simplon, s'ha trobat també que les roques teníen una temperatura més alta com més fonda era la foradada, es a dir, com major era la distancia entre ella y la cresta de la montanya. Però la relació no es pas sempre la metexa, de manera que mentres en alguns punts corresponen sols uns 20 metres per cada grau, en altres ne calen 42 metres per haverhi el meteix augment.

Fonts termals y termominerals.— Les fonts ordinaries, com que tenen llur origen y curs pròximament en les capes de temperatura constanta, ens indiquen quasi ab exactitut la temperatura mitja del lloch d'emergencia, y per axò se troben fresques a l'estiu y tebies a l'hivern ab relació a la temperatura del ayre. Si la ayga té una temperatura superior a n'aquesta mitja anyal se anomena *termal*, y si ademés porta abundants principis minerals en disolució es *termomineral*.

Les fonts termals poden deure llur alta temperatura a dues causes diferentes: o bé són de natura volcànica o bé són un senzill efecte de la geotèrmica. Es difícil precisar quan una font termal deurà son origen a una o altra causa; com a regla general pot dirse que si brolla en terrenos volcànichs deu considerarse com de origen volcànich, y si ho fà en terrenos dislocats y al peu de grans serralades, es de origen geotèrmich. No obstant, abdues causes s'enllassen y poden ser considerades com una sola, la calor interna de la terra.

La característica de les fonts termals es el brollar no pas a la unió de dues capes, una permeable y altra impermeable com es lley en les fonts ordinaries, sinó aprofitant les grans esquerdes que creuen la escorça de la terra, y són com les canals de drenatge hont se recullen les filtracions d'ayga que, gracies a la ruptura dels terrenos, han pogut arribar a grans fondaries. La presencia d'una *falla* es en la majoría dels cassos la causa determinant d'una dèu termal.

Origens de les dèus termals.— Suposèm que'l producte de la fusió de les neus que a l'hivern cobren els cims del Canigó o Costabona en els nostres Pirineus, gracies a la natura o dislocació de les roques d'aquestes montanyes baxa desde una altura de prop de 3,000 metres verticalment fins a 1,000 metres solzament sobre el nivell

de mar. Aquesta ayga, gelada en son principi, al atravesar una capa de prop 2,000 metres de potencia ha pogut arribar a una temperatura de 60 a 70 graus, y si allavors troba esquerdes ben definides, falles o filons que servexen de conducció, pot brollar al fons de la vall ab una temperatura elevada y portant el producte de les accions químiques disolentes que haurà pogut exercir sobre les parets de les canals sinuoses que ha seguit en son curs soterrani. Aquest es l'origen de les fonts termominerals de La Preste, Caldes de Bohí, Cauterets, etc., etc., situades als peus dels grans cims del Pirineu.

Pot ocórrer, y es lo més comú, que les fonts d'aquesta natura brollen de terra com a verdaders pous artesianos, que sien ascendentes.

Si tenim, per exemple (fig. 97), una montanya M atravesada per una munió d'esquerdes que permeten a la ayga endinzarshi y recullirse dintre un dipòsit que sia molt per sota del punt de emergencia, se originarà una font ascendenta qual temperatura serà més alta que la corresponent a la línia isogeoterma (1) D y més baxa que la de la línia isogeoterma R, punts extrems del di-

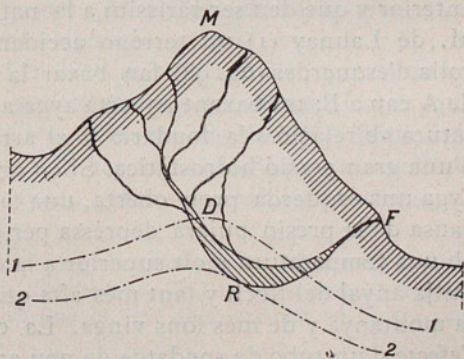


Fig. 97.

(1) Se anomenen axís les línees ideals que unexen els punts d'igual temperatura a l'interior de la terra.

pòsit; serà una temperatura intermitja, però sempre molt alta. D'aquesta manera se forma en F una font artesi-

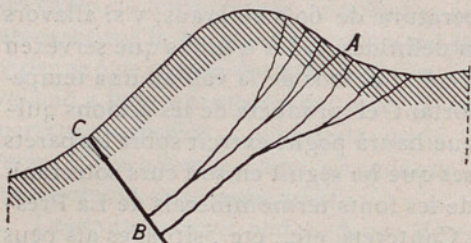


Fig. 98.

siana natural, y axis, sense recórrer a la intervenció dels vapors volcànichs se pot explicar la aparició de certes fonts termals qual temperatura es propera a

la de la ebullició, com per exemple les de la Garriga y Caldes de Montbuy.

Per obtenir aquest resultat no es necessaria la existencia del dipòsit soterrani que havèm considerat en el càs anterior y que deu ser raríssim a la natura. Suposèm ab M. de Launay (1) un terreno accidentat en el que una colla d'esquerdes (fig. 98) fan baxar la ayga d'infiltració de A cap a B; tot baxant aquesta ayga aumenta de temperatura ab relació a la fondaria y al arribar a B es dotada d'una gran presió hidrostàtica. Si en aquest punt troba la ayga una esquerda prou oberta, una falla per exemple, a causa de la presió pujarà depressa per ella y brollarà a C ab una temperatura molt superior a la corresponenta a la mitja anyal del lloch y tant més alta quant més alta siga la montanya y de més fons vinga. La esquerda BC farà l'efecte d'un tubo de sondatge de pou artesià.

Les fonts termominerals o termals simplement podran ser considerades com d'origen volcànich quan se troben prop de volcans actius o apagats, en terrenos poch acci-

(1) Recherche, captage et aménagement des sources thermominérales, Paris 1899.

dentats, però especialment, y aquest es el detall més característich, quan la font es carregada de gasos, especialment el carbònich y el sulfurós. En aquest càs la acció volcànica es més que provable, però ab tot no hi hà un criteri fixe y absolut. Exemples d'axò són els manantials de Vichy, Campo de Calatrava, Caldas de Malavella, etc., etc.

Règim.—La característica de les fonts termominerals es la *constancia* de son producte que, en general, es independent de les variacions metereològiques, y se comprèn, car quan més fons es el dipòsit millor se sostreu a les variacions de les condicions exteriors; per aquesta metexa rahó la temperatura y la seua composició química poden considerarse com a sensiblement invariables, de no venir un cataclisme, com un terratrèmol, a pertorbar el seu estat de coses. Un exemple d'axò el tenim en lo esdevingut ab els brolladors termals de Caldes de Malavella, qual règim ha sofert varies alteracions (1).

Composició.—Les fonts minerals se distingexen de les ordinaries per la quantitat de substancies disoltes que contenen. Aquestes són diferents segons sía la termalitat de les fonts y sobretot la natura dels terrenos atravesats, car d'ells pren la ayga, gracies a reaccions químiques

(1) Axò ho proven les següents notes que's troben a les cobertes interiors del *Llibre de Baptismes de la Parroquia de Sant Esteve de Caldes de Malavella començat lo any 1699*, existent en l'arxiu parroquial:

«Al die dos de Setembre ala nit die de tots los Sants del any 1755 se desviá tota la aygua calenta de la present vila de Caldas de Mala Vella, ab diferents terremotos que se an experimentat ala nit de antes y despres. Tot per memoria y al cap del mes á tornat la sobra expresada aygua. Ita est, jo Steva Nogueras.»

«Als onse de Agost del any 1798 en la tarda de dit dia y en la nit del seguent dia se sentiren alguns temblors de terra de resultas dels quals, y altres que sen sentiren en altres dias del matex mes, del de

complicadíssimes, els principis minerals que porta en dissolució. Ja hem dit que les que tenen gasos, especialment anhidrit carbònich, són produhides per emanacions de natura volcànica.

Les substancies salines en dissolució varien no sols en nombre, sinó també en proporció. En general, quan més calenta es la ayga menys carregada es de sals. Un bon exemple d'axò el tenim a les fonts termals de La Garriga y Caldes de Montbuy, les més calentes de Catalunya.

Segons la llur composició química poden les fonts minerals agruparse en les següents varietats:

Fonts sulfuroses.—Desprenen hidrògen sulfurat y contenen sulfurs alcalins que'ls hi donen la sentor d'ous podrits tan característica. Exemple: Bagneres de Luchon, Cauterets, La Puda de Montserrat, etc.

Fonts ferruginoses.—Contenen sals de ferre (sulfat o carbonat); se reconexen pèl seu gust estíptich molt pronunciat; dexe sobre el terrer per hont s'escolen dipòsits ocrosos, de color de rovell, efecte de la descomposició dels elements ferruginosos que porten. Exemple: les fonts del ferre de Gavà, La Espluga, Montcada, etc.

Fonts alcalines.—Són les carregades de carbonat de sosa; en general són abundoses y molt mineralisades. Exemple: Vichy y Caldes de Malavella.

Setembre y Octubre, se desviaren algunas fonts de las varias que y ha en la Vila y recinto de ella de aygua calenta y mineral, altres perderen molta de la aygua que portaban, y fins al Novembre del any 1799 no han tornat en son prístino stat. Tot per memoria. Ita est, Bager Domer.»

Els terratrèmols del any 1755, esmentats en la primera nota, coincidiren ab els de Lisboa que tantes víctimes ocasionaren, y ab els cambis ocorreguts en la font de Bagneres-de-Luchon, coneguda ab el nom de la Reyna, qual temperatura pujà de sopte a 41°,65 y ses aygues, de fredes que eren, adquiriren una temperatura de 50° que han conservat després.

Fonts salines.—Les que tenen gran nombre de sals solubles, predominant el clorur de sodi y els sulfats de sosa y magnesia; de gust salat y amargant. Exemple: Carabassa, Rubinat, etc.

Fonts calices.—Les carregades de carbonat de calç; són fonts molt calentes que contenen molt anhidrit carbònic; aquest se desprèn en contacte ab la atmòsfera y la calça se deposita rapidament, al voltant del punt d'emergència, com passa per exemple a Caldes de Malavella.

Fonts acidules.—Vulgarment anomenades fonts *picañtes*, són fredes y tenen gran quantitat de anhidrit carbònic, com la Font de la pólvora de Girona y altres de la vall de Amer.

CAPÍTOL II

VOLCANISME

Volcans: llurs caràcters. — De l'estudi geotèrmich ne resulta que a certa fondaria dintre terra la temperatura es molt alta o sía hi hà energia potencial, que posada en acció per la ayga infiltrada, determina'ls fenòmens explosius característichs dels volcans.

Un volcà, donchs, ve a ser com una vàlvula de seguret que comunica, temporal o permanentament, lo pregon de la terra ab la seva superfície.

Essencialment, el volcà es constituït per la esquadra per hont ascendexen les materies de dintre terra, sòlides, líquides y gasoses, sent projectades al defora. Els sòlits y els líquits s'acumulen al entorn del forat de sortida originant un munt de forma cònica, verdadera montanya devegades, que s'anomena *cono volcànich*, atravesat tot ell per la *xemeneya* o prolongació de la esquadra primitiva, la qual s'axampla al cim en forma de copa: es el *cràter* (fig. 99). Cal advertir que els conos volcànichs no sempre tenen aquesta regularitat y que devegades fins no existexen; axò depèn de la natura dels productes projectats (figures 100 y 101).

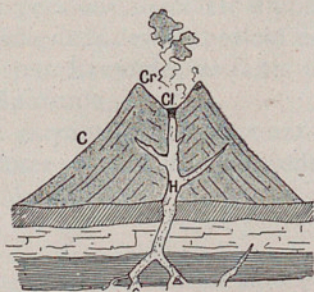


Fig. 99. — Perfil teòric de un volcà: C, cono de cendres y laves; Cr, cràter; Cl, tap de laves solidificades; H, xemeneya.

Fenòmens de les erupcions. — Un volcà té ordina-riament períodos de calma y de activitat; aquests darrers s'anomenen *erupcions* o *paroxismes*; hi hà casos d'activitat seguida, com el del Stromboli.

Tota erupció es precedida de certes senyals precurso-



CLIXÈ DE MOSSEN J. GELABERT

Fig. 100. — Volcà de Cruscat. Olot.

res: les esquerdes del cràter, solidificat desde la darrera erupció, comencen a llençar abundants vapors, forts terratrèmols sotsmouen la terra, les fonts properes al volcà s'assequen, y tot de sopte se produheix una explosió formidable y volen per l'ayre les laves solidificades, les roques del cràter y devegades tot el cim de la montanya. Si aquest era ocupat per congestes y geleres, com passa al

Cotopaxi, el mantell de gel se fon ràpidament originant inundacions desastroses. Aquesta explosió preliminar fou la que en el Vesubi, l'any 79, soterrà ab ses runes la vila de Pompeya.

Destapada per la explosió la xemeneya, la columna de



CLIXÉ DE MOSSEN J. GELABERT

Fig. 101. — Cono volcànich: Puig de la Central
Bosch de Tosca. Olot.

vapors y fumera que d'ella surten s'enlayra de dret fins a una alçaria de molts milers de metres hont s'axampla com la brancada de un pí, com un immens parassol del que surten els llamps a centenars. De nit l'espectacle es encara més imponent, car tota la columna de vapors reflexa la llum de la lava fosa dintre'l cràter, y sembla un

surtidor de foch, una verdadera font màgica de ràpides intermitències de intensitat y tons de llum. Però no es axò sol, sinó que ab el fum y vapors s'enlayren gran quantitat de fragments de roques incandescentes que ab els llamps que's repetexen seguidament acaben de fer més aterrador el quadro.

Aquesta columna de vapors ha arribat a enlayrarse en alguns cassos fins a 11,000 metres, y es formada per una serie de núvols blancs, que pugén l'un darrera l'altra, quiscún dels quals representa una de les explosions parcials que se succehexen sens parar en el cràter, y la força ab que son projectats es tal, que la columna conserva la vertical encara que faça vent fort. Mentres tant se produhexen explosions horroroses que s'arriben a sentir desde 700 kilometres de distancia, y tot al voltant del volcà hi cauen les roques foses, mentres pèl cràter comença a brollar, com un riu de foch, una corrent de lava. El volcà es en plena erupció.

Productes volcànichs.—Se presenten en tres estats *sòlit*, *líquit* y *gasós*. A l'estat *sòlit* són les projeccions, a l'estat *líquit* les laves y a l'estat *gasós* les emanacions volàtils.

Durant la erupció la xemeneya de un volcà pot considerarse com una mina de carga contínua. Les explosions projecten en l'ayre tot lo del fons del cràter, troços de lava principalment, els quals s'enlayren giravoltant sobre ells metexos y per axò prenen la forma arrodonida o elíptica, però durant el llur camí se refreden y se solidifiquen, al menys exteriorment, y cauen ab la forma presa durant el llur curs. Llur tamany varia ordinariament desde el de un cap al de un puny, y són les anomenades *bombes volcàniques* (fig. 102) o *llàgrimes del Vesubi* dels Napolitans; els fragments més petits s'anomenan *lapilli*. Se troben exemplars de bombes volcàniques a Sant Cosme d'Olot, y al peu del volcà de l'Estany.

Si la lava conté molta silice les explosions originen la *pumita*, pedra *ponce* o *pomez*, essencialment porosa y lleugera, verdadera escuma silíceica solidificada. Se'n troben exemplars en les graderes de Santa Pau de Olot. La lava engrunada forma la *sorra volcànica*, que pot formar-se en l'acte de la erupció o com acció posterior, de vegades es constituïda per milers de petits cristalls d'augita. Se pre-

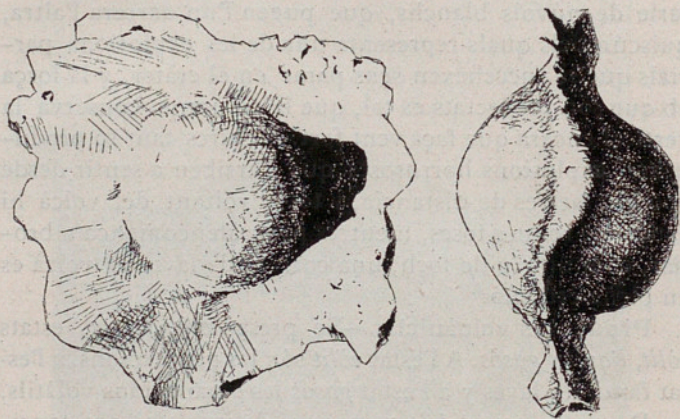


Fig. 102. — Bomba volcànica. Olot.

senta a n'el Montsacopa de Olot, a les famoses *graderes* de Santa Pau, procedent del volcà de Martinyà, a Santa Margarita de sa Cot, y al volcà de *Banya de Boch* de Llorà.

La *cendra volcànica* representa la lava en son més gran estat de divisió, y conté per tant els seus metexos elements; es produhida pèl vapor d'ayga que fent explosió al través de la massa fosa la converteix en gotetes, y aquestes solidificant-se ràpidament al contacte del ayre, prenen, si la lava es vítreica, l'estat particular que caracteriza les

gotes de vidre fos, soptadament refredades per immersió dintre la ayga, y que les predisposa a esclatar en menuts fragments al més petit colp o vibració. Es tan gran la divisió d'aquestes cendres que moltes vegades se queden sospeses en les grans altures de la atmòsfera hont han sigut llençades, y allavors el vent les arrastra a punts molts llunyans; les del Vesubi han arribat fins a Constantinopla y a Trípoli; les de Islandia fins a Stockolm, y les de la erupció del Krakatoa en 1883 se creu que originaren a Europa les iluminacions crepusculars del hivern d'aquell any y el següent; lo meteix deu dirse de les de la derrera erupció de la Martinica.

Corrents de lava.— Després dels preliminars de la erupció, ja descrits, comença la sortida de la lava (1), la qual puja per la xemeneya del volcà empesa per una força interior y fonda que deu ser colossal, y surt ja sobreexint pèls màrgens del cràter, ja per esquerdes obertes en les vessants de la montanya, sent aquest càs el més general gracies a la poca consistencia dels materials que formen aquesta y a la metexa presió de la columna de lava. Tant en l'un càs com en l'altre la lava surt formant una corrent de materies foses en estat pastós, qual velocitat y temperatura varíen segons les circumstancies, però a mida que corra se refreda, se torna menys pastosa, se va prenent de mica en mica y sa velocitat d'escolament va disminuint poch a poch.

La temperatura de la lava líquida passa de 1,000 graus, però la seua acció calorífica té un radi molt curt, tant es axís que una corrent de lava que invadí un bosch d'abets no feu més que carbonisar els tronchs, emmotllantse al entorn de la escorça; en l'Etna s'ha vist a la lava escórrers

(1) Aquest mot designa aquí una roca fosa de composició y textura variable, però sempre formada de *silicats*, es a dir, de substancies semblants a les escories de les fargues.

per demunt del gel del que'l separava sols una capa de cendra; açò demostra la poca conductibilitat d'aquests materials. En cambi, la lava conserva la temperatura durant molt temps; exteriorment se recubreix aviat de una crosta d'escories que permet passarhi per demunt, mentres interiorment té una temperatura de més de 1,000 graus. Deu anys després de la erupció de 1832, Elie de Beaumont trobà que la lava del Etna feya una calor insoporable; y la lava del Jorullo (Mèxich) 21 anys després de la erupció de 1759 era encara prou calenta pera poder encendre un cigarro en ses esquerdes.

En quant al volúm de les laves foragitades per un volcà durant sa erupció, es molt variable; la corrent de lava del Vesubi que en 1794 destruí la Torre del Greco, tenia 5,700 metres de llargaria per 650 d'amplaria y un gruix de 15, massa que representa un volúm de més de 15 milions de metres cúbichs; a la illa Borbon s'han observat corrents de lava de 68 y fins de 86 milions de metres cúbichs.

Un terreno recobert per una corrent de lava presenta l'aspecte més trist que's puga imaginar; a Canaries l'anomenen *mal pahís*. Tot ell se presenta com un agombolament d'escories negres de superficie irregular per hont es difícil caminar per mor de les esquerdes y clots; hi abunden també les coves que foren originades quan la lava era pastosa, per gegantines bombolles de gasos que feren explosió.

Emanacions gasoses.— Durant la erupció se produhexen gran quantitat de emanacions gasoses; tals són les anomenades *fumaroles* que acompanyen y seguexen la sortida de la lava. La seua quantitat es tan gran que en alguns volcans, com el Vesubi, formen un núvol que tapa per complert la sortida de les laves.

De la lava molt calenta se desprenen les fumeroles

blanques y seques o anhidres, formades quasi únicament de sal marina o clorur de sodi que's diposita sobre les roques properes. Després aparexen les emanacions de vapor d'ayga a 300 o 400 graus; són les fumeroles àcides per ser constituïdes ab una barreja d'àcits clorhidrich y sulfurós ab gran quantitat de vapor d'ayga. Venen per fi les fumeroles alcalines o amoniacals caracterisades per la presència de sal amoniach. Hi hà també les fumeroles fredes que sols contenen vapor d'ayga ab hidrògen sulfurat, y acaba la serie ab desprendiments d'anhidrit carbònic o *mofetes*, que senyalen el final de la erupció.

A n'aquestes emanacions gasoses cal afegirhi certes substancies que's depositen per sublimació prop de les corrents de lava. Tals són el ferre oligist, el clorur de plom, l'àcid bòrich, el rejalgat y l'orpiment.

Formació dels cràters; llurs classes. — Ja hem dit que'l cràter era la obertura en forma de copa o embut ab que termina la xemeneya d'erupció. La forma aquesta del cràter resulta de les explosions que allí's produhexen seguidament y del agombolament de les substancies progectades tot al voltant de la xemeneya.

Quasi sempre el cràter d'un volcà es central, però hi hà cassos en que s'obra en la vessant de la montanya, com el Strómboli, y devegades se troben reunits abdós sistemes de cràters; són els cràters adventicis dels que se'n compten 30 al Vesubi y 700 a l'Etna, produhits per erupcions laterals al través de la montanya, y quiscún d'ells forma també el seu cono volcànic.

Quan els cràters són fets de troços de lava y cendres, a cada erupció cambien de forma y de diàmetre; si són formats per capes de lava són més duradors.

Cràters de ferradura. — No sempre presenten els cràters la forma circular, sinó que devegades prenen la forma de ferradura, quan la lava vessantse per un dels seus màr-

gens se n'ha endut una part. Alguns cràters d'Auvergnia són d'aquest tip; el de la *Garrinada* d'Olot ho és també.

Cràters d'enfonçament. — Hi hà cràters que són deguts a un enfonçament, com el de Kilauea de parets tallades a pich, y el del volcà Grand Brulé de la Reunió, que té 10 kilometres de diàmetre per una fondaria de 300 metres.

Cràters d'explosió. — Les explosions que's produhexen al principi de les erupcions originen cràters de molta importancia, y poden explicarnos la estructura propia de certs volcans que consisteix en una especie de cercle més o menys complert que rodeja el cono principal. Un exemple típich d'açò el tením en el Vesubi ab la Somma, cercle semicircular de 4 kilometres de diàmetre separat del cono actiu per una fossa de 400 metres denominada *Atrio del Cavallo*. La *Caldeira* de Palma n'es un altre bon exemple.

Aquestes explosions seguides d'enfonçament són també l'origen dels anomenats *cràters-llachs*, volcans abortats que no arribaren a llençar laves y que avuy són plens d'ayga.

Volcans marins. — Com que una esquerda pot originarse també sota la mar, rès priva que's formen volcans marins. Les materies que surten se van apilonant, y a força de créxer surten de la ayga y poden formar illes. Un exemple ne tením en la illa Julia que en 1831 sortí de mar al sud de Sicilia y poch mesos després desaparegué destruhida per les ones. En 1863 tornà a aparèxer y a ser destruhida.

Derreres fases del volcanisme. — Després de un temps més o menys llarch el paroxisme de la erupció volcànica va minvant, la lava s'estronca, les explosions que al principi se succehien sens interrupció van fentse rares y s'aturen del tot, allavors la fumera que era negra y espes-

sa se transforma en un vapor lleuger y transparent. El volcà ha entrat en un nou període caracterisat per les emanacions volàtils. Unes vegades són els desprendiments sulfurosos que escapantse per les esquerdes del terreno se descomposen al contacte del ayre y depositen la çofra de les *solfatares* o *çofreres*; altres es la ayga bullenta que brolla pèls geysers o per les fonts termals volcàniques; y per fi com a darrer grau dels fenòmens volcànichs se troben els desprendiments d'anhidrit carbònich e hidrocarburs que originen les *salses* y les *mofetes*.

Çofreres. — Una çofrera o solfatara es un volcà que ja no gita laves y qual boca dexa anar constantment vapors a una temperatura que no passa de 100°, que contenen vapor d'ayga en abundancia e hidrògen sulfurat. Al contacte ab l'ayre aquest gas se descompon; l'hidrògen combinantse ab l'oxígen de l'ayre forma la ayga, mentres que una part de la çofre se deposita en hermosos cristalls que són obecte d'explotació industrial.

Els productes sulfurosos que resulten d'aquesta descomposició s'oxiden també y's transformen en àcit sulfúrich que ataca les roques del cràter y origina diferents sulfats (guix y alum).

La çofrera europea més coneguda es la de Pozzuoli, prop de Nápoli, que ocupa un cràter qual darrera erupció tingué lloch en 1198. La çofrera de la illa Vulcano (Lipari) sols produheix anyalment unes deu tonelades de çofre que'ls obrers recullen en mitg d'una atmòsfera irrespirable entre les esquerdes del antich cràter; però les cèlebres çofreres de Sicilia que s'exploten ja fà centuries, donen al comerç 300,000 tonelades anyals de çofre; són uns dipòsits inestroncables perque la materia explotada se renova a mida que s'arrenca.

Els *soufflards* o *soffioni* de la Toscana són també solfatares hont abunda l'àcit bòrich.

Geysers. — Com a fenòmens secundaris, o millor accessoris del volcanisme, cal citar també les fonts termals ab anhidrit carbònich tan freqüents en les regions volcàniques, y sobre tot els *geysers*. Se dona aquest nom a les fonts intermitentes que llencen lo llur doll d'ayga bullenta a gran altura; poden considerarse com a volcans d'ayga.

Tots els geysers tenen la forma d'un cono o toçalet aplanat en qual cim se obra el canal de sortida de la ayga; el cono aquest es enterament fet de les concrecions silicees produhides per una varietat particular de silice hidratada anomenada *geyserita*, per mor del seu origen. Les aygues dels geysers contenen en disolució una gran proporció d'aquesta silice que's deposita ràpidament al caure al entorn del forat de sortida; hi hà geysers que depositen també caliça, com el *Geyser Geant* dels Estats Units; els d'Islandia contenen especialment silice.

La ayga prové de les infiltracions y la seua temperatura es per mor de que es atravesada per emanacions molt calentes vingudes del centre volcànich soterrani. Durant els períodos de repòs aquesta ayga ompla el tubo, està tranquila y té una hermosa color blava, y sols de tant en tant es atravesada per algunes bombolles. Abans de la erupció se senten remors soterranies, la ayga se remou dintre'l tubo y de sopte una violenta explosió llença al ayre tota la columna d'ayga que hi havia dintre formant un raig colossal. Les erupcions són curtes e intermitentes, succehintse a intèrvals variables.

Els geysers coneguts desde més antich són els d'Islandia, especialment el *Grand Geyser* que cada 24 o 30 hores llença una columna d'ayga de 3 metres de diàmetre a uns 40 metres d'alçada, després revé un segón raig y finalment un tercer, ràpidament; però aquest magnífich espectacle no dura més que alguns minuts. Abans aquestes erupcions eren molt regulars, però avuy se nota una disminu-

ció molt gran en sa intensitat, tant que passen setmanes senceres sense que la erupció se produhesca. Altres geysers de importancia hi hà a Nova Zelanda y sobre tot en el Parch Nacional de Yellowstone (Estats Units) hont hi hà deu mil boques en activitat contínua, algunes de les quals llençen el raig cada deu minuts a més de 100 metres de alçaria.

Explicació del fenòmen geyserià. — La termalitat de les aygues geysarianes, com la de certes fonts minerals, s'explica pèl fet de que en les regions volcàniques, en que el terrer es dislocat, les aygues de infiltració poden endinsarse fins a llochs calents, per estar prop de masses en fusió, hont són escalfades y vaporisades en part. En el cas de les fonts termals, la sola presió d'aquests vapors fà brollar la ayga de una manera seguida, mes pèls geysers el fenòmen es més complexe y s'han fet diferents assaigs pera donar una explicació racional de la progecció y sobre tot de la intermitencia de aquests surtidors d'ayga bullenta.

La explicació més admesa avuy es la donada per En Tyndall, qui la ha realisada en un experiment enginyós y fàcil de repetir. Agafèm (Fig. 103) un tubo de ferre, A, B, C, axamplat per son extrém superior y tapat per l'altre; lo omplím d'ayga y l'escalfèm per son extrém inferior y pèl mitg. Suposèm que's produheix una bombolla de vapor a A; aquesta axeca tota la columna de ayga y fà pujar la capa de B a B'. Com que la part superior es ampla el nivell s'hi axecarà molt poch, de manera que la capa B que soportava una presió igual al pès de la columna de ayga B C, de sopte's troba ab que sols ha de soportar el pès de la columna B' C. Aquesta disminució de presió basta pera que la ayga de B'

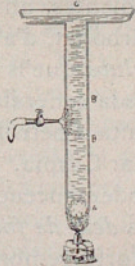


Fig. 103.
Experiment de Tyndall. Geysers artificial.

que era prop del punt d'ebullició, se reduhesca immediatament a vapors. Instantàniament se forma una bombolla que llença fora del tubo la columna B' C d'ayga.

Les condicions d'aquest experiment d'En Tyndall poden molt be realisarse en la natura; per de prompte s'ha demostrat, baxant un termòmetre per la canonada del Grand Geysir, que la distribució de la temperatura hi era desigual y tenia un màxim a cert nivell. Ademés pot concebirse molt bé que en el tragecte de la canonada hi haja un punt en que la columna d'ayga sofresca una elevació local de temperatura per mor de les esquerdes de la roca que faciliten l'excés dels vapors calents del interior. En aquestes condicions poden produhirse surtidors intermitents d'ayga bullenta.

Salses. — Les *Salses* o *volcans de llot* són petits turons d'argila ab cràter, d'hont brolla, devegades ab projeccions violentes, un llot salat, plé de bombolles de gas hidrocarbonat, d'ahont prové el nom de volcans d'ayre o *mac-caluba* que'ls hi donen a Sicilia. La ayga de les salses es freda generalment, una mica salada y devegades plena de nafta o petroli, que es obecte de explotació a Baku, a la mar Caspia. Altres produhexen surtidors de gasos que's poden encendre y originen els *terrenos ardents* de Itàlia y les *deus de foch* y *montanyes de foch* de la Xina. La Mar Morta sembla que es una antiga salse en la que'ls desprendiments d'hydrocarburs se fan encara a l'estat de betum.

Mofetes. — Són esquerdes allunyades del centre de erupció per hont surt anhidrit carbònich barrejat ab vapor d'ayga a una temperatura pròximament igual a la del ayre. Les mofetes senyalen el darrer terme de la activitat volcànica, y hi hà volcans antichs que sols manifesten exteriorment la activitat latent en llurs entranyes per la presencia de fonts naturals d'anhidrit carbònich.

Abunden prop dels volcans apagats de la Auvergnia. La cèlebre *Vall de la mort* de Java, plena de carcasses d'animals, no es més que un antich cràter plè de anhídrit carbònich que surt de les esquerdes del fons. La *cova del gos*, prop de Nàpols, es un exemple clàssich; dins d'ella surt l'anhídrit carbònich per nombroses esquerdes y ompla el fons de la cova.

Distribució geogràfica dels volcans. — El nombre de volcans apagats y actius passa de 1,300 y són escampats a totes les parts de món, però no pas de qualsevulla manera, sinó que's presenten, al contrari, ajustats ab una certa regularitat en el tragecte de les grans cadenes de montanyes, com se veu, per exemple, en els Andes.

Un altre fet general ha cridat la atenció dels observadors y es que tots els volcans coneguts se troben en les illes o molt a vora de mar. D'açò se n'ha deduhit que la mar era necessaria pera la producció dels fenòmens volcànichs. La regió volcànica més importanta es la que marca com una anella de foch tot l'Occea Pacífich. Aquest cercle gegantí comença en la extremitat sud del continent americà ab els volcans de la Patagonia, segueix les costes occidentals de tota la Amèrica, travessa la península de Alaska hont termina per un volcà sempre en activitat, segueix la cadena per les illes Aleutines, la península de Kamtchatka, el Japó, fins a la remarcable serie de les illes de la Sonda, que ab les Filipines y les Moluques compta 49 volcans en activitat, essent el centre volcànich més important del món. Se continua després a través de la Nova Zelanda, unintse pèl Erebus, el Terror y les illes Shetland, ab la Patagonia. Al centre de aquest immens cercle de foch hi trobèm els volcans de les illes Sandwich, remarcables per la llur gran activitat.

Les altres depresions oceàniques oferexen exemples semblants; axís tenim l'Atlàntich ab sa gran restellera de

volcans, desde les regions orientals de la Groenlandia cap a la illa de Tristan d'Acunha. L'Oceà Indich comprèn igualment un gran nombre de volcans, quasi tots insulars, vorejant ses ribes. Y en la depressió mediterrànea tenim encara avuy pera demostrarho, l'Etna, el Strómboli, el Vesubi, el Santorin y tots els volcans del arxipèlach grech.

Com a conclusió pot dirse que tots els volcans són pèls vols de depressions y que per lo tant són en les línies de ruptura o de menor resistència de la crosta de la terra.

Causes del volcanisme (1). — Tots els volcans, qual-sevol que sia la llur situació y estat, deuen llur origen a una causa general, y la llur activitat deu cercarse a les fondaries de la terra. Ja hem vist que la crosta de la terra

(1) Respecte a aquest paragraf y al següent, en els que's dona la explicació de les causes del volcanisme seguint una de les teories més generalisades fins avuy entre'ls geòlechs, nos cal fer una aclaració: el nostre llibre no té altre caràcter que'l de vulgarisació científica, y per axò en les qüestions no ben afermades encara, admetèm la teoria que més verdadera'ns sembla y la donèm sense crítica; ferho d'altre modo seria posar en confusió als llegidors poch versats en aquestes coses. Però en el càs present no podèm menys de regonèxer que la teoria per nosaltres defensada pert terreno cada día; la noció de la fluidesa interna, sobretot, ja fa anys que es combatuda pèls analistes, que no li trobaven avinença ab certs resultats d'Astronomia gravitacional. Derrerament aquesta crítica ha estat reforçada ab les recerques del Prof. Darwin sobre les marors y ab les més fresques orientacions seismològiques, experimentals y analítiques, dels japonesos y americans. Tot axò s'ajusta pera demanar «gran densitat, rigidesa y elasticitat» al cor de la Terra.

D'altra banda, els geòlechs no necessitem pas, de cap manera, una dèu d'energia tan colossal com fóra'l nucleu incandescent. *Proporcionalment*, els fenòmens més virulents del volcanisme no arriben ni a meres pústules terrànies.

Ab la energia potencial que representa l'aument de temperatura dintre la crosta, posada en acció per les infiltracions d'ayga, tal com ja exposèm nosaltres, poden explicarse molt bé tots els fets del Volcanisme.

tenia una temperatura propia que augmentava ab la fon-daria, y que per lo tant a poca distancia de la superficie devía haverhi una temperatura suficient pera estar en fusió les roques més refractaries. Ab axò, si admetèm la presencia sota la crosta de la terra de un nucleu en estat pastós, un volcà no es més que una esquerda que posa en comunicació el nucleu central ab l'exterior, esquerda per la qual les materies en fusió de dintre, poden sortir al defora.

El nombre considerable d'aquestes esquerdes y la llur distribució geogràfica tan extensa, nos denoten que aquestes masses en fusió deuen formar una capa contínua y que en les parts centrals del globo hi deu haver una temperatura superior a totes les conegudes.

Calor interna: conseqüències. — Aquesta calor interna de la terra es un resto de son estat primitiu. El nostre globo ha passat per un estat de pastositat ígnea, com el sol d'avuy, refredantse després progressivament. Les parts externes se solidificaren y la massa fluida se trobà recoberta d'una crosta sòlida que se formà en la seua superfície a tall de les escumes escoriàcees que's produhexen als gresols de les fargues. Aquesta crosta primitiva engroxintse progressivament acabà per formarne una de resistent a sota la qual les masses en fusió se refredaren molt poch.

Després d'un nombre incalculable de segles la temperatura de la crosta fou ja prou baixa pera que les aygues contingudes en estat gasós en la atmòsfera se resolguessen en pluja y se poguessen recullir en les depresions de la seua superfície. Allavors començà una serie de fenòmens nous. Les aygues començaren immediatament llur treball de destrucció y d'edificació; els materials del terrer primitiu disgregats, baix la acció erosiva, se acumularen en les depresions originant nous terrenos. D'aquesta ma-

nera la crosta de la terra se engroxía exteriorment per medi de la sedimentació mentres ho feya interiorment per refredament. Gracies a n'aquestes dues accions que no han parat de manifestarse simultàniament desde que'l món es món, que la escorça de la terra té son gruix y forma actuals.

Aquest gruix nosaltres el podèm evaluar; ja's recordarà, en efecte, que'ls càlculs establerts sobre les lleys de l'aument de la temperatura en fondaria'ns han demostrat que a una distancia de 100 kilometres de la superficie no hi pot haver rès en estat sòlit; ara bé, el radi terrestre es de 6,377 kilometres, se pot donchs suposar que'l gruix d'aquesta escorça no arriba a la centèsima part d'aquest radi.

Vetens ací, arribats a la important conclusió de que la terra se compòn d'una crosta relativament prima rodejant un nucleu pastós en vía de refredament. Ara bé, a conseqüencia d'aquest refredament el nucleu, com tot còs que pert calor, se contrau y disminueix de volúm. La escorça que'l recobreix se veu allavors obligada a replegarse per no dexar d'estar aplicada demunt d'aquestes masses internes que li servexen de fonament. En aquest càs, a la manera del grà de rahim que al assecarse s'arruga, se replega sobre sí metexa, formant en una certa extensió una arruga ab sa part entrant y sa part sortint (fig. 104). Aquests plegaments són la causa dels principals accidents de la superficie de la terra.

Les parts deprimides, a causa de la contracció aquesta, originen les depressions oceàniques, mentres que les enlayrades que'ls hi corresponen determinen els relleus montanyosos.

Mes si la crosta de la terra es flexible en gran a causa de son poch gruix relativament a les dimensions del globo, està per altra part formada de materials molt poch

elàstics que's presten molt malament a tots aquests moviments, y no poden cedir, sense rompres, a un tal plegament. Es evident que tot l'esforç de ruptura deurà con-

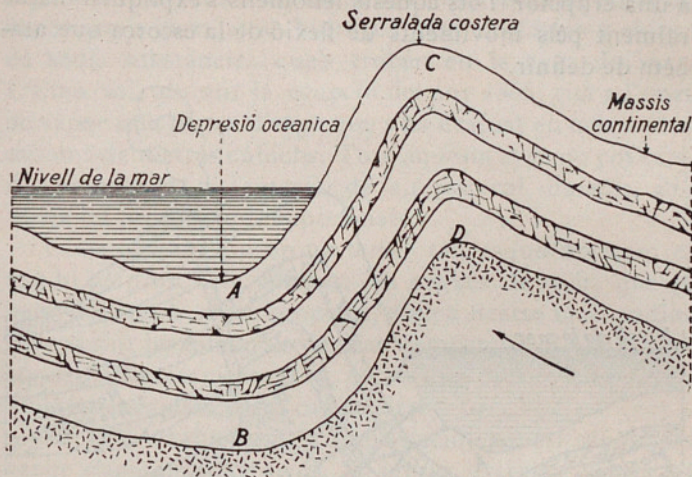


Fig. 104.

centrarse sobre tot en la part alta del plech comprès entre les dues inflexions A B y C D (fig. 105); allí se produhiràn donchs esquerdes que atravesant la escorça en tot son espessor establiràn una comunicació entre les masses internes en fusió y la superfície. Veuse aquí l'origen dels volcans.

D'aquesta manera s'explica també la relació que ja hem fet notar entre les línees volcàniques y les direccions de les grans cadenes de montanyes, axís com la seua situació prop del mar, en les costes montanyoses.

Nos falta indicar les causes de la emissió de les laves. ¿Quína es la força bastant poderosa pera injectar la lava dintre la esquerda y ferla pujar fins al nivell de terra, es a

dir, quina es la força capaç d'enlayrar una columna de lava de més de 50 kilòmetres d'altura? ¿A què són degudes les projeccions y emanacions gasoses que acompanyen a una erupció? Tots aquests fenòmens s'expliquen naturalment pèls moviments de flexió de la escorça que acabem de definir.

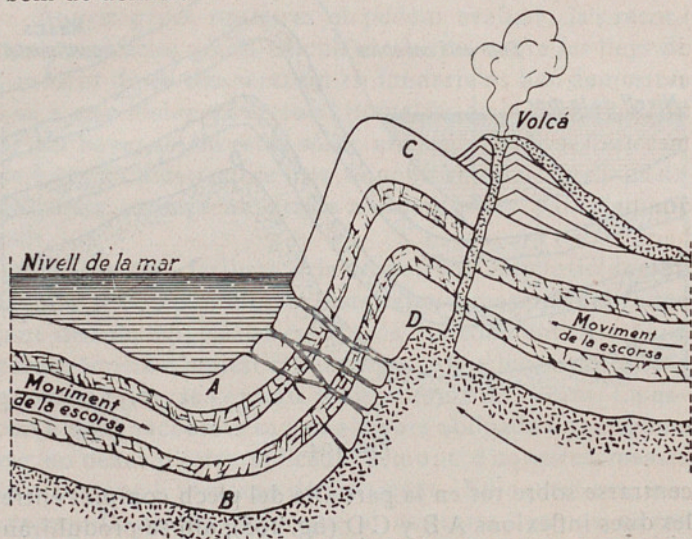


Fig. 105.

Se comprèn molt bé que la presiò exercida sobre el nucliu pastós per les parts de la escorça que s'arruguen y trenquen es suficient pera determinar la ingecció de les materies foses per les esquerdes que's formen y aixís surten al defora les laves.

Intervenció de la ayga en els fenòmens volcànichs.
— A la acció mecànica que determina la ascensió de les laves cal afegirhi la intervenció de la ayga de mar, que es la causa determinant de les erupcions volcàniques.

Cal recordar que quasi tots els volcans són vora mar o de llachs, que'l vapor d'ayga es abundantíssim en totes les erupcions, que aquestes comencen per una explosió deguda a la expansió ràpida d'una immensa quantitat de vapor acuos barregat ab hidrògen, àcid cloridrich y clorur de sodi, substancies que's troben en la ayga de mar. L'Etna sol, durant la erupció del any 1865, gità a l'estat de vapor una massa d'ayga que s'ha evaluat en més de dos milions de metres cúbichs. Tota aquesta ayga no pot existir normalment a l'interior de la terra; cal, donchs, admetre les infiltracions superficials.

Es de suposar que en un terrer tan esquerdat com el que hi hà prop dels volcans, les aygues de mar, que ja hem vist eren sempre properes, poden ficarse molt endintre assolint les fondaries de gran temperatura; allà se vaporisen instantaniament y, per la llur presió, empenyen les laves incandescentes cap enfora.

Un colp establerta la comunicació, aquest dipòsit de vapor s'agota ràpidament; la presió exercida sobre les materies en fusió disminueix a proporció, la lava puja ab menys abundancia y aviat s'estronca. El volcà entra allavors en un nou periodo de repòs que dura fins que'ls vapors ocasionats per la persistencia de les infiltracions han adquirit una tensió suficient.

En resúm, les causes que fan vessar les masses en fusió de dins la terra, són de dues classes: les unes són degudes als esforços de compresió determinats pèls moviments de inflexió de la escorça de la terra, ocasionats per la retracció continua del nucleu central; les altres, a les accions mecàniques produhides per la força expansiva de vapors que resulten de la penetració de les aygues de mar en les capes fondes de la terra.

El volcanisme a Catalunya.— Les comarques del nord-est de Catalunya formen una regió volcànica de gran

interès que ha estat visitada y estudiada per distingits geòlechs desde que en Francisco Bolós la donà a conèixer per primera vegada en 1796. L'origen de les nostres formacions volcàniques deu buscarse en la causa general que les motiva per tot arreu, la contracció o enfonzament del troç de la escorça de la terra sobre la qual estàn situades, ab la consegüent sortida de materies foses del interior.

En efecte que les comarques de Olot, Garrotxa, Empordà y part de la Selva, en totes les quals hi hà restos volcànichs, són una regió ensorrada o de resistencia mínima, situada entre dues de resistencia màxima, es plenament demostrat per la seua forma y per la seua constitució geològica. La forma de la regió volcànica que estèm estudiant es la d'un triangle, quals vertex són a Olot, Cap de Creus y Tordera (fig. 106), ab la particularitat de que en el primer, o prop d'Olot, es ahont abunden més els cràters que revelen la més gran energia de la regió, y en la restant superfície sols se veuen alguns cràters, corrents de lava o basalt que provenen d'altres llocs o simplement crestes o afloraments basàltichs que són veritables volcans sens cràter visible.

Aquesta forma triangular del conjunt ve determinada per les dues línees de resistencia màxima dels terrenos granítichs y arcàichs que formen el Pirineu per una banda y el Montseny, Guilleríes y La Selva per altra. La constitució geològica'ns indica també que ja desde'l periodo cretàcch formava la regió d'Olot y comarques ve-hines una regió d'enfonzament que més tart, en el periodo numulítich s'accentuà encara més y permeté que la mar la invadís; mes posteriorment, en el periodo oligocènich, continuà enfonzantse com quasi totes les terres baixes de Catalunya, accentuant cada vegada més els relleus de les dues línees de resistencia màxima, Pirineu y Montseny. Més posteriorment encara, la mar seguí ocupant part de

la regió, formant un golf extensíssim del que no es més que un migrat retall l'actual de Roses. Y vorejant aquest

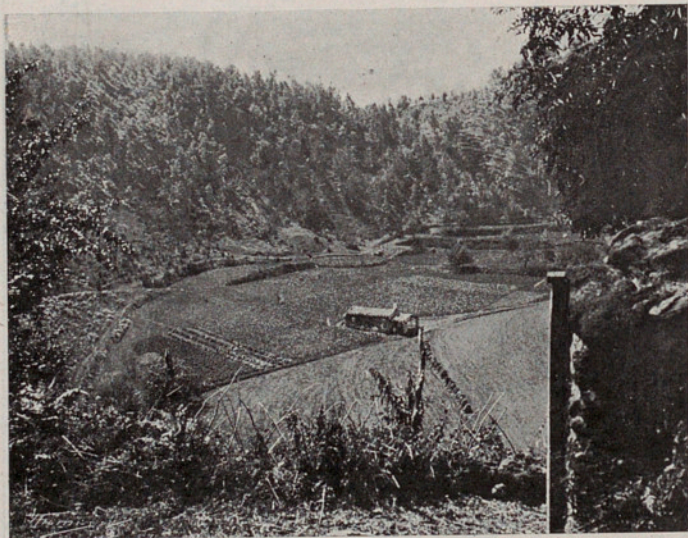


Fig. 106. — Carta de la regió volcànica del nord-est de Catalunya.

golf, veritable arch d'enfonzament, s'obriren les boques de foc que gitaren les masses de basalt y laves que avuy trobèem escampades per aquella regió.

Els fenòmens volcànichs de Catalunya no deuen estu-

diarse com un fet aïslat, car són relacionats ab les demés formacions volcàniques de la costa oriental d'Espanya. Aquesta, com se veu clarament en un mapa, forma quatre archs concaves; el primer de Gibraltar al cap de Gata, el segón de Gata a Palos, el tercer de Palos a la Punta de Nao, y el quart, que es molt més gran, s'extén al llarch



CLIXÉ D'EN LL. M. VIDAL

Fig. 107. — Cràter de Santa Margarida.

del marge oriental del planell central y de Catalunya fins als Pirineus, y al seu davant s'axequen els illots volcànics de les Columbretes. La forma d'aquests archs, les manifestacions eruptives que'ls acompanyen y el gran fons que té la mar davant d'ells, indiquen clarament que són els cayres de quatre grans cercles d'enfonzament, coordinats per una gran línia de fractures relativament

modernes y ab fites ben marcades per les erupcions volcàniques de Gata, Palos, Columbretes, Olot y Agde.

Els efectes produhits per semblant fenòmen en les comarques del nordest de Catalunya són molt importants y comprenen una extensió superficial de prop de 197 kilometres. Els volcans apagats més importants són 34 y, a excepció de 4, tots se troben en el partit d'Olot; quasi tots tenen sols un cràter, però el de la *Garrinada* ne té 3, y els de *Bisarocas* y *Traiter* 2; el cràter es ben conservat en els *Montsacopa*, *Santa Margarita* (fig. 107), *Medes*, *Traiter*, *Pujastrol*, *Estany*, *Puigmontcal*, *La Closa*, etc.

A més d'un gran nombre d'apuntaments hi hà deu corrents basàltiques procedents de diversos cràters, essent les més importants: la que desde'l plà d'Olot va cap a Sant Joan les Fonts y Castellfullit de la Roca, en un trajecte de més de 15 kilometres, presentant una munió de cingleres obertes per la acció erosiva del Fluviá, sobretot la de Castellfullit; es també important la corrent basàltica de la vall de Amer, que té un curs de 10 kilometres ab grans cingleres y cascades.

Hi hà a més gran nombre de boques eruptives de poca importancia, volcans sense cràter y veritables filons de basalt.

Els productes volcànichs d'aquesta formació són: basalt, *puzolana*, *lapilli*, *pumita*, lava, bombes, llàgrimes volcàniques, etc.

De la època a que pertanyen semblants formacions ens en ocuparem en la geologia històrica.

CAPÍTOL III

FENÓMENS DE DISLOCACIÓ

Moviments de la crosta de la terra. — Ja hem fet remarcar que a conseqüència de la pèrdua progressiva de la energia calorífica del nucleu de la terra y consegüent contracció del meteix, la crosta que'l recubreix se veu obligada a plegarse originant moviments y devegades dislocacions o ruptures. La estabilitat de la terra no es, donchs, més que una apariència.

Unes vegades aquests moviments no són més que oscil·lacions pausades insensibles, per dirho axís, però altres són sotrachs violents, d'efectes desastrosos; són els anomenats *terratrèmols*. Uns y altres s'anomenen també *moviments seísmichs*.

Alçaments y enfonzaments pausats. — La crosta de la terra desde que fou tal que's mou continuament, però sos moviments són pausats y llurs resultats sols poden ser apreciats després d'un gran nombre d'anys.

Aquests moviments són prou pera explicar les grans variacions que s'han produhit en la repartició dels continents y de les mars, en les diverses èpoques geològiques. Un fons de mar pot molt bé, a la llarga, convertirse en terra ferma, mentres que un macís continental pot arribar a ser un fons de mar, mercès a n'aquests moviments. Y axò es precisament lo que ha esdevingut moltes vegades, y axò es lo que'ns explica perquè al cim de la Serra de Cadí, per exemple, trobèm avuy capes de roca ab fòssils marins.

Aquests moviments, tant d'alçament com d'enfonzament, sols són ben sensibles a la riba de les costes, perquè

com que'l nivell de mar es fixo dona un punt de comparança invariable que permet amidarlos. Certs llocs de la terra emergexen axís pausadament de la mar, quals efectes erosiús axís com les perforacions dels moluschs se troben molt per demunt del seu nivell actual, mentres que altres platges s'enfonzen y les ones invadexen poch a poch la terra ferma fins ahont may havien arribat.

Aquests moviments formen en conjunt verdaderes oscilacions o moviments de bàscula, de manera que mentres per una part s'enfonza la terra, per altra s'enlayra.

L'exemple clàssich de semblants moviments el tenim a la Escandinavia. L'astrònom Celsius feu notar a mitjans del sigle XVIII que la fondaria del Golf de Bothnia disminuía y que la mar semblava retirar-se dels llocs que havia ocupat fins allavors; segons els seus càlculs el nivell de mar s'abaxava prop d'un metre y mitg per segle a la Mar Bàltica. Però aquesta baxa del nivell de mar no es pas veritable, porque no es el nivell de mar que s'abaxa, car sent una superfície de nivell, aquest nivell deuría abaxarse per tot arrèu al meteix temps, y no es pas axís, donchs mentres sembla abaxarse al nord de la Mar Bàltica, sembla apujarse al sur. No sent el nivell de mar el que varia, cal admetre que es la terra de la península Escandinava la que sofreix un moviment de bàscula, enlayrant sa part septentrional y enfonzant la meridional en la metexa proporció; de manera, que si aquest moviment persisteix el golf de Bothnia acabarà per convertir-se en un llach interior per l'estil dels de Finlàndia.

Les costes franceses del Atlàntich nos oferexen també exemples d'axecaments y enfonzaments, y en conjunt sembla que tota la França s'axeca pèl cantó sur y s'enfonza pèl nord; l'eix d'aquest moviment de bàscula passa per la península de Bretanya. Aquests moviments s'observen també a les costes ingleses, sent molt visible l'alçament en

el litoral de Escocia. Però una de les regions hont millor pot comprovarse el fenòmen de la submersió són els Païssos Baxos holandesos, una gran part dels quals es sota el nivell de mar y si s'escapa a la submersió es mercès a les obres de defensa.

A Catalunya tenim també exemples d'aquestes pauses oscilacions del terror. En l'espay d'uns 20 anys els habitants de Covarriu de la Llosa (Lleyda) que abans no veyen més que la creu del campanar del poble de Llès per una montanya que entre mitg dels dos hi hà, l'han vist alçarse pausadament sobre l'horitzont y avuy el veuen del tot. La nostra costa sofreix també un moviment de bàscula, car mentres s'enfonza la de Llevant amenaçant els pobles de vora mar, com Masnou, Vilassar, etc., s'enlayren sobre les ones les còstes de Garraf; l'eix d'aquest moviment se troba pròximament en la direcció del Montjuich.

Moviments alternants. — Hi hà punts en que's presenten moviments alternants d'alçament y d'enfonzament deguts, segons sembla, a una causa local: la activitat volcànica de la comarca. Tal passa ab la costa de Pozzuoli, prop de Nàpols, hont hi hà les cèlebres columnes de Sérapis. Aquestes columnes, en nombre de tres, han servat la llur verticalitat, més les llurs bases avuy són una mica sota el nivell de la mar, situació que certament no tenien quan se construí l'edifici. A més, fins a 3 metres d'alçaria les canyes d'aquestes columnes són plenes de forats fets pèls *lithodomus* o moluschs perforadors. D'aquests fets se'n deduheix que havent estat construit el temple sobre el nivell de mar, la costa hont s'edificà degué enfonzarse uns 7 metres sota la ayga, que axís permanesqué molt temps perque aquells moluschs poguessen fer la seua obra; a n'aquest enfonzament que's refereix al segle iv seguí cap al any 1538 un alçament que tornà les coses a son primer

estat. Avuy el paviment del temple torna a trobarse sota la ayga, lo que indica un nou enfonzament y, en efecte, les observacions fetes desde l'any 1882 demostren que aquella comarca s'enfonza uns 7 milímetres per any.

Terratrèmols. — Els moviments de que acabèm de parlar són molt pausats; els més ràpits no passen d'un metre y mitg per centuria; però com que no's fan per tot de la metexa manera y fins hi hà punts que estàn immòvils, deuen haverhi llochs de la escorça de la terra que's deuen plegar.

Y axò es lo que passa. Però no sent les capes de la terra indefinidament elàstiques, succeheix que en el meteix lloch hont se forma el plech se produheix un trencament acompanyat devegades d'un esllabiçament o d'un alçament sobtat de les capes trencades. El punt hont se fà el trencament es el centre d'una empenta o vibració de hont surten, com les ones concèntriques que's formen al tirar una pedra dintre un estany, grosses les de prop del centre y molt petites les més allunyades, verdaderes ones terrestres, moviments curts però enèrgichs, caracterisats per aquest estat particular de tremolor de la terra que ha fet se'ls anomenès *terratrèmols*.

Aquests moviments se traduhexen a la superfície per ondulacions o sotrachs tan fortes devegades que acivellen la terra y enrunen els edificis ab tot y no durar més que alguns segons, produhint nombroses víctimes. En els terratrèmols forts la arribada de la empenta a la superfície va precedida d'una remor sorda, com el ressò d'un trò llunyà o el soroll d'un tren que passa lluny a tota velocitat, y després se manifesten els moviments.

Aquests són unes vegades *ondulatoris*, oscilant la terra com una mar esvalotada, y'ls sotrachs uns colps són *verticals*, quan el xoch es de baix a dalt, y altres *horizontals* si el xoch es lateral.

Les empentes verticals, quals efectes són comparables a la explosió d'una mina, són sempre localisades en el centre del moviment; la delimitació del espay hont s'han sentit es de gran importancia perque permet determinar la àrea del foc del fenòmen; la llur amplitut a la superfície de la terra pot ser considerable. A Calabria, en 1783, se vegé a les cases saltar en l'ayre com projectades per la explosió d'una mina; a Río-Bamba, en 1797, els cadàvres de molts habitants foren rebotuts a l'altre costat del riu sobre una montanya de més de 100 metres d'altura.

Fora d'aquesta primera zona, que es la de més intensitat, les batsegades se fan oblicuament ab xoch lateral, y més lluny se transformen en moviment ondulatori. Durant el terratrèmol de Calabria, ja citat, se vegé als arbres blincarse fins a terra ab llurs branques.

Duració, extensió y velocitat de propagació dels terratrèmols. — Un terratrèmol pot constar de un o varis sotrachs y fins simular una especie de tremolor de la terra; devegades els xochs se fan sentir durant molts mesos. De tot hi hà exemples: una sola batsegada que durà 16 segòns destruí a Casamicciola en 1883, 1200 cases y ocasionà la mort de més de 2,300 persones; en el Valais, en 1855, una empenta colossal enrunà la vall de Viège y's feu sentir per tota la Suiça y fins a París, repetintse les commocions per espay de quatre mesos; a les illes Sandwich un meteix terratrèmol durà molts mesos, produhint sols en el mes de Març 2,000 batsegades.

La àrea que comprenen aquests moviments es molt variable; hi hà cassos en que sols s'extenen a molts pochos kilometres, però en altres, com passa sovint a Amèrica, la zona de commoció s'extén a més de 1,500 kilometres. Com a exemple d'aquests terratrèmols de gran extensió pot citarse el que en 1856 sotsmogué tots els pahissos de les costes Mediterranies, desde Syria fins a Còrcega. *ox. b*

La velocitat de propagació es també variable y depèn de la constitució dels terrenos atravessats y fins de la llur topografia. Els terrenos poch consistents, com la sorra y els aluvions, propaguen molt malament el moviment que tendeix a esmortirse afeblintse; en cambi els sotrachs són més forts y els efectes més considerables. En el terratrèmol de Lisboa (1755) se vegé que les cases fonamentades sobre roca ferma romangueren dretes, y en cambi les que tenien llurs fonaments en la plana aluvial s'enruaren.

Les esquerdes del terreno y les cavernes soterranies oposen un obstacle a la propagació dels moviments sísmichs. Ja En Humbold senyalà el fet de que'ls habitants de Santo Domingo defensaven la estabilitat de llurs cases fent excavacions fondes pèls voltants.

Les montanyes poden exercir una influencia anàloga, oposant un obstacle a la propagació de les ones sísmiques, fet que ha estat comprovat diferents vegades a la Amèrica del Sur; y per lo que respecta a casa nostra, En Palassou havia ja fet notar que, prop dels Pirineus, els terratrèmols seguexen ordinariament la direcció de la serralada y són més freqüents en la vessant catalana que en la francesa. Aquets fets no'ns deuen sorprendre, porque el nucleu d'una serralada importanta es generalment format per un macís d'antiga consolidació, que les ones sísmiques més aviat seguexen paralelamente que no pas l'atravessen.

A mes una serralada importanta ofereix habitualment grans ensorraments o valls paraleles a sa direcció y que semblen eminentment propies pera conduhir la onada més aviat que no pas dexarla passar de través.

La velocitat de propagació de una ona sísmica se calcula pèl temps que passa entre les aparicions del fenòmen en dos punts qual distancia es coneguda.

Efectes dels terratrèmols.—Els efectes produhits pèls terratrèmols són molt nombrosos e importants; interesantnos sobre tot les modificacions geològiques que originen. En primer lloch hi pot haver un esllabiçament de les capes rompudes unes demunt les altres, seguit de un enfonzament o alçament soptat del terror; axís, per exemple, l'any 1835, després de un terratrèmol a la Concepcion, la illa de Santa María s'axecà 3 metres, si bé després de uns mesos tornà a son nivell primitiu.

Per altra part, les ruptures interiors poden extendres fins a la superfície originant fondes esquerdes. Les unes queden obertes y originen axís modificacions duradores en el relleu topogràfich, mentres que altres se clouen desseguit després de haver engolit tot lo que hi havia a la superfície. Durant el terratrèmol de Calabria, l'any 1783, se formaren gran munió d'esquerdes algunes de les quals teníen 10 metres d'amplaria y molts kilometres de llargaria. Cal advertir que molt sovint aquestes esquerdes són superficials, no passen de ser esllabiçaments deguts a la disposició de les capes del terror sotsmogudes pèl moviment seísmich.

Són generals també les esquerdes que's produhexen en les parets de les cases, sobretot quan aquestes parets són orientades perpendicularment a la direcció de la ona. Totes aquestes esquerdes són normals a la direcció de la ondulació y per tant per medi d'elles podèm conèixer la direcció del moviment y el seu punt d'origen.

Altre dels efectes interessants es la alternança que experimenta la circulació de les aygues soterranies, sent molt frequent que a consecuencia de un terratrèmol desaparexen les fonts antigues y ne surten de novelles, per obstruirse les antigues esquerdes y obrírsen d'altres; altres colps les fonts dexen de rajar molt temps o bé cambien de temperatura, com en l'exemple ja esmentat (plana 121) de

Caldes de Malavella y Bagnères-de-Luchon durant el terratrèmol de 1755.

A mar els terratrèmols transmeten llurs ondulacions a una distancia molt més gran que sobre terra, però ab més poca velocitat, produhintse una ona immensa, anomenada *ona de translació*, que, sense alçar de una manera apreciable el nivell de mar, ocasiona en els barcos que troba, empentes molt sensibles, com si haguessen tocat en un escull. Aquestes ones de translació causen terribles efectes en les platges; són els anomenats *raç-de-marèe* pèls francesos. Ordinariament la mar comença per retirar-se més o menys segons la intensitat del fenòmen, y després de un temps que varia de 5 a 35 minuts generalment, revé ab una onada de 10, 20 y fins 30 metres d'alçaria, embestint sobre la platja y arrasantho tot. La commoció que l'any 1755 destruí Lisboa, una part de Oporto, Tetuan, Tanger y Fez, se feu sentir en una extesa de més de 1800 kilometres en totes direccions y anà acompanyada de una terrible ona de translació que a Lisboa meteix tenia 17 metres d'alçaria, y invadí part de la població acabant la obra d'enrunament del terratrèmol; a Càdiz feu també desgracies, y arribà fins a les costes d'Amèrica y de Noruega.

Estudi sistemàtic dels terratrèmols. — Del estudi del fenòmen y dels seus efectes, se deduheix:

- 1.^{er} Que la crosta de la terra experimenta moviments pausats unes vegades, intensos altres;
- 2.^{on} Que aquests derrers tenen un punt de màxima intensitat desde'l qual van afegintse;
- 3.^{er} Que uns sotrachs són verticals y altres laterals o bé ondulatoris;
- 4.^{art} Que aquests sotrachs són manifestes a la superfície de la terra.

Axò es lo que'ns diuen els fets, més pera arribar a conclusions series relativament a les causes provables dels

terratrèmols, cal donar a la observació d'aquests fenòmens tota la precisió y la generalitat necessaries; y per axò són precisos els aparells.

La direcció y la intensitat dels sotrachs se determinen per medi dels *seismografs* o dels *seismometres*, y pèls moviments menys intensos o *microseísmichs*, per la mena de tremolor que sofreix devegades la escorça, s'usen els *microseismografs* o *tromometres* (1).

El centre inicial de un terratrèmol s'anomena *epicentre* del seïsme, es sempre soterrani, però a nosaltres nos cal saber el seu corresponent en la superfície; si tots els rellotges anessen exactament iguals, la cosa seria fàcil, el epicentre seria allà hont se notà primer el moviment; no sent axís pot determinarse considerant la *direcció* de les batsegades, car divergexen en tots sentits a partir de un punt únich, com les ones sonores que s'originen en un còs que vibra y se van allunyant *esfèricament* del centre de vibració; se usa també el mètod fonamentat en la *intensitat* de les batsegades, car ja hem dit que aquestes eren més fortes en el centre y que s'afeblíen allunyantse.

El centre inicial del terratrèmol es sempre molt proper a la superfície de la terra; en les observacions fetes s'han trobat distancies que oscilen entre 6 y 60 kilometres. El que les batsegades sien verticals en uns llochs y oblícues o ondulatories en altres, se comprèn examinant la figura 108.

Els llochs situats en A verticalment demunt del foc inicial del moviment E, sofreixen un sotrach vertical violent, mentres que les batsegades que experimenten els punts B C... són tant més oblícues y tant més atenuades

(1) A Catalunya tenim dues instalacions seísmològiques: la de l'Observatori Fabra, a Barcelona y la de l'Observatori de l'Ebre a Les Roquetes, vora Tortosa. Es molt de doldre que no vinga a completar-les una instalació a la Plana d'Olot.

quant aquests punts són més allunyats del centre inicial.

El que les batsegades sien sols sensibles a la superfície de la terra y no produhexen cap efecte sobre els objectes del interior, fins al punt de no ser notades pèls que eren

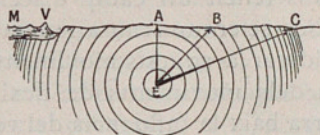


Fig. 108. — Ones produïdes per un terratrèmol.

dintre les mines, s'explica també molt sensiblement per medi del experiment de física que consisteix en penjar un rest de boles de ivori (fig. 109). Apartèm la bola C' fins a C y dexemla caure; desseguida veurèm que la topada produhida per la bola C sobre la que li segueix se transmet a la bola F fentla pujar fins a F'; y les boles del mitg no's mouen per rès, no fent més que transmetre el xoch de la bola C a la bola F.

Lo meteix passa en un terratrèmol: el centre de commoció pot compararse a la bola C que produheix el xoch y els objectes situats a la superfície de la terra són

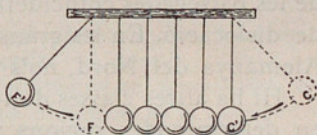


Fig. 109.

axecats o projectats com la bola F. En quant a les capes internes de la terra, els passa lo que a les boles intermitges, no fan més que transmetre sense moures, el xoch que han rebut.

Aquesta manera de propagarse les ones terrestres fà comprendre el perque, com ja hem dit passava, les cavernes, els avenchs o pous fondos y les mines, dificulten les vibracions de la terra o al menys atenuen els llurs efectes en la superfície. Una gran cavitat dintre terra fà el meteix efecte que si manquessen dues o tres boles en el rest que havèm considerat: el xoch de C no podría arribar a F, se perdería pèl camí.

Causes dels terratrèmols.—Pera explicar la natura del fet inicial al que deuen llur origen els terratrèmols, s'admeten avuy tres teories, quiscuna de les quals dona la explicació d'altres tants fets.

La majoria dels terratrèmols tenen un camp d'acció molt gran qual origen deu buscarse en una causa general. En aquest càs es natural considerar a aquests moviments com una dependència directa dels moviments de flexió que sofreix la escorça de la terra baix la influencia del refredament intens; els esforços de tensió y de compresió són els que originen de tant en tant, les ruptures d'equilibri que determinen batsegades capaces de transmetres a gran distancia. En confirmació d'aquesta teoria se pot notar el fet de que'ls terratrèmols de gran amplitut sols se observen en les regions dislocades, y que la propagació de les batsegades coincideix ab la direcció d'aquestes línees de dislocació. En les grans planuries com les de Russia y Alemanya del Nord, no's conexen semblants fenòmens.

Hi hà altres classes de terratrèmols que són localisats en determinades regions y s'expliquen d'altra manera. Una de les teories, que es la més antiga, admet la existencia de desprendiments de gasos y vapors dintre la escorça, els quals originarién explosions soterranies; aquesta teoria es aplicable als terratrèmols tan frequents en les regions volcàniques hont abunden tant els desprendiments de vapors y gasos.

Altres han atribuit el fenòmen a grans enfonzaments de les capes fondes determinats per la acció de les aygues soterranies sobre certes substancies solubles, com la sal y el guix. Aquesta teoria explica els terratrèmols de la regió del Valais hont les fonts selenitoses disolen a dintre terra més de 200 metres cúbichs de guix per any.

Els terratrèmols de Catalunya.—Per lo que havèm dit al parlar del volcanisme a Catalunya y de les causes

dels terratrèmols en general, ja ningú estranyarà que tot moviment seísmich de una mica de importància que tinga lloch en la conca mediterrànea, ressona aquí desseguida, de manera que'ls terratrèmols són molt freqüents en tota la costa catalana però molt més encara en la regió volcànica de la actual província de Girona. De Barcelona sols, hi hà registrats en el *Dietari del antich Consell de Cent*, 27 terratrèmols que ocorregueren desde darrers del segle XIV fins al XVII, alguns dels quals ocasionaren bastantes víctimes. Y per lo que's refereix a la regió volcànica no podèm menys de citar els terratrèmols que hi hagué els anys 1427 y 1428, els quals motivaren la obertura de varies boques o esquerdes, emanacions sulfuroses y progecció de pedres segons consta en cròniques y documents de la època (1).

(1) En una crònica titulada *Llibre de Rhemembrança*, del monastir de Sant Salvador de Breda, s'hi llegeix:

«En l'any 1427 començà lo gran terratrèmol en aquesta terra, car totes les sgleyes e edificis enderrocà. E començà en la vila e parroquia de Amer, e tirà la via de Hostoles, e de Bas, e de Olot, Castellfollit, e Camprodon. E ladon se obriren moltes boces en la parroquia de Loret, qu'es sobre lo pont de Anglés o de Amer.

»Item en lo jorn de Santa María Canalera del any MCCCXXVIII en hora del sol exit feu tres sacudides de terratrèmol en aquesta montanya: car ladons senderrocà la vila de Olot e de Castellfollit, e y morí molta gent...

»E en aquela jornada mateixa se feu un gran trench de la terre per les montanyes de Bas, e de Hostoles en la part de ponent, qui tenia de larch entorn VII leugas, car la part de sol yxent se baxà molt.»

En un còdex procedent del monestir de Amer, després de citar que aquesta població fou destruïda a conseqüència del terratrèmol que tingué lloch a la mitja nit del 15 de Març de 1427, s'hi llegeix: «En la sufragànea de Sant Feliu de Lloret, que es una montanya a la part de ponent del Monestir sobre lo riu Ter isqué una gran boca de foch que llençava gran fetor y obligà als habitants a desemparar y renunciar los masos.

»...En la mateixa montanya, en la part que mira al orient, hi ha

Pêls anteriors datos pot deduhirse la importancia de semblants terratrèmols, que anaren acompanyats y seguits dels efectes característichs, com enfonzaments de terrenos, aparició d'esquerdes, desaparició de rius, inundacions, etc., y ademés obertura de boques que gitaven flames, pedres y gasos sulfurosos.

uns grans torrents o xarrachs y de ells baixave un gran fetor que matave los aucells y los arbres, y alguns pagesos renunciaren los masos y sen anaren. També hi hagué una gran inundació de la riera que destruí las terras, y molts las renunciaren per no haver de pagar los censos.»

En altre document s'hi llegeix: «L'any 1427 sortiren boques de foch en un lloch que diuen Loret Salvatje prop de Cellera, e lensaben pudor, e morien ausells si volaven sobre dites boques, e lensaben pedres á Coll de Grie, e moriren homes, e feren molt altre mal los terratrèmols, que enderrocaren montanyes e secaren lo riu: esas coses son dites per Pere Marcet.»

SEGONA PART

GEOLOGIA ESTRATIGRAFICA

NOCIONS GENERALS DE LA COMPOSICIÓ DE LA ESCORÇA DE LA TERRA

Roques.—La escorça de la terra es tota ella constituïda per materials de divers origen y composició, anomenats *roques*. En Geologia s'anomena roca al agregat més o menys coherent d'elements minerals; axís, per exemple, la *calcita* es un mineral que cristallisa en la forma hexagonal romboèdrica y la *caliça* es una roca o agregat de partícules cristallines de *calcita*. Aquests agregats, per mor de la llur abundor poden ser considerats parts essencials de la escorça de la terra.

CAPÍTOL I

CARÀCTERS GENERALS DE LES ROQUES

Textura y estructura. — La textura es determinada per la forma, les dimensions, la repartició y'l modo d'associarse'ls elements de la roca, considerats els uns ab relació als altres; es com si diguessem el textit de la roca.

Els elements minerals de una roca o són nats en aquesta al formarse, o bé ja eren fets d'abans. Exemple de lo primer ne tenim en l'*ull de serp* o granit ab els seus tres elements originats al temps de solidificarse la roca, y de lo segón en la *pedra esmoladora* o arenisca triàsica ab els seus grans de sorra que després d'haver estat arrastrats per la ayga foren empastats uns ab altres. Així poden distingirse dos grans grupos de roques caracterisats per notables diferencies d'estructura: les *roques cristallines* o agregades y les *roques clàstiques* o conglomerades.

Les roques cristallines són *simples* quan són agregats de un sol mineral (grenatita); *composades* si són agregats de diferents minerals (granit). La textura d'elles pot ser: *granalluda*, quan la roca sembla formada de grans (granit); *gràfica*, quan els seus elements són disposats de manera que en la secció transversal semblen caràcters orientals (pegmatita gràfica); *fullosa*, si els elements són disposats en fulles o palletes (gneis, anfibolita); *compacta*, si els elements són molt petits y intimament *trabats* (quarcita); *vitrea* o vidriosa si ofereix la consistencia del vidre (obsidiana); *porfidica*, si en una massa uniforme s'hi destaquen cristalls (pòrfits); *glandular*, *globular* y *variolada*, quan els cristalls estàn agrupats en forma de glàndules, nòduls o glòbuls, etc.

Les roques clàstiques o conglomerades tenen textura *compacta* quan el ciment o pasta ocupa tots els espais que dexen entre sí els elements de que consta la roca; *argilènca*, quan se sembla a les argiles (creta); *sorrenca*, si els grans de sorra són trabats per un ciment molt escàs (arenisca); *oolítica* y *pisolítica* si els grans són rodons y formats de capes concèntriques. Si'ls elements són molt grossos la textura es fragmentosa, anomenantse *bretxa* si són angulosos, *conglomerat* o *pudinga* si són arrodonits, y *aglomerat* si no hi hà ciment que'ls trabe.

Composició.— Ab tot y la gran varietat de roques es reduhit el nombre de minerals que les formen, la immensa majoria de minerals que en Mineralogia s'estudien són molt rars en la natura.

Dos còssos de propietats extraordinaries se partexen el domini de la terra: són el silici y el carbonu; aquest darrer predomina en el regne orgànich y per are prescindirèm d'ell. El silici es el més important: combinat ab l'oxígen (1) forma l'àcid silícich o quarç, y aquest combinantse ab els òxits d'alumini, de ferre, de magnesi, de calç, y ab els dels metalls alcalins, forma una sèrie de composats (*silicats*) que comprenen quasi bé totes les roques conegudes. Anèm a estudiar lleument els minerals que més predominen en les roques.

Feldespat.—Formen un grupo molt important en la constitució de les roques; químicament hi hà tres feldespat distints: el *potàssich*, el *sòdich* y el *càlcich*.

A la primera classe pertany la *Ortosa* o feldespat potàssich, que cristallisa en el sistema monoclinich (fig. 110): es de color blanca o rosada; ordinariament presenta colors vives de polarisació, però quasi sempre es alterada y alla-

(1) L'oxígen té per si sol la meytat del pès de la escorça de la terra.

vors se veu emboirada al microscopi. Hi hà una varietat vidriosa anomenada *Sanidina*.

El feldespat sòdich o *Albita* cristallisa en el sistema triclinich y es de colors blanques generalment.

El feldespat càlcich o *Anortita* es triclinich també.

Quasi bé may se presenten aquests tres tipos de feldespaturs purs, sinó barrejats en formes ben definides. Axís, la barreja de la *Albita* y la *Anortita* forma les anomenades

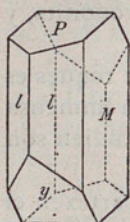


Fig. 110.—Cristall d'ortosa.

Plagioclasses o feldespaturs sòdich-càlcichs, que cristallisen en el sistema triclinich; llurs cristalls tenen tendència a soldarse uns ab altres seguint certes direccions, formant les macles o estructura polisintètica al microscopi, anomenada axís per les moltes faxes que presenta.

La majoria de les roques cristallines que conèxem són fetes de ortosa y aquestes dues últimes varietats de feldespat.

Quarç.—Combinació del silici ab l'oxígen; ademés del important paper que fà en la formació dels silicats, se presenta també lliure, en forma cristallina unes vegades y en cristalls aïslats altres. En aquest càs cristallisa en el sistema hexagonal romboèdric, molt freqüentment en prismes bipiramidats (fig. 111); es molt dur, transparent o tenyit de roig (Jacinto de Campos-tela), negre (quarç fumat), morat (amatista), etc.; les colors de polarisació són molt vives. Les classes amorfes anhidres originen el *silix* y la *calcedonia* o *àgata*, y les hidratades l'*òpal*.

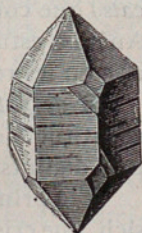


Fig. 111.—Quarç bipiramidat.

Mica.—Forma un grupo molt complexe de minerals que's presenten en fines escates d'aparença hexagonal. Les dues varietats més importants són la mica potàssica,

Muscovita o mica blanca, y la mica magnesiàna, *Biotita* o mica negra. Aquests minerals tenen la propietat d'exfoliar-se o separarse en escates o palletes y formar fulles molt primes y flexibles.

Piroxèns.—Grup molt important quals minerals cristallen en el sistema ròmbich els uns y en el monoclínic els altres.

Els ròmbichs són barreges isomorfes de silicats de magnesia y ferre; si predomina la magnesia tenim la *Enstatita*, de color blanca y transparenta, si predomina el silicat de ferre tenim la *Bronzita* y la *Hiperstena*.

Els monoclínic són també barreges isomorfes de silicats de calç y magnesia ab silicats de calç y ferre; segons predomine més o menys aquest variarà la color de les especies desde'l blanch y verdós fins al negre. En aquest grup hi hà la *Diopsida*, la *Dialaga* y la *Augita*.

La augita o piroxèn negre es el més important del grup, per ser un element essencial d'algunes roques eruptives, com els basalts. Se presenta en cristalls prismàtics curts, de vegades axafats y de color negra (fig. 112).

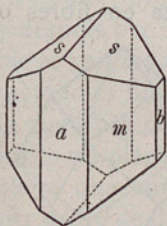


Fig. 112.
Cristall d'augita.

Se'n troba en la regió volcànica d'Olot, ab molta abundància en alguns llocs.

Anfibols.—Són barreges isomorfes de silicats de magnesia, calç y ferre, com els anteriors, y cristallen també en el sistema monoclínic, però són més rics de magnesia y ferre. Els principals són tres: l'anfibol blanch o *Tremolita*, l'anfibol vert o *Actinota* y l'anfibol negre o *Hornblenda*. Tots són de textura generalment sedosa o fibrosa.

Oliví o *Peridot*.—Es un silicat magnèsich ferrós, que cristallisa en el sistema ròmbich y caracteriza algunes roques com els basalts; els d'Olot ne tenen molt. Té una co-

lor verda d'oliva y per axò se l'anomena oliví; es de interès per la seva transformació en *Serpentina*. Al microscopi se presenta en seccions hexagonals freqüentment, totes esquerdades, y té colors de polarisació molt intenses, generalment roges y verdes (fig. 113).

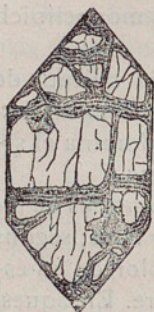


Fig. 113.
Secció de un
cristall d'oliví.

Grenats. — Són silicats d'alúmina y una basa monòxida que pot ser la calç, el ferre y el manganés. Cristallisen en el sistema regular, generalment en rombo-dodecaedres (figura 114). Abunden en les roques cristallines. (Tibidabo, Costabona, Cap de Creus, Sant Felíu de Guíxols, etc).

Clorites. — Són silicats hidratats de alúmina, magnesia y ferre, que's presenten en escames semblants a les de mica, però molt toves, untuoses y de color verda.

Epidota. — Barreja de dos silicats, un d'alúmina y calç, y altre de ferre y calç; de color verda; cristallisa en el sistema monoclínic y generalment se presenta en fibres o bastonets radiants. N'hi hà a Frà Joan de Costabona y al Tibidabo sota l'Observatori.

Turmalina. — Boro-silicat d'alúmina y ferre, y de calç, magnesia y sodi, que cristallisa en el sistema hexagonal en forma de prismes llargaruts. La varietat més comuna, es la negra, però també n'hi hà de roja, verda, groga, etc. Abunda en el Cap de Creus y Tibidabo, com a mineral accessori dels filons de pegmatita.

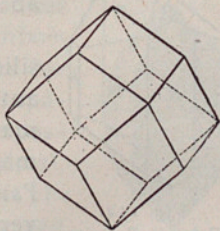


Fig. 114.
Cristall de grenat.

Aquests són els minerals que més abunden en la es-

corça de la terra, constituhint quasi bé totes les roques cristallines y eruptives.

Nos manca parlar d'altres minerals que són els que predominen en les roques sedimentaries. Aquests sens dubte són conseqüència de la alteració dels materials primitius que destriats per les aygues, disolts per elles o transformats pèls organismes, han tornat a cristallisar o a depositarse; tals són els carbonats de calç y de magnesia, el sulfat de calç, el clorur de sodi y la munió de minerals de ferre que arrèu se troben. D'ells tractarèm al parlar de les roques que constituexen.

Análisi mecànica y química.—L'estudi de les roques ofereix devegades moltes dificultats a causa de les dimensions dels elements que les componen; aquests molt sovint són tan petits que no hi hà més remey que fer la anàlisi en bloc.

La anàlisi mecànica consisteix en procediments especials pera aillar, tant com se puga, els minerals constituents de les roques. Hi hà tres mètodos molt enginyosos. L'un, aplicable solament als minerals que contenen ferre en notable proporció, consisteix en esmicolar bé la roca, y després per medi de un electro iman de potencia variable se van separant les engrunes que tenen ferre. L'altre mètode es fundat en una *preparació mecànica* per l'estil de la que s'usa pera deslliurar els minerals de llurs gangues: sobre un plà inclinat s'hi posa'l mineral esmicolat y mercès a una corrent d'ayga se fà la separació dels minerals per ordre de densitats. El tercer mètode consisteix en els líquits graduats, com la solució del biyodur de argent y de potassi que té una densitat de 3, 19, y afeginthi ayga en proporció determinada se té una serie de líquits de densitats decrexents, en els quals se tiren successivament els grans dels diversos minerals de la roca que's vol ensajar, per conèxer la solució en que van en surada; sapigut

axò a n'aquesta solució s'hi tira tota la pols de la roca y les partícules del mineral ensajat suraràn y axís podrèm destriarles. Farèm altre tant ab els altres minerals y el resultat serà una verdadera tria.

La anàlisi química pot ser total o parcial, però ofereix sempre moltes dificultats, especialment tractantse dels silicats, per lo complexe de la llur composició.

Exàmen macroscòpich y microscòpich. — L'estudi d'una roca deu començar sempre per l'exàmen macroscòpich, es a dir, a simple vista o ab un cristall d'aument. Si la roca té'ls elements que la componen suficientment grossos pera ser apreciats axís, un mineralogista o geòlech experimentat ja'n té prou ab aquest exàmen pera conèixer les especies. Ademés pot estudiar els altres caràcters externs, com duresa, fusibilitat, etc.

Aquest exàmen, ademés de no ser aplicable a les roques de grà fí, no es prou exacte y no permet conèixer la íntima composició dels minerals; per axò cal l'exàmen microscòpich de les roques convertides en plaques molt primes a fí de que s'hi veja a contra-claror (1).

(1) Pera obtindre aquestes seccions primes se comença pera fer saltar de la roca ab un colp sech de martell una esquirla d'un a dos centímetres quadrats y s'esmola d'una cara fins que sia ben plana, fregantla ab pols d'esmeril granat y moll, demunt una planxa de ferre o vidre, y després se'l brunyeix ab esmeril més fí, fins a quedar la cara ben llisa. Allavors s'enganxa a un troç de vidre ab bàlsam del Canadà y se repeteix la operació a l'altre costat de la esquirla de roca fins a reduhirla a una placa o tel tan prim, que deu tenir un gruix comprès entre una vuytantena y una centena part de milímetre, de manera que's puga llegir bè a través d'ella. Fet açò la preparació ja està llesta, però pera més curiositat y pera conservar-la millor se trasllada a un porta-objecte; lo qual se fà desenganxantla, calentantla y fentla caure ab cuydado sobre'l vidre hont se la enganxa ab el bàlsam citat, cubrintla ab el tapa-objectes y procurant que no hi queden bombolles d'ayre. Tota aquesta operació, tant sensilla d'explicar, requereix molta habilitat que sols pot obtindres ab força pràctica.

En aquestes condicions poden observarse molts detalls de les roques, com la estructura, les inclusions y altres caràcters dels minerals; però'l microscopi propiament mineralògich y petrogràfich se completa además ab un aparell de polarisació fet ab dos prismes de nicol y la platina giratoria, a fi d'apreciar els caràcters òptichs (1).

Els estudis microscòpichs han arribat aquests derrers anys a un grau de perfeccionament molt gran, constituintse la *Litologia* o *Petrografia* com a branca apart de la *Geologia* y de la *Mineralogia*. Gracies a la llum po-

(1) Tots sabèm que'l sò se dèu a ondulacions en l'ayre y que les notes musicals depènen del nombre de vibracions que's fan per segón. Una cosa semblanta passa ab la llum, sols que la manera de propagarse es diferente y'l nombre de vibracions es molt més grós, però axís com aquelles fan que sentím el sò, aquestes fan que veyèm les colors; axís com la ona sonora se propaga longitudinalment, la llum ho fà transversalment.

La velocitat del moviment vibratori depèn de la densitat del medi en que's verifica la vibració, perçò al ficar un bastó dintre la ayga'l veyèm com si fos trencat; hi hà *refracció* diferente, perque la densitat del medi varia, y sent major la de la ayga'l feix lluminós se desviarà de sa posició primitiva.

Una cosa semblanta passa si mirèm un objecte al través d'un cristall que no sia de cares paraleles; perçò'l prisma que es més dens que l'ayre destrí'ls raigs de llum blanca formant un feix ab les colors de l'arch-iris, per mor de que unes ondulacions essent més ràpides que les altres, tenen menor index de refracció.

Els cristalls dels minerals no tenen la metexa densitat en totes direccions, sinó que varia segons les diferencies dels exos cristallogràfichs, de manera que la ona lluminosa no pot propagarse com en un medi homogeni. Allavors el feix lluminós se descomposa en dos fexos rectangulars que's propaguen ab velocitats diferentes en el cristall; açò es lo que s'anomena *refracció* o *bi-refringencia*, propietat que tenen tots els cossos no isotrops o que no obhexen a una lley de simetria perfecta.

Axís, per exemple, la calcita o espat de Islandia que cristallisa en el quart sistema o prisma hexagonal, si reb un feix de llum que entre paralelamente al eix vertical vibrarà com en un còs homogeni, hi hau-

larisanta s'han descobert els elements *amorfes* o no cristallissats de les roques, y l'ús de grans augmentos ha revelat en aquestes parts tot una categoria de formes rudimentaries, per dirho axís, que són el trànzit de l'estat amorf al cristallí.

Aquestes formes són els anomenats *cristallites* que's diuen *longulites*, *globulites* o *triquites* segons la forma que prenen. S'anomena *desvitrificació* el fenòmen pèl que'ls cristallites aparexen en una massa amorfa. Hi hà també'ls *microlites*, que són cristalls microscòpichs però ab forma cristallina determinable ja pèls llurs caràcters òptichs.

rà un sol raig, però en qualsevol altra direcció se descomposarà en dos raigs rectangulars, el *raig ordinari* que vibrarà en el plà de la secció bàsica y qual velocitat de propagació serà constanta per ser igual la densitat en totes les direccions d'aquest plà, y'l *raig extraordinari* que vibrarà en un plà rectangular que passe pèl feix incident y l'eix principal del cristall y qual velocitat serà variable per serho la densitat en cada incidència.

A fi d'eliminar un d'aquests raigs, l'ordinari, se talla'l cristall per una secció molt oblíqua, se pulexen ben be'ls talls y's tornan a ajustar els dos troços de la metexa manera, enganxantlos ab bàlsam del Canadà, qual index de refracció es intermedi entre l'ordinari y lo extraordinari del espat d'Islandia. Bifurcat el raig incident, l'ordinari experimenta la reflexió total en el bàlsam del Canadà perque passa ab la suficient oblicuitat a un medi pera ell menys refringent, ab lo que s'aparta a un costat, quedant sols el raig extraordinari en que passa tot lo contrari; aquest se transmet donchs, y surt sol.

Aquest aparell s'anomena prisma de nicol o simplement nicol, y aplicats dos d'ells al microscopi, l'un dessota la preparació, que es l'anomenat *polarisador*, y l'altre dessobre, anomenat *analizador*, nos servexen pera la investigació dels minerals de les roques.

Es clar que quan els dos nicols tinguen les llurs seccions paraleles el raig extraordinari de l'un entrarà en l'altre com a tal y sortirà ab la seua metexa intensitat; però si posèm les dues seccions creuades, allavors el raig extraordinari del polarisador vibrarà en el plà del raig ordinari en l'analizador, quals caràcters pendrà y serà eliminat y tindrem foscor o sía extinció total de llum.

Quan tinguèm, donchs, un microscopi provehit de polarisador y

Les *inclusions* formen un altre fenòmen molt interessant; són fragments de matèries estranyes que queden encloses dintre cristalls ben definits, podent ser sòlides, líquides o gasoses. Les inclusions sòlides són els restos de la matèria amorfa dintre la qual s'han originat els cristalls; les líquides tenen un contorn molt irregular i són tan petites que en alguns cristalls de quarç se'n compten més de cent en una centèsima de milímetre quadrat. La majoria d'elles tenen una bombolla de gas dotada de un moviment constant de trepidació, que es independent de les accions exteriors y qual causa's desconeix. Algunes

analizador, les quals seccions sien creuades, e hi fiquem una placa fina d'un mineral que cristallise en el primer sistema o cúbich, s'observarà que, encara que'l fem girar en rodó en l'eix del microscopi la intensitat de la llum no varia. Però si hi fiquem, per exemple, un mineral dels altres sistemes tallat de qualsevol manera, s'observarà que en certes posicions la llum no cambia, però que moventse va aparexent la llum fins arribar a un màxim als 45 graus de la posició primitiva, pera desde allà tornar a minvar fins a quedar altra vegada fosch el camp als 90 graus, y axis successivament.

La explicació d'açò es ben senzilla: quan el raig extraordinari del polarisador penetra en la làmina de manera que la seua vibració sia paralela a un dels exos del cristall de la metèxa densitat, en aquesta direcció'l raig no experimenta cap alteració y tot romàn com abans; però si'l raig no entra paralelament, allavors se divideix en dos fexos que tindran diferenta velocitat.

Aquests dos raigs, per altra part, al entrar en l'analizador se partiran en quatre, dos ordinaris que seràn eliminats, y dos extraordinaris, que se sobreposaràn y la llum reapareixerà en el microscopi.

Y ara cal fer esment, de un fenòmen de gran bellesa y que ajuda molt a la investigació microscòpica, çò es la varietat de colors que al fer aquesta operació presenten els diferents minerals. Com que'ls dos raigs al sobreposarse en l'analizador, són raigs que venen ab diferenta velocitat, o ab distinta fase, no poden anar al unisson, sinó que certes ones se destrüexen y sols nos arriben les que no han estat destrüides; si, per exemple, se destrüexen les radiacions blaves y verdes, veurèm les colors roges y grogues, y si són aquestes, les blaves y verdes seràn les predominantes. (J. Macpherson. *Geologia*.)

vegades dintre les inclusions líquides s'hi observen cristalls cúbics de clorur de sodi (fig. 115). Pera observar bé aquests detalls calen augment de més de mil diàmetres.

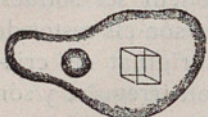


Fig. 115.

Els líquids d'aquestes inclusions són ayga pura o disolucions salines aquoses, y lo que es més sorprenent, anhidrit carbònic líquit, lo qual prova la gran presió a que's consolidá'l mineral que les conté, pera poder liquidar semblant gàs.

CAPÍTOL II

Origen y classificació de les roques.— Unes roques són producte de la consolidació de la crosta primitiva de la terra o provenen del seu interior, d'hont brollaren en estat pastós gracies a les esquerdes que's feren en aquella; aquestes són les roques anomenades *endogenes* o *eruptives*, per llur origen intern.

Altres roques són el resultat de les reaccions que'ls diversos agents de la dinàmica externa exerciren sobre de elles, esmicolantles y emportantsen els llurs elements que després d'haver estat en suspensió dintre la ayga, foren precipitats a tall dels sediments que's formen avuy a les platges o als deltes dels rius; aquestes són les roques anomenades *sedimentaries* o *exogenes*, per llur origen extern.

Hi hà una altra categoria de roques anomenades *metamòrfiques* que si bé en llur principi pogueren ser sedimentaries, han sofert fondes modificacions, canviant lo aspecte, la textura y adhuc la composició llur.

Resulta, donchs, que hi han dues grans sèries de roques, d'origen molt diferent; les unes, efecte de la *activitat interna* del globo, les altres de la *activitat externa*, y una tercera sèrie que pot considerarse com la combinació d'abdues. En quiscuna d'aquestes sèries hi entren una munió de roques; nosaltres nos limitarem a estudiar les més principals per la importancia que tenen en la composició de la terra.

Roques exogenes o sedimentaries. — Si anèm a visitar les pedreres de Montjuich, per exemple, o qualsevol punt hont se fassen obres que atravessen un terreno sedimentari, veurèm que les roques que'l formen, lluny de ser barrejades de qualsevol manera, presenten al contrari un cert ordre en la llur disposició; són posades a pisos o *estrates*, es a dir, a gruxos, més o menys grossos, limitats per superfícies planes paraleles y regularment sobreposades les unes a les altres en grans extensions. Unes vegades veurèm que aquests gruxos o capes són tots horitzontals, altres que són verticals o que formen bombaments, plechs, etc. Aquesta varietat de disposició, que ja veurèm oportunament a que es deguda, fà més visible encara la disposició en capes. Les roques que's presenten ab aquesta disposició s'anomenen *sedimentaries* o estratificades, porque s'han format per la *sedimentació* de uns materials sobre'ls altres.

Les roques aquestes poden ser d'origen *mecànich*, de origen *químich* y d'origen *orgànich*, si bé cal advertir que aquesta divisió sols es absoluta en poch cassos, ja que en la majoria la acció química hi intervè.

Roques estratificades d'origen mecànich. — Són les roques quals elements, provinents de la destrucció de masses que ja existien, estigueren en suspensió dins la ayga que les arrastrà, dipositantse després al fons, per llur propi pès, en forma de solatges o estrates. Poden ser de molt diferenta natura, segons sia la dels elements primordials y'l règimen que les motivà; axís, quan veyèm un banch de sorra fina y dessobre seu un de codolells, la cosa nos diu ben clar que al formarse aquestes capes les condi-

cions eren diferents; per la primera era suficient una corrent pausada, per la segona ne calia una de torrencial.

Sorra. — La sorra es formada quasi bé sempre de grans de quarç arrodonits, sense cap pasta que'ls unesca; llur mida es variable, anomenantse *grava*, *palets* o *codollets* (Bergadà) als més grossos. El conjunt forma un *aglomerat*.

Conglomerat. — Es una roca clàstica d'elements grossos, formada de palets rodats, cimentats per una pasta coherenta; aquesta pot ser calia, silicea, ferruginosa, etcètera, y'ls elements de diversa grossor, anomenantse *piyyolench* quan són de 1 a 5 cm. (Figura 116). El conglomerat, dit també *pudinga*, es poligènic quan els ele-

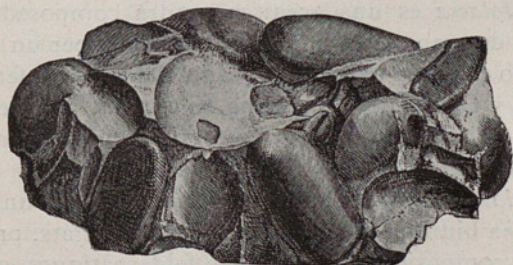


Fig. 116. — Conglomerat o pudinga.

ments que'l formen són de diferenta natura, y si no són rodats, sinó que són angulosos, formen una *bretxa*.

Arenisca. — Nom genèric de les roques formades per sediments clàstics, més o menys coherents, fetes de petits grans minerals o rocosos, angulosos o arrodonits, fermats per un ciment, que pot ser argilós, calia, ferruginós, quarçós, betuminós, etc. Exemple d'arenisca quarçosa'l tenim en la *pedra esmoladora* del Triás inferior de Molins de

Rey, Aramprunyà, etc., de la arenisca calça, en l'Eocè de Girona, Plana de Vich, etc.

Si'ls grans de sorra són trabats per un ciment quarçós que'ls empaste tan íntimament que no's veuen els llurs cayres, la roca s'anomena *Quarcita*. Exemple, la pedra de Montjuich.

Si entre'ls grans de sorra hi há moltes palletes de mica, la arenisca se diu *micácea* o *psammita* y té la particularitat d'esfullarse com les piçarres.

La *Arkosa* es una arenisca feta de quarç, ortosa abundant, altres feldespatz y quasi bé sempre mica, o sien els metexos elements del granit, del que deriven, molt ben empastats. El *Puig de les Molerres* de Caldes de Malavella ho és.

La *Molassa* es una arenisca tendra composada generalment de grans molt fins de quarç lligats per un ciment margós o calç. Se troba en les capes del miocè inferior del Penadés y Camp de Tarragona. S'explota porque's dexa serrar y treballar molt bé, sobretot desseguida d'arrencada de la pedrera.

Argila. — Roca sedimentaria formada per un silicat d'alúmina hidratat o per molts silicats associats, producte de la descomposició de les roques feldespatiques, granítiques o volcàniques generalment, de les que conté encara fragments microscòpichs.

Les argiles quan són compactes se ratllen fàcilment ab la unglà, diriginthi l'alè desprenen una olor particular característica a terra mullada, s'arrapen a la llenga per mor de la llur aviditat d'ayga y quasi no són atacades pèls àcits; són quasi impermeables, y quan s'assequen s'omplen d'esquerdes de retracció.

Se presenten en masses compactes o fullades. Entre les primeres hi hà el *Kaolí* o terra de porcellana, que es la argila més pura, producte de la descomposició del feldes-

pat ortosa del granit y de la pegmatita especialment; es blanca. Se'n troben mostres a la Costa de Llevant entre les esquerdes del granit.

La *argila esméctica* o *terra de Batan*, que's pasta malament a la ayga; es untuosa y suau al tacte y té la propietat d'absorvir els cossos grassos, lo que fá se la use pera desengrassar els texits de llana. N'hi hà a Caldes de Malavella.

La *argila plástica* o *terra de rajoler*, que's pasta molt bé a la ayga, s'endureix al foch y resisteix temperatures molt altes, perxó s'emplea pera fabricar rajoles, canonades, tubos, olles, etc. Abunda en el Plá de Barcelona, Vallés, Penadés, etc.

La *argila refractaria*, que es quasi infusible per tenir quantitats molt petites de calç, àlcalis y ferre. N'hi hà a Pinell (comarca de Tortosa).

Els *Jaspis* són argiles molt dures, compactes per la adició de una gran quantitat de silice y de colors variats, són comparables al silex.

Les argiles fullades formen les *piçarres* o *llicorelles*; la llur disposició en fulles es resultat més que de la estratificació, dels esforços mecànichs soferts posteriorment a la llur formació; molt sovint contenen altres substancies com betúm y formen les *piçarres betuminoses*, o carbó y són les *pissarres carbonoses* o *ampelites*, (Camprodón) etcètera.

Marga.— Barreja íntima d'argila ab calça o dolomia; forma una roca compacta, terrosa, fullosa, de grà fi y color generalment clar; s'assembla a la argila, pero es menys plástica y presenta les metexes varietats que ella. Quan la proporció de silice y alumina arriba a un 10 % forma la *calç hidràulica*, y quan aquesta proporció es més forta, el *ciment*. Abunda en el Gironés, Ripollés, Bergadà, Penadés, etc., etc.

Roques estratificades d'origen químich. — Són les roques quals elements estigueren primariament en dissolució en algún líquit del que's precipitaren després originant masses d'aspecte cristallí.

Calixa. — Ab aquest nom genèrich se designen les roques a basa de carbonat de calç més o menys barrejat ab substancies estranyes, argila, betúm, ferre o silice. Hi hà calices amorfes, cristallines, clàstiques, corallines, piçarrenques, etc.; unes foren depositades al fons de les aygues de mar, altres dins la ayga dolça. Llurs caràcters principals són: ser insolubles en la ayga, a menys que aquesta tinga anhidrit carbónich abundant; transformarse en calç viva per la acció de la calor; ser solubles ab efervescencia tumultuosa en els àcits; dexarse ratllar pèl gabinet y el vidre.

Les diferencies d'aspecte, de textura, de color, etc., donen lloch a un gran nombre de varietats de les que citarém sols el *marbre*, la *tosca* y la *creta*.

El *marbre* es una calixa, formada per un agregat de cristalls de calcita, (fig. 117) que's presenta compacta y's presta bè al puliment. Ses varietats són infinites y's troben en tots els terrenos. Com a tipu de marbre pur el de Carrara; el marbre *cipoli* conté palletes de mica y's troba en els terrenos arcàichs del nostre Pirineu; el marbre *griotte* es una calixa plena de nódols argilenchs verts o rojos, que abunda també en el terreno devónich del Pirineu.

La *tosca* es el resultat de la dissolució del carbonat de calç en les aygues carregades d'anhidrit carbónich y de la seua deposició posterior; segons les condicions en que aquesta se verifique resulta la roca compacta o esponjosa. En aquest grupu hi hà les estalagmites y estalagmites, les diferents *calices incrustantes* y l'*alabastre oriental*.

La *creta* es una calixa blanca, friable, polsosa, que al microscopi apar formada per un agregat de una infinitat de partícules de protozoaris y altres sers inferiors.

Dolomia. — Nom general pera designar les roques anàlogues a la calça, granades, arenoses, formades de cristalls de dolomita, y ab un equivalent de carbonat de calç y ab un de carbonat de magnesia; es, donchs, un carbo-



CLIXÈ DEL AUTOR

Fig. 117.

Microfotografia de una calça arcaica de Carboners. Setcases.

nat doble de calç y magnesia. Se distingeix de la calça perque te major pès específich, pèl seu color generalment grís; acompanyat de un llustre nacarat característich, y sobretot perque ab els àcits la dolomia dona una efervescencia pausada y dèxa un dipòsit gelatinós.

Hi hà dolomies compactes, però la majoria són caver-

noses; aquestes formen les anomenades *carnioles* del terror triàssich; també hi hà dolomies *sacaroides*, tan blanques com el marbre però de un grà molt fi y d'aspre tacte.

La dolomia abunda a Catalunya, especialment en les capes dels terrenos devònich y triàssich.

Guix.—Es un sulfat hidratat de calç; de color molt variable, de textura generalment granada o cristallina en grans fulles transparentes, fibrosa y fins compacta. Es tan tendra que's ratlla ab la unglà, no dona efervescencia ab els àcits, y si s'escalfa pert la ayga y's converteix en una substancia blanca que's torna pols. Abunda en el terreno triàssich de tot Catalunya.

La *anhidrita* es un sulfat de calç sense ayga.

Sal.—Es el clorur de sodi pur o barrejat ab alguna substancia bituminosa o orgànica, y ab òxits de ferre que li donen coloracions diferents; se troba en venes y capes de potencia variable entre les argiles. Es cèlebre el jaciment de Cardona inclòs en les margues oligocèniques.

Tant la sal com el guix deuen llur origen a la evaporació d'antigues maresmes o estanys marins, però'l guix y la anhidrita poden resultar també de la transformació de les calices baix la influencia d'emanacions sulfuroses.

Un origen químic tenen també moltes altres roques, encar que abunden poch; tals són: la *geyserita* o silice hidratada; els dipòsits de ferre hidroxidat o *limonita*, aglomerat de vegades en grans ab capes concèntriques y altres en forma de capes; els nòdols de ferre carbonatat o *esferosiderita* del terreno huller; les calices *oolítiques* y *pisolítiques*; els ronyons de silice hidratada o *menilites* (*Camp dels ninyos* de Caldes de Malavella); els cristalls de quarç bipiramidats que's troben dintre'l guix (*Mont Verdó*, *Pobla de Lillet*, *Pont de Raventí*, etc).

Roques estratificades d'origen orgànich.—Són les que deuen llur formació als organismes tant animals com

vegetals, intervinthi a més quasi bé sempre la acció química. Aquest origen tenen les calices *corallines* y moltes de les que hem considerat com d'origen químich; les *lumaqueles* que són constituïdes per una aglomeració de esclaves de moluschs, etc.

Tripoli.—S'anomena també *farina silícea fòssil* per mor de la seva pols finíssima y es constituïda per la aglomeració de un nombre incalculable de frústules de diatomees o algues microscòpiques, qual composició es silice hidratada.

Els vegetals contribuexen també, com hem pogut veure ab l'exàmen de les turberes, a la formació de potentes capes estratificades, fixant dins la terra una part dels elements de la atmòsfera en la forma durable dels *combustibles minerals*, turba, lignit, hulla y antracita.

Turba.—Roca fosca o negra, esponjosa o compacta, formada sota la ayga y fòra del contacte de l'ayre, ab despulles de vegetals que encara's regonèxen. Conté de 45 a 60 % de carbonó.

Lignit.—Carbó compacte, terrós o fibrós, que's troba en capes dintre'ls terrenos secundaris y terciaris generalment. Conté de 55 a 75 % de carbonó. L'*assabaxe* es un lignit compacte. Hi hà lignit en el cretàcich del Montsech y Bergadà, en el oligocènich de Calaf y Subirats, en el miocènich de Cerdanya, etc.

Hulla.—Roca combustible, formada per una combinació de carbonó, hidrògen y oxígen, ab certa quantitat de materies estranyes qual total varia de 2 a 10 %. Es feta de restos vegetals en diversos estats d'alteració, contenint entre ells una substancia húmica especial. Conté de 75 a 90 % de carbonó.

Hi hà la hulla *grassa* que conté fins un 25 % de materies volàtils; la hulla *magra* que'n conté un 10 % y la hulla *seca* que'n conté fins un 40 %.

Antracita.—Carbó fòssil de llustre vidriós o semi-metàlic, trencadís, fractura estel·losa, color grisa; crema amb poca flama y fum. Conté més de 90 % de carboni.

Poden citar-se a més els *olis minerals*, la *cera mineral* (*Ozocerita*) y l'*asfalt* que representa un producte d'oxidació del petroli.

La nafta la tenim a Catalunya impregnant unes capes de margues eocèniques de Bagà, Pobla de Lillet, Gombreny, Campdevanòl, etc.; la anàlisi hi ha trobat també la *ozocerita*. L'*ambar*, *succí* o resina fòssil, se troba també entre'ls lignits del Bergadà.

Roques endogenes o eruptives.—Aquestes roques se troben generalment omplint les esquerdes que hi hà hagut en la escorça de la terra; són excludivament formades de silicats y composades d'elements cristallins o vidriosos disposats de un modo diferent del que ho eren les roques estratificades; són macises y tenen estructura propia. Se les veu atravesant les capes horizontals o plegades en formes molt diferents; són els *filons* (fig. 118).

Sèrie antiga y sèrie moderna.—Del estudi de les roques eruptives resulta: que foren molt abundoses en els més antics periodos geològichs anomenats primaris, en que la activitat interna del globo se manifestà ab una energia considerable; que foren molt escasses en els periodos secundaris en que la terra sembla passà per una època de repòs; y que tornaren a abundar en els periodos terciaris y quaternaris, en que la terra ha reprès sa activitat interna.

Segons axò, les roques eruptives se dividexen en dues sèries de una durada de importancia molt desigual: 1.^{er} La *sèrie antiga* que comprèn les roques anteriors al terreno juràssich. 2.^{on} La *sèrie moderna* que comprèn les roques posteriors al terreno cretàcich.

En la sèrie antiga predominen les roques del tipu granitoit que's presenten, més que en filons, en grans macisos de contorns irregulars. Aquesta disposició y la seva textura cristallina, indiquen que's formaren no en estat de fusió ígnea, sinó en estat pastós y en condicions especials en que la ayga escalfada y la pressió feren un paper molt important. El granit pot considerarse com el tipu d'aquestes roques.

En la sèrie moderna predominen les roques en filons del tipu volcànich. Com a roques característiques pot citar-se la traquita y'l basalt.

Classificació general fundada en la composició química.—Per la llur composició química, basada en el pre-



CLIXÉ D'EN LL. M. VIDAL

Fig. 118. — Filons de pegmatita (fallats) travessant el granit.
Carretera de Castellar a Sentmenat.

domini de la silice s'han dividit les roques endogenes en àcides, bàssiques y neutres.

Roques àcides o lleugeres són les que contenen en la llur pasta fonamental silice en excés o en quantitat superior a la dels feldespats més àcits, es a dir, la ortosa (65 a 66 %) o la albita (68 o 69 %). Exemple de roca àcida el granit.

Roques bàssiques o pesantes són les que no tenen silice lliure o en quantitat com els silicats més bàssichs, entre 40 y 55 %. Exemple de roca bàssica el *basalt*.

Roques neutres o intermitges són les que tenen de 55 a 65 % de silice com per exemple la sienita.

ROQUES ÀCIDES

Tipu granitoit.—Granit.—El granit o *ull de serp*, es un agregat de cristalls de quarç, feldespat y mica, ben definits, igualment desenrotllats, trabats per juxtaposició, sens cap ciment que'ls lligue.

El quarç se presenta en cristalls vidriosos, ab contorns irregulars, y al microscopi se'l veu cimentant als altres elements, lo que prova que fou el darrer en solidificarse.

El feldespat se presenta en cristalls opachs, blanchs, grisos o lleument rosats, ab contorns regulars generalment, seguint la forma cristallina. El feldespat predominant es l'ortosa que's reconeix en sa forma rectangular; molt sovint es maclat. Gayrebé sempre s'hi troba també la oligoclasa en cristalls compostats de làmines hemitropes que's distingexen per llurs estríes.

La mica se presenta en palletes hexagonals o en làmines ondulades, de color negra o verdosa ab reflexos metàllics: es la biotita o mica negra.

El granit es una roca dura, resistent y homogenia, de color blanca, grisa o rosada, segons la color del feldespat; pot ser de grà fi o de grà gròs, segons la dimensió dels seus elements; s'anomena granit porfiroit quan hi hà grossos cristalls de feldespat destacantse en la massa.

El granit es la roca eruptiva més coneguda y estesa. A Catalunya ne tenim als Pirineus, La Selva, Costa de Llevant, Vallès, Plà de Barcelona y Priorat.

Granulit.—S'anomena així una varietat de granit que a més de la biotita o mica negra conté muscovita o mica blanca ab abundor; el quarç s'hi presenta en granets microscòpics més individualitzats y de caires polihèdrichs. Se'n troben molts filons atravesant les piçarres del Tibidabo, entre'l granit de la Costa de Llevant, La Selva y Pirineus.

Protogina.—Es un granulit en que la mica s'ha convertit en clorita que dona a la roca una color verda característica. Abunda als Alps, especialment al Montblanch hont pren una estructura estratificada deguda a les grandioses presions que aquesta roca degué suportar durant els moviments que determinaren la formació del sistema dels Alps.

Pegmatita.—Granulit, o granit ab mica blanca, de grossos elements; el quarç y'l feldespat són generalment de colors molt clares y han cristallisat l'un dins l'altre

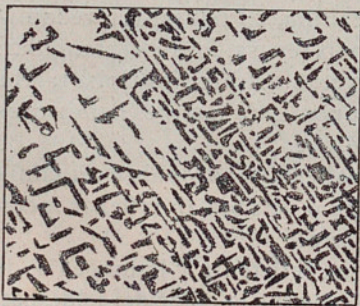


Fig. 119 — Pegmatita gràfica.

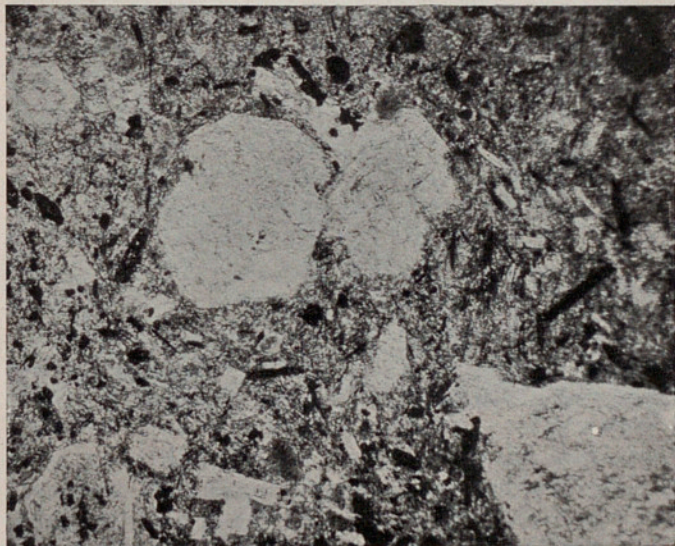
orientantse quiscún de una manera uniforme en grans espays; la mica sobretot se presenta concentrada ab grans làmines y en masses. Es roca de filó quasi sempre y molt rica en minerals cristallisats, especialment ortosa, quarç, topaci, esmeralda y turmalina. Aquest darrer abunda molt en les pegmatites

del Tibidabo y del Cap de Creus hont els cristalls tenen fins 2 y 3 centímetres de diàmetre.

La pegmatita s'anomena *gràfica* quan el quarç en petits cristalls apareix en forma de tascons arreglerats que

semblen ja les lletres hebraiques, ja'ls caràctes cuneiformes (fig. 119).

Tipu porfiroit.—*Pòrfits*.—Nom genèrich ab que's designen les roques que presenten cristalls molt visibles de quarç, feldespat o altres elements, en mitg de una pasta



CLIXÈ DEL AUTOR

Fig. 120. — Microfotografia de un pòrfit en que's veuen els grossos cristalls de quarç rosegats. *Les Rocasses*. Camprodón.

roja, grisa o verdosa generalment, en la qual no's distingexen a simple vista els elements que la componen.

Aquestes roques formen una munió de varietats, són molt dures, generalment poden polirse y's presenten en filons. Els elements grossos són anomenats de *primera consolidació* y quasi sempre són trencats y rosegats per la pasta que'ls envolta (fig. 120).

Els *pòrfits quarcífers* són els que tenen molts petits cristalls de quarç de fractura brillanta aïslats dins la pasta.

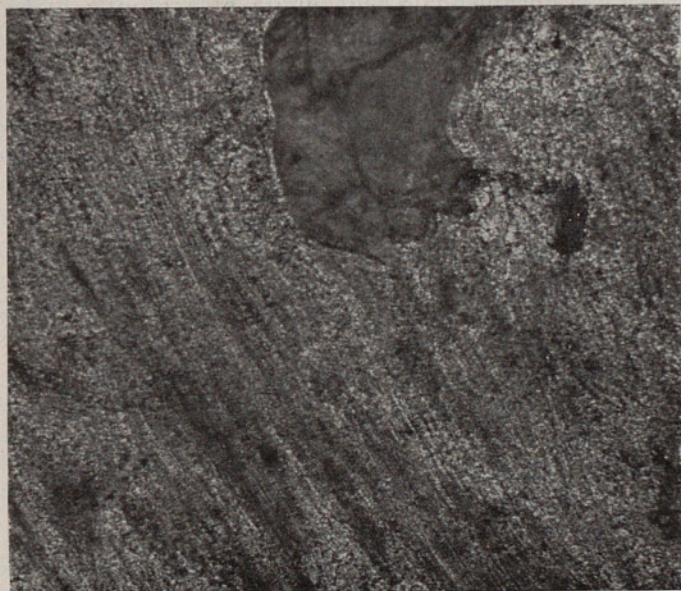
Pòrfits granitoides o *granitofit* s'anomenen els granits de grà fi, qual pasta de textura microgranulítica se resol ab augment, destacantse'ls grans cristalls de feldespat que li donen la apariència de pòrfit.

Quan la pasta se presenta compacta y sembla homogeneïa a simple vista, s'anomena *petrosilicea* y'l conjunt de la roca *Felsofir*. Al microscopi la pasta se resol aparexent la silice en excés aïllada en glòbuls esfèrichs radiats o bé confosament escampada dins la massa en elements molt fins. Els cristalls de quarç de primera consolidació són rosegats y presenten moltes inclusions vítreas essent en cambi molt escasses les líquides. Molt sovint els menuts elements de la pasta de un felsofir són arrengrerats denotant que la roca, abans de sa consolidació definitiva, sofrí un escorriment (fig. 121); als felsofirs que presenten aquesta estructura fluidal se'ls ha anomenat *ryolites*.

Tipu vidriós.—*Retinita*.—S'anomena també *Pechtein*; es un vidre natural hidratat que conté de 63 a 73 % de silice, formant una roca de fractura concoidal, color variada y brillantor resinosa d'ahont s'ha originat son nom. Al microscopi s'hi observa: sanidina, plagioclasa, quarç, mica, magnetita, hematites, etc., ab una pasta vidriosa que en alguns llocs presenta estructura fluidal.

Perlita.—Es una retinita que a causa del modo de contraures la seva massa, se presenta compartida en petites esferes fetes de capes concèntriques, que, ab llur reflecte particular s'assemblen a perles.

Obsidiana. — Vidre d'origen volcànich, homogeni, anhidre, purament vidriós o porfídich ab fenocristalls; per sa composició química deu posarse entre les roques àcides. La color predominanta d'aquestes roques es el ne-



CLIXÈ DEL AUTOR

Fig. 121. — Microfotografia del felsosfir de *Grexa* hont se veu la estructura fluidal al entorn de un gròs cristall de cuarç trencat.

gre; algunes són rogenques. La desvitrificació s'hi fa per cristallets, triquites y esferolites.

Pumita. — Deu considerarse com una obsidiana en la qual els poros gasosos s'han desenrotllat tant, que han originat una textura completament celular o esponjosa; es com la escuma de les obsidians. Se'n troben petits fragments en les *Graderes* de Santa Pau (Olot).

ROQUES NEUTRES

Tipu granitoit. — *Sienita*. — Es un verdader granit sense quarç, quals elements fonamentals són el feldespat

ortosa y la hornblenda o bé la augita o la biotita; hi hà per tant sienita d'hornblenda, que es la propia, sienita de augita y sienita de biotita.

Es una roca granalluda, antiga, intrusiva, molt compacta que resisteix millor que'l granit y's dexe polir molt bé; la majoria dels monuments romans ne són, provenint de Siena (Egipte) d'hont prengué'l nom. N'hi hà una bolsada que trenca'l granit al nord de Vallensana, y se'n troba també entre les diabases del fons de Santa Creu de Olorde vora can Parellada (Almera).

Tipu porfiroit. — *Ortofir y Porfirites.* — Roca anomenada també *Pòrfit sienítich*, quals elements constituents són els metexos de la sienita, però ab major predomini del feldespat, tant entre'ls cristalls macroscòpichs com en la pasta que quasi sempre es holocristallina y fluidal per l'arreglament dels microlites feldespatichs. Quan en lloch de la ortosa hi hà una plagioclasa, que ordinariament es la oligoclasa, la roca s'anomena *Porfirita*; el *pòrfit roig antich* (*porfido rosso antico*) pertany a n'aquest grupu. Exemples de pòrfit sienítich o ortofir ne tenim en petits filons que atravessen el granit a Pedralbes y les piçarres silúriques aprop de c. Balasch (Vallvidrera). En el primer punt se compona de una magma microcristallina verdosa clara, que en els filons de Vallensana se presenta sembrada de cristalls porfídichs de primera consolidació, d'ortosa alterada y molt poch de quarç, ab mica negra y abundant hornblenda que passa a clorita y a epidota, y aprop de c. Balasch els cristalls d'ortosa se presenten maclats y contenen calcita.

La *Porfirita* se troba en divers filons entre'l granit de Pedralbes y sortint de Sarrià cap a Santa Creu. En aquest darrer punt presenta una basa vidriosa ab cristalls d'oligoclasa y estructura fluidal; en el primer la massa es microcristallina predominant la plagioclasa ab cristalls molt

nombrosos d'ortosa y alguns d'oligoclasa; hi hà també mica negra y abundants cristallets de magnetita (Almera).

Traquita. — Roca efussiva neovolcànica, corresponenta a les sienites, ab ortosa vidriosa sempre, pertanyenta a la varietat *sanidina*, ab un o molts minerals del grup de l'anfibol y del piroxen o mica, sense quarç y ab estructura porfídica. El nom de traquita indica ja que es aspre al tacte, lo que prové del gran nombre de petits cristalls punxaguts de feldespat. Si aquests cristalls són de oligoclasa la roca s'anomena *Andesita*. No'n tenim a Catalunya.

Domita. — Es una traquita ab oligoclasa, parcialment descomposada e impregnada d'oligist; els autors francesos donen aquest nom a les traquites ab biotita o ab hornblenda del Puy-de-Dôme, pobres en elements acolorits. No'n tenim a Catalunya.

Fonolita. — Se dona aquest nom a una varietat compacta de les anteriors roques, per mor de la llur marcada tendència a dividir-se en plaques primes, fent un soroll vibrant al colpejarles.

Tipu vidriós. — *Hialotraquites*. — Són formes vidrioses de les traquites ab un gran predomini de la materia amorfa.

ROQUES BÁSIQUES

Tipu granitoit. — *Diorita*. — Associació de feldespat plagioclasa ab l'anfibol hornblenda o la biotita. El feldespat es quasi sempre alterat y transformat en muscovita, kaolí, epidota y clorita, accentuant la color verda característica d'aquestes roques. La hornblenda pertany a la varietat comuna, de color verda; per alteració passa a clorita, serpentina o epidota. La biotita se transforma també en clorita; després apareixen els carbonats y la limonita. Es

roca de filó, compacta, dura, pesanta; molt bona pera la construcció.

N'hi hà varies erupcions a les vessants N. y S. del Tibidabo, a Martorell y una altra al Papiol, (Torrent de les Barreres). Se compona d'hornblenda, molt abundanta en el Tibidabo, plagioclasa, magnetita e ilmenita.

Diabasa. — Associació de feldespat plagioclasa y piroxen augita. Es roca de filó, molt compacta, de grà fí y color verda generalment. Abunda en tota la zona paleozoica d'abdós costats del Llobregat fins a Martorell, formant molts filons y bolsades que atravessen les piçarres. Se compon d'augita, plagioclasa d'abdues menes (oligoclasa y labrador) y altres minerals com magnetita, ilmenita, apatita y titanita. La diabasa del torrent de les Barreres de Papiol es notable pèl bon estat de conservació dels seus elements, la augita y la plagioclasa labrador.

Lherzolita. — Roca eruptiva del llach de Lherz (Pirineus d'Ariège); es un agregat granitoit de bronsita, oliví y espinela (picotita) quasi sempre ab anfibol. Tota ella es atravessada per esquerdes plenes de serpentina.

Serpentina. — Roca d'origen secundari, formada a despeses de les roques que contenen oliví (*Peridotites*) generalment, ab el mineral de *serpentina* (silicat de magnesia hidratat), ferre magnètich, ferre cromat y restos del mineral originari. La roca es compacta, verda, tendra y de vegades porfídica; presenta alternances o flames de tons verts, negres, blanchs, rojos, grochs, simulant la pell de serp, d'hont provè son nom. La roca composada de calça y serpentina s'anomena *Oficalcia* y té molta aplicació com pedra d'ornament.

A Costabona (Pirineus) en la vessant de la Baumeta hi hà unes calices arcaiques serpentinisades en part.

Ofita. — Diabasa dels Pirineus caracterisada per sa estructura intermitja entre'l tipu granitoit y'l porfiroit.

Presenta una color verda ab taques més fosques, semblantse a pell de serp, d'ahont provè també'l seu nom. Es roca que aparegué en la època secundaria (triàssich). Se'n troben una munió d'afloraments, de molta extensió en alguns cassos, en els terrenos triàssich y liàssich compresos entre'ls rius Segre y Noguera Ribagorçana. En el triàssich de Cherta se'n troben també alguns.

Tipu porfiroit. — *Melafir.* — Roca feta essencialment de cristalls de plagioclasa, oliví y augita o enstatita, ab magnetita y apatita, dins una pasta predominanta formada de microlites feldespàtics d'augita y de materia amorfa més o menys vitrificada. A simple vista la roca sembla compacta y es de color fosca.

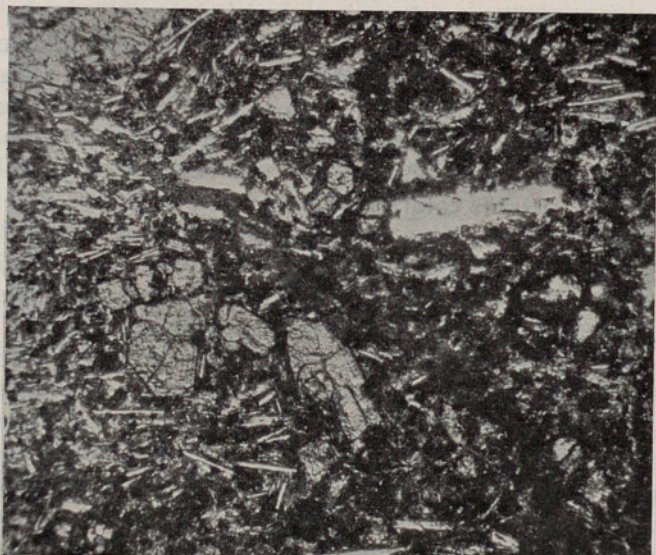
Basalt. — Roca que conté com elements essencials, plagioclasa, oliví, augita y magnetita, y té estructura porfídica (fig. 122). Els basalts de grà grós s'anomenen *Dolerita*, els de grà mitjà *Anamesita* y'ls de grà fi *Basaltita*.

Els basalts (Pedra ferral a Olot) són roques volcàniques modernes que han sortit de dintre terra en estat de fusió ígnea, y són notables per la regularitat axís com per la extesa de les llurs corrents; són compactes, d'aparença homogènia, molt dures y de color negra en el que's desataquen els cristalls grochs o verdosos del oliví. Es notable també'l basalt per la tendència que ofereix a dividir-se en prismes, habitualment hexagonals, quals exos són perpendiculars a les superfícies de refredament; aquesta separació prismàtica es un senzill fenòmen de retracció (figura 123).

Juntament ab els basalts pot estudiarse tot una serie de roques escoriàcees, negres o grisenques, gitades pèls volcans actuals en estat pastós, que semblen les escories de les fargues. Tals són les laves (*pedra tosca* a Olot), roques cavernoses o poroses per la quantitat de bombolles de gasos que empresonaven al refredarse; les unes se sem-

blen als basalts, les altres a les traquites; altrament la llur composició varia segons l'origen.

Cal notar que'ls productes d'alteració d'aquestes roques volcàniques, originen llots alcalí-terrosos que per la llur composició són molt favorables als conreus.



CLIXÈ DEL AUTOR

Fig. 122. — Microfotografia de un basalt de Caldes de Malavella, en que's veuen els cristalls d'oliví completament esquerdats, els de plagioclasa allargats com bastonets, y la massa negra formada per abundanta magnetita.

Exemples nombrosos de basalt tenim a les comarques del NE. de Catalunya, compreses en el triangle que formen el Cap de Creus, Olot y Tordera. Se presenta unes vegades en forma de grans corrents, com la de la vall de Santa Pau, la de Castellfollit y la de la vall d'Amer, en

les que la erosió dels rius hi ha originat grans cingleres (figs. 124 y 125); altres vegades se presenta en dics o filons y conos, servint de basa a quasi tots els volcans de la regió.

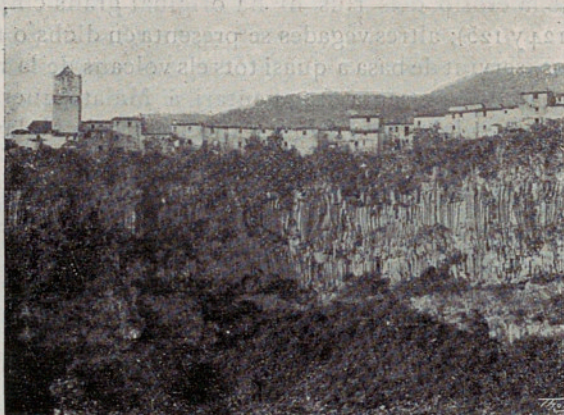
El basalt se presenta fragmentari a Malatosquera, La Cot y Batet; globular a Olot, Adri, Caldes de Malavella,



CLIXÈ DE MOSSEN J. GELABERT

Fig. 123. — Formes prismàtiques del basalt. Les Planes.
(Aquest bell exemple ja no existeix.)

etcètera; prismàtic a Sant Joan les Fonts, Castellfollit, Santa Pau, Sallent, Sant Maurici, Las Planas, etc.; tabular a Sant Roch d'Olot, Sallent y Sant Joan les Fonts, (fig. 126). Tots aquests basalts són molt compactes; els de la vessant occidental de Batet són celulosos; molt negres els de Foxà, cendrosos els de Basella y rogenchs els de Massanet de la Selva.



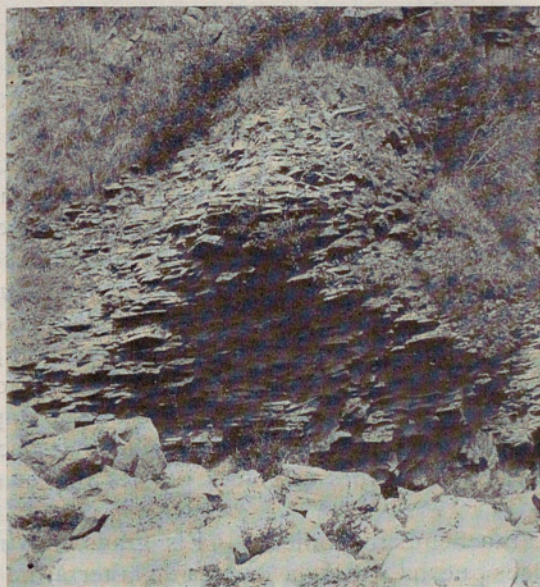
CLIXÈ D'EN G. A. TORRAS

Fig. 124. — Cingle basàltich de Castellfullit.



CLIXÈ DE MOSSEN J. GELABERT

Fig. 125. — Cingle d'Ayga-barreja.



CLIXÈ DE MOSSEN J. GELABERT

Fig. 126.

Forma tabular del basalt. Sant Joan les Fonts.

Tipu vidriós. — *Hyalobasalts*. — Són el tipu vidriós de les roques bàssiques modernes que comprèn les anomenes abans *Tachilita* (vidre soluble en els àcits) y *Hyalomelana* (vidre insoluble). Són roques molt rares per la marcada tendència de les pastes bàssiques a la cristallisació.

§ III

Roques metamòrfiques. — Són les que han sofert transformacions de importància en la llur estructura y composició, posteriorment a la llur formació, gracies a reaccions diferents, especialment per la intervenció de filons intrusius, per simples fenòmens mecànics o per reaccions superficials, infiltracions d'ayga, etc. Perxò hi hà diferents menes de metamorfisme, però les principals són dues, que's referexen a dos ordres de fets molt generals: el *metamorfisme mecànich*, determinat per accions purament mecàniques en les regions plegades o capgirades, y el *metamorfisme de influencia* degut a les accions calorífiques o químiques exercides per les roques eruptives.

Metamorfisme mecànich. — Els grans moviments orogènics que ha sofert la escorça de la terra, no s'han pas limitat solament a fer les montanyes, sinó que les roques que formaven aquestes han sofert plegaments en diversos sentits, y perxò avuy les veyèm redreçades, ondulades, trencades, etc., denotant un esforç mecànich incalculable. Aquest no s'ha limitat pas a n'axò, sinó que per la compresió, les calices, les arenisques y les quarcites, han sofert un esfullament; exemples ben clàssichs d'axò tenim en les roques del nostre Pirineu, especialment en els marbres que's presenten, com els de Nuria, en plaquetes molt primes y esbocinades. Les metexes piçarres no són altra cosa que masses d'argila metamorfosejades per la acció mecànica. Però cal advertir que no hi intervingué aquesta acció sola, sinó que l'esforç mecànich determinà una calor molt intensa, y aquesta, junt ab la ayga de que són amarades totes les roques, produhí diverses

reaccions químiques que originaren nous minerals y transformaren els preexistents en les roques comprimides. Axò'ns explica'l perquè roques evidentment sedimentaries tenen una estructura cristallina, el perquè del desenrotll dels elements micacis en les argiles transformades en piçarres y'l dels silicats cristallisats del grupu dels feldspats (ortosa y albita) en les calices metamòrfiques.

Metamorfisme d'influencia. — Les roques eruptives al atravesar les capes dels terrenos les modifiquen per medi de la acció química o simplement calorífica. Tal passa, per exemple, ab les roques volcàniques, el basalt sobretot, que ab son contacte fón parcialment les arenisques, endureix les calices, transforma en *porcellanita* o *termàntida* a la argila, al carbó de pedra en cok y al lignit en antracita. Ab tot, aquesta acció de influencia es molt restringida.

En cambi, la acció metamòrfica s'extén a molts centenars de metres del punt de contacte, quan se tracta de les erupcions granítiques o porfídiques que, gracies a llur riquesa en silice, determinen reaccions químiques molt importants. Perxò prop dels apuntaments de granit y granulit que voregen la vessant costera de la serralada del Tibidabo, veyèm les piçarres primitives metamorfosegades en piçarres *maclíferes* y *micàcees*, y hi trobèm abundants filons de grenatita y anfíbolita ab vesubiana, epidota, turmalina, chiastolita y estauròtida. A n'aquesta zona o aureola metamorfosegada interior segueix la exterior, no tan trasformada, ab les piçarres *satinades* de color y composició variada. En conjunt, la zona metamorfosegada del Tibidabo té uns 3000 metres (Almera).

Al Pirineu els exemples de metamorfisme són molt freqüents. A la vessant de la Baumeta del Costabona n'hi hà un de interessantíssim, trobantse, al contacte del granit, un filó de grenatita ab grenats cristallisats de 3 y 4 cen-

tímetres de diàmetre, tremolita y epidota, ab molibdenita, calcopirita y piritita magnètica, y les calices properes són parcialment transformades en serpentina. Un exemple semblant se troba a la vessant del Ritort (mines del Turron).

Endomorfisme. — Es un metamorfisme invertit, o sia la modificació produhida en les roques eruptives pèl seu contacte ab les roques que atravessen.

Principals roques metamòrfiques. — *Gneis*. — Roca formada per un agregat dels metexos elements del granit, però's distingeix d'ell per son aspecte fullós gracies a la disposició de la mica en capes paraleles y a l'allargament dels grans de quarç en el meteix sentit. Pot contenir també muscovita, hornblendita y augita, originant sengles varietats. Per la seva estructura se distingexen varies menes de gneis, essent la més comuna'l *gneis granitoit* que se sembla força al granit perque la estratificació dels elements es poch accentuada. D'aquesta classe són les roques de la comarcada d'Ull de Ter y Coma de Vaca (Pirineus) y també n'hi hà al Cap de Creus.

El gneis se considera com a roca *fonamental* per trobarse en la basa dels terrenos més antichs y en contacte immediat ab el granit. Es una roca compacta y dura que té molta aplicació pera les construccions, empedrats, etc. (fig. 127).

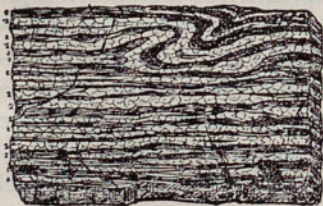


Fig. 127. — Gneis.

Piçarra micàcea. — Roca cristallina formada essencialment de quarç y mica, quasi sempre negra, disposats en sostres alterns; el quarç se presenta en forma lenticular. Com a elements accessoris hi hà'l feldespat, grenat, turmalina, anfíbol,

epidota, clorita, magnetita, pirita, etc. Es una roca que s'esfulla en plaques primes y que's troba ensemps ab el gneis en els Pirineus.

La piçarra s'anomena *satinada* quan té una gran lluhissor, com moltes dels metexos Pirineus, de la serra del Tibidabo y del Montseny.

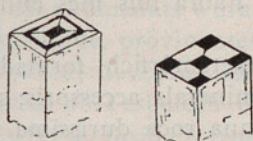


Fig. 128.
Macles de chiastolita.

són originades per la *andalusita*, silicat d'alúmina quasi pur, format per la cristallisació del silicat aluminós de les piçarres sots la influencia de les roques eruptives injectades; però la andalusita al individualisarse cimentà partícules carbonoses de les piçarres que's disposaren allavors ab certa simetria a l'interior del cristall, dibuxant figures regulars (fig. 128) y en aquest càs tenim la varietat d'andalusita anomenada *chiastolita* o macla. Si la andalusita se carrega de ferre, canvia de forma cristallina y d'aspecte, originant cristalls en forma de creu y de color roja fosca, dits *estauròtida* (fig. 129).

Piçarres maclíferes són quasi bé totes les de la vessant costera del Tibidabo, que contenen estauròtida y chiastolita en prismes aciculars; aquests són molt hermosos a Sant Pere Màrtir, demunt la Font del Lleó. També n'hi hà al Pirineu, Poblet, Palafolls, etc.

Anfibolita. — Agregat granallut o piçarrós d'anfibol

Piçarra maclífera. — Piçarra metamorfosejada per la influencia de una roca eruptiva, generalment granit o granulit. En la superfície llisa y satinada de la piçarra s'hi veuen unes taques fosques: són les *macles*. Aquestes

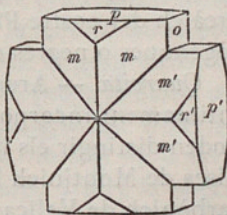


Fig. 129.
Cristall d'estauròtida.

hornblenda vert fosch o negre, o d'actinota vert pàlit, se presenta en grans masses subordinades, lenticulars, entre les piçarres metamorfosejades. Es una roca pesanta, molt dura, negra o de un vert molt fosch. N'hi hà una potenta massa lenticular, tocant a la grenatita, a la vessant del Tibidabo desde sota l'Observatori Fabra fins més enllà de Bethlèm.

Grenatita. — Roca d'origen metamòrfich formada essencialment de grenat, ab altres minerals accessoris; se hi troben grenats cristallisats. Es una roca duríssima y pesanta. N'hi hà a la localitat citada del Tibidabo barrejat ab cristalls de vesubiana. A la vessant de Costabona (Baumeta) n'hi hà un filó ab tremolita, epidota y molibdenita, y un altre a la mina del Turon de la metexa localitat. També se'n troba en el Cap de Creus y a Bagur (Vidal).

Marbre cipoli. — Calia cristallina o arcaica, plena de palletes de mica, de talc o de clorita, disposades en sotres com fà'l gneis. Se presenta en gruxos molt fullats, lenticulars, entre'l gneis y piçarres micàcees del terreno arcàich del nostre Pirineu; la llur color es blanca ab faxes rogenques o negres devegades.

Quarcita. — Arenisca formada de grans de quarç, tan íntimament incorporats dintre un ciment silici, que no's poden distingir els llurs caires. Algunes capes de la arenisca de Montjuich ho són; n'hi hà també en el terreno carbònich de Vallcarca, Papiol, Camprodon, etc.

Roques meteòriques. — Els meteorits, més escayentment anomenats «uranolits», són masses de ferre o de pedra que, provinents de l'espai, entren a la nostra atmòsfera, devenint rohentes per la fricció y, reventant a voltes ab l'espetch d'un trò, cauen a terra, servant les proves de fusió externa (crosta).

Són roques eminentment bàssiques, d'origen desconeguda, car es difícilment acceptable la suposança aventurada dels qui les creyen foragitades per la activitat volcànica de la Terra o de la Lluna. Un còs llençat de la Terra sols pot defugir la atracció nostra si té una velocitat al menys igual a la «velocitat parabòlica» o sía igual a la que tindria un còs que arribès a la Terra procedent de l'infinit. Donchs bé, aquesta velocitat de progecció (vora 12 km. per segón), ni en el present, ni en el passat, es raho-nablement concedible a la Terra, adhuc prescindint de la resistença de la atmòsfera. El càs de la Lluna no es pas gens més planer, perque en primer lloch la gran densitat dels meteorits contrasta fortament ab la petita densitat de la Lluna, y en segón lloch, si bé la feble gravitat superficial de la Lluna fà més possible que un còs fuja de la seva atracció y assolint el «punt neutre» caiga dintre la esfera d'atracció terrània, no's pot oblidar que segons la lògica mecànica, a menor densitat y menor gravitat deu correspondre *menor* força projectiva.

Actualment la ciencia més aviat apar cercar el parentiu dels uranolits decantantse vers els estels volants y'ls estels ab cuha, haventhi un autor molt seriós (Langley) qui presenta decidit cert uranolit com «un fragment de cometa».

La crosta que'ls envolta, de color ferruginós quasi sempre, y plena de irregularitats que li donen l'aspecte de un còs tou pastat ab els dits, es el resultat de la fusió superficial provocada per la transformació del moviment en calor que causa la incandescencia del bòlit quan passa al través de la atmòsfera. Quasi bé sempre exploten en petits fragments abans de terra, per mor de la presió dels gasos de la atmòsfera violentment comprimits pèl bòlit quan cau.

El nombre de uranolits autèntichs no passa d'un mi-
ler; llur grandaria es petita generalment; els més grossos no passen de 50 kgr.; la majoria són més petits que'l puny.

Els uranolits se classifiquen segons la proporció de *ferre natiu nikelífer* que contenen. Hi hà dos tipus principals: els meteorits formats essencialment de ferre nadiu (*Holosideris*), y'ls meteorits carbonosos o sense metall en estat lliure (*Asideris*).

Els composants més principals dels meteorits són: el *ferre*, aliat a diferents metalls, especialment al *nikel* que devegades forma el 17 % de la massa; la *pirrotina* o pirita magnètica; el *ferre cromat* y el *diamant negre*. Les parts terroses són constituïdes pèls silicats, essent quasi sempre l'*oliví*, la *bronsita*, el *piroxen* y les *plagioclases*.

Els uranolits cayguts a Catalunya de que's té noticia més exacta, són: el caygut a Nulles (Tarragona) el 5 de Novembre de 1851, qual exemplar existent al Museu de Madrid, pesa 7862 grams; el de Canyellas (Tarragona) caygut en 14 de Maig de 1861, del que n'hi hà un exemplar de 500 grams en el meteix Museu de Madrid y un altre al del Seminari de Barcelona; el trobat a Gerona en Febrer de 1902, y un que pesa 8,791 grams trobat a la *Falconera* (Garraf) durant la publicació d'aquest llibre.

CAPÍTOL III

FILONS

Jaciments minerals y metalífers. Llurs classes.— La majoria dels minerals són difundits fins a l'extrèm en les masses rocoses que formen la escorça de la terra; el ferre meteix se troba per tot arreu, poguentse dir que no hi hà roca ni ayga que no'n tinga; però encara que sien abundantíssims, en aquestes condicions no són aprofitables pera la industria. Sols ho són quan per causes especials s'han emmagatzemat en llochs particulars com les cavitats o esquerdes de la crosta de la terra. Aquests llochs s'anomenen *jaciments*, que són *minerals* quan se'n poden treure substancies útils y són *metalífers* quan les substancies contingudes poden donarnos els metalls.

Segons haja estat el seu origen varia la disposició del jaciment. Hi hà jaciments *estratificats* que's presenten en capes concordantes ab els terrenos hont se troben, y jaciments de *fractura* que's presenten omplint les esquerdes o cavitats dels terrenos tant eruptius com estratificats; són per tant posteriors a dits terrenos.

Els jaciments de fractura si són regulars s'anomenen *filons* y si són irregulars *bolsades*.

Caràcters generals dels filons.—S'anomena *filó* una esquerda de la terra omplerta de substancies minerals depositades allà per causes diverses. *Aflorament* de un filó es la seua intersecció ab la superficie de la terra. La *potencia* o gruix dels filons es sumament variable podent oscilar desde alguns milímetres fins a molts metres. Adhuc en un meteix filó poden variar les dimensions en espays molt petits, degut a la irregularitat de la esquerda que li

serveix de caixa. La *llargaria* pot ser desde alguns centímetres fins a molts kilometres. Els filons tenen una *inclinació* que s'acosta quasi bé sempre a la vertical y s'amida per l'angul que fà ab la horizontal la línea de més gran pendent. La *direcció* de un filó es la orientació de la horizontal en quiscun dels seus punts; pot ser molt variable.

L'ompliment de una esquerda y per lo tant l'*origen* de un filó pot ferse de tres maneres: per *ingecció* directa; per *sublimació* y per *circulació* de les aygues minerals.

La injecció directa es el càs més rar, contra lo que antigament se creya; si bé les substancies metàliques poden haver sortit ab les roques eruptives de que més tart se'n separaren per reaccions químiques produhides per la ayga.

La sublimació ha estat un càs més frequent, pujant els vapors minerals dins un medi aquós o ab el vapor d'ayga y condensantse a les parets de la esquerda.

La circulació de les aygues minerals, es indubtablement el càs més general d'ompliment de filons, y es encara avuy el més frequent en la natura; però la manera de ferse es molt complexa, ja que les substancies minerals han pogut venir o de les entranyes de la terra, o del seu defora, o d'abdós llochs ensemps; poden provenir també de les roques properes atravessades per la ayga y allavors els jaciments s'anomenen de *secreció*, per oposició als de *emanació* que venen del interior.

Com a principi general pot afirmarse que tots els filons deuen llur ompliment a dipòsits íntimament relacionats ab les erupcions de les roques internes, y resulten de fenòmens termo-minerals contemporanis ab aquestes erupcions o consecutius d'elles. Els filons metalífers quasi may són aïllats, sinó aplegats en regions determinades, dites *campes de fractura*, seguint quasi sempre direccions paraleles; si aquestes no són axis, hi pot haver creuament de

filons, y en aquest cas el filó atravesat es el més antic, podent ser desplaçat per falla.

Filons concrecionats.—Són els que omplen esquerdes ben definides hont les substancies minerals s'han depositat en capes concèntriques simètricament a abdues parets de la esquerda (fig. 130). Aquesta disposició concèntrica se troba també al entorn dels fragments de roca angulosos que quedaren dins la esquerda, si bé allavors s'anomenen *filons-bretxa* (fig. 131).

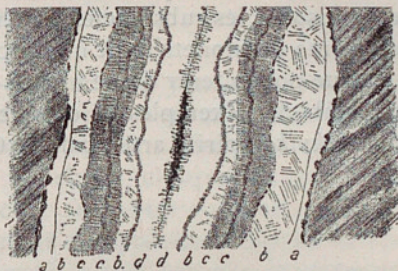


Fig. 130. — Filó concrecionat. Les metxes lletres indiquen iguals substancies.

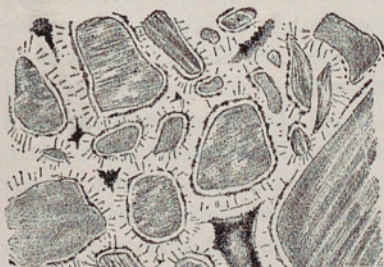


Fig. 131. — Filó bretxa.

Aquests fets indiquen que produhida la esquerda serví de canal de conducció a les aygues minerals de dintre terra les quals anaren depositant en ses parets les materies de que estaven carregades fins a omplirla del tot. La diversitat de gangues y minerals s'explica per les intermitences y variacions que en llur composició sofririen les aygues. Un exemple d'aquests filons tenim a Sant Pere Martyr, demunt la Font del Lleó, hont se presenta la calcita com a ganga acompanyant els minerals sulfurats, tals com la *blenda* (sulfur de zinc) la

galena (sulfur de plom) la *pirita* (sulfur de ferre) y la *calcopirita* (sulfur de ferre y coure).

Filons ingectats.—Són els originats per la emissió, al través de una esquerda, de una roca erúptiva en la qual eren disoltes les substancies minerals, separantsen després en forma de filonets molt nombrosos y prims, o de bolsades que poden tenir desde alguns centímetres a molts metres cúbichs. Exemples de lo derrer tením en els jaciments de *michpikel* (pirita arsenical) de Queralps y Setcases.

CAPÍTOL IV

ELS FÒSSILS

Llur importància.—S'anomenen *fòssils* els restos de sers organitzats, tan animals com vegetals, que's troben entre les capes sedimentàries. La llur natura es molt variable: hi han ossos de vertebrats, closques de moluschs, impresions de plantes, etc., trobantse de preferència les parts més dures dels sers de que provenen, per haver resistit millor a la destrucció; altres vegades se conserva sols el motllo per haver desaparegut del tot la part orgànica.

Podèm formarnos idea de com s'han fet els fòssils contemplant els màrgens d'un llach o la riba de mar; allí hi veurèm una colla de sers vegetals y animals que després d'haver viscut, moren, y arrossegats per la ayga devallen al fons y aviat són colgats pèl llot quedant a cobert de la acció atmosfèrica; en aquestes condicions les parts tendres y carneses se descomposen desseguida y desapareixen, però les parts més dures com les escates, espines, ossos, closques dels moluschs, etc., romanen; de les plantes ne resta'l motllo entre'l llot, y de vegades la substància orgànica se transforma en una substància carbonosa o ocrosa que reproduheix exactament la llur forma y detalls.

Axò que passa avuy ha devingut sempre y per axò les roques sedimentàries contenen les despulles dels animals y plantes contemporanis de llur formació.

En molts cassos no sols hi hà *conservació* de part del ser sinó una verdadera *substitució* de materia que generalment es la calça o la silice, la qual substitueix a la materia orgànica y axís el còs del animal o de la planta queda

en certa manera petrificat; aquesta substitució es devegades tan precisa que no s'altera la estructura íntima, com passa ab alguns tronchs d'arbre silicificats en que's pot estudiar, al microscopi, la estructura de la fusta aytal com se podria fer sobre'l vegetal vivent. Altres vegades romàn sols el motllo intern o l'extern, especialment tractantse dels moluschs, per haver desaparegut del tot la part orgànica, y en alguns casos no's troben més que les impresions de les petjades del pàs de mamífers, aus, reptils, etc., y en cassos més escepcionals encara les impresions de les onades sobre la platja y les de les gotes de pluja sobre'l llot.

Per aquests derrers cassos calen circumstancies molt particulars, perque les impresions aquestes desapareixerien aviat si quedessen a descobert, però si al demunt s'hi deposita desseguida un sostre de sorra o llot poden conservar-se indefinidament.

L'estudi dels fòssils constitueix la part de la Geologia anomenada *Paleontologia*, branca essencialíssima, car per medi d'ella podèm tenir plè conexement de les condicions de la vida sobre la terra en els diferents periodos geològichs, de les evolucions y transformacions de les diverses faunes y flores. Els fòssils són els que'ns diuen les condicions de la llur existencia y que, per lo tant, la terra no tenia l'aspecte que té avuy, que la distribució dels continents y les mars no ha estat sempre lo que es avuy, que la repartició de la calor y de la llum era molt diferenta de lo que es ara. En una paraula, si les gruxes de la terra formen els fulls de la seua historia, els fòssils són les lletres hont el geòlech pot llegirla fins en sos més minuciosos detalls.

CAPÍTOL V

ESTRATIGRAFIA

Estratigrafia.—Es la part de la Geologia que tracta de tot lo relatiu a la estratificació, o sia al caràcter y accidents que distingexen als terrenos de sediment; el seu fi capdal es cercar l'ordre ab que's succehexen les gruxes de terreno y les condicions en que s'han format. *Capa* o *estrat* s'anomena en geologia una massa mineral quals superficies conserven sempre cert paralclisme, tant si's presenta horizontal com vertical.

Principi de superposició dels dipòsits sedimentaris.—Tal com veyèm avuy passa al fons de les mars y llachs hont s'hi dipositen sediments, dels quals són més antichs els més colgats y més moderns els més superiors, igualment passa en térmens generals ab les capes de la terra. D'aquest modo l'ordre de superposició, suposant que no hi hà hagut un capgirament posterior, dona un criteri absolut pera la determinació de la edat relativa de les formacions sedimentaries: tota roca de sediment que'n recobresca una altra, es més moderna que aquesta, y al revés.

Si hi hagués una regió de la terra hont s'hi trobés tota la sèrie de les capes sedimentaries, el problema fora molt senzill, n'hi hauria prou ab fer un sondatge y's veuria quantes capes té la escorça. Però aquesta condició no's troba en lloch, ja que les causes tan variades y cada vegada més locals que han obrat y seguexen obrant demunt y dins la terra, han ocasionat capgiraments o inversions en uns punts y en altres interrupcions en la formació de les capes. Pera salvar aquesta dificultat y tenir una idea del ordre de superposició de tots els dipòsits sedimentaris,

ha sigut precis fer nombroses observacions a totes parts de món, relacionantles unes ab altres segons certes regles y principis estratigràfics.

Observant atentament l'ordre y natura dels dipòsits sedimentaris, podèm deduirne altres conclusions que formaràn la historia geològica de la regió. Axís, si veymè una capa d'argila demunt de un conglomerat, ne deduhirèm que hi hagué un cambi de intensitat en el règim de les corrents; si trobèm una capa de calça demunt de una d'argila, nos indicarà també un cambi de condicions, etc. podentse dir, en general, que les masses argilenques, les margues y les calices compactes, indiquen sediments fets en aygues tranquiles, mentres que'ls banchs de sorra, les arenisques, els pinyolenchs y'ls conglomerats testifiquen aygues correntes y remogudes.

Estratificació concordanta, discordanta y transgressiva.—Ja sabèm que la major part de les capes de la terra s'han depositat de grà en grà, sota la ayga, per la

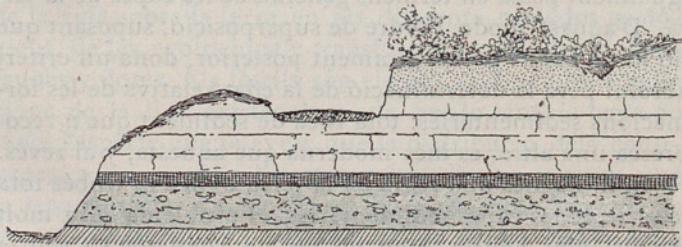


Fig. 132. — Estratificació concordanta.

acció de la gravetat, les unes demunt les altres en capes horitzontals; per axò's diuen *estratificades*. Pot ocórrer que aquestes capes hajan conservat la llur posició primitiva, fins avuy, sense perdre la llur horitzontalitat, però aquest càs es molt rar; lo més frequent es que sien redreçades o

arrugades. Tant en l'un cas com en l'altre, si les capes conserven el paralelisme entre elles, aytal com se formaren, se diu que són en estratificació *concordanta* (fig. 132).

Si la conca hont se depositen els sediments s'enfonza pausadament sota la ayga, aquests aniràn depositantse en estratificació concordanta, però'ls llurs límits no seràn els metexos y no

es correspondràn els uns demunt dels altres. Allavors tindrem la estratificació *transgressiva* (fig. 133).

Per fi, la

estratificació es *discordanta* quan per mor de un enfonzament les aygues ocupen un terreno dislocat, de capes redreçades, y allavors els nous sediments se depositen hori-

zontalment sobre aquestes (fig. 134). Aquest càs es un indicati cert de una interrupció en la sedimentació y de moviments fets per la terra entre l'espai de la deposició de les dues formacions.

Alteracions de la estratificació: capes inclinades, plegades y capgirades. —

Fig. 134. — Estratificació discordanta. Les capes A que són concordantes entre elles, reposen en discordància sobre les capes B.

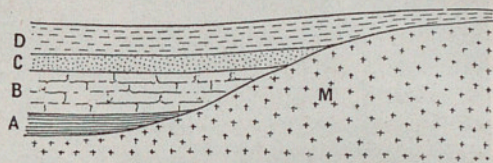
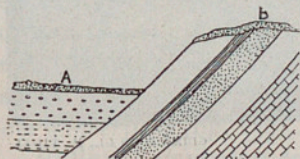
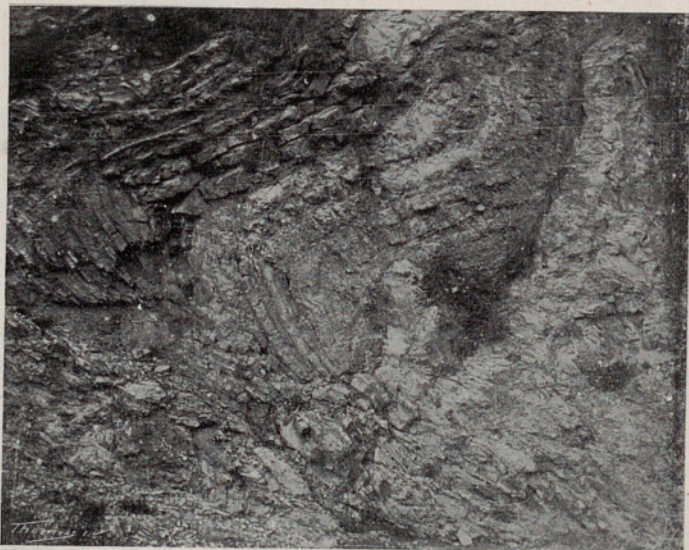


Fig. 133. — Estratificació transgressiva de les capes A, B, C, D, que's recobrexen y sobrepassen la una a la altra.

Aquesta regularitat en la disposició de les capes del terreno se troba molt poques vegades; lo més comú es vèureles més o menys redreçades y devegades capgirades del tot. Aquests daltabaxos han estat ocasionats pèls moviments, pausats o ràpits, conse-

qüència dels plegaments que sofreix la escorça de la terra a causa de la contracció motivada pèl refredament del nucleu intern, ab els consegüents enfonzaments y alçaments que en diferents èpoques han canbiat la distribució de les terres y les mars.



CLIXÈ D'EN LL. M. VIDAL

Fig. 135. — Plech en les margues numulítiques. Torallas.
Sant Joan de las Abadesas.

Prop dels macisos montanyosos, en les regions accidentades, en els punts hont la escorça ha estat sotsmesa a moviments de dislocació, es hont se poden veure aquestes alteracions de la estratificació (fig. 135). Allà veyèm les capes completament separades de llur posició normal. Uns colps se les veu plegades, formant ondulacions qual part còncava s'anomena *plech sinclinal* y *plech anticlinal*

la convexa (figs. 136 y 137). A n'aquests plechs que devedades són colossals, deuen els continents llur emersió. Hi hà també plechs *monoclinals* (fig. 138). Tots aquests

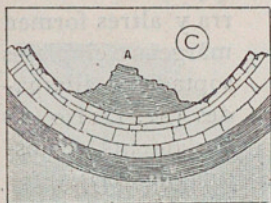


Fig. 136. — Plech sinclinal.

plechs han estat produhits per presions laterals, y podèm fer-nos càrrech experimentalment de com s'han fet, sobreposant, per exemple, troços de roba de diferents colors, que simulàran un grupo de capes sedimentaries, y sometentles a presions laterals apretantles pèls costats després d'haverles cobert ab un objecte pesant; axís podèm obtindre una serie de plechs anticlinals y sinclinals més nombrosos e importants com més aumente la presió.

Altres vegades les capes són redreçades fins a la vertical y en alguns cassos adhuc passen d'aquesta posició, cayent demunt capes més modernes; aquestes són les capes *capgirades* o *invertides* (fig. 139).

Falles. Esquerdaments. —

Els esforços de tensió y de compressió a que són sotmeses les capes de la terra per les presions laterals citades, originen esquerdaments colossals, seguits quasi bé sempre del enfonzament de un dels costats, que s'anomenen *falles*.

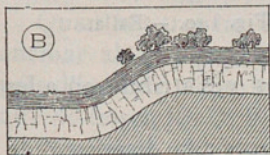


Fig. 138.
Plech monoclinal.

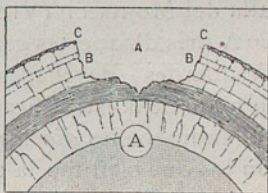


Fig. 137. — Plech anticlinal.

Una falla, donchs, no es més que una esquerda quals

cayres s'han desnivellat, devegades considerablement, posant en contacte immediat capes molt diferents (figura 140). Uns cops les falles passen desapercubudes a la

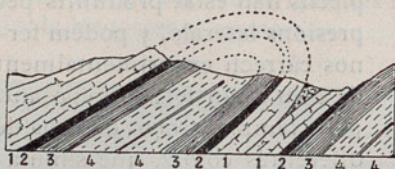


Fig. 139. — Capes capgirades per un plegament. Les metexes capes són marcades dels metexos nombres; les línies de punts indiquen la part del plec que ha desaparegut per la erosió.

superfície de la terra y altres formen màrgens o cingleres soptades y allargades (fig. 141) o esberlaments colossals (fig. 142).

A Catalunya tenim un nombre considerable de falles, per ser una regió eminentment

dislocada, però la més interessant sense dubte es la gran falla del Montsech (Vidal). A més d'aquestes grans fractures les roques són plenes d'esquerdes, devegades microscòpiques, perpendiculars als plans de la estratificació quasi sempre. Aquestes esquerdes anomenades *diaclasses*, són les que faciliten la trituració de les roques pèls agents atmosfèrics, originant els monolits naturals, les agulles y demés fenòmens estudiats en la part de dinàmica, y se coordinen ab una regularitat geomètrica, com les grans fractures y s'atribuexen a les metexes causes (fig. 143).

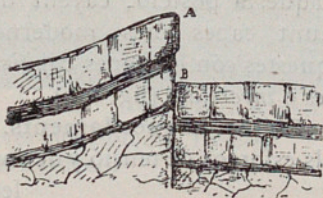
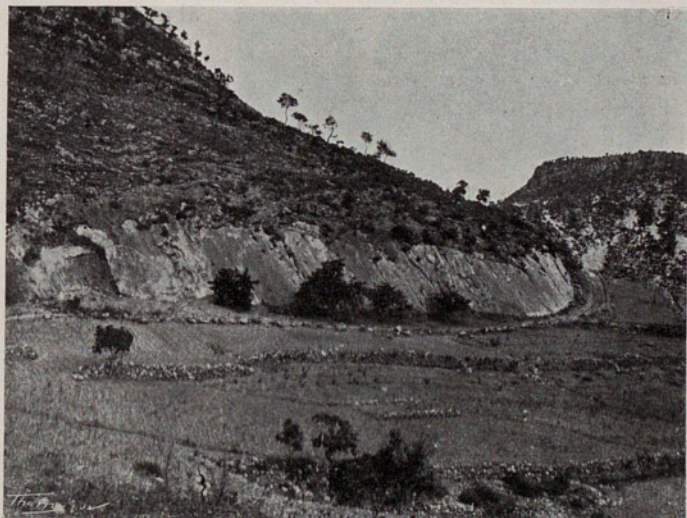


Fig. 140. — Falla.

Cronologia estratigràfica.—Mercès a la disposició de les capes del terreno podem conèixer la edat relativa de un macís montanyós qualsevol.

Suposèm, en efecte, un macís envoltat arreu d'ayga; al fons d'aquesta se depositaràn les gruxes de terreno perfectament horitzontals; però vé un plegament de la crosta de la terra y la montanya emergeix ab els terrenos



CLIXÈ D'EN LL. M. VIDAL

Fig. 141.—Falla curva en la dolomia cretàica. Castellví de la Marca.

depositats al seu entorn que romanen inclinats, y si'l mar continua rodejant al macís depositarà noves capes horitzontals altra vegada (fig. 144).

Quan nos trobem devant de un càs semblant, podrèm afirmar ab tota exactitut que la montanya se formà després d'haverse depositat les capes A, B, C y abans de que ho fessen les D, E, F, G.

Gracies a n'axò podèm fixar ab certa precisió la edat dels darrers moviments ocorreguts en qualsevol macís montanyós, el nostre Pirineu, per exemple, donchs al

veure en ses vessants redreçades les pudingues pertanyentes al periodo *Oligocènic*, podèm dir que aquells se efectuaren entre aquest periodo y'l següent o *Miocènic*.

201 Sincronisme de les capes.—Les capes sincròniques,

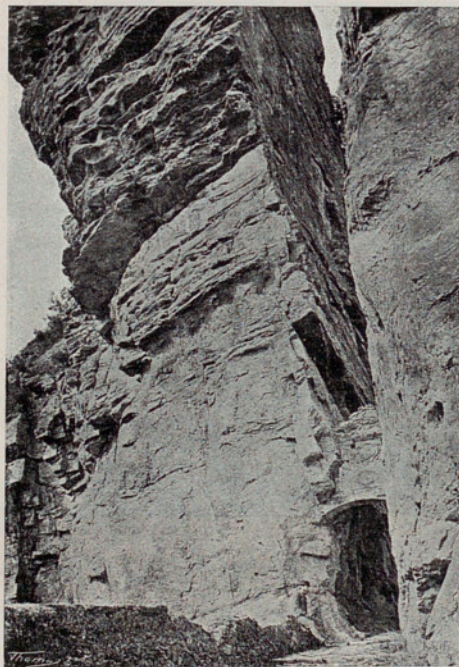


Fig. 142.

Falla-esquerda. Sant Miquel del Fay.

axò es, formades al mateix temps, poden ser de molt diferenta natura baix el punt de vista petrogràfic. Pera convèncerse no més cal considerar lo que passa avuy a nostra costa. Al mateix temps, y en un espay molt petit, veyèm formarse sediments margosos y caliços a les Costes de Garraf, y sorrenchs y argilenchs en el Plà del Llobregat. Per consegüent, els sediments contemporanis els uns dels altres poden tenir un aspecte molt diferent, mentres que pot ocórrer molt bé que dues capes constituïdes per la metexa roca, sien d'edat diferenta.

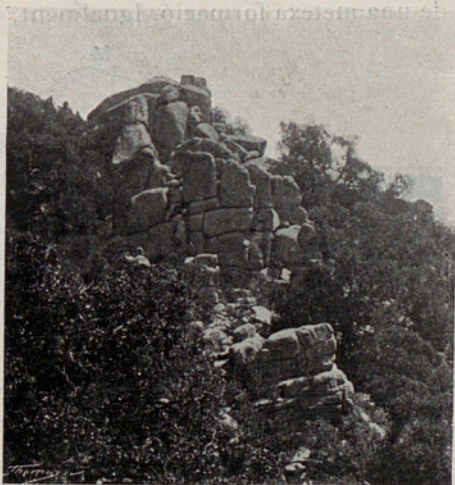
16 Per axò no n'hi hà prou ni ab el caràcter petrogràfic

axò es, formades al mateix temps, poden ser de molt diferenta natura baix el punt de vista petrogràfic. Pera convèncerse no més cal considerar lo que passa avuy a nostra costa. Al mateix temps, y en un espay molt petit, veyèm formarse sediments margosos y caliços a les Costes de Garraf, y sorrenchs y argilenchs en el Plà del Llobregat. Per consegüent, els sediments contemporanis els uns dels altres poden

ni ab l'estratigràfich, pera determinar ab precisió la edat exacta de una formació; s'ha de recórrer al caràcter paleontològich.

El caràcter paleontològich com a basa de la classificació.—Els fòssils són els que'ns diuen exactament la edat de una capa determinada de la terra y'ns permeten relacionarla ab una altra de qualsevol part del mon. Els fòssils són els representants de la vida en les diferents èpoques de la historia de la terra, y com que les condicions climatèriques eren abans les metexes de pòl a pòl, la fauna y la flora tenien també una gran uniformitat, axís es que les capes sincròniques contenen quasi bé sempre els metexos exemplars representants de la vida, qualsevulla que sia la llur natura petrogràfica y les llurs relacions estratigràfiques.

Per consegüent, pct afirmar-se, que quan dues capes continguen els metexos fòssils, o fòssils pertanyents a especies molt properes, aquestes capes són de la metexa època. Tal passa, per exemple ab les capes de Montjuich y de Sant Pau d'Ordal o Sant Sadurní de Noya malgrat



CLIXÈ D'EN C. FREGINALS

Fig. 143. — Diaclases en el granit.
Plana basarda. Sant Feliu de Guíxols.

la llur gran diferencia petrogràfica, ja que les unes són formades d'arenisques y les altres de calices y argiles, però els fòssils són els metexos.

D'aquesta manera, mercès a la paleontologia, se poden resoldre la majoria de dificultats ocasionades per les falles, les dislocacions y les discordances estratigràfiques, podentse identificar, per les faunes, les parts separades de una metexa formació. Igualment, en virtut del meteix

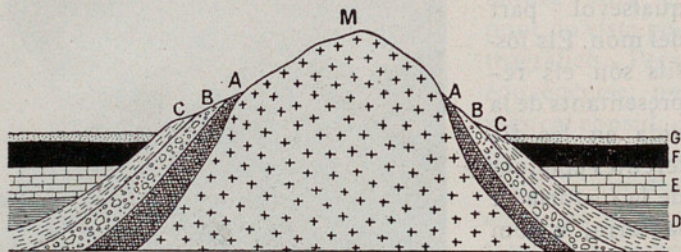


Fig. 144.

principi de continuïtat, quan dues capes, disposades en condicions anàlogues, presentaràn, encara que sien directament sobreposades la una a la altra, una gran diferencia en les llurs faunes o flores, podrèm rahonadament deduirne que llurs èpoques de deposició han degut ser separades per un espay de temps molt més llarch de lo que's podria suposar fonamentantse sols la llur superposició concordant.

Divisions de les formacions sedimentaries.—Mitjantçant els datos estratigràfichs y'ls paleontològichs, s'han pogut classificar y agrupar la munió de terrenos que formen la escorça de la terra, de manera que quiscún ocupa un lloch determinat. El punt de partida es la *capa* o l'*estrat*; una reunió de capes formen un *pis*, la reunió de pisos un *terreno*.

Per dipositarse quiscún d'aquests grupos exigí cert temps. El temps necessari per la formació de molts terrenos s'anomena *era*; el temps empleat pèl dipòsit de un terreno es un *periodo*, y el de la formació de un pis una *època*.

Axis dihèm: *capa calixa del pis de la Turritella rotífera*, (*helvecià*), *periodo Miocènich de la Era terciaria*.

TERCERA PART

GEOLOGÍA PROPIAMENT DITA

GENERALITATS

Les grans divisions geològiques. — Fonamentantse principalment en el desenrotllo de la vida en la superfície de la terra, s'ha dividit la seua historia en cinch grans *eres* successives, que són les eres *primitiva*, *primaria*, *secundaria*, *terciaria* y *quaternaria*, durant les quals se formaren els terrenos *primitiu*, *primari*, *secundari*, *terciari* y *quaternari*.

Quiscuna d'aquestes eres, a excepció de la primitiva en que no s'hi troben els representants de la vida, se caracterisa per faunes especials sobreposades qual evolució està en rahó dels cambis efectuats en la distribució de les mars; faunes que comprenen dues sèries de sers organitzats: els uns que apareixen, se desenrotllen y desapareixen dintre'l mateix periodo, com els *trilobites* en el terreno primari; y els altres, de una durada més llarga, que per-

sistexen en el periodo següent, sufrint una evolució que permet diferenciarlos, com els *ammonites*.

Era y terrenos primitius o arcàichs.—Formen les capes de primera consolidació de la terra; les llurs característiques són: falta absoluta de fòssils y per axò se'ls anomena també *açoichs*, y ser les roques cristallines per metamorfisme, d'ahont prové'l nom de *crystalofilichs* ab que també es designen. La sèrie aquesta comença generalment pèl granit seguint després el gneis y les piçarres cristallines de diferenta natura.

Era y terrenos primaris o paleozoichs (1).—Aparició dels primers sers vivents coneguts. Entre ells, els uns, com els merostomes anomenats *trilobites* y els *graptolites* entre'ls hidrozoaris, apareixen, se desenrotllen y desapareixen completament, dintre

la metaxa era; y els altres, com els *ammonites*, apareixen cap al seu final estant destinats a desenrotllarse en el periodo se-

güent substituhint les especies desaparescudes. Els únics representants dels vertebrats són els pexos y'ls reptils; entre les plantes les criptògames vasculares (falgueres) (fig. 145). Els sediments d'aquesta era formen una sèrie de capes completament revoltes y dislocades pèls moviments de gran amplitud de la terra, y modificades pèls fenòmens eruptius. La extensió de la mar predomina sobre la terra ferma; quasi tota Catalunya jau dessota la ayga.

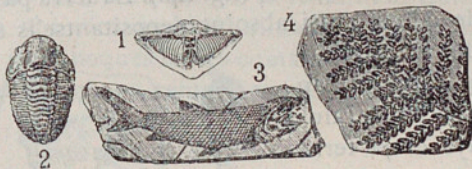


Fig. 145. — Fòssils característichs de la Era primaria. 1, *Spirifer*. 2, *Trilobites*. 3, *Palæoniscus*. 4, *Falguera*.

(1) De *palaños* antich y *zoon* animal.

Era y terrenos secundaris o mesozoichs (1).— Comensen a aparexe'ls precursors del món orgànich actual. Gran desenrotlló dels *ammonites* y *belemnites* que omplenen les

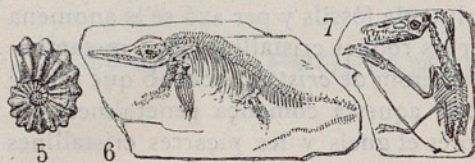


Fig. 146. — Fòssils característichs de la Era secundaria. 5, *Ammonites*. 6, *Ychthyosaurus*. 7, *Pterodactilus*.

mars y desapareixen cap al final de la era aquesta; en la mar y terra regnen els reptils de gran tamany y apareixen els mamífers mar-supials; el regne vegetal està representat per les gimnospermes y les primeres fanerògames (fig. 146). La terra passa per un periodo de calma quasi absolut depositantse'ls sediments al fons de mars tranquils. Gran part de Catalunya es ja terra ferma.

Era y terrenos terciaris o neozoichs.—Re-naix la activitat de la terra y

nous moviments de la seua escorça cambien l'aspecte dels continents y mars seguidament. Els mamífers adquireixen un plé desenrotlló y apareixen les plantes actuals; les mars estàn, en son principi, rublerts de *nummulites*; a la uniformitat de les eres passades, segueix un principi de diferenciació climatològica (fig. 147). Catalunya adquireix

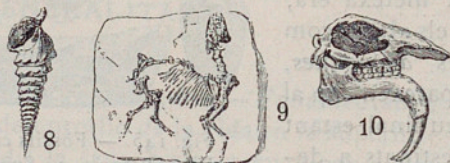


Fig. 147. — Fòssils característichs de la Era terciaria. 8, *Cerithium*. 9, *Palaeotherium*. 10, *Dinotherium*.

(2) De mesos mitg y *zoon* animal.

per fi sa forma actual pròximament, tant en extensió com en altura ab l'enfonzament de les terres que s'exteníen

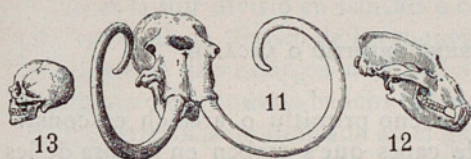


Fig. 148. — Fòssils característichs de la Era quaternaria. 11, *Mammuth*. 12, *Os de les cavernes*. 13, *Home*.

mar enllà fins a Mallorca y el axecament del Pirineu, Montseny, Montserrat, etc.

Era y terrenos quaternaris o moderns. — Aparició del ho-

me sobre la terra; gran desenrotllo de les condicions físiques y biològiques; considerable extensió de les geleres, fenòmens diluvials y enfonzament de la Atlàntida. Catalunya es poblada abundantament d'animals quaternaris, els volcans obren llurs boques en les comarques del nord-est, y l'home paleolítich se refugia en ses coves, (figura 148).

CAPÍTOL I

TERRENO PRIMITIU O ARCAÏCH

Definició.— El terreno primitiu o arcàich es constituït per la sèrie de capes que's troben en la basa de les formacions sedimentaries, essent les seues característiques la falta absoluta de fòssils y presentar les roques la estructura cristallina, lo que ha fet se l'anomenés també *açoich* y *cristaloflich*.

Cal advertir que les denominacions d'açoich, primitiu y arcàich, tenen un valor relatiu, ja que podria molt ben ser que aquests terrenos fossen d'origen sedimentari antich y que, per mor del metamorfisme, haguessen sofert una transformació talment general, que no hi hagués quedat cap rastre del llur estat originari. El cert es que'l metamorfisme, obrant sobre roques qual origen secundari es incontestable, ha engendrat en alguns punts terrenos del tot semblants als que anomenem primitius o arcàichs.

Caràcters generals.— Les roques dels terrenos arcàichs són fàcils de distingir de totes les demés, eruptives y sedimentaries, perque participen d'abdues per la llur composició y estructura. Si agafem un tróç de gneis típic lo primer que notarèm serà la estructura com betejada que presenta, per la horientació ben neta dels elements integrants, determinada sobretot per una separació dels elements de color (mica) en capes contínues, y molt sovint aquestes capes s'esfullen com verdaderes piçarres. Si luego examinem la seua estructura íntima veurèm que es cristallina per complert, sense materia amorfa, sense elements detrítichs que puguen fer suposar que la roca es

formada dels fragments d'una altra preexistent, y sense cap resto orgànich fòssil. Un altre detall dels terrenos arcàichs es la llur divisió en bancals o capes, però no té rès que veure ab la divisió de les roques sedimentaries, sinó que es efecte dels esforços mecànichs de compressió, tant que molts colps aquests banchs tallen oblíquament la verdadera estratificació indicada en el gneis per l'arreglrament dels elements minerals, y són la causa originaria de les formes capritxoses que molts colps presenten aquestes roques (fig. 149).

Aquests caràcters són exactament els metexos en totes les parts del món hont se troba aquest terreno, lo qual denota idèntiques condicions de formació per tot arreu.

Principals elements dels terrenos arcàichs. — La roca més característica d'aquests terrenos es el *gneis*, que ja tenim estudiat (veges plana 200); començant per el *gneis granitoit*, que s'assembla molt al granit y s'anomena també *fonamental* pera indicar que es el més antich de la sèrie, seguint després el *gneis normal* y per fi el *gneis piçarrós* o *fullós* en que la mica es tan abundanta y tan regularment distribuïda que la massa s'esfulla com una verdadera llicorella. La desaparició de la mica origina la *granulita* o *leptinita*, es a dir, les roques formades essencialment de quarç y feldespat, que's troben en capes molt primes devegades, entre'l *gneis*. Si, al contrari, desapareix el feldespat y abunda la mica disposada en superfícies planes paraleles envoltant les lleties de quarç, tenim les piçarres *micàcees*, a les que seguexen les piçarres *anfíbòliques* y les *clorítiques* ab que termina la sèrie generalment.

Intercalades en aquestes formacions gneissiques s'hi troben també banchs de calça cristallina dita *màrbre cipoli* o *calça arcàica*, impregnada de mica y de diversos silicats de calç y ferre, especialment grenats.



CLIXÈ D'EN C. A. TORRAS

Fig. 149. — Esberlament y erosió en el gneis, Xemeneya del Canigó.

El terreno arcàich hont se vulla que aflore origina terres molt poch fèrtils. El gneis té aplicació en la construcció y empedrats. Les aygues soterranies hi són abundoses a causa de les dislocacions y esquerdaments que atravessen tota la massa; exemple ne tenim en la majoria de dèus abundoses del nostre Pirineu.

De com se formà la crosta primitiva. — Hi hà diferentes teoríes pera explicar l'origen de les roques gneíssi-

ques, però la més admesa generalment, es la que suposa són la primera escorça o tel que's feu dessobre de la terra al passar de la fase estelar a la planetaria. Cal imaginar-nos a nostre globo en son primitiu estat pastós, com una esfera líquida, en gran part metàlica, hont les materies foses estaven sobreposades per ordre de densitats, y surant pèl seu demunt una *escuma silícea*, formada per les substancies més refractaries (silice y alúmina) combinades ab els productes d'oxidació dels metalls (potassa, sosa, calç y magnesia) que la llur gran lleugeresa feya surar, aytal com la escoria per demunt del ferre fós de la farga.

A mida que's perdía calor per irradiació la escuma silícea se solidificava, ab lo que augmentant de densitat s'enfonzava dins la massa pastosa fins a trobar una capa de són meteix pes específich hont sofría una fusió parcial, y com que la temperatura anava minvant y axò passava en tota la superfície de la terra, arribà un moment en que quedà formada una crosta esferoidal composta dels materials més lleugers, axò es, dels que's troben en les roques àcides, especialment en el granit. Aquesta crosta fou molt prima al principi, però a causa del refredament que continuava, el seu gruix anava augmentant sens parar, y per consegüent, la atmòsfera que envoltava la terra se trobava de mica en mica més separada del nucle intern de temperatura molt alta; y aquesta atmòsfera se va refredar. Ara bé, com que fins allavors havia sigut tan calenta, contenía a l'estat de vapors una munió de substancies que avuy tenim líquides y fins sòlides en la superfície de la terra, per exemple els clorurs, bromurs, etc., tota la ayga de les mars o al menys els llurs elements y tot l'anhidrit carbònich fixat ara en els carbonats. Ab el refredament de la atmòsfera se precipitaren els clorurs y demés condensantse la ayga. Y unes pluges diluvials caygueren sobre la escorça primitiva, però com que aquesta encara

bullía s'evaporava desseguida, y cap a munt a condensarse altra vegada y a tornar a caure, fins que la terra ja fou prou freda, y una mar d'ayga bullenta la cobrí del tot dissolguent part dels elements que s'havien precipitat abans. Aquesta mar d'ayga bullenta, sotmesa a una presió de més de 300 atmòsferes, feya l'efecte, sobre la escorça primitiva, de un bany de una potencia química considerable, suficient pera determinar en els seus elements una cristallisació semblant a la que produexen les reaccions de la vía humida. Ademés, tant les abundoses precipitacions com la mar, exercirien sobre la escorça una acció mecànica semblant a la produhida avuy pèl mar a les platges, y axís les roques primitives eren disgregades pera ser sedimentades y cristallisar de nou ben prompte. Tal sembla ser l'origen de la sèrie de roques que's troben demunt del gneis ab llur estructura intermitja entre les francament cristallines y les francament sedimentaries.

Desde allavors que la crosta de la terra s'ha anat engroxint de dues maneres ben diferents; la una *descendent*, per la consolidació de la massa cristallina interna que la engroxeix per dintre a mida que's refreda, y la altra *ascendent*, per la munió de roques eruptives y sedimentaries que's van acumulant en capes, cada vegada més apartades del centre.

¿Existía la vida allavors?—Ja hem dit que una de les característiques del terreno arcàich era no contenir cap resto fòssil, per lo qual se l'anomena també *açoich*, però axò no vol dir que la vida no pogués existir ja sobre la terra, lo que es que les accions metamòrfiques posteriors haurien esborrat les seues senyals. Ab tot, alguns geòlechs pretenen haver trobat restos orgànichs en el terreno arcàich, com l'*Eozoön* (1) de la Amèrica del Nort, que ha

(1) De *eos* aurora y *zoon* animal.

resultat no ser més que una calça serpentinisada, es a dir un simple accident mineralògich que rés té que veure ab cap ser orgànich.

Altres pretenen que hi devía haver vida abundant, fundantse en la presencia dels banchs de calça entre'l gneis, la qual hauría sigut segregada pèls animals inferiors tal com passa avuy, y en la existencia del grafit que devegades abunda molt en algunes roques d'aquest terreno y que hauría sigut originat per les algues marines allavors existentes. Sense negar en absolut aytal hipòtesis, cal fer remarcar que tant el grafit com la calça *no són pas necessàriament un producte orgànich*.

Distribució geogràfica del terreno arcàich. — Els grans afloraments d'aquesta formació són agrupats de preferencia en la zona freda del hemisferi boreal, com si allí fós el lloch hont de primer se individualisaren els nuclis de terra ferma, els primers continents. Ab tot, les circumstancies en que's deposità aquest terreno fan suposar que existeix en totes les regions de la terra, y si no's troba sempre per tot, es que o ha sigut arrastrat pèls agents d'erosió o que està amagat dessota les formacions sedimentaries posteriors. Les regions en que està al descobert són les que s'enlayraven en forma d'illa en el periodo càmbrich en mitg de la extensa mar que ocupava la superficie de la terra, o les que han sigut redreçades després pèls moviments orogènichs.

En el nord d'Europa ocupa una extensió considerable que compren la Finlandia, la Escandinavia, la Escocia y la Groenlandia, fragments de un macís únich avuy esqüarterat, que's continua en la Amèrica del Nort recobrint gran part del Canadà hont forma els terrenos *laurentí* (1) y *huronià* (2) dels geòlechs americans. Gran part

(1) Del riu Sant Llorens.

(2) Del llach Huron.

de Xina, el planell central de França, el nord-oest de la península Ibèrica y'ls nuclis dels Pirineus y dels Alps, també hi pertanyen.

Extensió y caràcters que té a Catalunya.—Tan sols en el Pirineu trobem avuy ben caracterisat el terreny arcàic servint de coberta als nuclis granítichs del Cap de Creus y Canigó; abdues formacions han sigut descrites per En Lluís M. Vidal de la següent manera (1): «L'arcàic se mostra en el extrem del Pirineu oriental formant la península hont està Rosas, Cadaqués, Port de la Selva, dominats per la serra de Sant Pere de Roda.

»Les quarcites se troben principalment en la basa del gneis, de modo que al costat mateix de Rosas se les pot veure en el plà al agafar el camí de Cadaqués. Els bancals de gneis se desenrotllen formant quasi totes les montanyes que desde Sant Pere de Roda s'extenen fins al mar, y la zona de contacte ab les piçarres inferiors se pot seguir per la montanya de Serriols cap al Màs Ventós. En el plà passat el torrent de *Costa de Vinya-vella*, a un km. de *can Fumats* les piçarres són quarçoses y micàcees y estàn atravessades per una erupció de basalt. Les runes del antic monestir són en la vessant nord dominades per les crestes de gneis que coronen el cim, quals bancals baixen fins a Palau y desapareixen dessota la terra vegetal de la plana.

»Si desde Rosas s'agafa'l camí del far apareix el gneis plé de grenats, y entre'ls banchs del que hi hà entre Rosas y Cadaqués, a 7 km. del primer poble y junt a mar, s'hi troba una capa de calça metamòrfica de més de 100 metres de gruix que s'ha intentat explotar com marbre.

»Les roques que's troben desde Cadaqués fins al Cap

(1) *Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona.*—Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España. Tomo XIII.

de Creus són piçarres micàcees y piçarres silícees, que a poca distancia del far són atravessades per nombroses erupcions de granit y pegmatita ab grossos cristalls de mica y turmalina...

»L'altre clap de terreno arcàich de major extensió e importància ocupa'l glop montanyós del Puigmal, que es la part més enlayrada dels Pirineus Orientals. Aquí'l gneis es més compacte y dur que als voltants de Rosas; la estratificació no es tan clara, y en cambi, la estructura íntima de la roca presenta en els exemplars aïslats un caràcter piçarrós més visible. El gneis de *Coma de Vaca*, d'*Ull de Ter* y demás punts del glop del Puigmal se presenta formant el feldespat grossos cristalls, els quals determinen freqüents ondulacions en les ratlles negres dels prims llits de mica que donen a la roca una textura piçarroca.

»Les piçarres arcàiques de les *Noucreus* sobre'ls estanys de *Carençà*, són molt quarçoses; passen a quarçites betejades, presentant la estructura finament fullosa y ondulada.

»Entre les *Noucreus* y *Fresers* se troba la calixa arcàica ab cristalls de anfibol blanch o siga *tremolita*.»

Aquesta formació, descrita per En Lluís M. Vidal, es continuació de la que forma'ls glops del Canigó, Costabona y Grà de Fajol; està orientada de est a oest pròximament y les capes bucen cap al sur.

Els gneis àcits del tipu granitoit formen la basa d'aquesta formació sens presentar altres variacions que una orientació de la mica que va sent menys visible com més aprop s'es de les capes inferiors. Dessobre d'aquest conjunt molt homogeni se desenrotlla una segona sèrie, més complexa, que compren el gneis normal gris alternant ab piçarres micàcees, granulites y marbres cipolins, y demunt la darrera sèrie que consta de piçarres micàcees ab molts bancals de marbre intercalats, termenant ab les pi-

çarres cloritoses y satinades. Aquesta successió de formacions que integren el terreno arcàich català pot seguirse molt bé anant desde Setcases al fons de Con crós per Carboners, o pujant Ter amunt fins a Bastiments, si bé les trobèm en ordre invers, axò es: de Setcases a les Boneres, piçarres satinades, quarçoses y cloritoses; ab bancals de caliaça arcàica, de les Boneres al peu de Grà de Fajol gneis normal ab calices també, y d'aquest punt a Bastiments gneis granitoit excludivament ab alguns filons de quarç, diabasita y pegmatita.

A la Vall d'Andorra s'hi troba també el terreno arcàich representat pèl gneis, y les piçarres gneissiques micàcees y talcoses. El gneis, que ocupa la basa dels terrenos estratificats, se presenta en molts llocs, adquirint gran desenrotllo entre Llors y la Borda de Sorteny hont l'acompanyen les piçarres micàcees. El feldespat del gneis es generalment de color grisa fosch y la mica broncejada.

Les piçarres micàcees que a la Coma de Ransol, a El Prat y a Meritxell són formades per quarç grís y mica negra, presentant en conjunt un tó negrench, tenen al contrari, tintes clares entre la Borda de Sorteny y'l Cap dels Graus de la Sarrera, en quals llocs el quarç es blanch y la mica platejada.

Les talquites existexen, entre altres llocs, en l'aygarreix del riu Montené ab la Rivera d'Ordino, en la vessant esquerra d'aquesta metexa, entre'l poble d'aquell nom y'l de Sornàs, prop del estany de la Coma de Ransol, en els barranchs de Segudet y de Casamanya y a ponent de Canillo en la vessant de les montanyes que separen aquesta població de la vall d'Ordino. Llurs caràcters mineralògichs varien bastant de un punt a l'altre.

El gneis de l'arcàich dels Pirineus presenta tots els caràcters dels gneis típics. Es grís; la seua mica es negra o blanca y sempre més o menys netament disposada en fa-

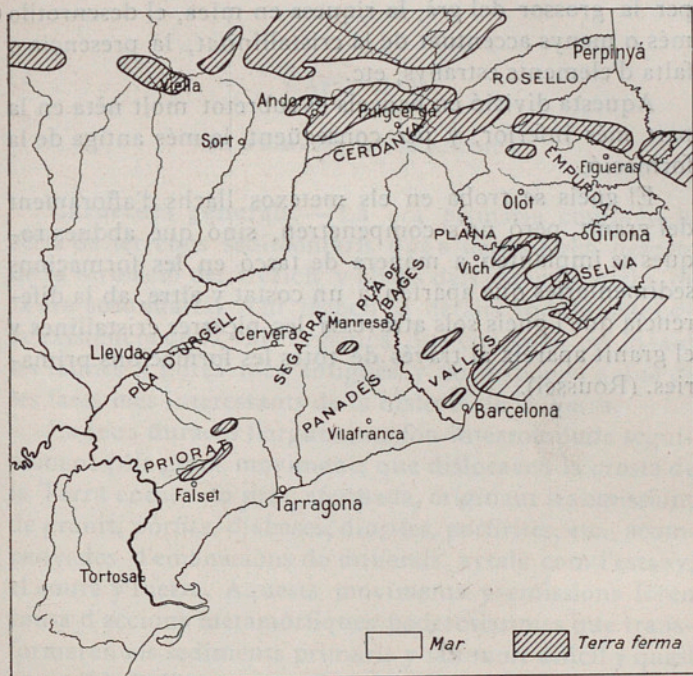


Fig. 150. — Catalunya al final de la Era arcaica (1). Els primers macissos cristal·línics apareixen com illots demunt les aygues.

xes paraleles entre elles, ondulades o abonyagades per la formació dels cristalls de feldspat y de quarç.

El paralelisme de la mica no es el únic caràcter de aquests gneis; es, ademés, netament dividit en bancals més o menys espessos que's diferencien els uns dels altres

(1) En aquesta Carta paleogeogràfica de Catalunya y en les demés que seguiràn, no pot buscarshi una demarcació científica exacta; són mellor una indicació dels terrenos *que avuy trobem* pertanyents al periodo a que fan referencia.

per la grossor del grà, la riquesa en mica, el desenrotllo més o menys accentuat de la cristallinitat, la presencia o falta d'elements estranys, etc.

Aquesta divisió en bancals es sobretot molt neta en la part més inferior, y per consegüent, la més antiga de la formació.

El gneis se troba en els metexos llachs d'afflorament del granit, però no's compenetren, sinó que abdues roques se implanten a manera de tascó en les formacions sedimentaries que aparten a un costat y altre, ab la diferencia que'l gneis sols atravesa les piçarres cristallines y el granit apareix al través de totes les formacions primaries. (Roussel).

CAPÍTOL II

ERA PRIMARIA O PALEOZOICA

Caràcters generals.— La era primaria comprèn la sèrie de terrenos sedimentaris que's depositaren després de la formació del arcàich y abans dels característichs de la era secundaria. S'hi troben ja detalls indubitables de la existencia de la vida orgànica, que contenen per lo tant les faunes y flores més antigues y corresponen a una de les fases més interessants de la historia de la Terra.

La seua duració llarguíssima fou interrompuda seguidament pèls grans moviments que dislocaven la crosta de la Terra encara no prou afermada, originant les emissions de granit, pòrfits, diabases, diorites, porfirites, etc., acompanyades d'emanacions de minerals, aytals com l'estany, el coure y'l ferre. Aquests moviments y emissions foren causa d'accions metamòrfiques poderosíssimes que transformaren els sediments primaris y fan molt difícil y quasi imposible la llur separació dels clarament arcàichs; per axò'ls autors antichs els anomenaven *terrenos de transició*. Però a mida que la crosta sedimentaria s'engroxí, augmentà la varietat en els dipòsits, s'acentuà'l relleu de les terres emergides, la vida's multiplicà prodigiosament en el fons de les mars, fins que'ls continents foren ja aptes pera portar ab una rica vegetació que purificà la atmòsfera, els primers representants del sers terrestres o ab respiració aèrea. Aquest progrès no fou soptat sinó gradual, per etapes que presenten una fesomia particular, lo qual ha permès sa divisió en cinch periodos, caracterisat quiscún d'ells per les roques y fòssils que'l constituhexen y per la seua distribució en la superficie de la terra.

La geografia primaria era molt diferenta de la geografia actual. Lo que anomenem l'Antich y'l Nou Continent no existia pas. Una part de la Amèrica del Nort, la Groenlandia y'l nord de l'occeà Atlàntich formaven una ampla terra ferma, un *continent boreal*, que banyaven les aygues d'una mar que s'extenia per demunt la Europa occidental d'avuy. Al sud d'aquest immens Mediterrani, un segon continent, que pot anomenarse *tropical*, s'extenia per l'espai ocupat avuy per la Amèrica del Sud, l'Atlàntich, la Africa y'l Sud de la Assia ab la Australia.

Sa divisió en periodos. — La era primaria se divideix en cinch grans periodos, que per ordre d'antiguitat són els següents:

1.^{er} El periodo *Precàmbrich* (1) al que corresponen els terrenos *precàmbrichs*, formats per argiles, representades avuy per piçarres satinades que s'depositaren al fons d'una mar sens platges, hont els primers sers dexaren rastres de llur pás en forma de petjades o impresions duploses, generalment d'anèlits.

2.^{on} El periodo *Silúrich* (2), al que corresponen els terrenos *silúrichs*, dipositats al fons de mars ben delimitades, en les que s'esenrotllà una fauna abundosa, especialment *trilobites*, *cefalòpots*, *braquiòpots* y'ls curiosos pòlips hidrozoaris dits *graptolites* exclusius d'aquesta formació, mentres que la flora terrestre es raríssima.

3.^{er} El periodo *Devònich* (3), al que corresponen els terrenos *devònichs*, caracterisat per dos fets importants: la ràpida evolució y desenrotllo dels pexos, que havien

(1) Anomenat així porque'ls terrenos que'l constituïhexen formen la base habitual de les capes que, en el silúrich inferior, s'agrupen ab el nom de *Càmbrich*.

(2) Nom anglès, recort dels *silures* que poblaven la regió d'Inglaterra hont fou de primer definit aquest terreno.

(3) Del comtat de *Devon* a Inglaterra.

aparegut al final del periodo anterior, y la aparició sobre la terra ferma de tipus vegetals corresponents a les criptògames.

4.^{at} El periodo *Carbònic*, qual nom ja indica'l predomini de les formacions de *hulla* o carbó de pedra, denotant la existencia de grans masses continentals cobertes de luxuriosa vegetació; els pòlips y braquiòpots poblen la mar; aparexen els batracis; els insectes són els únichs reys del ayre.

5.^{nt} El periodo *Pérmich* (1) corresponent al terreno del meteix nom, en que desaparexen els *trilobites* y aparexen els primers *ammonites*, com a preludi del desenrotllo que pendrà en la era secundaria; aparició dels primers reptils propiament dits.

(1) De la regió de *Perm* a Rússia hont està molt ben representat aquest terreno.

PERIODO PRECÀMBRICH

Generalitats. — El terreno precàmbrich es el que segueix al arcàich; es essencialment clàstich y sedimentari y està constituït principalment per argiles que les accions metamòrfiques transformaren en piçarres maclíferes y piçarres satinades, d'estructura semicristallina; entre elles s'hi troben també quarcites y conglomerats; les colors dominants són el gris de piçarra, el vert y'l roig vinós. Els restos orgànichs hi són molt rars; sols s'han pogut determinar ab certesa alguns rastres de cuchs (anèlits) descrits com *Arenicolites*. Es provable que la fauna hi sigués més abundosa y especificada, com ho sembla indicar el gran desenrotllo que pren en el periodo següent ja desde son començ, y que'ls seus restos hajan sigut esborrats pèl metamorfisme a que han estat sotmesos aquests terrenos.

Extensió y caràcters que té a Catalunya. — Els moviments orogènichs y les emissions de roques eruptives han sigut tan considerables a Catalunya que han metamorfosejat per complert els primers sediments, tant que es poch menys que impossible separar netament la formació arcàica de la primaria, ja que's passa insensiblement de la una a la altra. Axò pot comprovarse clarament hont se vulla que afloren aquests terrenos, especialment al Pirineu; lo meteix passa ab els llochs hont, com el Montseny y serralada del Tibidabo, les piçarres clarament sedimentaries estàn en contacte ab el granit; el metamorfisme les ha transformat en semicristal·lines. Axò y'l no haverhi trobat encara restos dels sers orgànichs fà duptosa

la separació d'aquests terrenos en precàmbrichs y silúrichs. En principi, sols podèm admetre com a precàmbrica la faxa més o menys ampla de piçarres maclíferes o satinades que descansa immediatament sobre'l gneis en les vessants del Pirineu y sobre'l granit al Montseny, Costa de Llevant, Priorat, Vallès y serralada del Tibidabo. Aquesta darrera formació conté de baix a dalt: 1.^{er} Piçarres mico-maclíferes ab cristalls de chiastolita, molt hermosos demunt la Font del Lleó, y silice en grans grossos. 2.^{on} Clap de piçarres diabàsiques, augítiques, anfibòliques y anfibolites. 3.^{er} Piçarres maclíferes ab chiastolita, estauròtida y grenats. 4.^{at} Piçarres satinades de colors variades.

§ II

PERIODO SILÚRICH

Caràcters generals. — En aquest periodo la vida orgànica se presenta ja ben desenrotllada, diversificada y molt rica, però no la vida rudimentaria o inferior baix el punt de vista de organisió, sinó molt perfeccionada y ab una gran abundancia y varietat de formes. Axís, entre els moluschs, els que predominen són els cefalòpots, es a dir, els tipus més elevats d'aquesta classe; y'ls trilobites, tan característichs d'aquesta fauna, comencen pèls *Paradoxites*, es a dir, pèls més segmentats y per tant més perfectes. Axò ha fet suposar que aquesta fauna no es la primordial, que en càs d'haver existit, com molts supo-

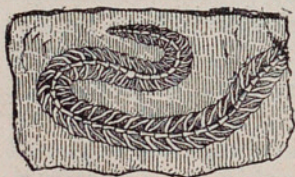


Fig. 151. — *Nereites*.
Rastre d'anèlit sobre una
piçarra del cambrià.

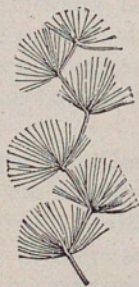


Fig. 152.
Oldhamia.

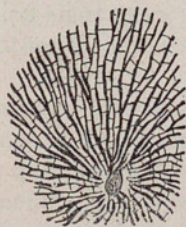


Fig. 153.
Dictyonema sociale.

sen, hauria desaparegut entre les roques metamòrfiques. Cap al final del periodo aparexen els pexos que són els únichs representants dels vertebrats y les plantes comencen a poblar les escasses terres emergides. Les roques predominants són les piçarres de colors variades, les calices y alguns conglomerats.

Divisions del silúrich.—Barrande dividí la fauna silúrica en tres grans grupus anomenats: *fauna primordial*, *fauna segona* y *fauna tercera*, limitada quiscuna per la evolució y predomini dels sèrs orgànichs. Avuy se distinxen comunment en el silúrich tres pisos: el pis inferior o *cambríà* (1), el pis mitg o *ordovicíà* (2) y el pis superior o *gothlandià* (3).

Caràcters paleontològichs de sa fauna y flora.—*Cambríà.*—En les capes d'aquest pis s'hi troben rastres d'anèlits (*Nereites*, fig. 151) e impressions de pòlips hidrozoaris anomenats *Oldhamia* (fig. 152) y *Dictyonema* (figura 153), aparexen els *Graptolites* (4) hidrozoaris també, ab

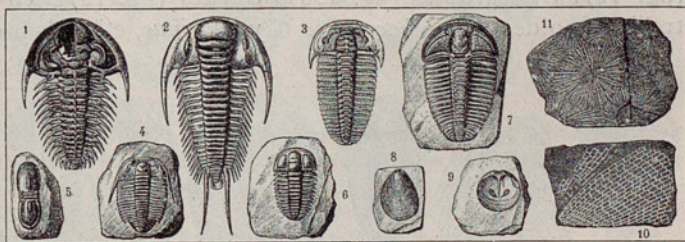


Fig. 154.—Fòssils característichs del cambríà.—Trilobites: 1, *Olenellus Kjerulfi*. 2, *Paradoxides bohemicus*. 3, *Sao hirsuta*. 4, *Olenus truncatus*. 5, *Agnostus nudus*. 6, *Ellipsocephalus Hoffi*. 7, *Conocephalites Sultzeri*.—Broquiòpots: 8, *Lingulella Davisi*. 9, *Obolus apollinis*.—Hidrozoari: 10, *Dyctyonema flabelliforme*. 11, *Oldhamia radiata*.

(1) Nom donat pèls romans al País de Gales en que fou descobert aquest terrenó.

(2) Axís dit del nom dels Ordovices, antiga tribu del País de Gales.

(3) De la illa Gothlan (Suecia).

(4) Els *Graptolites* eren petits pòlips hidrozoaris que vivien en colonies; pera protegir el llur còs segregaven un estoig quitinós consolidat per un eix sòlit que suportava un o dos rengles de cèlules (*hidroteques*) en forma de dents de serra, hont vivia'l pòlip. El nom general ab que se'ls designa ve de que les pedres hont s'hi troben emplastats semblen *pedres escrites*.

el gènere *Bryograptus* y els *Trilobites* (1) representats especialment pèls gèneros *Olenus* y *Paradoxites* (fig. 154) exclussiu d'aquest pis. Entre els braquiòpots hi hà'ls gèneros *Lingula*, *Discina*, etc.

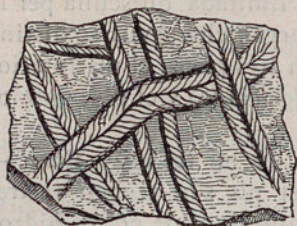


Fig. 155. — *Bilobites*.

Ordovicià y Gothlandià.

— Les capes d'aquests pisos contenen els *Bilobites* (figura 155) rastres o motllos de sers no ben determinats encara; dels graptolites predominen els gèneros *Monograptus* (fig. 157) *Diplograptus* (fig. 156) *Rastrites* (fig. 157); entre'ls crinoides *Periechocrinus*, *Glyptocrinus*, etc.; els la-

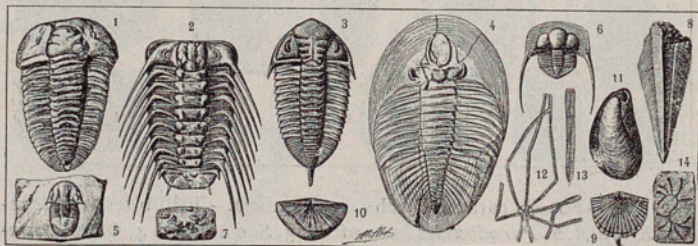


Fig. 156.—Fòssils característichs del ordovicià.—Trilobites: 1, *Calymene incerta*. 2, *Acidaspis Buchi*. 3, *Dalmanites socialis*. 4, *Asaphus nobilis*. 5, *Illænus Wallenbergi*. 6, *Trinucleus ornatus*. 7, *Beyrichia bohémica*.—Gasteròpot: 8, *Conularia anomala*.—Braquiòpots: 9, *Orthis socialis*. 10, *Strophomena nuntia*.—Acèfals: 11, *Modiolopsis expansa*.—Graptolites: 12, *Didymograptus Murchisoni*. 13, *Dyplograptus foliaceus*. 14, *Cænograptus gracilis*.

(1) Els *Trilobites* són merostomes circumscrius a la fauna paleozoica, caracterisats per la trilobació del llur còs en sentit longitudinal y transversal; llurs parts principals són el cap, el còs (*torax*) y el abdomen (*pigidium*).

melibranquis són molt abundants ab els gèneros *Arca*, *Núcula*, *Avicula*, *Modiolopsis*, *Cardiola*, etc.; abunden els braquiòpots *Lingula*, *Orthis*, *Spirifer*, *Rhynchonella*, etc.; els gasteròpots representats per *Pleurotomaria*, *Murchisonia*, *Capulus*, *Turbo*, etc. y els pteròpots en forma de *Conularia*, *Tentaculites*, etc. Els cefalòpots (1) se desenrotllen excepcionalment en el gothlandià, sobretot els

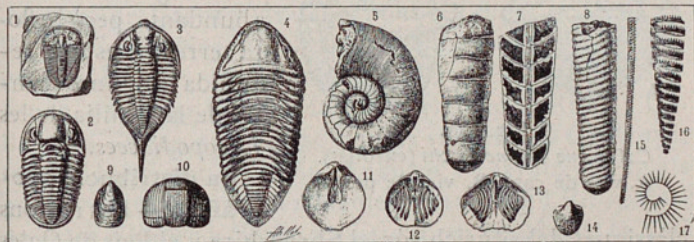


Fig. 157.—Fòssils característics del gothlandià.—Trilobites: 1, *Arethusina Konincki*. 2, *Proetus venustus*. 3, *Dalmanites caudata*. 4, *Homalonotus delphinocephalus*.—Cefalòpots: 5, *Nautilus Sternbergi*. 6, *Orthoceras bohemicus*. 7, Perfil del mateix. 8, *Orthoceras subannulare*.—Braquiòpots: 9, *Lingula Lewisi*. 10, *Rhynchonella Wilsoni*. 11, *Neristella tumida*. 12, *Nucleospira pisum*. 13, *Retzia Salteri*. 14, *Atrypa navicula*.—Graptolites: 15, *Monograptus priodon*. 16, *Monograptus turriculatus*. 17, *Rastrites Linnæi*.

(1) Moluschs de conxa externa dividida en gran nombre de compartiments per embans transversals que's succehexen en intervals regulars. L'animal ocupa sols la cambra anterior y les altres estàn plenes d'ayre y en comunicació ab aquella per medi del *sifó*, especie de tubo que les atravessa totes y conté una prolongació membranosa del còs del animal. (fig. 158).

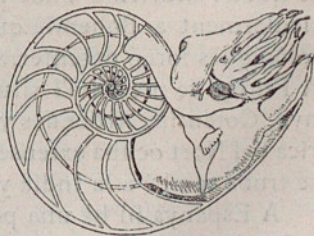


Fig. 158.

gèneros *Nautilus* y *Orthoceras* (fig. 157). Els crustacis estan representats pèls *Euripterus*, *Pterigotus*, etc.; els trilobites són molt abundants, predominant en el pis ordovicià els *Trinucleus* y els *Dalmanites* (fig. 156) y en el pis gothlandià els *Calymene* (fig. 159) que podien enrotllarse, y els *Phacops*.

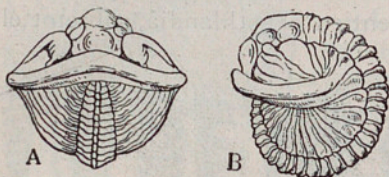


Fig. 159.

Calymene Blumenbachi (enrollat).

A, vist de cara. B. vist de perfil.

Les algues eren molt abundants, però la flora terrestre estava reduhida a algunes plantes de la familia de les *Lycopodiàcees*.

Sa distribució geogràfica. — Les regions

clàssiques del silúrich són el Shropshire y el País de Gales a Inglaterra hont en estratificació discordant ab les piçarres precàmbriques s'hi troben les capes de conglomerats y piçarres del cambrià y a seguit les del ordovicià y gothlandià.

Aquesta faixa s'extén per la Europa del Nort trobantse en la Escandinavia e illes del Bàltich y en gran part de Russia hont les capes se presenten quasi del tot horizontals y sense cap senyal de metamorfisme. En la Europa central se troba'l silúrich a Thuringia, Harz, Baviera y molt particularment a Bohemia quals immenses riqueses paleontològiques foren desenterrades y estudiades per Barrande. A França se presenta'l silúrich ben desenrotllat, a Bretanya, Cotentin, Ardennes y Plateau Central. En la Amèrica del Nort ocupa extenses regions molt característiques; se troba també a la India y a la Xina.

A Espanya hi hà una porció de claps essent els principals: el comprès entre Lugo, Asturias, Orense y Zamora; el de la provincia de Salamanca; el dels Montes de Tole-

do y Sierra Morena; el de Badajoz y Còrdoba, y els de Càdiz, Màlaga, Madrid, Segovia y Soria.

Extensió y caràcters que té a Catalunya.— Bordejant els macissos arcàichs y'ls afloraments de granit tenim a Catalunya una potentia capa de piçarres pertanyents al silúrich. Tot al llarch del Pirineu es hont té més importancia, podentse senyalar com a claps més importants, el comprès entre'l macís granítich de Requesens y l'arcàich del Cap de Creus y els de les conques superiors del Ter, Freser, Segre, Noguera-Pallaresa y Noguera-Ribagorçana, que formen una ampla faixa que originantse a Rocabrúna, passa per Camprodón, segueix cap a Ribas y Collada de Tosses, extenentse per les vessants de Cerdanya; segueix luego per Bescaràn, Andorra y Llavorsí, en quals punts s'axampla considerablement, atravesa'l Ribagorçana entre Vilaller y Senet, y l'Essera per Benasque; la Vall d'Aràn forma també un clap molt important y entre Gerri y Bellpuig n'hi hà un altre.

Més cap al interior de Catalunya tenim el clap comprès entre Girona, Cassà de la Selva, Calonge y Bagur, originant les Gabarres; el d'Anglés y Osson; el de la vessant de Mitjorn del Montseny; el de Montnegre a Pallarolls; la estreta faixa del nord del Vallès; el clap de Capellades; els de la serralada del Tibidabo y montanyes d'abdós costats del Plà del Llobregat; y més al sur encara els de les montanyes de Prades y Priorat.

Cal advertir que lo dit anteriorment respecte a la separació del terreno arcàich del precàmbrich, s'ha d'aplicar també a la d'aquest y'l silúrich; es impossible, a causa de la alteració soferta per les roques gracies al metamorfisme; aquest deu ser també la causa de que no s'haja pogut trobar la fauna primordial o pis cambrià y de que sia tan difícil separar aquest pis del següent o ordoviciana.

Els caràcters petrogràfichs dels terrenos d'aquest perio-

do són els metexos de per tot arrèu; les piçarres silícees, argiloses, micàcees o ampelítiques són l'element predominant; també abunden les quarcites, les calices y la grau-wacka (1).

Ben caracterisats paleontològicament a Catalunya sols tenim els dos pisos ordovicià y gothlandià, y encara sols als voltants de Barcelona degut als pacients estudis del Dr. Almera; en alguns dels altres afloraments sols està ben determinat el pis superior o gothlandià, gracies a la capa de calça negra fossilífera que forma'l nivell superior de la formació silúrica y a les piçarres ampelítiques del seu dessota, ab molts fòssils també y boles o concrecions de pirita de ferre que acostumen a tenir molts restos de fòssils piritisats devegades (Camprodón).

Ha sigut senyalada aquesta capa a Camprodón, Ogas-sa, Pardinias, Ribas, marge esquerra del Segre, Alós, Guardia, Tahús, Castell, Sant Sebastià, Peramea, entre Guils y Sort, entre Guardia y Noves, etc. L'element més constant d'aquesta formació pirenenca es la piçarra carburada ab *Monograptus*, *Rastrites*, *Diplograptus*, etc. y la calça ab *Scyphocrinites*, *Cardiola interrupta*, *Orthoceras*, *Silurocardium*, etc.

Les capes dels voltants de Camprodón, vessants de Sant Antoni y Serra Caballera, són abundantíssimes en fòssils del gothlandià; entre les moltes especies que hi tinch recullides puch citar les següents: En les piçarres ampelítiques: *Dalmanites longicaudatus* Murch., *Monograptus priodon* Brow., *M. turriculatus* Barr., *M. clingani*, *M. Hisingeri* Carr., *M. Becki* Barr., *M. Galaensis*, *M. lobiferus* (?), *M. geminatus* Barr., *Diplograptus* esp., *Cyrtograptus Grayi* Lapw., *Aptychopsis primus* Barr.

(1) Arenisca argilosa, granuda, polimorfa, clàstica, ab grans de quarç, feldespat, calcita y altres, reunits per un ciment argilós.

Un colp estudiades les altres especies trobades, aquesta llista augmentarà molt més; però són ja prou les anteriors pera caracterisar el gothlandià en el pis corresponent a les ampelites de Poligné (pis de Tarannon). Ab axò, gracies als graptolites, queda complerta la sèrie del gothlandià a Catalunya, ja que'l Dr. Almera havia ja trobat els pertanyents als jaciments de Llandovery, Wenlock y Ludlow, que ab el de Tarannon constituexen la classificació del silúrich de la Gran Bretanya pèls graptolites, tal com la ha establert M. Lapworth.

Les especies trobades en la calça ampelítica són molt més variades; hi he reconegut les següents: *Orthoceras elegans*, *O. nummularium* Low., *O. ammonium* Barr., *Cardiola interrupta* Brond., *C. gibbosa* Barr., *Penenca humilis* Barr., *Silurocardium Bohemicum* Leym., *Dualina comitans* Barr., *Lunulicardium Bohemicum* Barr., *L. evolvens* Barr., *L. simplex* Barr., *Dalila resecta* Barr., *Mytilus longior* Barr., *Posidonomya eugira* Barr., *Astarte bohémica* Barr., *Avicula pusilla* Barr., *Atrypa Sapho* Barr.

A Estona (vall del Segre) En Roussel hi hà trobat en les piçarres carburades *Rastrites Linnei*, *Diplograptus palmeus*, *Diplograptus folium* y *Diplograptus* sp.

El meteix autor considera com pertanyents al ordovicià les piçarres argiloses plenes de quarç y ab aspecte cristallí que passen sovint a la grauwacka, donchs en les del macís del Canigó hi hà trobat: *Orthis actoniæ*, *Orthis vespertilio*, *Orthis testudinaria* (?) *Leptaena sericea*, *Echinophœrites* cf., *Balticus*, *Polypora*, *Favosites*, *Chætetes*.

En les formacions silúriques dels voltants de Barcelona hi hà diversos jaciments de gran interès paleontològich; aytals són els del Papiol, Vallcarca, Montcada, Cervelló, Brugués, Santa Creu d'Olorde y Sant Bartomeu de la Cuadra.

La fauna de *Can Puig* al Papiol representa la capa fo-

silífera més antiga trobada fins avuy a Catalunya; forma un clap de piçarres emporprades pertanyents al ordovicí a en que abunden els gèneros *Ogygia*, *Assaphellus*, *Avicula*, *Lingula*, *Leptoena*, etc. A Vallcarca hi hà una formació semblant (1) ab *Assaphellus*, intercalada, com passa també al Papiol, entre les lidianes del terreno carbònic, a causa de un capgirament o plech de les capes degut a un moviment tectònic (fig. 160).

A Montcada tenim el cambrià representat per les piçarres maclíferes que comprenen desde'l nivell del riu a la estació del Nort y les piçarres de sericita desde aquest punt fins prop de mitja montanya; l'ordovicí representat per una estreta faixa de grauwacka ab *Orthis* y *Cistidés*; y'l gothlandià per les piçarres blanquinoses ab *Graptolites* (fig. 161).

A Cervelló hi hà dos jaciments pertanyents al gothlandià, l'un dessota la *Torre Vileta* de piçarres negres ab *Mo-*

O. S. O.

E. N. E.

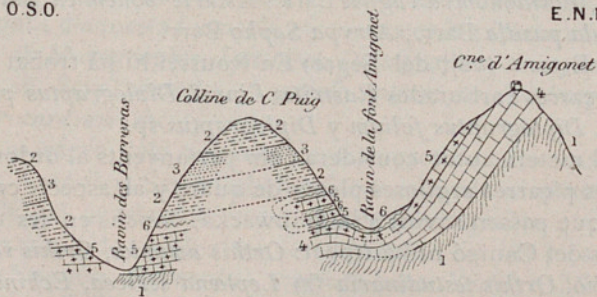


Fig. 160.—Perfil de les capes ordovicianes y devònicques de Papiol. (Segons el Dr. Almera): 1, Piçarres de sericita (cambrià). 2, Piçarres ab *Assaphellus* (ordovicí). 3, Piçarres sens fòssils. 4, Caliça ab *Orthoceras* (devònic inf. ?). 5, Caliça groguenca ab *Tentaculites* (devònic inf.). 6, Lidianes (carbònic).

(1) Avuy ha desaparegut recoberta per les modernes edificacions.

nograptus jaculum Lapso., y *Monograptus Salteri* Gein., y l'altre en la carena de la creu o parroquia antiga, prop de la metexa *Torre Vileta*, de piçarres roges, ab *Monograptus Nilssoni* Barr., *M. uncinatus* Tullb., *M. colonus* Barr.

A Brugués se troba també'l gothlandià representat per piçarres margoses blanques, com a Montcada, ab *Graptolites*; a Santa Creu d'Olorde hi hà les metexes piçarres blanques ab *Monograptus*, *Diplograptus* y *Rastrites*.

En tots aquests punts les piçarres ab *Graptolites* serveixen de fonament a les calices griotte ab *Orthoceras*, *Cardiola interrupta*, *Lunulicardium*, etc. pertanyents a la capa superior del pis gothlandià.

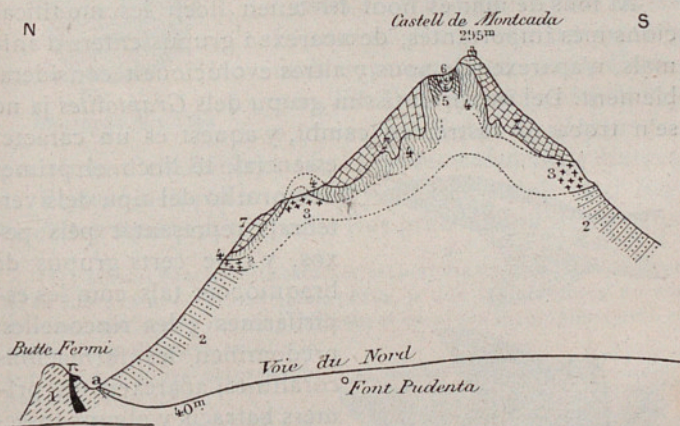


Fig. 161.—Perfil de la vessant nord del turó de Montcada (segons el Dr. Almera): 1, Piçarres maclíferes. 2, Piçarres satinades. 3, Grauwacka gresosa (silúrich inf.). 4, Piçarres ab *Graptolites*. 5, Piçarres ab *Leptaena corrugata*. 6, Caliça blava ab *Orthoceras*. 7, Caliça griotte y dolomítica ab *Enocrinus*. π, Filó de pòrfit quarcifer. a, Estació del Nord.

§ III

PERIODO DEVÓNICH

Caràcters generals.—En aquest periodo s'accentuen més les masses continentals, tant en relleu com en extensió, especialment en les regions septentrionals del hemisferi boreal; la mar recula cap al sud.

En les terres emergides s'hi desenrotlla una vegetació abundosa composta especialment de criptògames y coníferes, precursors dels gèneros del periodo carbònic.

Al fons de mar es hont hi tenen lloch les modificacions més importants; desapareixen grupus enters d'animals, n'apareixen de nous y altres evolucionen considerablement. Del importantíssim grupu dels *Graptolites* ja no se'n troba ni rastre; en cambi, y aquest es un caràcter

essencial, té lloch el primer desenrotllo del tipu dels vertebrats representat pèls peixos, y'l de certs grupus de braquiòpots tals com les espiriferines y les rinconelles; predominen les formacions corallines; apareixen els primers batracis y alguns insectes comencen a volar; tot indica que un clima igual, molt humit y calent, regna de un cap a l'altre de la terra.

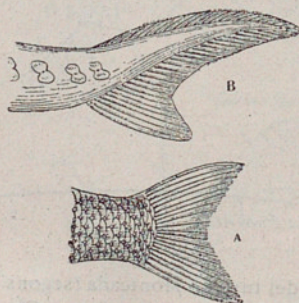


Fig. 162.

- A. Cúa de peix homocerch.
B. Cúa de peix heterocerch.

Les roques depositades de preferència en aquest periodo són: les calices d'aspecte enmetllat a causa dels fòssils que contenen, com el marbre *griotte* del Pirineu; les piçarres són escasses y de colors vives.

Caràcters paleontològichs de sa fauna y flora.—La majoria dels pexos del devònich pertanyen al grupo dels *ganoïdes* (1) o pexos acoraçats, *heterocerchs* o d'aleta caudal dissimètrica (fig. 162); aquest tipu de pexos se troba avuy representat per unes quantes

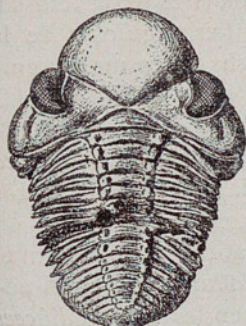


Fig. 163.
Phacops secundus

especies d'alguns rius d'Àfrica, Amèrica y Austràlia; a ell pertanyen els gèneros *Dipterus* y *Osteolepis*; entre'ls placoides hi hà'ls gèneros *Onchus* y *Ctenodus*. Els únichs insectes trobats fins avuy pertanyen als Ortòpters y als Neuròpters, ab formes intermitges vehines de les Efèmeres, y eren de un tamany molt superior al que avuy dia tenen. Els *Trilobites* queden reduhits a un petit nombre de gèneros, es-

pecialment els *Phacops* (fig. 163) *Homalanotus* y *Harpes*.

El devònich pot anomenarse ab tota propietat el *Regne dels braquiòpots* (2) per la llur gran abundor; els gène-

(1) L'estat *ganoïde* està caracterisat per una ossificació incompleta, es com l'estat embrionari dels pexos, ja que les vèrtebres no són més que un cordó dorsal gelatinós; el crani era incomplet, però en cambi la pell estava recoberta per grans plaques ossoses que formaven una coraça.

(2) Animals que viuen dintre una conxa de dues valves, la una *ventral* hont viu com ficat dintre un breçol, y la altra *dorsal* que'l tapa. El caràcter comú es tenir a cada cantó de la boca uns braços recoberts de pestanyes vibràtils que'ls servexen pera respirar y remoure la ayga; aquests braços devegades són tan llarchs que deuen estar plegats o enrotllats en l'interior de la conxa (fig. 164).

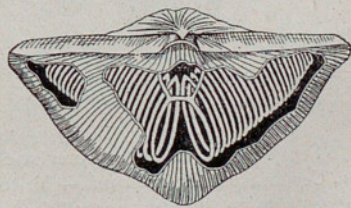


Fig. 164.—*Spirifer* ab la valva dorsal trencada pera que's vegen els braços en espiral.

Fig. 164.—*Spirifer* ab la valva dorsal trencada pera que's vegen els braços en espiral.

ros més característichs són: *Spirifer*, *Atrypa*, *Rhynchonella*, *Leptaena* (fig. 165).

Entre'ls cefalòpots, els Nautilits minven y prenen gran desenrotlló'ls *Goniatites* ab que comença la gran familia dels Ammonítits, y'l gènere *Clymenia* (fig. 167) exclussiu del devònich, caracterisats per les ratlles anguloses de la sutura. Els altres grupus de moluschs tenen molta semblança ab els silúrichs.

Els polípers o coralls hi són abundantament representats, tant que'l devònich pot considerarse com la època corallina de la era primaria, especialment pèls gèneros *Cyatophyllum*, *Acervularia*, *Calceola*, etc.

La flora terrestre es molt importanta; ve a ser com el prelude de la abundosa varietat que deurà tenir en el periodo següent o carbònich. S'hi troben les *Lycopodiàcees* (*Psilophiton*, *Lepidodendron*); les *Equisetàcees* representades pèls primers *Calamites*; les falgueres (*Sphenopteris*, *Nevropteris*, *Cyclopteris*, *Caulopteris*, etc.), y'ls primers

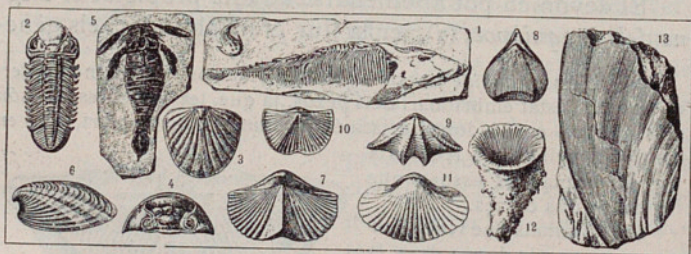


Fig. 165. — Fòssils característichs del devònich inferior. — Peix: 1, *Cephalaspis Murchisoni*. — Trilobites: 2, *Phacops Ferdinandi*; 3, Pygidium de *Bronteus ombellifer*; 4, Cap de *Bronteus palifer*. — Altre crustaci: 5, *Pterygotus anglicus*. — Acèfal: 6, *Grammysia Hamiltonensis*. — Braquiòpots: 7, *Spirifer Rousseaui*; 8, *Rhynchonella princeps*; 9, *Athyris Esquerrai*; 10, *Leptaena Murchisoni*; 11, *Pentamerus Sieberi*. — Polípers: 12, *Cystiphyllum profundum*; 13, *Favosites punctata*.

representants dels *Cordaites* y de les coníferes (*Protolaxites*). A mar abundaven les algues.

Divisions.— El terreno devònich pot dividir-se en tres pisos: *superior*, *mitjà* e *inferior*, que poden caracterisarse pèl predomini de certes especies; axís, el *Pleurodictyum problematicum* (fig. 168) es característich del pis inferior; la *Calceola sandalina* (fig. 166, n.º 15) se troba en el mitjà, y'l *Spirifer Verneuli* (fig. 169) en el superior.

Sa distribució geogràfica.— Les terres y mars estaven quasi igualment repartides en el periodo devònich que en el silúrich; la mar havia abandonat algunes comarques y n'havia invadit d'altres, però resultà un major augment de la terra ferma y una major elevació a consecuenca d'accentuarse'ls plegaments iniciats, mentres la mar tendia a encaxonarse en conques tancades o plechs sinclinals, determinant la localisació de les faunes marines.

El terreno devònich està ben representat a Inglaterra,

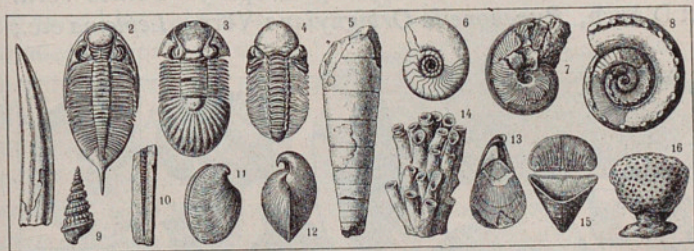


Fig. 166. — Fòssils característichs del devònich mitjà. — Pexos: 1, Dent de *Ctenacanthus bohemicus*. — Trilobites: 2, *Dalmanites auriculata*; 3, *Bronteus Dormitzeri*; 4, *Phacops cephalotes*. — Cefalòpots: 5, *Orthoceras midas*; 6, *Arnacestes subnautilus*; 7, *Aphyllites occultus*; 8, *Hercoceras mirum*. — Gasteròpot: 9, *Murchisonia bilineata*. — Pteròpot: 10, *Tentaculites ornatus*. — Acéfal: 11, *Megalodon cucullatus*. — Braquiòpots: 12, *Stringocephalus Burtini*; 13, *Uncites gryphus*. — Polípers: 14, *Cyatophyllum caespitosum*; 15, *Calceola sandalina*; 16, *Heliolites porosus*.

Rússia, Bèlgica y França. A Anglaterra hi hà la formació marina típica de Devonshire y la continental o d'ayga dolça anomenada arenisca roja antiga (*Old-red-sandstone*) en que abunden els pexos ganoides. Aquesta derrera formació se troba també a Rússia, hont abunda també'l devònich marí que pèls Urals s'extén envers Assia fins a Xina. A França se troba'l devònich en el Cotentin, Plateau Central, Vosges y Ardenne.

A Espanya té'l devònich molta menys importància que'l silúrich; ocupa les vessants de la serralada cantàbrica de León y Oviedo, sent format de calices y arenisques ferruginoses; Almadén, Aliseda (Càceres), Cuenca y Montalbàn (Teruel) presenten varis afloraments.

Al Pirineu forma una faxa calixa que va de Camprodón a Canfranc y reapareix després a Roncesvalles (Navarra) y prop de Irún. Els fòssils principals que s'hi han trobat són: Trilobites: *Phacops latifrons* Bronn., *Dalmanites Calliteles* Green.; Braquiòpots: *Spirifer Pellico* Vern. et D'Arch, *Rynchonella Orbignyana* Vern., *Leptaena* etc.;

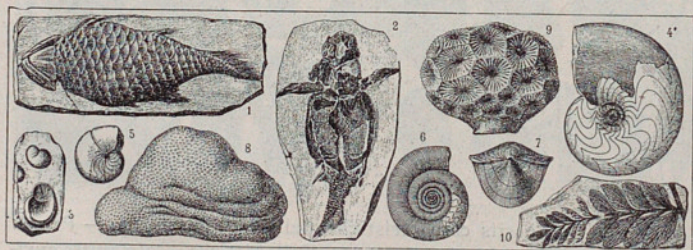


Fig. 167. — Fòssils característichs del devònich superior.—Pexos: 1, *Holoptichius nobilissimus*; 2, *Pterichthys major*. — Crustaci: 3, *Cypripidina serratostrata*. — Cefalòpots: 4, *Gephyroceras intumescens*; 5, *Goniatites retrorsus*; 6, *Clymenia undulata*. — Braquiòpot: 7, *Atrypa reticularis*. — Polípers: 8, *Alveolites suborbicularis*; 9, *Cyathophyl-lum hexagonum*. — Flora: 10, *Archæopteris hibernica*.

Polipers: *Favosites Goldfussi* Vern. et Haime, *Acervularia Prodoana* Haime, etc.

Extensió y caràcters que té a Catalunya. — Bordejant les formacions silúriques se troben varis claps de piçarres y calices referits al devònich ab dupte'ls uns e indiscutiblement els altres. La separació absoluta entre abdós terrenos es impossible perque's passa insensiblement de l'un a l'altre y perque manquen els fòssils característichs. Axò's veu molt bè en la montanya de Sant Antoni de Camprodón

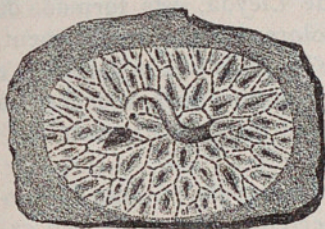


Fig. 168.

Pleurodictyum problematicum.

hont se troben les piçarres y calices ampelítiques del silúrich superior formant la basa de la vessant nort y gradualment se les veu transformarse en calça negra plena de vetes blanques espatisades, després en calça de color vinós y per fí en calça *griotte*; els únichs fòssils que hi he pogut trobar son *Orthoceras* y *Goniatites* indeterminables. Aquesta

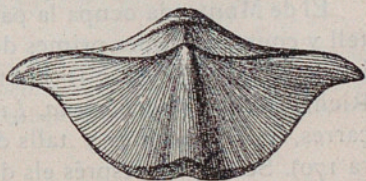


Fig. 169. — *Spirifer Verneuili.*

formació devònica comença al *coll de la creueta*, forma la serralada de Sant Antoni, Serra Caballera y Taga, atravessa la vall de Ribes, seguint pèls cims de Coma Armada cap a Puig Llançada y Serra de Cadí; atravessa'l Segre per la Seu formant una ampla faixa que comprén desde Plà de Sant Tirs a Arcabell, segueix cap a Sort hont s'estreny; passa'l Flamisell per Astell y el Ribagorçana per Vilaller prop de qual punt desapareix sota'l triàsich. En

la vessant nord del Pirineu n'hi hà uns claps al nord de Ceret y altres al oest de Prades. A llevant de Gerona n'hi hà un altre clap.

La ampla faxa devònica que, com hem vist, atravessa pèl nord la actual provincia de Lleyda, està formada de piçarres argiloses y calices, de colors virolades generalment, rogenques, verdes o vinoses, y'ls fòssils hi són raríssims e indeterminables; per sa part superior unes vegades està en contacte ab el carbònich y altres ab el triàssich, (Vidal).

Del Pirineu hem de traslladarnos als voltants de Barcelona si volèm retrobar els terrenos devònichs ben caracterisats. Com allí descansen sobre'l silúrich superior o gothlandià, són molt difícils de separar d'ell y estàn formats de piçarres y principalment de calices *griotte*. Cinch són els jaciments devònichs dels voltants de Barcelona: Montcada, Vallcarca, Papiol, Brugués y Santa Creu d'Olorde.

El de Montcada ocupa la part superior del turó del castell y consta de capes primes de piçarra rogenca, intercalades entre calices, que contenen: *Leptaena corrugata* Richt, *Orthis*, *Strophomena*, *Lingula*, *Avicula*, etc., les piçarres, y *Tentaculites* y talls d'*Encrinus* les calices (figura 170). Se troben després els dos costats de una anticlinal rompuda, formats per banchs de calicà blavosa, margosa, nodulosa, ab nombrosos *Orthoceras* indeterminables, *Encrinus*, *Kralowna* y sobre tot *Tentaculites Geinitzianus* Richt.

A Vallcarca se'ns presenta'l devònich ben caracterisat també en el turó d'en Mora, sobre la ermita del Coll, hont estàn les capes redreçades y ab aquest ordre de baix a dalt: piçarres margoses de colors variades ab *Leptaena corrugata* que descansen sobre les piçarres silúriques ab *Graptolites*; banchs de calicà blavosa, quasi verticals, ab

molts *Orthoceras*, *Tentaculites* y *Kralowna*, y per fi la calça *griotte* (fig. 171). Aquesta capa forma una sinclinal per dessota'l Coll y reapareix al turó d'En Falcó y al Putxet ab *Orthoceras* y *Kralowna* (*K. Catalaunica* Barr., y *K. Almerai* Barr.)

A Papiol, en els turons de can Puig y can Amigonet, està representat el devònich (fig. 160) per les calices *griotte* ab *Orthoceras*, y les calices margoses groguenques ab *Tentaculites* y *Phacops*, hont el Dr. Almera hi ha recullit els següents fòssils reconeguts per M. Barrois: *Pterygodus* ? (Espines), *Harpes venulosus* Corda, *Phacops fugitivus*

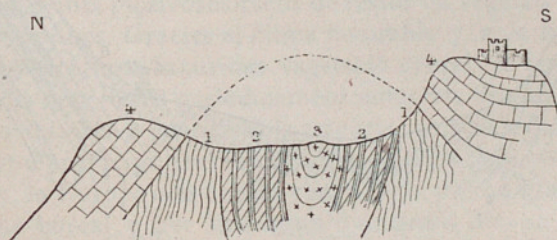


Fig. 170. — Perfil del cim del turó de Montcada (segons el Doctor Almera). — 1, Piçarres ab *Graptolites*; 2, Alternança de calices y piçarres ab *Leptæna corrugata*; 3, Calça blava nodulosa ab *Orthoceras*; 4, Calça *griotte* ab *Encrinus*.

Barr., *Proetus expansus* ? Richt., *Tentaculites Geinitzianus* Richt., *T. acuaris* Richt., *Styliola lævis* Richt., *Chonetes* sp. (= *Leptæna* ?) *lata* Richt., *Spirifer* cf. *histericus* Schl. *Leptæna* cf. *interstitialis* Phill. (= *L. fugax* Richt.), *L. corrugata* Richt., *Strophomena* ? *curta* Richt., *Athyris* sp., *Pleurodyctium Selcanum* Giebel.

A Brugués, en els turons de Rocabruna y Auriolles o Vinya negra, trobèem la calça devònica *griotte*, compacta, ab talls d'*Encrinus*, en estratificació discordant sobre les piçarres ab *Graptolites*; a n'aquesta formació seguexen

unes piçarres argiloses, groguenques, de uns 40 metres de potencia, hont abunden els *Tentaculites*, *Braquiòpots* y *Trilobites* (*Phacops*). M. Barrois ha determinat les següents especies recullides pèl Dr. Almera: *Ctenacanthus* sp., *Harpes venulosus* Corda, *Phacops miser* Barr., *Proetus dormitans* Richt., *Hyolites* cf. *nobilis* Barr., *Tentaculites Geinitzianus* Richt., *Orthoceras* cf. *bohemicum* Richt., *Spi-*

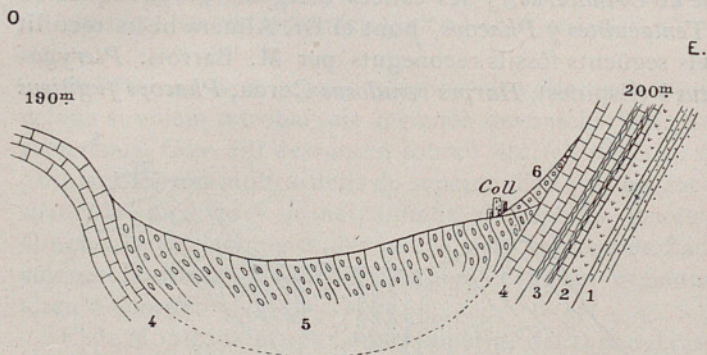


Fig. 171. — Perfil del turó d'en Falcó al turó d'en Mora (segons el Dr. Almera). — 1, Piçarres branques ab *Graptolites*; 2, Piçarres ab *Leptæna corrugata*; 3, Caliça blavosa ab *Orthoceras*; 4, Caliça griotte devònica; 5, Grauwacka del Culm; 6, Triàssich inferior.

rifer cf. *micropterus* Schlt., *Cyrtina heteroclyta* Richt., *Orthis* sp., *Leptæna interstriata* Richt., *Leptæna corrugata* Richt., *Panenka* cf. *pernoides* Richt., *Dualina major*? Barr.

Per fi, al turó de Santa Creu d'Olorde se troba també la caliça griotte ab *Orthoceras*.

Totes aquestes formacions pertanyen al devònich inferior; els pisos mitjà y superior no s'han trobat.

§ IV

PERIODO CARBÓNICH

Caràcters generals. — Els continents iniciats en els periodos anteriors s'axamplen més gracies als moviments de la crosta de la terra que determinen també dislocacions y fenòmens eruptius de caràcter volcànich y la mar recula y dexa tot al voltant de les terres emergides un cinturó de sediments piçarrosos plens de restos de vegetals o calices corallines. Gracies al clima favorable y a la humitat atmosfèrica, una luxuriosa vegetació cobreix la terra ferma y'ls seus restos periòdicament enterrats dessota'ls aluvions fluvials o marins dels estuaris, originen la hulla a l'estat d'antracita. Durant aquesta primera fase, dita del *Culm*, la Europa està encara constituïda per un gran continent boreal y per una munió de grans illes en sa part central, separades d'aquell per una mar que và del Ural a Finlàndia. Nous plegaments de la crosta que fan emergir més les terres y reduïxen y tanquen algunes conques marines originen una segona fase, dita *hullera*, al principi de la qual les corrents torrencials contribuïxen no solsament a transformar en llachs poch salats les antigues conques marines, sinó a terraplenarles poch a poch ab grans masses de sediments arenosos arrencats de la terra ferma e immenses quantitats de restos vegetals arrastrats dels boscos propers. D'aquest modo s'originaren les conques hulleres que s'extenen seguidament del sudoest d'Irlanda fins a la Silesia, passant pèl Pas-de-Calais, Frandes, Bèlgica y Westphalia.

Però no's detura encara aquí la activitat de la Terra; nous moviments de la crosta fan emergir més y més les

terres, y la mar es obligada a recular cap al sud y la acumulació dels combustibles se farà, no al fons de conques marines o estuaris, sinó en llachs de montanyes, mentres al fons de les mars, de la regió mediterrànea especialment, se depositen potentes capes de calça plenes de foraminífers (*calices de fusulines*).

Aquestes tres fases de la vida de la terra en el periodo carbònic són les que servexen, junt ab els fòssils, per la seva divisió en tres grans pisos. Durant el seu desenrotlló hi hà hagut una porció de transformacions en la superfície de la terra; la vegetació iniciada ja en els periodos anteriors adquireix una preponderancia que no ha tornat a tenir may més; gracies a n'axò la atmòsfera de irrespirable que era queda purificada del excés d'anhidrit carbònic, y'ls batracis poden sortir de la ayga pera respirar, els insectes volen ja lliurement per entre'ls arbres y'ls raigs de sol poden arribar per fi a tocar la crosta de la terra; se prepara'l final de la Era primaria.

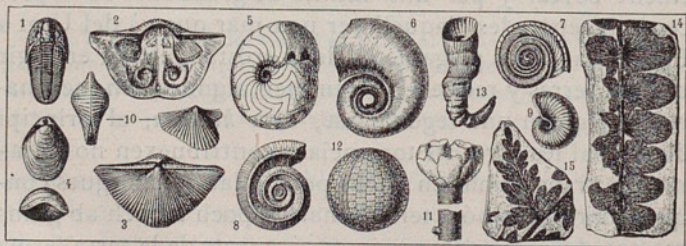


Fig. 172.—Fòssils característichs del dinantià.—Trilobite: 1, *Phillipsia gemmulifera*.—Braquiòpots: 2, *Productus giganteus*. 3, *Spirifer striatus*. 4, *Terebratula elongata*.—Cefalòpots: 5, *Goniatites sphaericus*. 6, *Nautilus cyclostoma*.—Gasteròpots: 7, *Pleurotomaria monilifera*. 8, *Euomphalus catillus*. 9, *Bellerophon hiulcus*.—Acèfals: 10, *Conocardium alaeforme*. 11, *Poteriocrinus crassus*. 12, *Palæchinus sphaericus*.—Polípers: 13, *Amplexus coralloides*.—Flora: 14, *Cordiopteris frondosa*. 15, *Triphyllopteris Collombi*.

Fauna marina y terrania. — La fauna marina es molt uniforme, sofrint molt poques variacions durant tot el periodo. Els trilobites queden reduhits a 4 gèneros dels que abunda més el *Phillipsia* (fig. 172); predominen els braquiòpots del gènere *Productus* (fig. 173) y alguns *Orthis*, *Spirifer*, *Rhynchonella*, etc., dels cefalòpots prenen un gran desenrotllo els *Goniatites* dels gèneros *Glyphioceras*, *Pronosites*, etc. (fig. 174), preludiant la importància que deuràn tenir en la Era secundaria; dels gasteròpots són comuns els gèneros *Euomphalus* y *Bellerophon*, y dels lamelibranquis els gèneros *Posidonia*, *Aviculopecten*, etc.; hi hà ademés crinoides (*Cyathocrinus*, *Actinocrinus*) polipers abundants (*Amplexus*) y foraminífers (*Fusulina*).

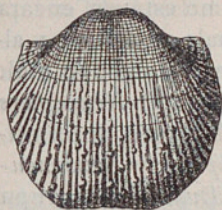


Fig. 173. — *Productus semireticulatus*

La fauna terrania comença ja a ser abundosa. Els batracis apareixen en el carbònic inferior d'Amèrica y s'originen una munió de gèneros (*Sauropus*, *Raniceps*, *Amphibamus*, *Dendrerpeton*, etc.), pertanyents al ordre dels Estegocefals, dits també Laberintodons per la estructura complicada de les llurs dents. Aquest grup de batracis de gran tamany, còs recobert de plaques com els cocodrills actuals, cap acoçat y dents llargues y potentes, es el més singular de la fauna primaria.

Els pexos són del grup dels selacis (*Carcharopsis*, *Orodus*, etc.), dels que's conexen més de 300 especies, y dels ganoides (*Amblypterus*, *Platysomus*, etc.) Els insectes abunden ja en aquest periodo; aquest desenrotllo es degut a la més gran extensió dels continents

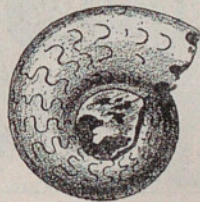


Fig. 174. — *Pronosites cyclolobus*.

y a la presència dels grans boscos de criptògames. L' característica es el gran tamany de quasi tots ells, ja que alguns no tenien menys de 0'70 m. d'envergadura; ab tot, en general, no presentaven encara la perfecció orgànica dels que conèxem avuy, llurs caràcters no estaven encara ben definits; hi hà no obstant tipus iguals als actuals y alguns fin estàn més perfeccionats. Formen un grupu molt homogeni constituït per *Ortòpters* (llagosta) *Neuròpters* (espia-dimonis) y *Hemípters* (cigala) ab formes intermitges que relliguen aquests tipus (*Neuròpters* y *Seudoneuròpters*). Alguns, com el *Protphasma Dumasi*, del grupu dels fàsmits, eren de costums nocturnes, y altres, com la *Blattina*, vivien en llocs calents y humits, com els llurs congèneres actuals.

Flora.—La flora carbònica ens es coneguda gracies al gran nombre de impresions que presenten les piçarres que acompanyen a la hulla. En elles s'hi reconeixen les fulles, la escorça y'ls tronchs dels arbres carbonisats, de-

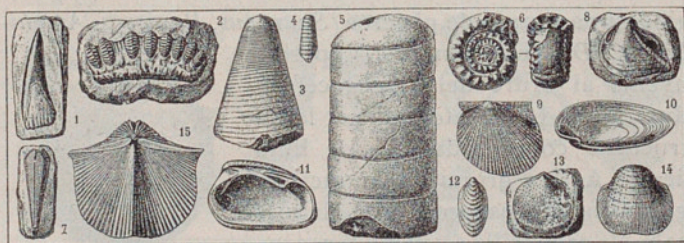


Fig. 175.—Fòssils característichs del westfalià.—Pexos: 1, *Megalichthys Agassizi* (dent). 2, *Campodus Agassizi* (dents).—Cefalòpots: 3, *Orthoceras dilatatum*. 4, *Orthoceras pygmeum*. 5, *Orthoceras giganteum*. 6, *Gastrioceras Listeri*.—Gasteròpot: 7, *Conularia quadrisulcata*.—Acèfals: 8, *Schizodus sulcatus*. 9, *Aviculopecten papyraceus*. 10, *Anthracosia colliculus*. 11, *Cardinia uncinata*.—Braquiòpots: 12, *Lingula mytiloides*. 13, *Orthis Michelini*. 14, *Productus carbonarius*. 15, *Spirifer bisulcatus*.

vegades tan ben conservats que's poden estudiar els més petits detalls d'estructura de les cel·lules y vasos; perxò s'ha dit que les capes del carbònic formaven un immens herbari y s'ha anomenat *edat de les plantes* el periodo aquest. Els únics tipus de plantes que allavors vivien eren les *criptògames vasculares* y les *fanerògames gimnospermes* (1). No hi havia encara ni *monocotiledonees*, ni *dicotiledonees angiospermes*, que són les característiques de la Era terciària y actual.

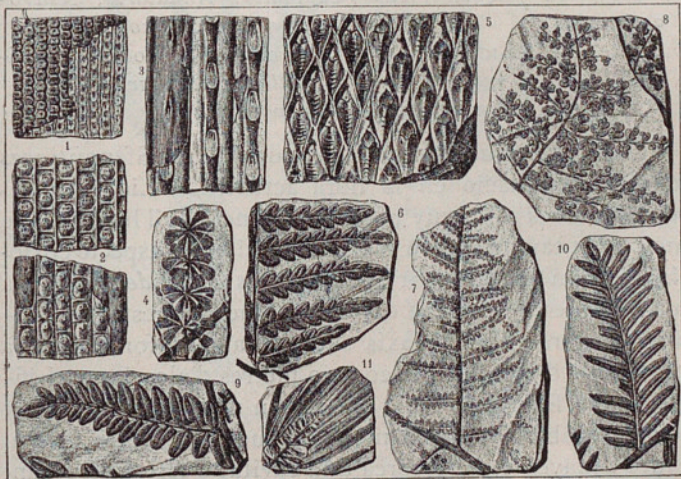


Fig. 176.—Flora característica del westfalià.—1, *Sigillaria elegans*. 2, *Sigillaria tessellata*. 3, *Sigillaria elongata*. 4, *Sphenophyllum erosum*. 5, *Lepidodendron aculeatum*. 6, *Pecopteris nervosa*. 7, *Sphenopteris Hæssinghausi*. 8, *Sphenopteris obtusiloba*. 9, *Nevropteris flexuosa*. 10, *Alethopteris lonchitica*. 11, *Lepidophyllum lanceolatum*.

(1) S'anomenen així les plantes quals òvuls no estan en un ovari clòs sinó que'ls grans estan al descobert y per lo tant s'acosten més a les criptògames que a les angiospermes actuals. El pí n'es un exemple.

La subdivisió dels dos grupus de plantes del periodo carbònic es la següent:

Fanerògames gimnospermes	}	GNETÀCEES.
		CONÍFERES. — <i>Walchia, Dicronophillum.</i>
		CORDAITÉES. — <i>Cordaites.</i>
		CICADÉES. — <i>Zamites, Pterophyllum.</i>
Criptògames acrògenes	}	FILICÍNEES. — <i>Pecopterides, Sphenopterides, Alothopterides, Neuropterides, Odontopterides, etc.</i>
		EQUISETÍNEES.— <i>Calamites, Annularia, Astero-phyllites, Calamodendron.</i>
		LICOPODÍNEES.— <i>Lycopodites, Lepidodendron, Sigillaria, Stigmaria, etc.</i>
		SFENOFILÍNEES.— <i>Sphenophyllum.</i>

Criptògames acrògenes.—El grupo de les Sfenofilínees no té representació en la flora actual. Les Licopodínees representades sols avuy per les seleginelles y'l licopodi, de molt petit tamany, eren plantes altíssimes d'aspecte curiosíssim, com poden servir d'exemple els *Lepidodendrons*. La soca d'aquests arbres se dividia en dues, aquestes se dividien en altres dues, y axís successivament formant una verdadera dicotomia de 20 y 40 metres d'alçaria total (figura 177). El tronch tenia més de un metre de diàmetre y estava recobert de fulles molt llargues y estretes que al caure dexaven en la escorça una cavitat o ferida en losange y'l conjunt d'elles formava una espiral tot al voltant del tronch (fig. 178).

Les *Sigillaries* pertanyents també a n'aquesta familia eren encara més estranyes y tenien també de 20 a 40 metres d'alçaria; el tronch no's bifurcava quasi bé may, enlayrantse com una gegantina columna que ostentava en sa part termenal una cabellera de fulles, y estava estriada de dalt a baix ab un ratllat vertical hont s'hi veuen les cavitats dexades per les fulles al caure; aquestes cavitats són

disposades en quincunce. Les arrels de les Sigillaries se han anomenat *Stigmara* (fig. 179).

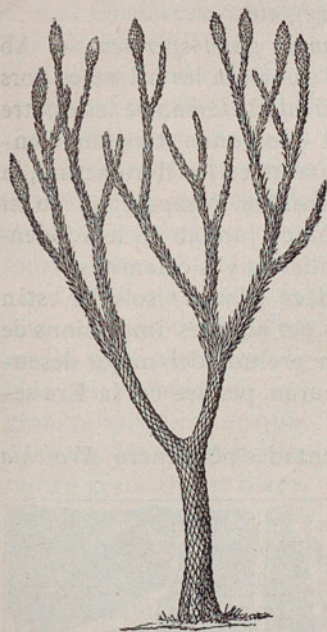


Fig. 177.—*Lepidodendron restaurat*.

cara avuy en els payssos tropicals, eren abundantíssimes y molt desenrotllades, car arribaven a tenir fins a 20 metres d'alçaria, y les frondes d'algunes no baxaven de 10 metres. Les llurs pínules s'han conservat molt ben impresionades entre les piçarres argiloses que acompanyen a les formacions carbòniques lo que ha permés classificarles en varis grupus ate-

Les Equisetínees, representades avuy pèls *Equisetum* dits vulgarment *Cúa de caball*, de molt escassa altura, tenien allavors més de 5 metres; y dintre'l meteix grupu hi havia'ls *Calamites* (fig. 180) verdaderes canyes, de tall fistulós, articulat y acanalat de dalt a baix, que arribaven a tenir fins 20 metres d'alçaria; els *Asterophyllites* y les *Annularia* (fig. 181) ab llurs verticils de fulles tot al voltant dels nusos, y'ls *Calamodendron* de tronch macís, són també d'aquest grupu.

Les Filicínees o falgues ben representades en-



Fig. 178.
Fragment d'escorça de *Lepidodendron*.

nent a la forma dels foliols y a la llur nerviació, així se les anomena *Pecopteris* (1), *Nevropteris* (2), *Sphenopteris* (3), etc.



Fig. 179.
Stigmaria ficoides.

Fenerògames gimnospermes. — Ab aquest grupu s'obriren les primeres flors en la superfície de la terra. De les quatre famílies que'l componen, tres tenen encara representants en la flora actual, la altra, dels *Cordaites*, desaparegué ab el periodo carbònic junt ab els lepidodendrons, les sigillaries y'ls calamites.

Les Cicadees (*Cycas*) sols hi estàn representades per algunes impresions de fulles, com a preludi del major desenrotlló que deuràn pendre en la Era secundaria.

Les Coníferes estàn representades pèl gènere *Walchia*

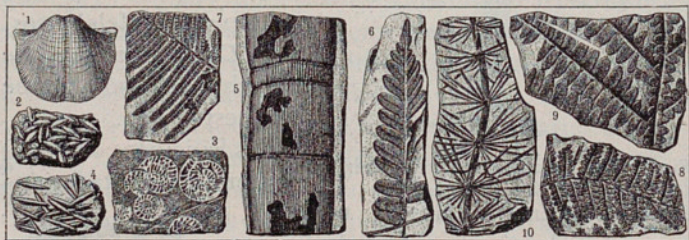


Fig. 180.—Fòssils característichs del estefanià.— Braquiòpot: 1, *Productus semistriatus*.—Foraminífers: 2, *Fusulina Verneuli*. 3, Seccions aumentades de la metaxa. 4, *Fusulina longissima*.—Flora: 5, *Calamites Cisti*. 6, *Alethopteris Grandini*. 7, *Pecopteris arborescens*. 8, *Pecopteris nestleriana*. 9, *Dictyopteris nevropteroides*. 10, *Annularia longifolia*.

(1) Del grech: *peco* pentinar y *pteris* falguera: falguera ab fulles molt tallades.

(2) Del grech: *neuron* nervi y *pteris*: fulles ab moltes nerviacions.

(3) Del grech: *sphén* tascò y *pteris*: falguera ab fulles en tascò.

que passa al periodo pèrmich y s'acosta al *Araucaria* existent avuy al hemisferi sud.

Les Gnetàcees autèntiques no's desenrotllen fins a la Era secundaria.

Les més interessants eren les *Cordaites*, arbres de una soca de 25 a 30 metres d'alçaria ab una ramificació terminal de fulles de més de un metre de llarch.

Diverses fases de la flora carbònica.—Tal era la flora en el periodo carbònich; però aquesta flora no's desenrotllà per igual durant tota la llarga durada d'aquell, sinó que passà per diverses fases de transformació que permeten dividir el periodo en tres grans subdivisions en quiscuna de les quals predominen certs tipus, n'apareixen de nous y en desapareixen d'altres, fins al punt de que l'exàmen de la flora de una conca hu-

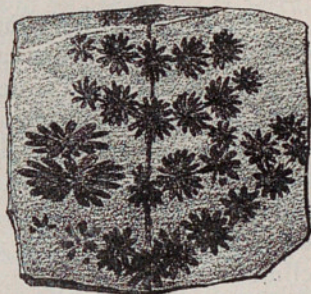


Fig. 181.

Annularia sphenophyloides.

llera determinada permet assegurar ab tota certesa a quin dels tres horizons del periodo pertany.

M. Grand'Eury (1) ha sigut qui ha precisat el desenrotllo de la flora en aquestes tres fases principals:

I.—La primera fase, dita del *Culm*, està caracterisada pèls dipòsits arenosos o piçarrosos del carbònich inferior hont predominen els *Lepidodendrons* (*L. Veltheimianum*), *Bornia radiata* (*Calamites transitionis*), *Cardiopteris frondosa*, *Sphenopteris elegans*, *Cyclopteris*, *Nevropteris*, etc.

II.—La segona fase, corresponent a les formacions

(1) *Flore carbonifère de la Loire.*

hulleres del Nort d'Europa, se distingeix pèl plé desenrotllo de les *Sigillaries*; abunden encara'ls *Lepidodendrons*, els *Alethopteris*, *Nevropteris*, *Pecopteris*, etc., associats a la *Annularia radiata*; comencen a abundar els *Cordaïtes*.

III.—La tercera fase, que comprèn les conques lacustres del centre y mitgdía d'Europa, presenta'l predomini dels verdaders *Pecopteris* (*P. arborescens*, *P. polymorpha*), els *Odontopteris*, els *Cordaïtes* y *Calamodendron*. Se van fent rars els *Nevropteris*, els *Lepidodendrons* y les *Sigillaries*.

Condicions climatològiques d'aquest periodo.—El conexement de la flora carbònica ens diu quines eren les condicions físiques d'aquest periodo. D'ell se'n deduxen tres fets capdals que cal remarcar bé: 1.^{er} La uniformitat quasi absoluta del clima durant tot el periodo, es a dir, la falta d'estacions. 2.^{on} La uniformitat quasi absoluta del clima per tota la terra, es a dir, que no hi havia zones de diversa temperatura com avuy. 3.^{er} La presencia de un clima tropical.

La falta d'estacions regulars vé demostrada pèl fet de que'ls tronchs de les plantes carbòniques, fins les gimnospermes, carexen de les capes concèntriques, llenyoses, de crexement que avuy se formen en els arbres y que revelen la successió de periodos d'activitat y de repòs, corresponents al retorn periòdich de les estacions.

La uniformitat quasi absoluta de clima per tota la terra es demostrada per la presencia dels metexos tipus vegetals en les formacions carbòniques de Spitzberg, hont avuy regna un clima horrorós y una nit de tres mesos, de les regions antàrtiques, de Xina, Australia y Nova-Zembla. Dels póls al ecuador recobria la terra una luxuriosa vegetació, com passa avuy als tròpichs, indicant una distribució de calor y llum uniforme.

Que la temperatura era molt elevada, superior o al

menys igual a les regions més calentes avuy de la terra, ens ho diu el fet de que tots els representants actuals de la flora carbònica, les falgueres arborescents, els licopodis y les cicadees, no tenen condicions d'existència en els nostres climes y perxò no hi viuen, estant circunscrites a les regions tropicals.

Regnava donchs, en el periodo carbònic, una uniformitat de condicions quasi absoluta per tota la terra.

Ab tots aquests datos podèm formarnos una idea de l'aspecte que presentaria una regió qualsevol de la terra. Al emergir els continents y retirarse la mar, quedaren tot al voltant d'aquells una munió de terres baixes y aygammolls hont gracies al clima calent y humit s'hi establí una abundosa vegetació, verdaders boscos de grans y elegants falgueres per demunt de les quals sobrexien, com gegantines columnes, els tronchs nús de les Sigillaries y Cordaites ab llur corona termenal de fulles. No hi havia rès que s'assemblés a les formes gracioses y variades dels arbres actuals; les colors de les flors no's destacaven encara entre'l vert fosch del conjunt; ni'ls cants dels aucells resonaven per l'ayre; tan sols el brunzir d'alguns insectes y'l xapotejar d'alguns batracis en els estanyols, trencaven la calma de mort que hi regnava y de que'ns podèm formar idea visitant alguns boscos de falgueres y d'araucaries de la Nova-Zelanda. Pluges torrencials se succehien sens parar y quantitats immenses de plantes eren enterrades en els estanys, llachs y badies, que d'aquest modo se transformaven en recipients del carbon prè de la atmòsfera, purificantse axís poch a poch aquesta.

Divisions.—En les *Generalitats* y en les *Fases de la flora carbònica* hem vist ja que aquest periodo se dividia en tres grans pisos a quiscún dels quals corresponien altres tantes oscilacions de la crosta de la terra y'l predomini d'especies determinades. Aquests pisos són l'*inferior*,

el mitjà y'l superior, anomenats respectivament: *dinantia* (1), *westfalia* (2) y *estefania* (3).

El dinantia té com a sinònim el *culm* que representa la *facies* continental y costera, y'ls altres dos les *facies* marines ab tipus pelàgichs anomenades *muscovià* y *uralià*. Els geòlechs americans anomenen a n'aquests tres pisos *mississipià*, *pensilvanià* y *missurià* respectivament.

Sa extensió geogràfica. — Els terrenos pertanyents al carbònic inferior, culm o dinantia, se troben bordejant els primitius continents tals com la Bretanya, Vosges, Nassau, Hartz, Bohemia y Escocia, indicant llur primera emersió; els del carbònic mitjà o westfalià ab predomini de capes de carbó, formen les riques conques de Inglaterra, Pas-de-Calais, Flandes, Bèlgica, Limbourg, Westphalia y Silesia, y algunes petites conques aïllades a les depresions dels macissos antichs; y'ls del carbònic superior o estefania, constitueixen la serie de conques hulleres del Plateau Central, Cevennes, Vorges, Bohemia, Alps, Pirineus y centre d'Espanya.

Se troba ademés el carbònic a la Amèrica del Nort, a Spitzberg, Siberia, Xina, Japò, Himalaya, Persia, Nubia, Africa austral, Australia, etc., etc.

El carbònic espanyol està relacionat ab el devònic y té son màxim desenrotlló a l'un y l'altre costat de la serralada Cantàbrica, ocupant gran part de les provincies de Oviedo, León, Palencia y Santander; n'hi hà altres claps a les provincies de Còrdoba (Belmez y Espiel), Sevilla (Villanueva del Río) y Badajoz (Zafra, Llerena y Puertollano).

Extensió y caràcters que té a Catalunya. — El terreno carbònic existeix a Catalunya intimament relacionat

(1) De Dinant.

(2) De Westphalia.

(3) De Saint-Etienne.

ab el devònich y's presenta per lo tant tot al llarch del Pirineu y pèls voltants de Barcelona o sía bordejant els antics macissos. La faxa del Pirineu se presenta en forma de claps aïllats, ja per haver sigut arrastrada en part per la denudació, ja per ser amagada dessota les formacions posteriors, les triàsiques sobretot.

Son extrèm més oriental se troba al Coll de les Moles per hont atravessa la frontera actual, passa per Rocabruna, Serra del Navà, per darrera Sant Antoni de Camprodón, Caballera, Ogassa, Surroca y Bruguera, se continúa per l'altre cantó de la vall de Ribes, cap als cims de Montgrony y Castellar d'En Huch. Ja dins la actual provincia de Lleyda forma dos claps importants, descrits per En Lluís M. Vidal: l'un al est de les serres que vessen llurs aygues al Segre (clap de Navinés y La Bastida) y l'altre al oest en el glop de montanyes que separa les dues Nogueres (clap de Eril-Castell).

El primer forma una faxa estreta en la vessant de la serra de Cadí, perdent importancia prop de la masía de La Molina (Vilanova de Benat). La porció compresa entre La Bastida y Navinés es més importanta per contenir algunes capes de hulla. A Gramós n'hi hà un altre clap continuació dels anteriors, que junt ab el de Bellver-Isobol formen el carbònich de la conca del Segre.

El segón està desenrotllat entre les dues Nogueres en varis claps dels que'l més important es el d'Eril-Castell a Aguiró, però'ls seus límits no han sigut ben determinats encara.

Als voltants de Barcelona està representat el carbònich pèls petits claps de Vallcarca, Papiol y Sant Feliu de Palafolls intimament relacionats ab el silúrich y'l devònich, dessota dels quals se troba en alguns punts per haverhi hagut una inversió de capes seguida de un rossolament.

Ben determinats en totes aquestes formacions s'hi tro-

ben dos pisos: l'inferior, culm o dinantià, y'l superior o estefanià; però En Roussel (1) admet també'l mitjà o westfalià, en qual càs tindriem tota la sèrie.

Dinantià o culm.—L'admet En Roussel al Pirineu; està format per piçarres, pudingues, marbres griottes, quarcites y lydianes. En les piçarres dels voltants de Bellver hi hà trobat impresions de vegetals y entre Bellver y Isobol *Dictyodora Liebeana* Gein.

A Vallcarca hi hà'l culm omplenant la sinclinal del Coll, tant pèl cantó d'Horta com pèl de Gracia (fig. 171); la formació es constituïda per una grauwacka d'aspecte d'arenisca psammítica en uns punts y en altres de pudinga quarçosa; el conjunt es atravesat per venes de quarç y caliça, y a la basa hi hà les lydianes (2). En aquesta formació el Dr. Almera hi hà recullit impresions de diferents especies de plantes entre les quals l'especialista Saporita hi hà reconegut les especies següents: *Calamites transitionis* Gœpp., *C. tenuissimus* Gœpp., *Archæopteris lyra* Stur., *A. pachyrachis* Gœpp., *A. Tchermaki* Stur., *Archæocalamites radiata* Brong. y talls de *Lepidodendron*. En la vessant SO. del Putxet s'hi troba aquesta metexa formació.

A Papiol, en el torrent de la font Amigonet hi hà les quarcites o lydianes sumament revoltes y capgirades que s'atribuexen també al carbònich inferior (fig. 160).

Una formació semblanta hi hà a la vessant de mitjorn del turó de Santa Creu d'Olorde.

Westfalià.—Aquest pis, segons En Roussel (3) té la metexa composició petrogràfica que l'anterior tot al llarch del Pirineu. Ja En Zeiller havia senyalat al plà dels Es-

(1) *Tableau stratigraphique des Pyrénées.*

(2) Lydiana s'anomena una varietat de quarcita negra, molt dura y compacta, d'aspecte piçarrós; es la *pedra de toch*.

(3) Obra citada.

tans, al nord de les Malahides, el *Calamites suckowi* y una *Sigillaria*, però les exploracions fetes per En Roussel a Aguiró a la vall del Flamissell, li han permés descobrir les especies següents:

Sphenopteris obtusiloba Brongt., *Pecopteris plumosa* Artis., *Alethopteris Grandini* Brongt., *Nevropteris Scheutzeri* Hoffm., *Nevropteris heterophilla* Brongt., *Nevropteris tenuifolia* Schlot., *Linopteris obliqua* Bumb., *Annullaria sphenophylloides* Zenk., *Annullaria stellata* Schlot., *Brukmannia tuberculata* Stern., *Calamites undulatus* Stern., *Calamites cf. suckowi* Kong.

Aquests fòssils se troben a Aguiró en una piçarra ampolítica que acompanya a un prim llit de carbó. Al demunt venen grossos bancals de un conglomerat poligènich o grossos fragments de quarç.

Estefanià.—Aquest pis es l'únich que en el nostre Pirineu conté hulla explotable; a ell pertany la formació de Surroca y Ogassa hont consta d'arenisques groguenques y pudingues quarçoses en nombrosos banchs en sa part alta y banchs de hulla y piçarres carbonoses en la basa, que està en contacte immediat ab la caliça *griotte* de que havèm parlat en el devònich y que molts inclouen en el carbònich.

Les piçarres carbonoses contenen moltes impresions de plantes en perfecte estat de conservació, y en els banchs d'arenisca s'hi han trobat grans tronchs d'arbres aplastats. Les especies que's citen trobades en aquesta localitat són les següents: *Calamites Suckovi* Brongt., *Calamites cistu* Brongt., *Calamites dubius* Artis., *Calamites approximatus* Schlot., *Calamocladus longifolius* Bronn., *Calamocladus equisetifórmis* Schlot., *Calamocladus grandis* Sternb., *Macrostachya infundibuliformis* Bronn., *Annullaria radiata* Brongt., *Sphenopteris Schloteimi* Sternb., *Sphenopteris latifolia* Brongt., *Ciclopteris trichomanoides*

Brongt., *Neuropteris Loshii* Brongt., *Neuropteris Grangeri* Brongt., *Pecopteris arborescens* Schlot., *Pecopteris oropteria* Schlot., *Pecopteris unita* Brongt., *Pecopteris Milboni* Artis., *Pecopteris polymorpha* Brongt., *Pecopteris hemiteioides* Brongt., *Pecopteris Meriani* Brongt., *Goniopteris arguta* Brongt., *Alethopteris Serlii* Brongt., *Alethopteris aquilina* Schlt., *Alethopteris Grandini* Brongt., *Alethopteris Dournaissii* Brongt., *Lepidodendron aculeatum* Sternb., *Stigmaria ficoides* Brongt.

Continuació d'aquesta formació són les capes del carbònich que a la vall de Camprodón passen per les Rocasses, darrera Sant Antoni, Serra del Navà y Rocabruna, sols que aquí no s'hi han trobat banchs d'hulla aprofitable; però en les piçarres carbonoses y argiloses de prop del Màs de Molló hi havèm descobert un jaciment de plantes fòssils entre les quals l'especialista Zeiller hi hà reconegut les especies següents que indiquen un nivell estefanià molt elevat: *Pecopteris Candollei* Brongt., *Pecopteris oreopteridia* Schl., *Pecopteris cf. alethopteroides* Gr. Eury., *Pecopteris feminæformis* Schl., (= *Pecopteris arguta* Stern.), *Pecopteris cf. Pluckeneti* Brongt., *Linopteris Germari* Gieb sp., (= *Dictyopteris Schütztei* Rœm.), *Annularia sphenophylloides* Zenk (sp.), *A. stellata* Schl. (sp.) (= *A. longifolia* Brongt.), *Bruckmannia tuberculata* Stern. (= espina de *Annularia stellata*) etc., etc.

Origen y formació de la hulla. — L'origen vegetal de la hulla es innegable; es clar que a primera vista no ho sembla, però n'hi hà prou ab un senzill examen microscòpich pera convèncers, ja que s'hi reconexen perfectament els restos de cèlules y vasos, y'ls fragments de fulles o d'escorses, fins al punt de que ab aquest medi pot dirse de quin grupu de vegetals està formada una capa determinada de hulla. La anàlisis química demostra també que no es més que una combinació de carbón, d'hidrògen y de

oxígen, ab petita quantitat de potassa, sosa y silice, o sien els elements constitutius dels texits vegetals.

Els restos aquests que formen la hulla no són barrejats de qualsevol manera, sinó sedimentats, es a dir, en capes planes que's recobren la una a la altra, com els materials lleugers que han surat lliurement dins un líquit y s'han depositat tranquilament al fons; per axò té molt sovint un aspecte fullós.

Per altra part, la hulla se presenta en verdaderes capes, primes o groxudes, molt regulars quasi sempre, intercalades entre banchs d'argiles piçarroses o arenisques d'origen detrítich indubitable.

Tots aquests fets indiquen que la hulla no es més que un *aluvió vegetal*, es a dir, una immensa quantitat de restos vegetals transportats per corrents d'ayga als estuaris o llachs.

¿Còm s'es fet axò? Mirèm lo que passa avuy sobre la terra. Ja sabèm com se forma actualment la turba, es a dir, verdader combustible d'origen vegetal, per la combustió química de certes plantes a soplux de l'ayre, dintre la ayga; es una transformació que té lloch *in situ*. Ara observèm lo que passa també avuy día en la desembocadura de un riu caudalós, el Mississipi, per exemple; aquest gran riu arrastra quiscún any al golf de Mèxich una quantitat immensa de materials entre'ls que hi hà una munió gran de restos vegetals y fins arbres de tota mena. Al arribar a mar y minvar per tant la força de la corrent, se fa una tría; els materials pesats, grava y sorra, se depositen els primers formant un talús molt inclinat; més enllà se deposita'l llot, y més endins encara les substancies més lleugeres, com són els vegetals. Aquests, empapats d'ayga, cauen al fons hont se depositen els uns demunt els altres en capes sensiblement horisontals, fins que una grossa riuada'ls recobreix de llot. D'aquesta manera s'han format

entre'ls aluvions del delta del Mississipi un cert nombre de capes vegetals que, descomposantse a soplux del ayre, sota la coberta de llot, acabaran per ser verdaderes capes de hulla. Y la prova de que aquesta transformació s'està ja fent ara, la tenim en les protuberancies que en aquell delta's formen, com a verdaderes bombolles que reventantse dexen escapar carburs d'hidrògen semblants al *grisou*; desprendiments gasosos que indiquen que la carbonisació, a soplux del ayre, dels vegetals enterrats, ha començat ja.

Resulta, donchs, que avuy día hi hà dues maneres de transformarse'ls vegetals en substancia carbonosa: una *in situ* y altra per transport y deposició.

Es evident que d'una d'aquestes maneres o d'abdues combinades s'originaren els dipòsits d'hulla. Abans se creya que la formació havia sigut *in situ*, es a dir, per la acumulació successiva de materies vegetals que crexién en un terrer baix y d'aygamolls, fins que venia un enfonzament y la mar l'invasia recubrintlo de llot y sorra, y després tornava la vegetació a establirshi y a acumularshi pera ser enterrada de nou. Potser que hi haja formacions originades de semblant manera, però no es el cas general. La majoria de jaciments hullers són dipòsits d'aluvions vegetals efectuats en un estuari o llach per les aygues torrencials de les regions vehines, que a cada riuada o periodo de pluges abundoses, hi aportava nous materials, y axò explica'l perquè del nombre, devegades considerable, de capes successives y les grans diferencies que's noten en la llur gruxa. Axís, per exemple, en certes conques belgues el conjunt del dipòsit comprèn 160 capes de hulla, ab una gruxa de 2,900 metres; algunes capes de hulla no tenen més que 2 centímetres de gruxa y altres arriben a 5 y 6 metres. Aquestes darreres corresponen a les grans riuades; les altres a èpoques de més calma.

Ab la antiga teoria del enterrament dels boscos *in situ*, calien molts mils anys pera explicar la formació de una capa de hulla de uns quants metres, però ab la explicació moderna, que indubtablement es la certa, no cal recórrer a periodos tan llargs de temps; tot es qüestió de la quantitat d'aluvions arrastrats per les corrents que, donat el règim metereològich allavors regnant, devia ser considerable. Encara més; de les modernes observacions se dedueix que la hulla havia ja adquirit sa composició química abans de quedar enterrada, gracies a la influencia dels micro-organismes, especialment el *Micrococcus carbo*, qual treball hauria consistit en una disolució parcial de les parets de les cèlules y dels vasos ab desprendiment dels elements gasosos.

En resúm, la hulla es una barreja de restos vegetals en un estat més o menys avençat de desorganició microbiana, cimentats per una munió de productes originats ab aquesta alteració (materia fonamental) y'ls metexos *micrococcus*.

PERIODO PÈRMICH

Caràcters generals. — El pèrmich (1) es un periodo de transició entre la era primaria y la secundaria, en que persistexen les condicions biològiques y físiques que havien predominat durant el carbònich, mentres se inicia la evolució de la fauna marina y terrestre ab el trànzit dels goniatites als ammonites, es a dir, a un tipu de cefalòpots que ha sigut considerat com exclusiu dels terrenos secundaris, y la multiplicació dels reptils, preludi del desenrotlllo que pendrà en els periodos següents. Falten encara per complert les aus y'ls mamífers.

Les roques d'aquest periodo consistexen principalment en arenisques y conglomerats de color rogenca generalment, margues y piçarres impregnades de coure en alguns llocs, calices y dolomies; s'hi troben també jaciments de guix y sal.

El periodo pèrmich està caracterisat per dos fets geogràfichs de gran importancia, que són: en l'hemisferi boreal el retorn de la mar cap a terres que havia abandonat en el periodo anterior, originant quasi per tot arreu sedimentacions transgressives demunt les anteriors; y en el hemisferi austral y regions tropicals, la emersió de un gran continent que anava del Brasil a la Australia, el qual veurèm persistir durant molt temps y hont la fauna y flora's desenrotllarà de diferenta manera que a les regions septentrionals.

(1) Nom derivat del districte de Perm a Russia hont està ben desenrotllat.

Un altre caràcter típic del període permíic és la activitat volcànica ab erupcions de porfíts petrosilícis o *vidriosos* (*pechsteins* dels alemanys) que representen el darrer terme de les emissions porfíriques, y sobretot de *melafirs*. Són les derrerres manifestacions de la activitat interna de la terra tan considerable en tota la Era primària.

Fauna y flora. — Aparexen els verídaders reptils (*Proterosaurus*) y especialment un grup de paleo-batràcis molt semblants els uns ab les salamandres actuals, com els *Protriton*, (Fig. 182) *Branchiosaurus* (Fig. 183) de petit tamany, y els més grossos *Archegosaurus*, *Actinodon*, etc. El *Stereorachis* és interessant per presentar les vèrtebres ossificades del tot, lo que'n fá un tipu relativament molt enlayrat, y ademés tenía les mandíbules sòlides y armades de fortes dents.

Els pexos ganoides predominen encara, especialment els gèneros *Palæoniscus* (fig. 182) *Amblypterus*, *Platyso-*

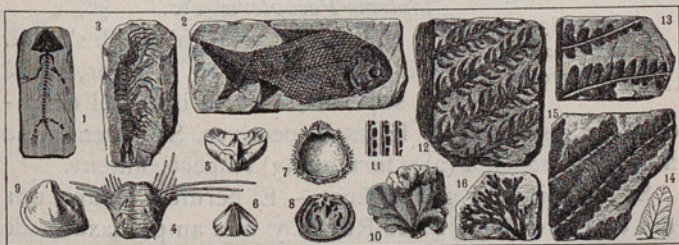


Fig. 182. — Fòssils característichs del període permíic. — Batràci: 1, *Protriton petrolei*. Peix: 2, *Palæoniscus Blainvillei*. Crustaci: 3, *Gampsonyx fimbriatus*. Braquidòpots: 4, *Productus horridus*. 5-6, *Camorophoria Schlotheimi*; 7-8, *Strophalosia Goldufussi*. Acèfals: 9, *Schizodus obscurus*. Briozoari: 10-11, *Fenestella retiformis* y detall. Flora: 12, *Walchia filiciformis*. 13-14, *Pecopteris pinnatifida* y foliòl engrandit. 15, *Callipteris conferta*. 16, *Schizopteris Gumbeli*.

mus, etc.; hi hà també nombrosos selacis dels gèneros *Ctenacanthus*, *Pleuracanthus*, etc.

Els crustacis són poch abundants.

Els moluschs són menys nombrosos que en el carbò-nich; es un fet característich la aparició dels verdaders ammonitits ab els *Gycolobus*, *Medlicottia*, etc. Els gas-teròpots y lamelibranquis són poch diferents dels del pe-riodo carbònich. Entre'ls braquiò-pots continuen els gèneros *Productus*, *Spirifer*, *Terebratula*, *Discina*, etc. En general tots els moluschs del pèrmich són de petit tamany, com si haguessen viscut en condi-cions poch favorables.

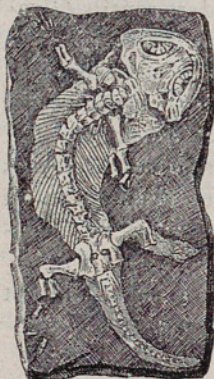


Fig. 183.
Branchiosaurus
salamandroides.

La flora pèrmica es molt menys rica que la carbònica, predominant les coníferes dels gèneros *Walchia* y *Araucarites* ab nombroses falgue-res dels gèneros *Callipteris*, *Odon-topteris* *Pecopteris*, etc.

Divisions. — El pèrmich s'ha di-vidit en tres pisos, inferior, mitjà y superior, caracterisats pèl desen-rotllo de les faunes y flores respectives. Se'ls denomina *autunià* (1), *saxonià* (2) y *turingià* (3) respectivament.

Sa distribució geogràfica. — El pèrmich ocupa una gran extensió del NE. de Rússia y una ampla faixa desde Polònia a Anglaterra. A la Europa central y meridional, quasi tota emergida, les mars ocupaven superfícies poch extenses. Se troba també a la Índia, Austràlia, Tasmània, Àfrica austral y Brasil, en quals punts se troba una flora

- (1) Autun.
- (2) De Saxonia.
- (3) De Thuringe.

igual ab *Glossopteris*, indicant la presència de una terra tropical que s'extenia de la Plata a Austràlia, d'uns 220 graus de longitud per uns 60 de latitud.

A Catalunya no s'ha senyalat encara la presència de aquest terreny, lo que indicaria que estava allavors quasi



Fig. 184. — Catalunya al final de la Era primària.

tota emergida formant part d'un gran continent que comprenia quasi tot el Mediterrani ab ses illes y la península italiana; mes al donar a la prempsa aquesta obra me entera En Lluís M. Vidal de que, en els seus apunts inèdits sobre la geologia de la actual província de Lleyda consta

que entre'l Noguera Pallaresa y'l Ribagorçana ha trobat entre'l carbònich y'l triàssich inferior unes pudingues grolleres d'elements piçarrosos y ciment argilo-ferruginós, que creu han de colocalse al pèrmich, o siga al *Rothe todte liegende* dels geòlechs alemanys, comprovantse axís en el Pirineu Català la existencia del pèrmich que ha demostrat En Caralp a la vessant francesa. (Fig. 184.)

CAPÍTOL III

ERA SECUNDARIA O MESOZOICA

Generalitats y divisions. — La Era secundaria es una Era de tranquil·tat en la historia de la Terra, quals energies internes semblen endormiscades en tota la seua llarga durada; comprén les formacions sedimentaries depositades desde la purificació definitiva de la atmòsfera, al final de la Era primaria, fins al desvetllament de la activitat interna als principis de la Era terciaria.

En aquesta Era de calma la vegetació es molt diferenta de lo que fou en la anterior; han desaparegut la majoria dels tipus de la flora carbònica y al principi predominen les coníferes y cicadees sobre les falgueres, y més tart apareixen els primers representants de les monocotiledònees, les palmeres, y després les dicotiledònees angiospermes, es a dir, les plantes que muden la fulla anyalment, indicantnos que ja hi hà diferencies de clima sobre la terra; entre aquestes plantes s'hi han trobat impresions de faig, plàtano, eura, alsina, magnolia y altres que avuy sols se troben a Australia y Assia meridional, indicant pera l'hemisferi nort un clima més càlit que l'actual ja que semblants impresions s'han trobat a Groënlandia.

Mentres la vegetació progressa d'aquesta manera, la fauna terrania o continental pren també un gran desenrotll, especialment la classe dels reptils, fins al punt d'anomenarse a la Era secundaria *Era dels reptils*. Aquests aparexquen ja al final dels temps primaris però tenien encara molts caràcters que'ls acostava als batracis; al principi se troben encara'ls laberintodons, mes prompte s'extingexen y són substituïts per altres més perfeccio-

nats en el sentit reptil. Els uns apareixen nadant en les aygues de les mars y llachs: són els reptils nadadors, els *Ichtyosauris* y *Plesiosauris*; els altres volen per l'ayre, com els rats-penats actuals: són els reptils voladors, els *Pterodactils* y *Rhamphorinchs*; y'ls altres caminen per terra: són els reptils caminadors, els *Brontosauris*, *Estegosauris*, *Iguanodon*, etc.

Apareixen les primeres aus que, al principi, són de petit tamany y ab afinitats reptilianes ben pronunciades, aytals com l'*Archæópteryx* de Solenhofen ab cúa de llargandaix ab un parell de plomes en cada vèrtebra y bech d'aucell ab dents, y'ls *Hesperornis* y *Ichthyornis* ab dents també y vèrtebres bicòncaves.

Els mamífers, si bé que poch representats, se troben ja desde'l principi de la Era secundaria; són mamífers de les formes més inferiors del grupu, es a dir, els marsupials, quals únichs representants actuals viuen a Australia y a la Amèrica del Sud; eren del tamany d'un erissó y atravessaren tota la Era, fins a la terciaria en que's desenrotllaren considerablement.

Mentres se feya aquesta evolució als continents, a les mars apareixia un nou tipu de pexos, els *Teleostis* o pexos ossosos; els Nautilits primaris estaven en decadencia y en cambi'ls Ammonítits se desenrotllaven considerablement y apareixien els Belemnítits, pera desapareixer junt ab els anteriors, sense dexar rastre, al final de la sèrie secundaria. Dels altres moluschs disminuexen els braquiòpots, mentres que predominen els lamelibranquis.

En son conjunt la configuració general de les terres y les mars era encara molt diferenta de la actual. Les dues Amèriques són emergides excepte les regions hont s'axecaràn més tart les Montanyes Rocoses y'ls Andes. La Amèrica del Nort resta unida a la Groenlandia y ab la Europa per un gran continent que ja conexèm y que,

ocupant el lloch de l'Atlàntich, pot anomenarse *Atlàntida*. Axís meteix, la Amèrica del Sud, al menys per l'espai de la primera meytat de la Era secundaria, es unida a la Africa per un altre continent.

Excepte la regiò escandinava, emergida definitivament desde l'origen del temps primari, la Europa se presenta com una mena d'arxipèlach. La Assia es terra ferma quasi bé tota.

La Era secundaria se divideix en tres periodos ben diferenciats que de baix a dalt són:

1.^{er} El periodo *Triàssich*, al que corresponen els terrenos *triàssichs*, anomenat axís a causa de sa divisió ben neta en *tres* pisos, a la Europa occidental, hont el conjunt està caracterisat pèls seus colors vius y virolats.

2.^{on} El periodo *Juràssich*, al que corresponen els terrenos juràssichs, ben desenrotllats al Jura, d'hont vingué el nom.

3.^{er} El periodo *Cretàcich*, al que corresponen els terrenos *cretàcichs*, qual nom indica ja la natura dels sediments dominants en aquest periodo: la *creta*.

PERIODO TRIÁSSICH

Caràcters generals. — El periodo triássich es encara un periodo de transició entre les eres primaria y secundaria en que persisteixen algunes de les formes antigues y's modifiquen les noves, fins a renovarse completament la vida orgànica sense cap revolució soptada general.

La mar continuá invadint la terra ferma per accentuarse'l moviment d'immersió iniciat en el periodo pèrmich. A la Europa occidental se depositen les formacions d'ayga dolça o de ribera, mentres a la conca del mediterrani predomina el règim pelàgich extenentse la mar per quasi tota la Alemanya. A n'el règim marí seguí un règim de llacunes y estanyols en quasi tota la Europa, a excepció de la conca mediterrània hont era condensada la fauna marina y'l punt d'origen dels *Ceratites*.

Les roques predominantes en aquest periodo són les argiles, els conglomerats y les arenisques, formats a conseqüencia de denudacions generals y persistentes, y les calices y dolomies en sa part superior. Intercalats entre aquestes roques s'hi troben grans dipòsits de guix, que surten quasi per tot arreu hont hi hà'l tries, y alguns de sal comuna, lo que ha fet que a n'aquest terreno se l'anomenès *salí* o *salífer*. Aquests dipòsits de sal foren deguts induptablement a la evaporació de llachs salats, tal com passa avuy, segóns tenim estudiat a la Geología dinàmica (veges pl. 103).

La composició del tries normal clàssich de la Europa occidental comprén: un pis marí, format per calices margoses molt fossilíferes (*Muschelkalk*) posat entremitg de

dues formacions, la inferior que es litoral (*Gres bigarrés*) y la superior pertanyent al règim de llacunes (*Keuper*); aquests tres noms clàssichs són els que han motivat el nom de *tries*.

Caràcters paleontològichs de sa fauna y flora.— Els reptils són encara 'ls vertebrats d'organissació més avançada d'aquest periodo, si be de molts no s'han trobat més que les petjades que dexaren en llur país per les platges argilenques; predominaven els laberintodons que adquireixen llur principal desenrotlló ab els gèneros *Chirotherium*, *Trematosaurus* y *Mastodonsaurus*. Apareixen els sauris o reptils nadadors sauropterigis (*Nothosaurus*, fig. 185) y ictiosauris (*Mixosaurus*), aixís com els cocodrills (*Belodon*) y les primeres tortugues.

Els pexos presenten detalls semblants als del periodo permich, són encara ganoides heterocerchs, però la cúa va sent menys dissimètrica y la columna vertebral més ben ossificada; abunden els gèneros *Gyrolepis*, *Semionotus*, *Lepidotus* y *Ceratodus*, trobantse aquest darrer encara avuy als rius d'Australia.

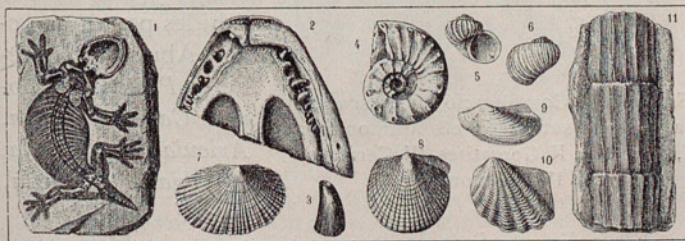


Fig. 185.—Fòssils característichs del triàsich inferior. — Batracis estegocèfals: 1, *Labyrinthodon Rutimeyeri*. 2, *Mastodonsaurus Wasilenensis*. 3, Dent del meteix.—Cefalòpot: 4, *Tirolites cassianus*.—Gasteròpot: 5 y 6, *Naticella costata*.—Acèfals: 7, *Monotis Claræ*. 8, *Posidonia Claræ*. 9, *Gervillia Murchisoni*. 10, *Myophoria costata*. Flora: 11, *Equisetum Mougeoti*.

Certes formes de moluschs són encara paleozoiques; altres, com els ammonites y belemnites són enterament mesozoiques. Els ammonites sobre tot presenten una gran diversitat baix el punt de vista del desenrotll de les línies de sutura dels embans, desde'ls goniatites (*Choristoceras*) de línies senzilles, fins als arcestes (fig. 186) que presenten la diferenciació més fina y més complerta en la

línea sutural que se haja vist may; el *Ceratites nodosus* Schlot (fig. 187) es una forma intermitja, típica del Muschelkalk y molt comuna.

Dels altres moluschs els lamelibranquis són els que més se transformen; la major part de formes antigues han desaparegut y són substituïdes per altres noves. Abunden els gèneros *Pecten*, *Posidonia*, *Cardita*, *Lima*, *Avicula*, *Myophoria*, *Halobia*, *Daonella*, etc. (Fig. 188.)

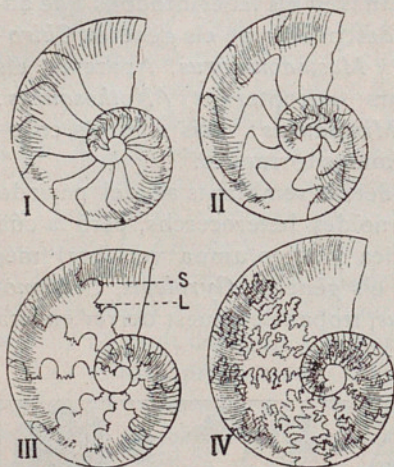


Fig. 186. — Complicació successiva de la línia de sutura en els Ammonítits. I, Clymenia. II, Goniatites. III, Ceratites. IV, Ammonites.

Els polípers són escassos; els crinoides abunden, especialment l'*Encrinus liliiformis* Lam.; apareixen les algues calices representades pèl gènere *Gyroporella*.

La flora triàsica presenta tipus de transició; està composta de coníferes, equisetàcees y falgueres. A la primera família pertany el gènere típic Voltzia (fig. 189),

especie de xipré que ha substituït al *Walchia*; els calamites són reemplaçats pèls veritables *Equisetum*, y les principals falgueres *Anomopteris*, *Tæniopteris*, etc., pertanyen a gèneros que's diferencien ja molt dels del periodo carbònic.

Divisions.— Tres pisos constituïxen el terreno triàsich, com ja hem dit; un pis inferior d'origen litoral, un pis mitjà, caliç, clarament marí, y un pis superior que correspon a formacions de maresmes o llacunes.

El pis inferior, anomenat de vegades *vosgià*, *werfenià* o *grés bigarré*, conté en sa basa les potentes capes de arenisques roges (*pedra esmoladora*), tan aprofitades pera la construcció a la vall del Rhin, y en les quals s'hi troben les petjades del país dels reptils y les impressions de plantes, sobretot del gènere *Voltzia*.

El pis mitjà, anomenat també *franconià* y més comunament *muschelkalk* (1), format per calices marines plenes de conquilles, talls d'*Encrinus*, etc.

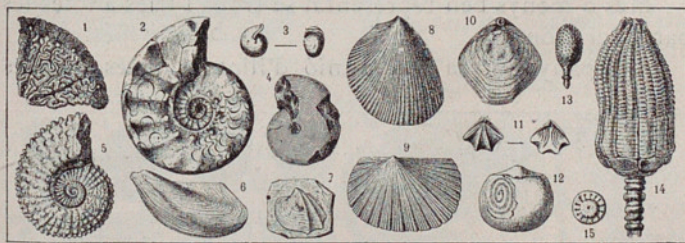


Fig. 187. — Fòssils característichs del triàsich mitjà. — Batraci estegocèfal: 1, *Mastodonsaurus Jægeri* (secció de una dent). — Cefalòpots: 2, *Ceratites nodosus*. 3, *Lobites pisum*. 4, *Cladiscites tornatus*. 5, *Protrachyceras archelaüs*. — Acèfals: 6, *Gervillia socialis*. 7, *Myophoria curvirostris*. 8, *Lima striata*. 9, *Daonella Lommeli*. — Braquiòpots: 10, *Terebratulula vulgaris*. 11, *Retzia trigonella*. 12, *Productus Leonhardi*. Equinoderms: *Cidaris dorsata* (radiola). 14 y 15, *Encrinus liliiformis* y secció del tall.

(1) De l'alemany *müschel*, conquilla, y *kalk* caliça: caliça de conquilles.

El pis superior, dit també *saliferià*, *keuper* o *tyrolià*, conté màrgues diversament colorades y per axò se l'ha anomenat de les màrgues irisades.

Aquests tres pisos corresponen al trías dels Vosges, però a mida que s'avença vers l'est y el sud, cambia de caràcter: se torna exclussivament marí (*trías alpi*).

Sa distribució geogràfica. — Per lo que respecta a Europa les aygues oceàniques del periodo triássich formaven en son centre una mar interior en mitg de la qual sobrexien formant illes el macís d'Ardenes y la Bohemia; a son entorn formaven com una barrera seguida el macís central de França, el bretó, Irlanda, Escocia, País de Gales, Escandinavia y quasi bé tota la Rússia; aquesta mar tenia sa major fondaria al nord d'Italia y a la regió dels Alps desde Grenoble fins a Austria y pèl sud cap a l'Assia; allí fou hont se depositaren potentes capes de calça y hont visqueren els ammonítits.

Més o menys ben representat se troba'l trías a totes les parts del món.

A Espanya forma una munió d'illots o faxes estretes

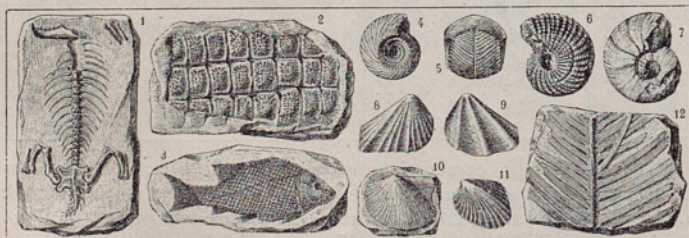


Fig. 188. — Fòssils característichs del triássich superior. — Reptils: 1, *Telrpeton elginense* (lacèrtit). 2, *Steganolepis Robertsoni* (crocodílit). Peix: 3, *Semionotus Bergeri*. — Cefalòpots: 4 y 5, *Tropites subbullatus*. 6, *Trachyceras aonoides*. 7, *Sagenites Giebeli*. — Acèfals: 8 y 9, *Myophoria Kefersteini*. 10, *Halobia rugosa*. 11, *Cardita crenata*. — Flora: 12, *Pterophyllum Jägeri*.

que indubtablement se unexen per dessota les formacions modernes. N'hi hà al nort de les actuals provincies de Santander y Palencia, tot al llarch dels Pirineus, bordejant els claps silúrichs del Moncayo, Montalbán y Calatayud, entre Sigüenza, Molina de Aragón y Sierra de Albarracín, a Castellò y Valencia, y una sèrie de claps que van de Albacete a Cádiz. En aquestes localitats hi són representats els tres pisos: l'inferior es format per argiles roges y moradenques y una arenisca psammítica; el muschelkalk y'l keuper tenen molts pochs fòssils, però en cambi s'hi troben jaciments de sal (Cabezón de la Sal, Minglanilla, Manuel, Villena, etc.) l'aragonit (Molina de Aragón), els *jacintos de Campostela* o quarços hema-



Fig. 189.
Voltzia heterophylla.

toides y altres minerals característichs.

Extensió y caràcters del terreno triàssich a Catalunya. — La mar triàssica invadí quasi tota Catalunya y si avuy sols trobèem alguns afloraments aïllats dels terrenos per ella depositats, es degut a que, o han sigut recoberts per les formacions modernes o les ha arrastrat la denudació. Hi són representats els tres pisos que integren el periodo, y tenen quasi per tot arreu la metexa composició. A la basa se troben grossos bancals de conglomerats, molt característichs perque són formats quasi únicament de palets de quarç rodats, de tamany mitjà, y trabats per un ciment argilós roig. Segueixen després les arenisques

micàcees roges, rarament groguenques, en plaques primes, presentant molt sovint impresions de *fucoïdes*. Aquestes arenisques, ab la llur mica y color roig, tenen un aspecte particular que no presenta cap altra formació. Vers la part mitjana del terreno aquest se troben, en gran nombre de llochs, unes calices de color cendrós o groguench característich. Al demunt venen unes màrgues argiloses d'aspecte piçarrós, fàcils de reconexe perque són ordinariament *roges* o *irisades*. La formació acaba, molt sovint, per calices groguenques, passant a dolomia, que's desenrotllen en banchs de gran potencia.

Anèm a resseguir lleugerament els principals claps que hi hà a Catalunya, fent remarcar de pàs les llurs particularitats.

Tot al llarch de la serralada pirenenca se troba'l terreno triàssich formant una faxa trencada en son extrèm oriental; es el troç de Darnius a Sant Llorens de la Muga que conté'ls dos pisos: arenisca abigarrada y muschelkalk; n'hi hà també un clap entre Oix y Riu.

Per Rocabruna passa'l Pirineu la faxa triàssica més important de Catalunya que atravessa les conques del Ter y del Freser ab un gruix de uns 500 metres, estant formada per conglomerats y arenisques que suporten les calices de fucoïdes; segueix després per Montgrony, Castellar d'En Huch, Grexa, atravessa la serra de Cadí y'l riu Segre, puja pèl nort de Nove, forma la vessant de la serra que separa les aygues de Castellàs del riu Cabo; en els màrgens del Noguera, entre Sort y'l congost del Comte adquireix un gran desenrotllo, segueix per Pobleta e Iglèsia cap a Eril-Castell. Més al sud d'aquesta faxa n'hi hà una altra de paralela que passa per Gerri y'l nort de Tahús. El distingit enginyer de mines En Lluís M. Vidal que tan ben estudiada té la geologia d'aquestes comarques, calcula a n'aquesta formació triàssica un gruix total de

3,000 metres, comprenenti la massa guixosa de son nivell superior, y hi distingeix els tres pisos, dels quals són molt constants dos: l'inferior o la *arenisca abigarrada* caracterisat per ses roques eminentment detrítiques y de conglomerat, y'l superior o de les *màrgues irisades* per ses argiles y guixos; el pis mitjà (*muschelkalk*) no es tan constant com els altres. Caracterisen a n'aquesta formació les erupcions de ofita molt abundoses entre'l Segre y'l Ribagorçana, erupcions que han dislocat per complert els seus sediments. La ofita es aquí de un vert quasi negre y molt dura, va acompanyada de pirita y epidota en el clap de

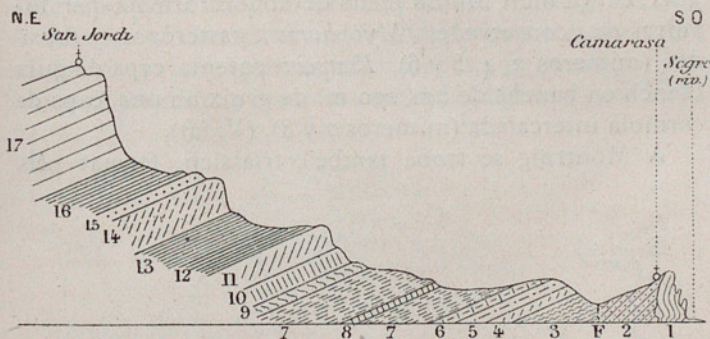


Fig. 190. — Perfil de la montanya de Sant Jordi (segons En Ll. M. Vidal).—**Eocènich.** 1, Caliça ab Miliolites.—**Oligocènich.** 2, Pudingues, guixos y màrgues. — **Muschelkalk.** 3, Guix. 4, 5 y 6, Calices ab llits de guix. — **Keuper.** 7, Guix blanch. 8, Banch de carniola. — **Lies mitjà.** 9, Bancal bretxós dolomítich. 10, Caliça litogràfica. 11, Caliça ab *Pecten*, *Terebratula punctata* y *Terebratula subpunctata*, etc. 12, Màrgues molt fossilíferes. — **Lies superior.** 13, Màrgues molt fossilíferes ab *Ostræa Beaumonti*, *Rhynchonella cynocephala* y *Ammonites*. 14, Dolomies grisenques. — **Cretàcich superior: Santonià.** 15, Arenisca ferruginosa ab Radiolites. 16, Màrgues ab *Rhynchonella difformis*, *R. Lamarckiana*, *Sphærulites Toucasi*, etc.—**Campanià.** 17, Potenta capa de caliça.

Gerri y de amiant (*cartró de montanya*) en el de Guardia; el guix apareix també aprop d'ella axis com les fonts salades.

Més cap al mitjorn de Catalunya trobem dos afloraments de terreno triássich de poca importancia, l'un a la serra del Montsech y l'altra en la de Montroig que li es propera; aquí el trías està constituït per sos dos pisos superiors faltanhi la arenisca abigarrada. Prop de Camarasa se'l troba en contacte, per falla, del oligocènic y ab el següent ordre de baix a dalt (fig. 190); *Muschelkalk*: guixos abigarrats; calices compactes y fulloses en concordanca ab aquells; calices negres que alternen ab llits de guix; calça molt fullosa plena de nòdols formats per bivalves mal conservades (*Myophoria*), gasteròpots y fucoïdes (números 3, 4, 5 y 6). *Keuper*: potenta capa de guix blanch en banchs de uns 200 m. de gruix ab una capa de carniola intercalada (números 7 y 8). (Vidal).

A Montroig se troba també'l triássich, format pèls

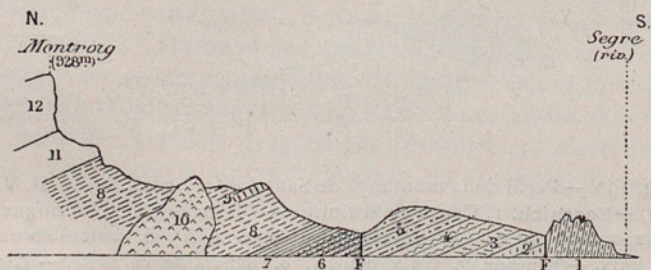


Fig. 191.—Perfil del torrent Ulls de Llorens (segons En Ll. M. Vidal). — *Muschelkalk*. 1, Calça ab fucoïdes, *Chemnitzia*, *Myophoria*, *Natica gregarea*, etc. — *Eocènic*. 2, Calça ab *Alveolina elongata*. 3, Calça margosa ab *Natica*, *Terebellum*, *Alveolina*. 4, Calça ab *Eupatagus*, *Pecten*. 5, Calça ab *Miliolites*. — *Keuper*. 6, 7 y 8, Guix. 9, Calça intercalada en els guixos. 10, Ofita ab *arinita* y *feldespat*. 11, Lies mitjà. 12, Cretàcic superior.

guixos violats, les calices del muschelkalk y'ls guixos del keuper. El muschelkalk consta (fig. 191) de una caliça en llits prims plena de fucoïdes y diversos moluschs com *Chemnitzia*, *Myophoria*, *Natica gregarea*, *Crinoides*, etc. El keuper es exclusivament format de guixos ab un petit banch caliç intercalat y un filó de ofita atravessada per venes de *aerinita* y de feldespat. Alós de Balaguer es situat també sobre les calices del muschelkalk (Vidal).

Del Pirineu y Montsech hem de baxar a les comarques centrals de les actuals provincies de Barcelona y Tarragona pera retrobar el terreno triàssich ab sos tres pisos ben caracterisats. Del Montseny al Montserrat s'extén una faixa d'amplada desigual trencada sols en un espay de 5 kilometres sota Sant Llorens del Munt, que s'apoya sobre el granit y les piçarres paleozoiques y es recoberta pèls conglomerats de la basa del ecènich; aquesta faixa es la

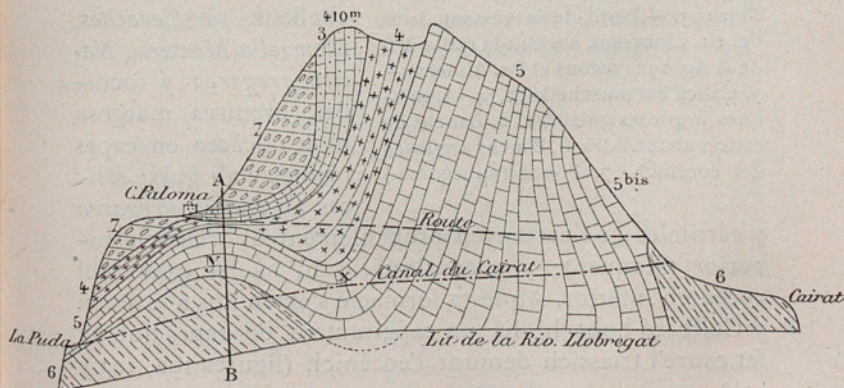


Fig. 192. — Direcció de les capes en el thalweg del riu Llobregat entre La Puda y'l Cairat (segons el Dr. Almera.). — 3, Caliça del muschelkalk. 4, Arenisques argiloses roges guixoses del Keuper. 5, Banchs de calices ab fucoïdes. 5 bis, Calices dolomitisades. 6, Capes argiloses ecèniques. 7, Pontia continental. y, anticlinal. x, sinclinal.

que forma junt ab els sediments que la recobren, la gran cinglera que tanca'l Vallés pèl nort y nort-oest. Pot estudiarse molt bé seguint el Congost, desde'l Figaró, hont se dexen les piçarres primaries, fins a Ayguafreda

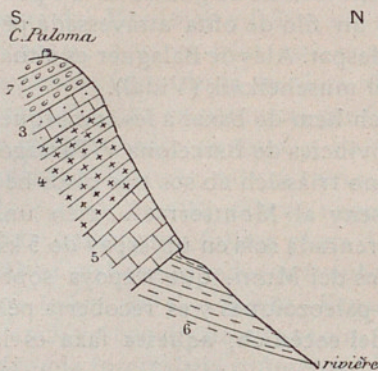


Fig. 193. — Perfil de la vessant dreta del riu Llobregat, seguint la ratlla A B de la fig. 192 (segons el Dr. Almera).— 3, Califa del muschelkalk. 4, Arenisques argiloses guixoses. 5, Banchs de calices ab fucoïdes. 6, Banchs argilosos del eocènich. 7, Pontjà (miocènich.)

y carniols que pertanyen probablement al triàssich superior (Keuper); y a continuació hi hà les capes del eocènich inferior. Aquesta formació s'exten fins a la Puda y Collbató hont hi hà un capgirament de capes que ha fet caure'l triàssich demunt l'eocènich (figures 192, 193 y 194).

Independentment d'aquesta faxa hi hà'l clap comprés entre Martorell, Pallejà, Vallirana y Castelldefels, que presenta'ls metexos caràcters que'l triàssich d'Olesa y la Puda de Montserrat. Prop meteix de Castelldefels, al turó

hont comença l'eocènich. En Arthur Bofill la ha estudiada en el tall que's presenta a la estació de Olesa de Montserrat hont la formació triàssica descansa sobre les piçarres paleozoïques y se succeheix en aquest ordre: pudinga quarçosa; arenisca abigarrada; calices compactes del muschelkalk ab *Ceratites*, *Mentzelia Mentzeli*, *Natica gregarea* y fucoïdes; arenisca margosa molt micàcea en capes primes y ab guix; calices ab *Natica gregarea*

del Calamot, se veu la arenisca abigarrada de la basa, la pudinga poligènica ab elements de quarç y la calica compacta nodulosa pertanyent al muschelkalk ab *Mentzelia Mentzeli*, *Terebratula vulgaris*, *Lima costata*, *Chemnitzia* sp. etc.; en aquest punt falta'l trées superior. Al Brugués se veu mellor aquesta formació (fig. 195); la hermita s'axeça en el contacte de les piçarres paleozòiques ab la pudinga quarçosa dels trées inferior (fig. 196); la cinglera de Aramprunyà es feta de la arenisca abigarrada y del muschelkalk (fig. 197) y s'exten cap al nord en una extensió de 25 kilometres fins a Martorell. Pujant cap a Begas s'atravesa tota aquesta formació fins a *Les Planes* hont comencen les argiles roges guixoses (*La Guixera*) del keuper, demunt d'aquestes hi hà una sèrie de capes calices que formen el turó de la *Desfeta* (fig. 198).

A Vallirana hi hà aquesta metexa formació, vegentshi (fig. 199): 1.^{er} la arenisca abigarrada ab pudinga a la basa; 2.^{on} el muschelkalk; 3.^{er} el keuper format d'argiles psamítiques guixoses, calices noduloses ab fucoïdes, car-

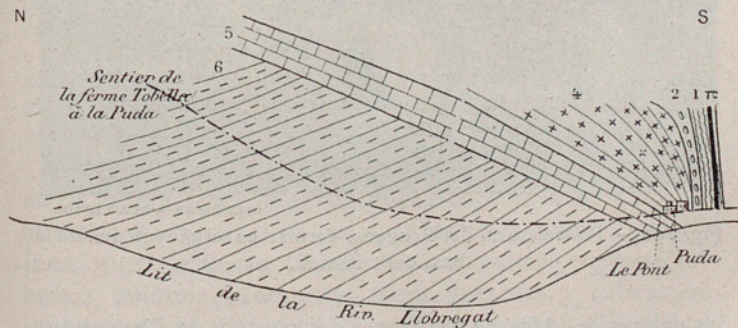


Fig. 194. Perfil de la vessant esquerra del Llobregat a La Puda (segons el Dr. Almera). — π , Porfit: 1, Piçarres paleozòiques (devònich?). 2, Pudinga de la base del triàssich. 4, Arenisca argilosa roja guixosa. 5, Banchs invertits de calica ab fucoides. 6, Capes argiloses del eocènich.

nioles y calices margoses ab fucoides. El keuper forma la roca de can Rafel coronada per un dipòsit de codols que són probablement oligocènichs. En tota aquesta formació els fòssils hi són raríssims, el Dr. Almera els ha trobat en



CLIXÈ D'EN VIADA Y BIADA

Fig. 195. — Pont natural del Brugués, format en el pinyolench de la basa del triàssich.

les calices del *Màs de les Planes* del planell de Begas hont abunden les calices ab *Gyroporella*; al turó dels *Voluntaris* (Corbera) sobre can Barò, hont a més hi hà molts exemplars de *Natica gregarea*, *Corbula*, *Lima?*, *Turbonilla*, *Myophoria vulgaris* y *Terebratula communis*; a la roca

de *can Casas* (Vallirana) y a *Pallejà*; els fòssils d'aquestes localitats pertanyen al muschelkalk.

Prop de Barcelona hi hà dos petits claps de terreno

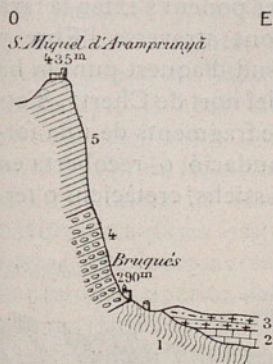


Fig. 196. — Perfil del turó d'Aramprunyà (segons el Doctor Almera). — 1, Piçarres ab *Graptolites*. 2, Caliça ab *Enocrinus*. 3, Piçarres ab *Phacops* y calices margoses. 4, Pudingues y pinyolencs de la basa de la arenisca abigarrada. 5, Arenisca abigarrada.

triássich, resto sens dupte de la gran massa que recubriria aquesta comarca y que la denudació ha fet desaparexe; l'un es a Vallcarca, davant meteix del Coll, y d'ell brolla la font *Rubia*, està format per arenisca roja y pudingues que descansen sobre'l devònich y carbònich, y pertanyen al triássich inferior o vosgià (fig. 171). El clap de Badalona y Mongat presenta tots tres pisos triássichs: l'inferior o vosgià, format d'arenisca roja demunt y pudinga dessota, de sols uns 40 metres d'extensió en el turonet hont se origina el torrent de *Las Corts* junt al turó de Montgat; el pis mitjà o virglorià es sumament trencat y revolt y des-

cansa sobre les calices devòniques d'aspecte semblant a les altres de la comarca; y'l pis superior té la metexa constitució que'l de Begas, Gelida, etc., ab calices argiloses tabulars, dolomia, psammites roges guixoses y calices ab impresions de moluschs y marins, ocupant els turons d'En Sariol y de la bateria.

Al nort y noroest del Penadés tenim també'l terreno triássich que ve a ser la continuació de la gran cinglera que havèm estudiat en el Vallés y que forma'ls planells

de La Llacuna, Pontons y Montagut y'l clap de Salomó, continuantse a la altra banda de la Conca de Barberà hont un clap aïllat origina les trencades serres de Prades; al sud d'aquest clap n'hi hà un altre comprés entre Falset, Riudecanyes, Montroig y Tivisa, y més a ponent s'exten la faxa que del Priorat va cap a García hont atravessa l'Ebre y segueix fins a Prat de Compte; al sud d'aquest punt hi hà dos altres claps, el de Benifallet y'l del nord de Cherta. Tots aquests claps aïllats no són més que fragments de una formació metexa trencada per la denudació o recoberta en part pèls sediments posteriors, juràsichs, cretàichs o terciaris.

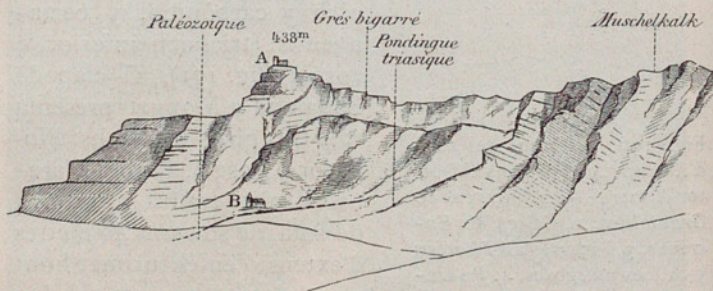


Fig. 197. — Panorama de la cinglera triàsica d'Aramprunyà a Begas.

En qüasi tots aquests claps s'hi troben ben determinats els tres pisos triàsichs, però'l punt mellor estudiat es el comprés entre Mediona, La Llacuna y Pontons, hont si bé'l pis inferior no apareix per estar recobert ab les formacions posteriors, el muschelkalk y sobretot el keuper tenen un gran desenrotllo. Aquesta formació pot estudiarse molt bé seguint la riera de Foix, donchs després de dexar els aluvions del plà del Penadés prop de la parroquia nova de Foix, aparexen les calices tabulars del muschelkalk, a continuació les capes argiloses y guixoses ab

calices que contenen *Myophoria Goldfussi* Münt. var., *M. vulgaris* Schl. var., *Myoconcha* sp., *Lingula* cf. *tenuissima* Bronn. etc., venen després les calices de fucoides, la psammita roja, les calices tabulars dolomítiques y per fi les margues y argila guixosa ab carnoles y *Natica gregarea*, *Chemnitzia* sp., *Avicula* cf. *Bronni*, etc. Prop del Màs Fonoll de Pontons el Dr. Almera ha descobert unes capes fòssilíferes que representen la part més superior del keuper (fauna de Saint Cassien del Tirol) ab *Cassianella decussata*, *C. planidorsata*, *Natica gregarea*, *Chemnitzia*, *Pecten*, *Modiola*, etc.

El triàssich de les comarques de la actual provincia de Tarragona ha sigut explorat per En Lucas Mallada y avans l'havía reconegut En Verneuil; en quasi tot els claps citats se troben els tres pisos ben determinats per llurs caràcters petrogràfics, identichs als de les altres formacions de Catalunya. Com a fòssils, se citen trobats en el triàssich de Camposines: *Ceratites* sp. *Hungarites Pradoi* Vern. *Trachyceras Vilanovæ* Vern., *Tr. hispanicum* Mojs., *T. ibericum* Mojs., *Terebratula an-*

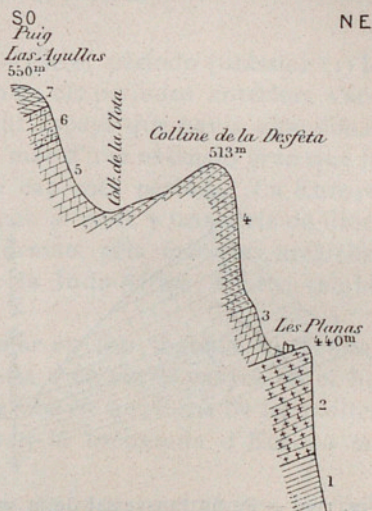


Fig. 198.— Perfil del triàssich y del cretàcich del turó de les Agulles a les Planes (segons el Dr. Almera). — 1, Arenisca abigarrada. 2, Muschelkalk. 3, Psammita roja ab guix y carnoles. 4, Calça margosa. 5, Psammita roja. 6, Dolomia negra. 7, Calça lacustre ab *Paludestrina*.

gusta Schl., *Daonella Lommelü* Vissm., *Myophoria lævigata* Gold., *M. Goldfussi* Alb., *Nucula gregaria* Müns., etc. (Mallada).

s.

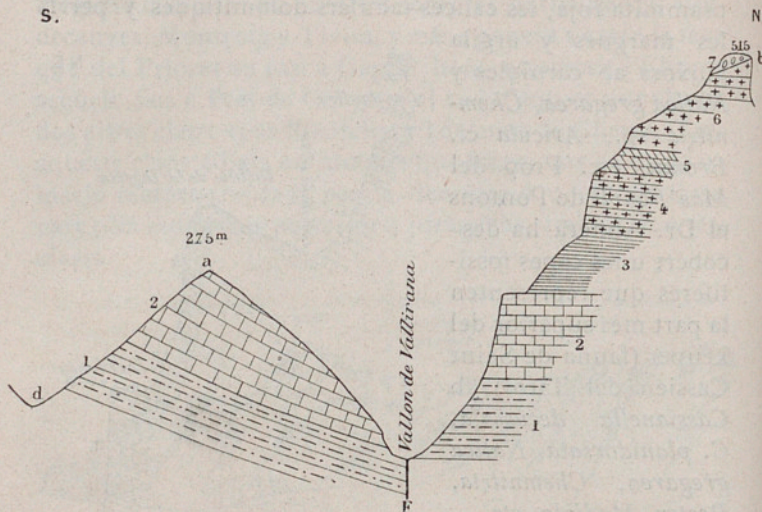


Fig. 199. — Perfil transversal de la vall de Vallirana (segons el doctor Almera). 1, Arenisca abigarrada. 2, Muschelkalk. 3, Argila roja ab guix. 4, Calça margosa ab *fucoïdes* (Keuper). 5, Carnioles. 6, Calça margosa ab *N. gregarea*. 7, Dipòsit de palets (oligocènich?). F, falla. a, Serra Corredera. b, Roch de c. Rafel. d, Torrent de Campderrós.

§ II

PERIODO JURÀSSICH

Caràcters generals. — En el periodo juràssich (1) la invasió de la mar iniciada en els periodos anteriors s'accentuà encara més, ocupant espays que havia abandonat desde'l carbònic; es una mar d'una extensió gran que ja no tornarem a trobar en cap més periodo. La Europa presenta un gran continent al nord y una sèrie de illots en sa part meridional, formats pèls macissos arcàichs; part de la Amèrica y de la Indo-Africa formen també grans masses continentals.

Aquesta invasió de la mar no fou soptada, ni revolta, sinó molt pausada, tranquila y en varies etapes, com ho indiquen els sediments dexats en quiscuna de les moltes oscilacions que modificaren la topografia d'Europa en aquest periodo.

En la zona mediterrania es hont predominen les formacions marines més exteses, però hi hà ja dues faunes ben diferenciades: una fauna càlida propia de les regions meridionals y una fauna freda especial de les regions del nord-est. Comencen a predominar les formacions corallines, indicant una època de calma y tranquil·litat, confirmada per la falta de roques eruptives y de sediments arenosos y conglomerats, abundant en cambi les calices y dolomies, ja soles, ja alternant ab màrgues y argiles. Els manantials ferruginosos originaren capes prou riques pera ser explotades, y altres manantials depositaren la silice que's troba en ronyons dins les calices.

(1) De les montanyes del Jura hont se troba ben desenrotllat.

Caràcters paleontològichs generals. — Existexen ja els mamífers marsupials en relativa abundància, especialment els del gènere *Microlestes*; les aus són molt escasses, podentse citar la més antiga coneguda, l'*Archeópteryx* (1) de la calça litogràfica de Solenhofen (Baviera); en cam-

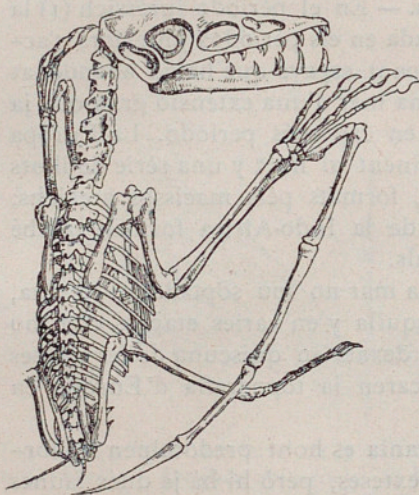


Fig. 200. — Esquelet de *Pterodactylus*.

bi'ls reptils adquirexen un desenrotllo que no han tingut en cap altre periodo de la terra. Per l'ayre volava'l *Pterodactyl* (2) que, com els nostres rat-penats, tenia ales formades per un replech de la pell dels costats, que unia'ls membres anteriors als posteriors, sostinguda per un sol dit molt llarch, corresponent al nostre dit petit; el cap era allargat, aplanat, ab un bech armat de unes sexanta dents punxagudes; eren del tamany d'un corp aproximadament (fig. 200). Per les platges corrien els *Teleosauris*, especie de cocodrills d'una llargaria total de 15 metres ab un cap que'n feya 3. En la mar nadaven dos grans reptils de res-

(1) Del grech: *arkaïos* antich y *pterus* ploma; porque fou una ploma sola d'aquest animal lo que's trobà primer.

(2) Del grech: *pteron* ala y *dactulos* dit; axò es, animal ab el dit sostenint la ala.

piració aèrea, el *Ichtyosauri* (1) y'l *Plesiosauri* (2), quals extremitats estaven transformades en remes com les balenes actuals, y teníen vèrtebres bicòncaves. Eren animals carnicers que devegades se devoraven mutuament, com ho

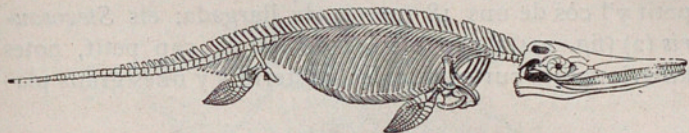


Fig. 201. — *Ichtyosaurus communis*.

ha demostrat la anàlisi de llurs excrements fòssils (*coprolites*); les llurs mandíbules eren armades de dents còniques y llargues.

Els *ichtyosauris* (fig. 201) teníen fins a 12 metres de llarch, el còs era pesat com els cetacis, llur cap unit al còs per un coll molt curt, era punxagut, y'ls ulls del ta-

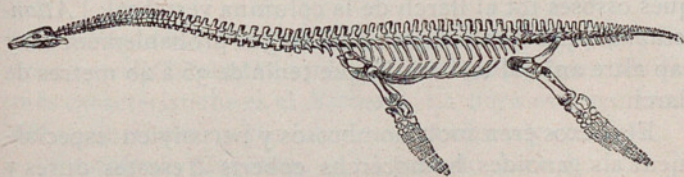


Fig. 202. — *Plesiosaurus*.

many del cap de un home, teníen una disposició especial: al voltant de la escleròtica existia un cercle de peces ossores formant un sòlit aparell de protecció.

Els *plesiosauris* (fig. 202) teníen els metexos caràcters generals, però'l cap era més curt y'l coll molt llarg, com

(1) Del grech: *ichthus* peix y *saura* llagardaix.

(2) Del grech: *plesion* prop y *saura*, per indicar que s'assembla més al llagardaix que l'ichtyosauri.

el còs de una serp; teníen les nadaderes molt desenrotllades indicant gran llestesa de moviments.

En el juràssich de la Amèrica del Nort hi vivíen els reptils caminadors, com els *Brontosauris* (1) (fig. 203) que teníen quatre extremitats quasi iguals, el cap relativament petit y'l còs de uns 18 metres de llargada; els *Stegosauris* (2) (fig. 204) de 10 metres de llarch, cap petit, potes anteriors més curtes que les posteriors y unes grans pla-

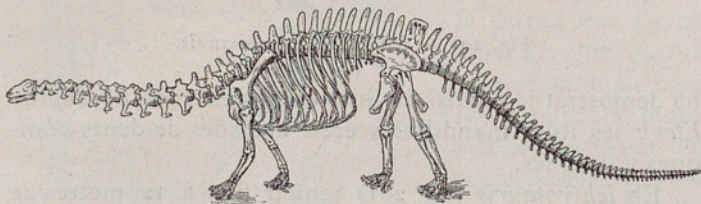


Fig. 203. — Esquelet de *Brontosauri*.

ques ossoses tot al llarch de la columna vertebral; l'*Atlantosauri*, quals dimensions no ha tingut probablement may cap altre animal terrani, ja que tenia de 35 á 40 metres de llarch.

Els pexos eren molt nombrosos y pertanyíen especialment als ganoides homocerchs coberts d'escates dures y brillants, si bé's troben ja'ls selacis y'ls pexos ossosos.

Els articulats estàn representats per varis cuchs, crustacis, aragnits e insectes (coleòpters, neuròpters y ortòpters, especialment) molt frequents en la marga litogràfica de Solenhofen.

Entre'ls cefalòpots predominen els ammonítits ab llur prodigiosa varietat de formes, y apareix una nova familia,

(1) Del grech: *bronte* trò y *saura* llagardaix.

(2) Del grech: *stega* sostre y *saura*.

la dels *belemnites* (1) exclusiva d'aquest periodo y'l cretàcich. Els demés moluschs oferexen una gran varietat de formes noves, varies d'elles característiques de la Era secundaria. Predominen les especies dels gèneros *Terebra-*

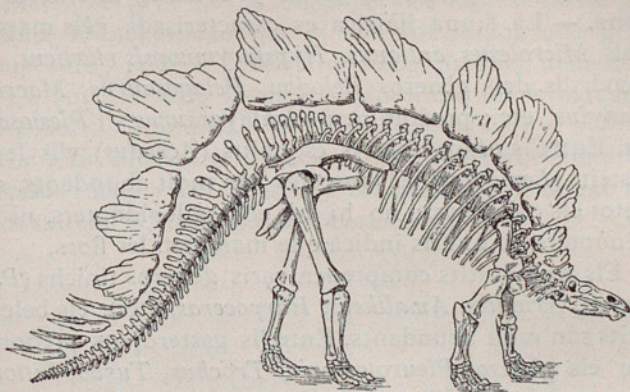


Fig. 204. — Esquelet de *Stegosauri*.

tula y *Rhynchonella*; aparexen els gèneros *Gryphæa* y *Ostræa* entre'ls lamelibranquis, y entre'ls gasteròpots un dels més característichs es el *Nerinæa*. La flora està representada principalment per falgueres, coníferes y cicadees.

Principals divisions. — El periodo juràssich s'ha dividit modernament en tres grans sèries, quiscuna de les quals se subdivideix en pisos diferents: el *Juràssich inferior* o sèrie *liàssica* que comprèn el *lies* (2) y l'*infra-lies*; el *juràssich mitjà* o sèrie *oolítica* y'l *juràssich superior*.

(1) Els *belemnites* eren cefalòpots vehins dels calamars actuals y com ells tenien una espina, ploma o closca interna, de la que s'ha conservat sols la punxa termenal.

(2) Aquest nom es una corrupció de la paraula inglesa *layers* (capas) aplicada pels picapedrers a les capas de caliça intercalades regularment entre argiles.

Caràcters paleontològichs y estratigràfichs; divisions. — La fauna liàssica es caracterisada pèls marsupials *Microlestes antiquus*, *Hypsiprymnopsis rhæticus*, els cocodrills dels gèneros *Belodon*, *Pelagosaurus*, *Macropondylus*, etc.; predominen l'*Ichthyosaurus* y'l *Plesiosaurus*. Entre'ls pexos hi hà'ls esquilts (*Acrodus*) y'ls lepidosteits (*Lepidotus*). Els insectes són molt abundants, sobretot els coleòpters; no hi hà encara lepidòpters, ni himenòpters, lo que'ns indica que manquen les flors.

Els ammonítits comprenen varis gèneros típichs (*Psiloceras*, *Arietites*, *Amaltheus*, *Harpoceras*, etc.); els belemnítits són molt abundants. Entre'ls gasteròpots predominen els gèneros *Pleurotomaria*, *Trochus*, *Turbo*, *Littorina*, etc.; dels lamelibranquis els gèneros *Gryphæa*, *Avicula*, *Lima*, *Pecten*, etc.; dels braquiòpots predominen els gèneros *Rhynchonella* y *Terebratula*; abunden el *Pentacrinus* en algunes capes. (Fig. 205).

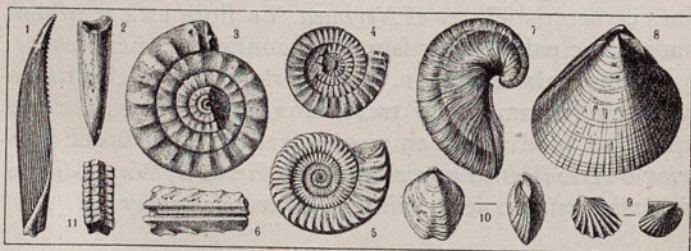


Fig. 205. — Fòssils característichs del sinemurià. Peix: 1, *Hybodus reticulatus* (espina). Cefalòpots: 2, *Belemnites brevis*. 3, *Ammonites raricostatus*. 4, *Arietites Conybeari*. 5 y 6, *Arietites bisulcatus* y cara ventral. Acèfals: 7, *Gryphæa arcuata*. 8, *Lima gigantea*. 9, *Avicula sinemuriensis*. Braquiòpot: 10, *Waldheimia cor*. Equinoderm: 11, *Pentacrinus tuberculatus*.

La flora es abundant, havent originat verdaderes capes de hulla y de lignit; predominen les criptògames (falgues) y les gimnospermes (coníferes dels gèneros *Araucarites* y *Baiera* y cicadees dels gèneros *Podazamites*, *Nilsso-*nia**, etc.), però hi hà ja angiospermes representades per algunes monocotiledonees; el conjunt indica una gran monotonía y falta de zones climatològiques ben definides.

En tota la sèrie liàsica predominen les formacions margoses y sorrenques.

La sèrie aquesta se divideix en *infra-lies* que comprèn els pisos *rhetià* y *hettangià* y en *lies* propiament dit, ab els pisos *sinemurià*, *charmoutià* y *toarcià*.

Caràcters paleontològichs y estratigràfichs; divisions. — Els petits mamífers marsupials són més abundants (*Amphitherium*, *Stereognathus*, *Phascolotherium*, etcètera); entre'ls reptils hi hà un plesiosauri (*Rhamphocephalus*), el *Teleosaurus* dels cocodrills, etc. Quasi tots els gèneros de pexos són els metexos de la sèrie liàssica.

Els ammonites són molt nombrosos, especialment els gèneros *Lioceras*, *Cæloceras*, *Sphæroceras*, etc.; dels belemnites són característichs els *caniculati*. Els gasteròpots són dels gèneros *Pleurotomaria*, *Patella*, *Natica*, etc., y per primera vegada se troben els d'ayga dolça aytals com *Neritina*, *Planorbis*, *Melania*, etc.; dels lamelibranquis els gèneros *Ostræa*, *Avicula*, *Pholadomya*, *Trigonia* (fig. 206), *Mytilus*, *Modiola*, etc.; les *Rhynchonella* y *Terebratulula* hi són per millions. Els equínits (*Clipeus*) y'ls crinoides (*Pentacrinus*, *Apiocrinus*) hi són abundants, y'ls polípers contruexen illes corallines.

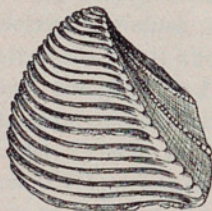


Fig. 206.
Trigonia del juràssich.

La flora, dels metexos tipos que la sèrie liàssica, sembla que era molt pobre y monòtona, contrastant ab la flora carbònica, fins al punt de que moltes plantes tenien un tamany inferior a les actuals, lo que indica que les condicions climatològiques de temperatura y humitat no eren favorables. De les falgueres se citen els gèneros *Thyrsopteris*, *Asplenium*, etc.; de les cicadees, *Podozamites*, *Anomozamites*, etc.; de les coníferes, *Gingko*, *Pinus*, etc.

Els terrenos pertanyents al juràssich mitjà de les conques d'Europa indiquen condicions de calma en la llur formació, lo que facilità singularment la deposició de les calices, per l'intermedi dels organismes, dominant la *facies oolítica*. Les arenisques y'ls conglomerats, localisats com sempre en els llochs propers als rius, són una excepció; y'ls sediments detrítichs són representats especialment per les màrgues o les argiles.

La sèrie oolítica se divideix en dos pisos: el *bajocià* y' l' *bathonia*.

Caràcters paleontològichs y estratigràfichs: divisions. — Els mamífers seguexen sent els del meteix tipu de tot el periodo; tals són els gèneros *Spalacotherium*, *Galestes*, *Triconodon*, etc.; els *Dryolestes*, *Tinodon*, *Stylacodon*, etc. de les Montanyes Rocoses dels Estats Units, presenten ja una organisió que per una banda s'acosta als marsupials y per altra als placentaris.

El vertebrat més interessant del jurássich superior es el cèlebre *Archæopteryx lithographica* de Solenhofen (fig. 207), auell d'afinitats reptilianes tan pronunciades, que alguns autors el consideren reptil, malgrat la impressió ben conservada de ses plomes. Adquirexen gran desenrotllo els reptils voladors *Pterodactylus* y *Rhamphorhynchus*, els dinosauris tals com l'*Omosaurus* y'ls fantàstichs animals, de dimensions colossals, de les Montanyes Rocoses, el *Brontosaurus* y l'*Atlantosaurus*. Abunden també'l cocodrills (*Geosaurus*, *Alligatorellus*) y les tortugues.

Entre'ls pexos sols queda un gènere (*Coccolepis*) dels ganoides heterocerchs, y abunden els lepidosteits y clupeits (*Gyrodus*, *Microdon*, *Leptolepis*, etc.)

Els ammonites y belemnites seguexen predominant; entre'ls gasteròpots citarèm els gèneros *Phasianella*, *Nerinea* (fig. 208), *Zittelia*, *Malaptera* (*Pterocera*), etc. Dels lamelibranquis els *Gryphæa*, *Ostræa*, *Trigonia*, *Perna*, *Astarte*, etc.; abunden encara molt les *Rhynchonella* y *Terebratula*, especialment les especies bilobades (*Pygope*) (fig. 209). Adquirexen molta importancia'ls equinoderms (*Cidaris*, *Hemicidaris*, *Echinobrissus*), els crinoides (*Plicatocrinus*), els polípers y'ls espongiaris (fig. 210).



Fig. 207. — *Archæopteryx lithographica* (British Museum).

La flora es semblant a la del juràssich mitjà, però apareixen les primeres angiospermes.

Del estudi de la fauna d'aquesta sèrie supra-juràssica, ne resulta la existència de dues províncies marines ben determinades, la una boreal y la altra mediterrània, de-

terminades per la diferencia de condicions tèrmiques, com ho demostra'l fet de trobarse les formacions corallines tant sols en la provincia mediterrània. Aquest es el primer moment en que's troba diferenciació de les zones de climes sobre la terra; d'aquí en avant veurèm com s'accentuen.

La estratigrafia d'aquesta formació supra-juràsica es sumament complicada; predominen les argiles, les calices, les màrgues litogràfiques, indicant quasi sempre una sedimentació excessivament tranquil·la.

El juràsich superior s'ha dividit modernament en cinch pisos: *callovià*, *oxfordià*, *sequanià*, *kimeridgià* y *portlandià*, quals noms són els d'altres tantes localitats hont se presenten les formacions típiques.

Distribució geogràfica del juràsich. — Ja hem vist que'l periodo juràsich començà pèl retorn de la mar vers el nord-oest de la Europa, invadint quasi del tot Espanya, França, Inglaterra, Suiça y Alemanya, en quals punts se troben els seus sediments; al nort predominava una gran

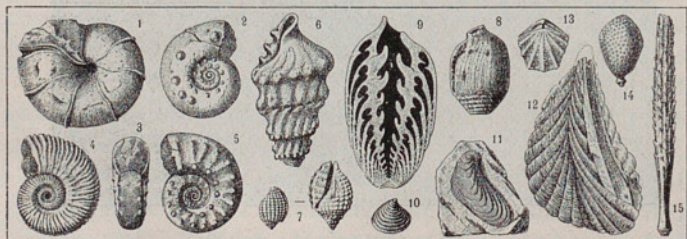


Fig. 208. — Fòssils característichs del kimeridgià. — Cefalòpots: 1, *Phylloceras ptychoicum*. 2 y 3, *Aspidoceras acanthicum*. 4, *Ammonites biplex*. 5, *Aspidoceras longispinum*. — Gasteròpots: 6, *Nerinea Moræ*. 7, *Zittelia sophia*. 8, *Itieria Cabaneti*. 9, Secció de una *Itieria*. — Acéfals: 10, *Astarte supracorallina*. 11, *Exogyra virgula*. 12, *Pinnigera Saussurei*. — Braquiòpot: 13, *Megerlea pectunculus*. — Equinoderms: 14, *Pseudocidaris Thurmanni*. 15, *Rhabdocidaris Orbigny* (radioles).

massa continental formada per la Escandinavia y Russia. Les formacions de la sèrie liàsica se troben també a la India, Xina, Australia, Africa austral y Amèrica, especialment als Estats Units.

La sèrie oolítica caracterisada per les condicions particulars de calma en les conques marítimes de la Europa occidental, està ben representada a la conca de París e Inglaterra y se troba també a les anteriors localitats.

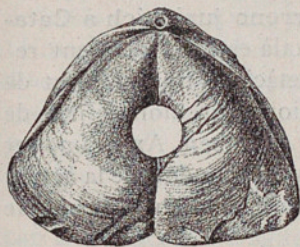


Fig. 209. — *Pygope janitor*.

Y per fi la sèrie supra-juràsica té una major extensió de les formacions y la presencia de dues conques marines boreal y mediterrànea a Europa.

El juràsich espanyol se presenta en claps aislats a la majoria de les provincies. La sèrie liàsica es la més ben desenrotllada, la oolítica té poca importancia y la supra-juràsica ocupa extensions considerables. Rodeja'l triàs-

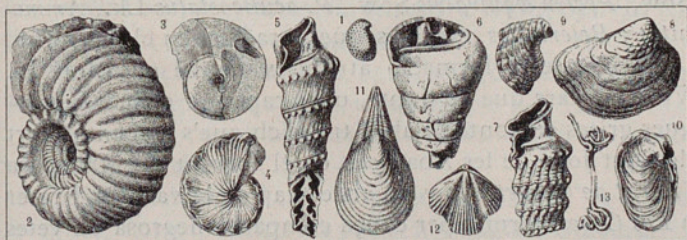


Fig. 210. — Fòssils característichs del portlandià. — Crustaci: 1, *Cypridea punctata*. — Cefalòpots: 2, *Stephanoceras portlandicum* (*Ammonites gigas*). 3, *Oppelia sterspis ab aptychus*. 4, *Neumayria trachynota*. — Gasteròpots: 5, *Nerinea DeFrancei*. 6, *Nerinea depressa*. 7, *Nerinea trinodosa*. — Acèfals: 8, *Trigonia gibbosa*. 9, *Ostræa catalaunica*. 10, *Ostræa bruntrutana*. — Braquidòpots: 11, *Terebratula moravica*. 12, *Rhynchonella trilobata*. — Anèlit: 13, *Serpula gordialis*.

sich a Asturies, y'l voreja a Santander, Guipúzcoa, Navarra, Lleyda, Tarragona, Zaragoza, Teruel, Cuenca, Castelló y Guadalajara; rodeja al silúrich a Burgos, Logroño y Soria, y relacionat ab el triàssich se troba en tota la zona de Murcia a Andalucía. Forma també un clap al NO. de Mallorca.

Extensió y caràcters del terreno juràssich a Catalunya. — El terreno juràssich català està íntimament relacionat ab el triàssich y l'infacretàcich, fins al punt de que'ls límits de les tres formacions són molt difícils de precisar quasi per tot arreu hont se troben. Axò y'l no ser ben estudiats més que alguns dels afloraments de la actual provincia de Lleyda, ens impedeix detallar el pis a que pertanyen la majoria d'ells.

A l'extrèm oriental de Catalunya tenim un clap aïllat de terreno juràssich, formant la llarga serralada a qual extrèm hi hà'l castell de Figueres; consta de calices negroses y màrgues groguenques, abundant en les primeres els següents fòssils: *Terebratula punctata* Sow., *T. subpunctata* Sow., *T. Jauberti* Desl., *Rhynchonella tetraëdra* Sow., *Pecten æquivalvis* Sow., *P. acuticostatus* Lk., *Ammonites* y *Belemnites*, especies que caracterisen el lies mitjà.

A n'aquesta formació atribueix també en Lluís M. Vidal, encara que ab dupte, unes capes de calices y màrgues grises en contacte ab el triàssich que's troben al nord de Sant Joan de les Abadeses, en el torrent de Malatosca (*Forat de Covertró*), y un altre clap de la vall del Freser a *Les Coves*, format per califa compacta negrosa ab vetes espatisades, de la qual brolla la font mineral.

D'aquest punt havèm de traslladarnos a les vessants de la serra de Cadí pera retrobar el terreno juràssich. A Greixa y a Gisclareny s'originen sengles faxes que's dirigeixen cap á ponent; la segona que passa per Gósol y va cap a Tuxent passant per Josa es molt fossilífera, haven-

thi recullit En Lluís M. Vidal: *Terebratula punctata*, *T. subpunctata*, *Rhynchonella meridionalis*, *Belemnites* y *Pentacrinus* en unes calices margoses groguenques de prop de Tuxent y en capes superiors a n'aquestes *Rhynchonella epiliasina*, *Mitylus* y *Ammonites* acompanyats de la *Gryphæa sublobata*, que caracterisen els pisos superiors de la sèrie liàssica. La altra faxa atravesa'l Segre entre l'Hostalet y l'Hostalnou, en qual espay se troben les calices negres y groguenques del infralies, les calices argiloses ab fòssils característichs del lies mitjà (*Terebratula punctata* y *T. Jauberti*) y les calices del lies superior ab *Gryphæa sublobata* y *Rhynchonella epiliasina*.

Del Segre continúa aquesta faxa en la metexa direcció cap a la conca del Noguera passant per les serres del mitjorn de Guardia y Tahús; atravesa el Noguera-Pallaresa molt per sota de Gerri, segueix per Iglesias y Ventolà al sud de Malpàs: la serra de Navarruy es en aquest punt coronada per calices margoses d'aquesta formació hont en Lluís M. Vidal hi ha recullit: *Terebratula punctata* Sow., *T. resupinata* Sow., *T. Jouberti* Desl., *Rhynchonella Lycetti* Dav., *Rhynchonella tetraedra* Sow., *Spiriferina rostrata* Schl., *Pecten æquivalvis*, Sow.

En Roussel fà la següent agrupació de les diferents capes que integren aquesta llarga faxa.

Lies. — Calices en bancals prims, ab màrgues, representant el pis rhetià.

Calices dolomítiques y bretxoses en alguns punts ab màrgues, corresponents als pisos hettangià y sinemurià.

Calices y màrgues ab *Terebratula subpunctata*, *T. Jauberti*, *Gryphæa regularis*, *Pecten æquivalvis*, *Belemnites* y altres fòssils del pis charmoutià.

Piçarres negres ab *Gryphæa sublobata* del toarcià.

Juràssich. — Dolomia, quasi sempre negra, o calices dolomítiques representant el juràssich propiament dit.

Paralelament a n'aquesta formació y més al mitjorn de la actual província de Lleyda se troben altres claps dels que'ls més importants són el situat a la vall de la Vansa, affluent del Segre, el dels margens del meteix Segre entre Coll de Nargó y Oliana, y dos més a les serralades del Montsech y de Montroig. En aquests llocs presenten els terrenos juràsichs la metexa composició y la

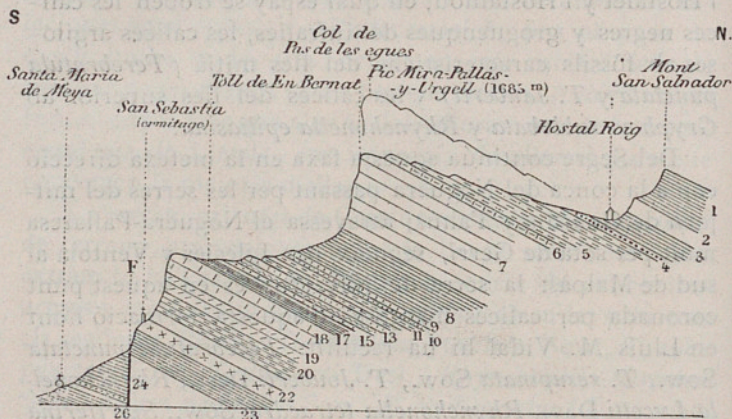


Fig. 211. — Perfil del Montsech (segons En Ll. M. Vidal). — **Eocènic.** 1, Màrgues blaves ab *Ostræa multicosata*. 2, Calixa ab *Alveolina*. — **Garumnà.** 3, Màrgues roges, banch de Rudistes y lignit. — **Maestrichtià.** 4, Banch ab *Hippurites radiosus*. 5, Capes margoses. — **Campanià.** 6, Banch de Rudistes. 7, Potenta capa de calixa. — **Santonià.** 8, Màrgues groguenques y blanquinoses. 9, 10 y 11, Calices, arenisca y màrgues ab *Lacazina compressa*. — **Coniacià.** 12, Banch de *Hippurites resectus*. 13, Calixa ab foraminífers microscòpichs. — 14, Calixa margosa ab fòssils indeterminables. — **Urgo-Aptià.** 15, Calixa argilosa. 16, Banch ab *Ostræa Boussingaulti*. 17, Màrgues ab *Cassiope*. 18, Calixa ab *Matheronia* y *Requienia*. 19, Calixa compacta. — **Juràsich.** 20, Calixa litogràfica en explotació. 21, Calixa compacta. — **Lies mitjà.** 22, Dolomia. 23, Màrgues ab *Ostræa sublobata*. — **Eocènic.** 24, Arenisques y màrgues. 25, Capa molt fòssilífera. 26, Banch ab *Ostræa multicosata*. 27, Màrgues arenoses.

metexa facies que a les vessants del Pirineu, senthi també representades les sèries liàssica y juràssica; aquesta derre-
ra sobretot, en el Montsech, presenta ben caracterisat el



CLIXÉ D'EN LL. M. VIDAL

Fig. 212. — *Pseudoasterophyllites Vidali* Zeiller. — Montsech.
Santa Maria de Meyà.

pis kimeridgià, format per la dolomia y la calça litogrà-
fica ab gran abundor de fòssils descoberts per En Lluís
M. Vidal. Prop de Santa Maria de Meyà en la metexa
vessant del Montsech, a la ermita de Sant Sebastià, pot
estudiarse aquesta formació interessantíssima que conté



CLIXÉ D'EN LL., M. VIDAL

Fig. 213.

Propterus Vidali. Sauvage. Montsech. Santa María de Meyá.

màrgues ronyonoses groguenques ab *Ostræa sublobata* y dolomies blanques pertanyents al lies mitjà, y a continuació una calixa compacta y'ls bancals de la calixa litogràfica, pertanyents al juràssich superior, pis kimeridgià. (Fig. 211).

Aquesta calixa litogràfica que es avuy objecte d'activa explotació, correspón al meteix nivell de la cèlebre de So-



CLIXÉ D'EN LL. M. VIDAL

Figura 214. — *Microdon Egertoni* Thioll. Montsech. Santa Mària de Meyà.

lenhofen (Baviera) y com en ella s'hi han trobat fòssils en perfecte estat de conservació, els quals han sigut estudiats per diferents especialistes. En Zeiller hi hà reconegut les següents plantes: *Sphenopteris* cf. *microclada* Sap., *Zamites* cf. *acerosus* Sap., *Pagiophyllum cirinicum* Sap., Cf. *Cordaicladus*. *Pityophyllum flexile* Zeiller, *Pseudoasterophyllites Vidali* Zeiller (fig. 212). En Sauvage, que ha estudiat els pexos, hi troba'ls següents, quasi tots especies noves: *Spirangium*, *Undina* ? *Leridæ* Sauv., *Lepidotus* sp.,

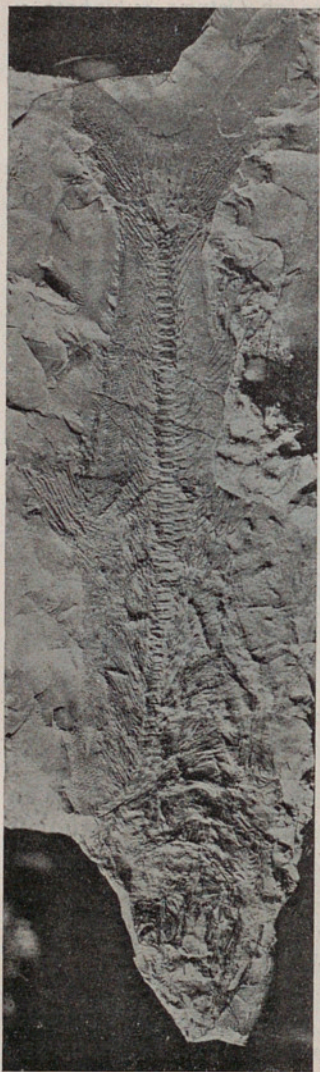


Fig. 215. — *Aetalion Vidali* Sauvage. Montsech. Santa Maria de Meyà.

Lepidotus Ilergetis Sauv.,
Propterus Vidali Sauv.,
 (fig. 213) *Microdon* aff.
Egertoni Thioll. (figura 214),
Caturus Tarraconensis Sauv.,
Megalurus Woodwardi Sauv.,
Aspidorhyncus?, *Leptolepis*
Voithi Agas., *Aethalion*
Vidali Sauv. (fig. 215),
Aetalion gigas Sauv.,
Vidalia Catalaunica Sauv.;
 aquest darrer fins el gènere es nou. En Lluís M. Vidal ha descrit un batraci, *Palæobatrachus Gaudryi* Vidal (fig. 216), gènere que's creya no havia aparegut fins molt avançada la Era terciària; y'l meteix distingit geòlech recullí un *coprolites* d'*Ichthyosaurus* en la metexa localitat. Cal citar ademés la cigala, *Palæontina Vidali* Meunier (fig. 217) y l'himenòpter *Ephialtites jurassicus* Meun. (Fig. 218).

Prop de Camarasa, pujant a la serra de Sant Jordi, després d'haver atravesat les capes triàsiques se troben les ju-

ràssiques del lies mitjà y superior (fig. 190); caracterisat el primer pèl *Pecten priscus*, *Terebratula punctata*, *T. subpunctata*, *T. Jauberti*, *Belemnites*, etcètera, y'l segón per la *Ostræa Beaumonti*, *Rhynchonella cynocephala*, *Ammonites opalinus*, *A. Aalensis*. Junt a molts d'aquests afloraments se troba la ofita com a prova de les dislocacions y ruptures que s'originaren al tenir lloch els moviments tectònichs que trasbalsaren tota aquesta part de Catalunya.

A l'extrèm NO. del Penadés, prop de Sant Quintí de Mediona, en el turó de les Pereres, senyala el Dr. Almera en son Mapa geològich un clap de calices ab *Cirena* y *Matheronia* que refereix al ju-



Fig. 216.—*Palæobatrachus Gaudryi* Vidal. Montsech. Santa María de Meyà.



Fig. 217.—*Palæontina Vidali* Meunier. Montsech. Santa María de Meyà.

ràssich superior; la falla de datos paleontològichs més precisos no permet senyalar ab precisió el pis.

A la actual provincia de Tarragona el juràssich té mol-



Fig. 218. — *Ephialites jurassicus* Meunier. Montsech. Santa Maria de Meyà.

ta extensió, y es relacionat ab el triàssich, demunt del qual se troba formant enlayrats planells de cingles verticals. N'hi hà un clap principal que ve ja de la provincia de

Terol; tres més petits que coronen els cims de les muntanyes entre'l Priorat y'l mar, y altres en les vessants del mont Caro al Nordest de Barberans. Aquests afloraments han sigut explorats per En Mallada que hi hà reconegut la presencia de la sèrie liàssica, pèls abundosos fòssils que algunes capes margoses contenen, especialment les *Terebratula punctata*, *T. subpunctata*, *T. numismalis*, etc., *Spiriferina rostrata*, *Rhynchonella tetraedra*, *R. cynocephala*, etc. *Ostræa cymbium*, *O. irregularis*, y ademés especies dels gèneros *Pecten*, *Lima*, *Mytilus*, *Pholadomya*, y sobretot *Ammonites* (*Harpoceras*), y *Belemnites*. Les principals localitats hont poden recullirse aquests fòssils, y molts altres, són: La Mola de Falset, serra de Llaveria, Portadeig de Capsanes, serra de Vandellós, serra de Tivisa, Coll de Balaguer, Coll d'Alfara, la Rajolada de Alfara, Prat de Comte, Cardó, Costes de Soms de Tivenys, serra de la Menta, etc.

Les roques predominantes en aquests claps, són: marbres compactes o bretxosos, alguns ab fòssils, de colors blanca, grisa, moradencia o groguenca, atravessats per vetes de calça espàtica; calices margoses ab fòssils y verdares bretxes.

§ III

PERIODO CRETÀCICH

Caràcters generals y divisions. — El periodo cretàcich deu son nom a la presència de la *creta* que abunda en sos pisos superiors; la creta es una roca calça tendre, polsosa, formada de partícules de carbonat de calç amort quasi pur, ab gran munió de restos de cloves de foraminífers y d'altres sers. En tota la durada del periodo se depositaren de preferència les calices.

En la primera fase la mar reculà, ocupant especialment per lo que pertany a Europa, la regió mediterrània hont hi hà'ls dipòsits pelàgichs y les formacions corallines sobretot, mentres en sa part occidental la lluyta de la terra ferma ab la mar se senyalà per les alternatives de formacions marines y continentals o maresmes. Més tart, en la segona fase, se produhí una transgressió considerable originant la invasió de la mar del sud cap al nord.

Un fet capdal d'aquest periodo es la aparició de les primeres plantes dicotiledonees angiospermes, que són com el preludi de la flora terciaria, desaparexent les formes estranyes dels periodos anteriors.

La fauna no's modifica de bon troç tant com la flora; entre'ls mamífers regnen sols encara'ls marsupials, y la terra pertany encara als reptils de dimensions colossals, mentres a mar el *Mososauri* ha substituït als *Ichthyosauri* y *Plesiosauri*. Els pexos poblen les mars d'espècies molt semblantes a les d'avuy, y'ls pòlips, crustacis y moluschs són abundantíssims oferint formes noves característiques.

El terreno cretàcich se divideix en dos grupus o sèries; l'un durant el qual els sediments de les mars septentrio-

nals, francament detrítichs al principi, se tornaren poch a poch de grà més fi, anomenat sèrie *infra-cretàtica*, y l'altre en que aparesqué la creta denotant un afebliment en la erosió continental y un progrés en la invasió marina, anomenat sèrie *supra-cretàtica*, quiscún dels quals grupus presenta detalls paleontològichs característichs y's divideix en varis pisos.

Caràcters paleontològichs y estratigràfichs; divisions.—No se sab quins tipus de mamífers y aus viurien en aquesta sèrie, perque no s'han trobat els llurs restos. En cambi abunden els darrers pterosauris (*Ornithocheirus* y *Ornithodesmus*) y a Europa els dinosauris, reptils de forma extranya que no tenen rés de semblant ab els d'avuy, quals pates de darrera eren robustes y disposades de manera que poguessen sostenir tot el còs, arriben a llur màxim desenrotllo. Servexe d'exemple l'*Iguanodon* (fig. 219) de 10 a 20 metres d'alçaria, ab una cúa llarguíssima que li servia d'apoyo quan se redreçava; les seues dents indiquen que era hervíbor.

Els cocodrills són també abundosos, axis com les tortugues del tipu *Pleurosternum*; y entre'ls batracis s'hi troba el *Hylæbatracus*. Entre els pexos predominen al principi els lepidosteits (*Lepidotus*, *Propterus*, etc.) més, prompte són substituïts per altres grupus més semblants als actuals.

Les mars cretàciques inferiors són remarcables baix el punt de vista geològich pèl gran nombre d'especies y la

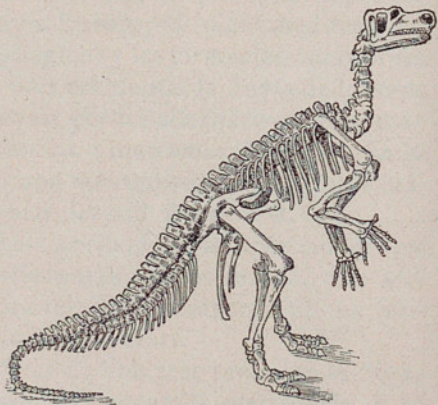


Fig. 219. — *Iguanodon*.

munió de formes genèriques que afecten els moluschs cefalòpots, molt diferents de les del juràssich. Els ammonites, per exemple, adquireixen dimensions gegantines, y al costat dels tipus habituals se'n presenten de nous ab les voltes soltes, com els *Crioceras* (fig. 220) o en espiral, com els *Turrilites*, o acodats, com els *Hamites* o *Ancyloceras*; els belemnites abunden encara, però són de forma irregular y aplastada (*Duvalia*) (fig. 221). Els gasteròpots són poch abundants, persistint les formes juràssiques. Entre'ls lamelibranquis predominen els gèneros *Trigonia*, *Ostræa*, *Perna*, *Janira*, *Unio*, etc., però lo característich del periodo es el desenrotlló dels Càmits dels gèneros *Requienia* y *Monopleura* (figs. 222 y 223) molt abundosos en les formacions corallines. Els braquiòpots són del meteix tipu que'ls del

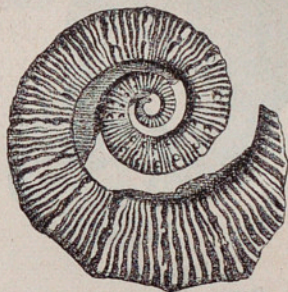


Fig. 220. — *Crioceras Duvali*.

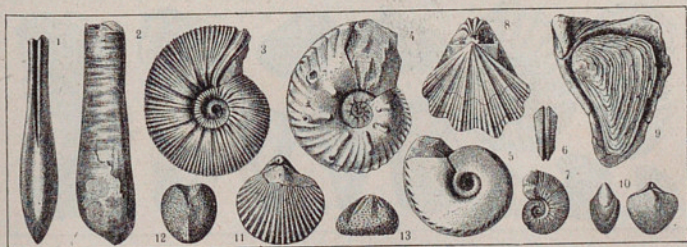


Fig. 221. — Fòssils característichs del neocomià.—1 y 2, *Duvalia dilatata*. 3, *Holcostephanus asterianus*. 4, *Hoplites radiatus*. 5, *Hoplites leopoldinus*. 6 y 7, *Hoplites neocomiensis*.—Acèfals: 8, *Janira atava*. 9, *Ostræa Couloni*.—Braquiòpots: 10, *Terebratula tamarindus* (forma llarga y ampla). 11, *Rhynchonella peregrina*.—Equinoderms: 12, *Dysaster ovulum*. 13, *Toxaster granosus*.

juràssich; lo meteix deu dirse dels equínits (*Cidaris*, *Pseudocidaris*, etc.) si bé aparexen les noves formes dels espatàngits (*Echinospatangus*, *Epiaster*, etc.).

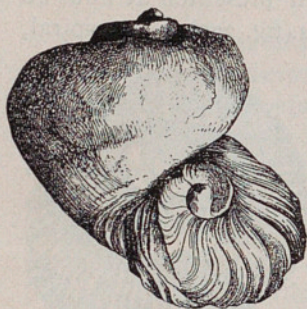


Fig. 222
Requienia ammonia.

La flora d'aquesta sèrie ofereix una barreja de caràcters, presentant per una part, com la flora juràssica, una notable associació de tipus tropicals de cicadees, abets y cedres del nort, y per altra, com la flora terciària, una gran abundor de dicotiledonees angiospermes, es a dir, plantes de fulla caduca que indiquen diferents estacions. Poden citarse els gèneros *Ficus* y *Sassafras* entre les angiospermes, els *Sequoia* *Ginko*, *Pinus*, *Cedrus*, etc., entre les coníferes, *Podozamites* y *Pterophyllum* entre les cicadees y *Gleichenia* y *Sphenopteris* de les falgueres.

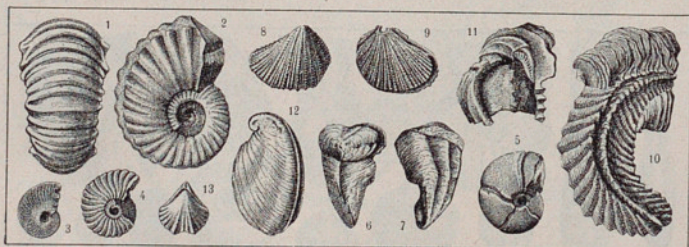


Fig. 223.—Fòssils característichs del aptià.—Cefalòpots: 1, *Acanthoceras cornuelianum*. 2, *Acanthoceras Stobieski*. 3, *Desmoceras nisus*. 4, *Hoplites Dufrenoyi*. 5, *Phylloceras Guettardi*.—Acéfals: 6 y 7, *Monopleura trilobata*. 8 y 9, *Plicatula placunea*. 10 y 11, *Ostræa macroptera* y detall de la xarnela. 12, *Ostræa haliotideae*.—Braquidòpot: 13, *Rhynchonella depressa*.

Les roques que ab preferència constituïxen aquesta sèrie són arenisques, argiles, màrgues y calices.

L'fracretàcic, a les regions en que es enterament marí, ofereix una interessant successió de faunes que motivà la seua divisió en quatre pisos, que en ordre ascendent són: el *neocomià*, el *barremià*, l'*aptià* y l'*albià* o *Gault*.

Caràcters paleontològichs y estratigràfichs; divisions.—La sèrie *supracretàcica*, anomenada també simplement *cretàcica*, presenta caràcters molt particulars. Per de prompte, la invasió marina iniciada en la sèrie anterior se pronuncià més y més; fou una invasió transgressiva, sí, però molt pausada y tranquila, sense batsegades, ni moviments violents que trenquessen la horisontalitat de les capes anteriors. Un gran continent ocupava les regions bo-

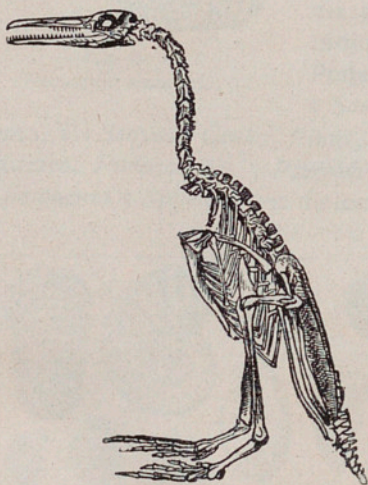


Fig. 224. — *Hesperornis regalis*.

reals, comprenent la Groenlandia oriental, Spitzberg, nort de la Escandinavia y de la Russia, y extenentse de Siberia cap a Xina. Aquest continent, com les demás terres emergides, tindria un relliu molt poch accentuat de modo que'l treball d'erosió seria insignificant, com ho demostra la poca abundancia dels conglomerats y arenisques, y'l gran predomini de les calices d'origen orgà-

nich y químich, y especialment la creta de les mars septentrionals, que denoten una sedimentació tranquila, revelada també per les calices de *rudistes* de les mars meridionals.

Després d'aquesta gran submersió, vé un moment, cap al final del periodo, en que's verifica un moviment invers, una emersió total d'Europa, que fà recular la mar encanxonantla en estretes conques, indicant ab semblant predomini de la terra ferma el final de la Era secundaria.

Semblants modificacions geogràfiques inflüiren en les condicions biològiques, tant de la fauna com de la flora. Per de prompte, la poca extensió de la terra ferma en les latituts temperades del hemisferi boreal, en tota la sèrie cretàica, ens explica'l fet de que no's troben ni mamífers, ni aus en les seues formacions; unes y altres s'han trobat sols en la Amèrica del Nort. Els mamífers són del ordre dels allotheris, intermedi entre'ls monotremes y'ls marsupials, y'ls marsupials veritables dels gèneros *Didelphops*, *Cimolestes*, etc. Les aus són mellor organissades que l'archæopterix; la una era l'*Hesperornis* (1) (fig. 224), especie de palmípeda de un metre d'alçaria que debía nadar com

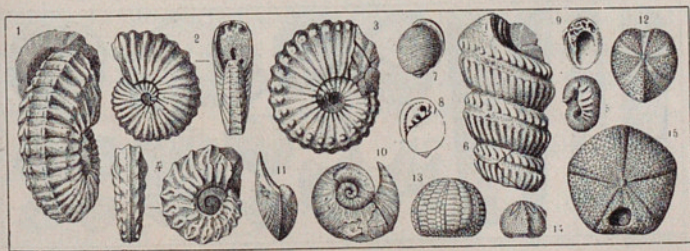


Fig. 225.—Fòssils característichs del cenomanià.—Cefalòpots: 1, *Acanthoceras cenomanense*. 2, *Acanthoceras Mantelli*. 3, *Acanthoceras rotomagense*. 4, *Schloenbachia varians*. 5, *Scaphites aequalis*. 6, *Turrilites costatus*.—Gasteròpot: 7 y 8, *Avellana cassis*.—Acèfals: 9, *Caprotina striata*. 10, *Caprina adversa*.—Braquidòpot: 11, *Terebrirostra Bargesi*.—Equinoderms: 12, *Holaster carinatus*. 13, *Codiopsis doma*. 14, *Caotopygus carinatus*. 15, *Anorthopygus orbicularis*.

(1) Del grech: *hespera* occident y *ornis* auell.

les oques actuals; les seues ales eren rudimentaries y'l bech tenia dents. La altra, l'*Ichthyornis* (1) era més perfeccionada, en el sentit d'au, que la anterior, donchs encara que les seues vèrtebres eren bicòncaves com les dels pexos, tenia unes potentes ales que li permeterien volar, cosa que no podia fer la altra.

Els sauropterigis desapareixen ab aquest periodo y en cambi apareix la primera serp coneguda (*Limoliophis*); abunden els cocodrills y les tortugues. Són de remarcar els reptils nadadors *Mosasaurus*, de 15 metres de llargada ab un cap de 1'50 metres y'l *Teleosaurus*, molt semblant als gavials d'avuy. Tots aquests grans reptils desapareixen al final de la Era aquesta per cedir el lloch als de la Era terciaria, més semblants als actuals per la llur forma y tamany.

Una cosa semblant passa ab els pexos ganoides que se extingexen quasi del tot, sent reemplaçats pèls teleostis,

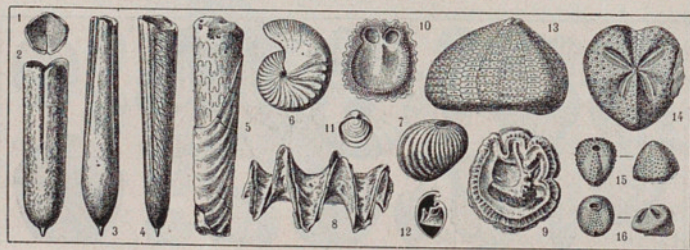


Fig. 226.—Fòssils característichs del aturià. Cefalòpots: 1 y 2, *Belemnitella quadrata*. 3 y 4, *Belemnitella mucronata*. 5, *Baculites anceps*. 6, *Scaphites constrictus*.—Gasteròpot: 7, *Otostoma ponticum*.—Acèfals: 8, *Ostræa larva*. 9, *Hippurites radius* (vista interna de la valva superior). —Braquiòpots: 10, *Crania ignabergensis*. 11 y 12, *Magas pumilus*. —Equinoderms: 13, *Ananchytes ovata*. 14, *Micraster Brongniarti*. 15, *Offaster pilula*. 16, *Hemiaster prunella*.

(1) Del grech: *ichthus* peix y *ornis* aucell.

quals representants viuen avuy als pahissos tropicals, y especialment pèls fisòstoms y acantopterigis, associats als selacis. En les roques d'aquesta formació es frequent trobarhi dents d'escuàlits, dels gèneros *Lamna* y *Oxyrhina*.

Els ammonítits y belemnítits són encara nombrosos al principi, però van en decadencia; predominen els gèneros *Hoplites* y *Acanthoceras* (fig. 225) y sobretot les formes desenrotllades *Scaphites*, *Turrilites* y *Baculites*; un fet notable s'observa, y es la reversió del *Ammonites* cap a les formes típiques del triàssich, especialment cap als *Ceratites*. Dels belemnítits predominen els gèneros *Actinocamax* y *Belemnitella* (fig. 226). Dels gasteròpots els gèneros de conxa groxuda *Nerinæa*, *Acteonella*, etc. Dels braquiòpots continuen regnant les famílies de les Terebratules y Rhynchonelles; de les ostràcees els gèneros *Exogyra*, *Ostræa*, *Spondylus*, *Trigonia*, *Pinna*, etc. Però la família més característica d'aquest periodo es la dels *Rudistes*, que vivíen en colonies nombroses y formaven verdaders banchs; la closca tenia dues valves, la una cònica, molt fonda y groxuda ab que l'animal se fixava a terra y la altra era plana ab grosses dents, servintli d'opercul o tapadora; tals són els gèneros *Radiolites* y *Hippurites* (fig. 227); les *Chama* actuals són els únichs representants que resten d'aquest grupo.

Els equínits abunden, sobretot els holastèrits y'ls espatàngits, en les formacions corallines, predominant els gèneros *Echinocorys*, *Stenonia*, *Coraster*, entre'ls primers y'ls *Micraster*, *Hemiaster*, *Epiaster*, etc., entre'ls segons. Els coralls constructors s'assemblen ja als actuals, abundant molt les *Fungia*, representades pèls *Cyclolites* (fig. 228). En la creta abunden els foraminífers dels gèneros *Globigerina* y *Textularia*.

La flora's distingeix pèl desenrotllo de les plantes dicotiledònees angiospermes, es a dir, plantes ab flors y

fruyts, destinades a formar part de nostra vegetació indígena, mentres les altres provinents dels periodos anteriors són empeses cap a les regions tropicals o desapareixen del tot. Entre les plantes quals impresions s'han conservat hi hà

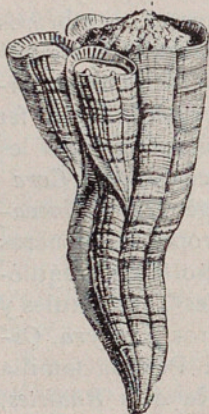


Fig. 227.

Hippurites del cretàcich.

La sèrie supra-cretàcica s'ha dividit en quatre pisos anomenats abans, segons la natura del sediments: 1.^{er} la *creta glauconosa* o *arenisca verda superior*; 2.^{on} la *creta margosa*; 3.^{er} la *creta blanca*; 4.^{at} la *caliça pissolítica*. Per aquestes quatre divisions d'Orbigny ha creat els pisos següents: *cenomanià*, *turonianà*, *senonià* y *garumnià*, alguns dels quals ha sigut subdividit en variis subpisos, especialment el *senonià*, que comprén els *coniacià*, *santonià*, *campanià* y *maëstrichtià*; y alguns autors admeten ademés un pis superior, de trànzit entre la Era secundaria y la terciaria, anomenat *montià*.

Distribució geogràfica del cretàcich. — A Europa'l terreno cretàcich no passa del grau 57° latitut N. a la Jutlandia septentrional. A la Amèrica del Nort, a la costa oriental dels Estats Units, aquest límit baxa 17° més al S., però pera remontarse després, al O. de les Montanyes

Pedregoses, al mateix paralel que a Europa, observantse en axò certa relació ab la divisió de les línies isotèrmiques actuals. A l'hemisferi S. arriba'l terreno cretàcich a la extremitat S. d'Àfrica, se troba a Australia y forma els planells del SO. de la Terra del Foch, arribant axís pròximament a la metexa distancia del pòl que al hemisferi boreal. Dintre aquests termes no hi hà quasi cap país

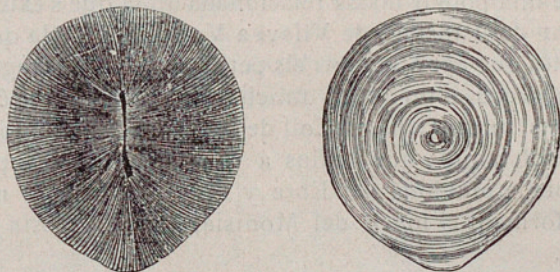


Fig. 228. — *Cyclolites ellipticus*.

d'alguna extensió hont no's troben alguns dels pisos del cretàcich.

A la Península Ibèrica'l terreno cretàcich voreja la vessant meridional dels Pirineus, allargantse a l'oest per les terres banyades pèl Cantàbrich. Entra al centre flanquejant les serres de Burgos y de Soria y la regió est de la serralada Carpetana. Contribueix a formar en gran part l'enlayrat y romput planell que constitueix tot el llevant d'Espanya, y en forma de claps ocupa, relacionats ab els juràsichs y triàsichs a Andalúcia, una zona qual direcció general es NE. a SO. Una ratlla que, exint del Cabo Peñas (Asturies), acaba en el de Palos (Murcia), senyala la basa d'un gran triangle del NE. d'Espanya, que conté la quasi totalitat dels dipòsits cretàcichs que s'hi troben.

Extensió y caràcters del terreno cretàcich a Catalunya.— El terreno cretàcich ocupa molta extensió del

territori català, denotant que les aygues el recubrien quasi del tot aital com ho feren en el triàssich; se troba en relació ab el triàssich y'l juràssich, especialment tot al llarch del Pirineu hont forma una ampla faixa ramificada en diversos llocs y interrompuda en alguns claps en son extrèm oriental corresponent a la actual provincia de Girona; prop de Barcelona, a les Costes de Garraf, n'hi hà també una potent massa relacionada ab la que s'exten per ponent del Penadés, de Viloví a Vespella, y de la que no són més que apuntaments els petits claps de Tarragona y Salóu, troços d'un macís únich recobert en part pèls sediments miocènichs. A Coll de Balaguer s'inicia un altre clap molt ample que va fins a Tortosa, hont desapareix per sota'ls aluvions del Ebre y reapareix en son marge dret formant el macís del Montsià, entre Amposta y Alcanar.

No tots aquets claps de terreno cretàcich són ben estudiats paleontològicament y per axó no'ns es possible precisar el pis a que pertany quiscún d'ells. Ab tot anèm a donar compte de lo que s'ha pogut aclarir d'aquestes enrevessades formacions.

El clap més oriental es el comprés entre La Escala, Torroella de Montgrí y l'Estartit, del qual són un fragment les illes Medes. La montanya de Torroella en qual cim hi hà les runes d'antich castell, es formada de la caliça de *Requienia Lonsdalei*; a la Escala, junt a la metexa platja, afloren uns banchs margosos y caliços hont En Chía descubrí una fauna del urgo-aptià, segons En Ll. M. Vidal, qui hi reconegué les següents especies. *Janira Morrisi* Pict. y Renév., *Ostræa rectangularis* Roemer., *Terebratula sella* Sow., *Rhynchonella Gibbsiana* Sow., *Epiaster polygonus* d'Orb, etc.

A la vall de la Muga se troba un altre important clap de cretàcich pertanyent a la sèrie superior. Ha sigut estu-

diat per En Lluís M. Vidal, qui sintetisa la seua composició en el següent perfil y explicació (fig. 229):

«*Garumnià*. — 1. — Calices sub-compactes, blanquinoses. Formen el cim de Puig d'Ali.

»2. — Calices argilosos grisencs.

»3. — Màrgues grogues, vinoses y blanquinoses.

»4. — Moltes altenances de arenisques grogues en banchs de 40 a 50 centímetres de gruix, ab màrgues blaves o negroses de 1 m. a 1'50 m. de gruix. Els indicis carbonosos han motivat exploracions mineres infructuoses. S'hi troben les especies següents: *Cerithium* nov. esp.,

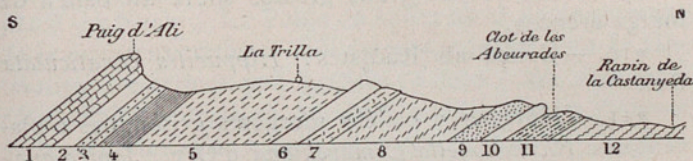


Fig. 229. — Perfil del clap cretàcic de Carbonils, segons En Lluís M. Vidal. Llargada 2 km.

Cassiope nov. esp., *Nerita Malladæ* Vidal, *Neritopsis Goldfusi* Zekeli, *Actæonella* nov. esp., *Tornatellæa* nov. esp., *Melania stillans* Vidal, *Pyrgulifera* cf. *Matheroni* Roule, *Dejanira Matheroniana* nov. esp., *Melanopsis* nov. esp., *Cyrena*, *Cardium Duclouxi* Vidal.

»*Maestrichtià*. — 5. — Màrgues arenoses grises o blavenques: alternances ab arenisques calices fosques de 1 metre a 2 metres de gruix. Aquesta sèrie, d'un gruix d'uns 100 metres, conté fòssils molt mal conservats: *Nautilus*, *Janira quadricostata* Gein., *Ostræa Matheroniana* d'Orb., *Cassiope* cf. *Renauxiana* d'Orb., *Diploctenium* cf. *subcirculare* Mich.

»*Campanià*. — 6. — Banch ab Rudistes que s'exten desde prop de la masia La Trilla fins al cim de la vessant del

Nort. *Hippurites Archiaci* Munier-Chalmas, *H. Heberti* Munier-Chalmas, *H. Vidali* Matheron, *Radiolites Toucasi* d'Orb.

»7. — Màrgues arenoses: *Cassiope* cf. *Renauxiana* d'Orb., *Cyclolites*, *Diploctenium*.

»Santonianà.—8.—Arenisca calixa fosca alternant moltes vegades ab màrgues arenoses grisenques. La arenisca conté *Radiolites* y *Sphærulites* que no's poden arrencar. En les màrgues hi hà les següents especies: *Ostræa plicifera* Duj. var. *spinosa* Math., *O. Caderensis* Coq., *Pachy-gira labyrinthica* Mich. sp., *Diploctenium lunatum* Mich.

»9. — Arenisca de grans grossos sobre un banch de marga arenosa.

»10. — Calixa ab Rudistes: *Hippurites canaticulata* Rol.

»11. — Màrgues y calices margoses grisenques o blavenques: *Rhynchonella Lamarckiana* d'Orb., *Janira quadrucostata* Gein. esp., *Placocænia*, *Terebratula Nauclesi* Cop.

»12. — Màrgues verdoses de molta potencia ab *Pecten*, *Ostræa plicifera* Duj. var. *spinosa* Math. Aquestes màrgues santonianes, més al sud, se tornen molt fossilíferes, trovantshi: *Cassiope Coquandi* d'Orb., *C. Renauxiana* d'Orb., *C. cf. ornata* Dresch., *Turritella difficilis* d'Orb., *Corbula striatula* Goldf., *C. Goldfusiana* Math., *Mytilus striatocostatus* d'Orb., *M. Verneuilli* de Prado, *Lima semisulcata* Desh., *Ostræa caderensis*, Coq., *Radiolites angulosus* d'Orb., *Sphærulites Toucasi* d'Orb., *S. squamosa* d'Orb., *S. minor* Vidal, *Cyclolites ellipticus* Lk., *Columnastræa sætriata* Edw. et Hai.

»En aquesta formació demunt d'un banch ab *Radiolites angulosus* y *Sphærulites squamosa* hi hà una prima capa de lignit.»

En el meteix Empurdà, tocant al poble de Sant Mi-

quel de Fluvià hi hà un petit clap de cretàcich superior ab *Hippurites*. Un altre clap més important es el d'Oix, que va de les montanyes del nort de Castellfullit fins a prop de Sadernes; s'hi troben les calices senonianes demunt les quals descansen màrgues ab *Hemiaster* y *Terebratulula*.

En Lluís M. Vidal considera com cretàciques també unes calices negroses que'l Freser atravessa entre Campdevanol y Rives en el punt anomenat «les Coves», però la falta de fòssils no permet precisar la verdadera situació d'aquest clap.

Seguint les vessants del Pirineu ens trobèm a Castellar d'En Nuch y La Pobla de Lillet ab el començament de la formació cretàcica més extensa y interessant de Catalunya. De primer està partida en dues faxes, separades pèl eocènich, estreta la del nort que va per les vessants de la serra de Cadí cap a Cornellana y Fornols, y formant la més meridional un clap importantíssim que comprèn tota la comarcada del Bergadà, entre La Pobla de Lillet, Gòsol y Berga. Abdues faxes s'unexen molt abans d'arribar al Segre, axamplantse considerablement desde més amunt d'Organyà fins a prop d'Oliana; continúa cap a ponent, formant tota la Conca de Tremp y per Isona envia una ramificació que extenentse paralelamente a aquella atravessa'ls dos Nogueres y forma la serra del Montsech; més a mitjorn encara hi hà l'altre clap d'Alós de Balaguer que s'exten també entre'ls dos Nogueres. La faxes més septentrional es recoberta en part pèl terreno eocènich, lo que fa que s'estrenye més amunt de la Pobla de Segur, però ja en la vessant del Ribagorçana torna a axamplarse y d'allí segueix cap a la alta provincia d'Osca.

En aquesta gran extensió de terreno cretàcich hi són representades les dues sèries infracretàcica y supracretàcica, però no en llur totalitat, sinó solsament en al-

guns pisos que descriurèm lleugerament, per comarques.

Quasi tot el Bergadà es constituït per les formacions supracretàciques que representen els tres pisos superiors *turoniana*, *senonià* y *garumnià*, faltanhi el *cenomanià*. En Lluís M. Vidal els sintetisa de la següent manera (1).

Pis Turonià. — Consisteix en calices margoses y arenisques calices principalment, qual gruxa total en la serra de Vilosiu, que es hont major se presenta, no passa de 100 metres, però com el límit inferior no's descubreix en lloch y sols en la serra de Gisclareny podria senyalar-se, si s'arribés a fixar la edat de les calices compactes que's troben entre'l darrer banch de fòssils cretàcics y'l liàssich, crech que la potencia total del pis ha de ser superior a la expressada xifra.

La seua fauna's compón essencialment de rudistes.

Senonià. — Consta de màrgues en sa part alta, calices sabuloses y ab silice al centre, y màrgues o calices margoses en la part inferior. La natura de les roques convida, donchs, a establir tres subpisis, però la distribució dels sers orgànics no'ns permet admetre'n més que dos.

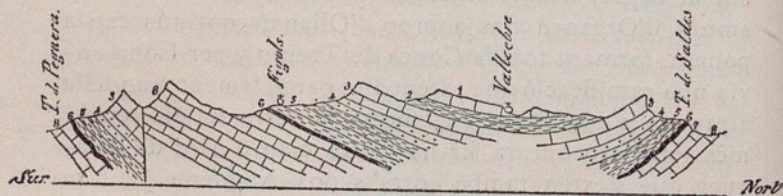


Fig. 230. — Perfil del torrent de Peguera al torrent de Saldes. — *Garumnià superior*. 1, Calices. 2, Màrgues. 3, Caliça. 4, Arenisca. — *Garumnià mitjà*. 5, Màrgues. — *Garumnià inferior*. 6, Lignit. 7, Calices. — *Senonià*. 8, Calices.

(1) Nota acerca del sistema cretàceo de los Pirineos de Cataluña. Bol. de la Comisión del Mapa Geológico de España. T. IV.

Senonià superior.— Comprèn totes les capes que contenen *Ostræa larva*, *Hippurites radiosus*, *Hemipeustes radiatus* y *H. pyrenaicus*.

Senonià inferior.— Comprèn la zona margosa de la basa del pis ab *Ostræa Matheroniana*, *O. plicifera* y *O. proboscidea*.

El senonià inferior correspon al *santonià* y'l superior al *campanià*, de la divisió de Coquand pera'l cretàcich del

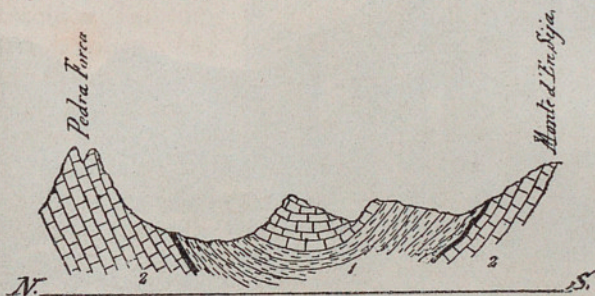


Fig. 231. — Perfil del Pedraforca a la serra d'En Cija. 1, Màrgues y calices del garumnià. 2, Calices.

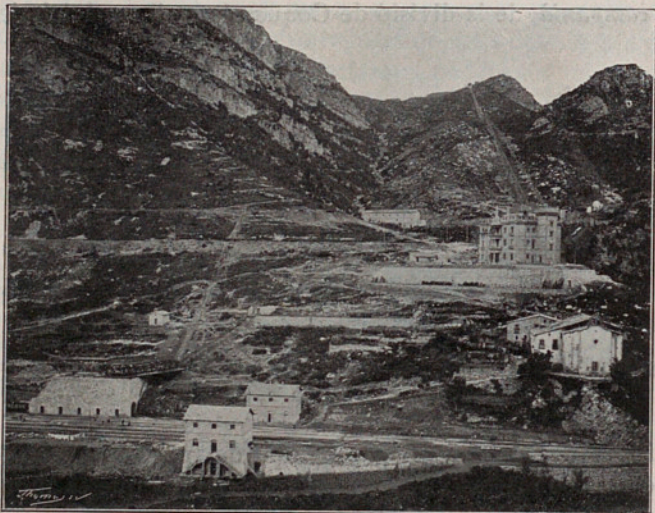
mitjdía de França. El gruix total del pis senonià es de mes de 600 metres en la serra de Gisclareny que es ahont se veu més desenvolupat.

Garumnià.—Consta de tres grupus ab una potencia total de més de 300 metres; el *superior* compost per ordre ascendent de arenisca, calça lacustre, màrgues rogenques guixoses y calça lacustre; el mitjà format per una potent sèrie de màrgues rogenques; y l'inferior format per un jaciment de lignit, (figs. 230 y 231) que es obecte d'activa explotació en varis punts (figs. 232 y 233).

La direcció general de les capes d'aquestes formacions es impossible fixarla, atesos els complicats moviments que ha sofert, y'ls plechs, falles y dislocacions que presenten

com naturals conseqüències; pot, ab tot, dirse que domina entre les orientacions, la de Ponent a Llevant (figura 234).

A la vall del Segre a Organyà, per hont passa la ampla faxa que vé del Bergadà, tenim les dues sèries del cretàcic, la inferior representada pèl pis aptià caracterisat per



CLIXÉ D'EN A. VELA

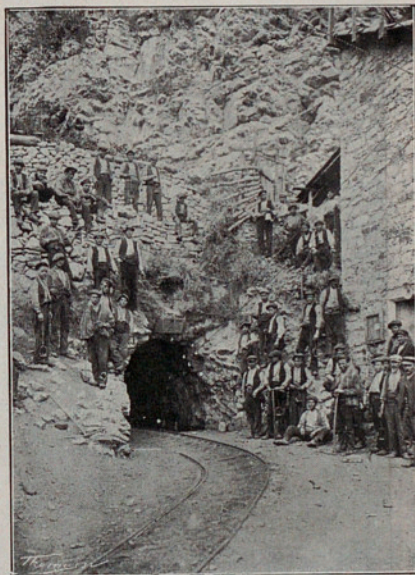
Fig. 232

Mines de lignit de Figols y Ermita de la Consolació (Bergadà).

les especies: *Ostræa aquila*, *Rhinchonella gibbsiana*, *Rhinchonella contorta*, *Terebratula sella*, *Orbitolina lenticularis*, etc., y la superior que conté'l pis turonià ab *Hippurites organisans* y *Hemiaster* y'l senonià ab *Micraster brevis*.

Aquesta formació continúa cap a Ponent y atravessa'l Noguera Pallaresa per Collagats hont les capes del aptià se presenten redreçades per la erupció ofítica de Gerri y

compostes de calices negroses y grisenques y blavoses, màrgues grises al centre, y calices compactes negroses y arenoses. Seguint la corrent del riu se passa una llarga extensió ocupada pèls conglomerats supranumulítichs fins a La Pobla de Segur hont comencen altre colp les formacions supracretàciques pertanyents al *senonià* desde dita població a Talarn. Se componen de una potent sèrie de màrgues argiloses grises y blavenques, que bucen uns 15° al S O.; al seu demunt està edificada la vila de Salàs. Pasat el pont d'aquest poble se troben alguns banchs de calices sabuloses de color fosch, ab restos indeterminables d'ostres, coberts ab alternances de màrgues arenoses grises ab llits d'arenisques



CLIXÈ D'EN A. VELA

Fig. 233. — Mines de Fígols (Bergadà).

més consistents; y a mida que, seguint el camí de Tremp, se puja a un turó separat del poble Talarn per un barranch, se troba una caliça arenosa blanquinosa que còrrespòn al nivell superior del *senonià*. A Talarn comença'l pis *garumnià* que forma la gran depresió anomenada conca de Tremp, y que es la prolongació del interessant clap de Isona, desde qual poble, apoyantse en la serra de

la Mare de Deu de la Posa, se dirigeix al Nort cap a la vessant meridional de la Serra d'Abella, desde hont vá cap al Oest pèl peu de la serra d'Orcau y passa al marge dret del Noguera, seguint en la metexa direcció per la



Fig. 234.—Roca Mussolera. Caliça del Garumnià entre Berga y Serchs.

vessant Sud de la serra de Santa Engracia que no es més que una prolongació de la derrera citada. De Tremp a Palau continúa'l garumnià, però en aquest punt desapareix sota les capes eocèniques, pera no tornar a presentarse fins alguns kilometres més al Sud entre Guardia

y Sellés, en qual punt comença la línia que serveix de límit meridional al clap aquest, dirigintse a llevant per la serra de Sant Salvador, y després per la vessant de la serra de Benavent, fins als voltants de Isona.

El garumnià d'aquesta localitat consta de lignits, màrgues y conglomerats. El jaciment de lignit ocupa la basa y's compòn de banchs intercalats entre calices margoses; se troba prop de Isona, barranch de la Posa, dels Romanins y de les Frexoneres, prop de l'hostal de Balart, y a la vessant nort del Montsech, anant de l'Hostal-Roig al Noguera. Ademés de la importància que té baix el punt de vista industrial pèls lignits, que ja han sigut objecte de tentatives d'exploració, la té pera la ciencia per ses riqueses paleontològiques. Fins a 25 especies cita En Lluís M. Vidal d'aquesta localitat y entre elles cal remarcar la *Cyrena laletana* Vidal, que es la més abundant fins al punt de formar banchs enters a totes parts hont apareix la basa del pis aquest, y per ser, en una paraula, la especie més característica del garumnià català; l'*Hippurites Castroi*, rudist procedent de un banch intercalat en el jaciment de lignit, hont l'acompanyen nombrosos zoòfits, y'l *Lychnus Sanchezi*, notable gasteròpot que, encara que molt rar en aquesta localitat, demostra que'ls lignits d'Isona no són sinó les metexes capes dels coneguts jaciments del Bergadà.

Si baxèm per les conques del Segre y del Noguera-Pallaresa tornarèm a trobar el cretàcich en les serres del Montsech y Montroig atravessades per aquests rius, gracies als moviments tectònichs que dislocant les capes ab falles colossals han posat al descobert els seus sediments, que d'altra manera haurien restat recobertes per les formacions eocèniques. Lo meteix cal dir del Noguera-Ribagorçana que atravessa tres amples faxes del cretàcich desde prop de Clúa fins a Ibars de Noguera.

Camarasa y Vilanova de Meyá són dues localitats molt interessants hont ademés de poguerse estudiar molt bè'l juràssich, com ja havèm vist, poden seguirse també les formacions que integren el cretàcich d'aquesta part de Catalunya. Axís, pujant de Camarasa cap a Sant Jordi (fig. 235) després de dexar el terciari (eocènich y oligocènich) y'l triàssich (muschelkalk y keuper) y'l juràssich (lies mitjà y superior), se troba'l cretàcich superior representat pèl senonià del que hi hà'ls dos subpisis *santo-*

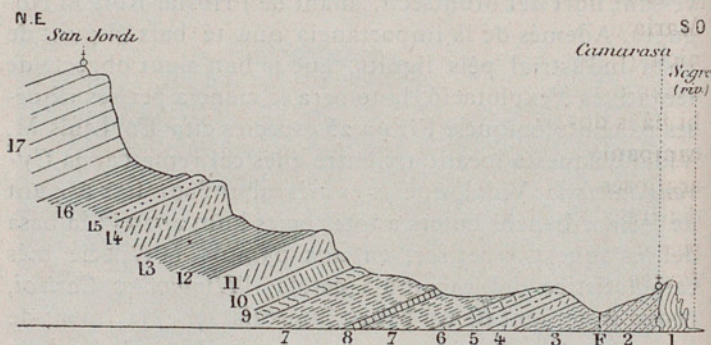


Fig. 235

Perfil de la montanya de Sant Jordi (segons En Lluís M. Vidal).

nià y *campanià* (números 15, 16 y 17). El *santonianà* consta de un banch de arenisca ferruginosa ab grossos Radiolites y màrgues ab *Rhynchonella difformis*, *R. Lamarckiana*, *Sphaerulites Toucasi*, *Trochus* sp., *Polipers*, etc. Aquestes màrgues són la capa més constant a Catalunya del *senonià* inferior. El *campanià* format per una potent capa calça de prop 150 metres de gruix que descansa sobre les màrgues *santonianes* y corona les altures que dominen les dues vessants de la vall de Camarasa. Se la veu extendre no solsament de l'altre costat del Segre per les cres-

tes de la serra de Montroig, que forma ab la montanya de Sant Jordi la gorja per hont el Noguera-Pallaresa se uneix ab el Segre, sinó també per les aspres cingleres que dominen el Noguera Pallaresa a la Rentisclera de La Masana. A Sant Jordi no conté fòssils, però abunden a La Rentisclera hont hi hà un banch de *Hippurites Archiaci*. A la serra de Montroig se troba a n'aquest nivell un banch que conté grosses Rhynchonelles vehines de la *R. globata* Arnaud, però molt més grosses (Vidal).

Atravessant la montanya que separa Alós de Santa Maria de Meyà, després de dexar el triàssich y l'oligocènich (fig. 236) se troba'l senonià y després el garumnià, o sien els pisos superiors del supra-cretàcich. Del senonià hi hà'ls dos subpisos superiors *campanià* y *maestrichtià*; el *campanià* es format de una potenta sèrie de calices, calices argiloses y calices sorrenques, sent difícil separar unes d'altres. Al lloch conegut pèl nom de *Partida de la dona morta*, En Lluís M. Vidal hi hà recullit troços de un *Pecten* d'amples costelles finament imbricades, especie

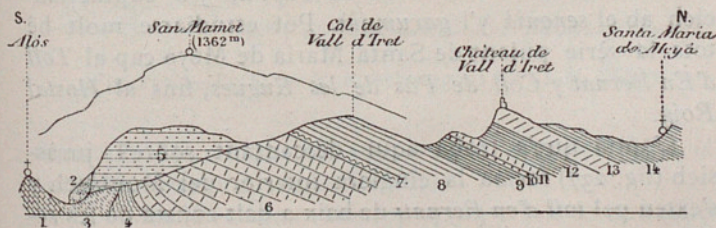


Fig. 236.

Perfil d'Alós a Santa Maria de Meyà (segons En Lluís M. Vidal). — Muschelkalk. 1, Calices.—Quaternari. 2, Argiles y conglomerats.—Keuper. 3 y 4, Guixos.—Oligocènich. 5, Pudingues y màrgues rogenques.—Cretàcich superior. Campanià. 6, Calices. 7, Banch de *Hippurites*.—Maestrichtià. 8, Calices margoses.—Garumnià. 9, 10 y 11, Calices argiloses, arenisques y calça lacustre.—Eocènich. 12, Màrgues. 13, Calça ab Alveolines. 14, Màrgues numulítiques.

nova molt característica del campanià en tota Catalunya; segueix després un banch ab *Hippurites*, *Heberti* y *H. Vidali* se troba prop del cim de la montanya. El maestrichtià comença al Coll de la Vall d'Iret ab calices margoses ab fòssils.

El *garumnià* forma la Vall d'Iret (números 9, 10 y 11), de una color roja característica, molt semblant a la arenisca abigarrada del triàsich; conté: calices argilenques y màrgues versicolores, un banch d'arenisca grollera y una potent capa de calça lacustre que's destaca formant una aresta punxaguda al llarch de la vall. Aquest es un detall que permet conexe de lluny aquesta formació per tot arreu hont se troba, com passa també al Bergadà hont el potent banch caliç de Vallcebre se redreça com un mur inaccessible seguint les ondulacions del terror, y envolta com una fortalesa natural l'extrèm d'aquesta vila.

La calça del *garumnià* de la Vall d'Iret es del tot idèntica mineralògicament, a la de Vallcebre (Vidal).

Al Montsech se troba'l cretàcich representat per les dues sèries: l'infracretàcich ab l'*aptià*, y'l supracretàcich ab el *senonià* y'l *garumnià*. Pot estudiarse molt bé tota la sèrie pujant de Santa Maria de Meyà cap al *Toll d'En Bernat* y *Coll de Pàs de les Euges*, fins al *Hostal Roig*.

L'*aptià* que's troba aquí descansant sobre'l juràsich (fig. 237) forma la cinglera inferior del Montsech y s'exten pel *toll d'en Bernat*; de baix a dalt consta de les següents capes; calça compacta y calça ab *Matheronia* y *Requienia Lonsdalei* que en conjunt tenen ben be 120 metres (números 19 y 18); màrgues ab *Cassiope Lujani*, *C. strombiformis*, *Cerithium Cassendi*, *C. Valeriae*, *C. viccinum*, *Natica Fitæ*, *Aporrhais Bonifacæ*, *Terebratula sella*; aquestes màrgues contenen un banch de lignit (núm. 17). A un kilometre al oest d'aquesta localitat, al lloch ano-

menat *Coveta d'en Tardà*, aquest banch de lignit que ha sigut objecte de diverses explotacions mineres, es comprés entre dos banchs de *Orbitolina conoidea*. Segueix després un banch d'ostres, *Ostrea Boussingaulti*, *Ostrea praelonga* i un banch de calça argilosa ab algunes ostres planes (número 15).

El senonià del cretàic superior, que segueix a con-

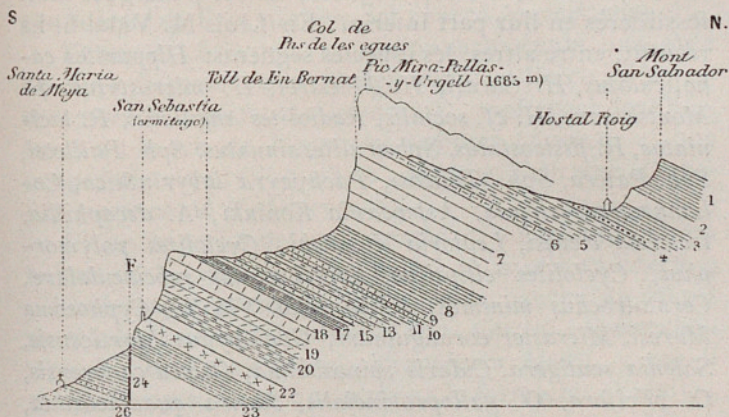


Fig. 237. — Perfil del Montsec (segons En Ll. M. Vidal).

tinuació, té complerts els seus quatre subpisos: *coniacià*, *santonjà*, *campanià* y *maestrichtià*.

El coniacià consta (números 14, 13 y 12): de una calça margosa ab fòssils indeterminables, gasteròpots, zoòfits y fucoides; calça blanca ab foraminífers microscòpichs, entre'ls quals s'hi distingeix a simple vista una llarga *Alveolina* semblant (segons M. Schlumberger) a una especie inèdita trobada en el terciari per en Munier-Chalmas. La classificació d'aquestes dues capes, qual gruxa no passa de uns deu metres, es difícil, sens els socors de la paleon-

tologia, y En Lluís M. Vidal les col·loca al coniacià, admetent que l'albià y'l cenomanià manquen al Montsech. Després se troba un banch ab *Hippurites resectus* y *Sphærolites*, que al Montsech d'Ager van acompanyats de *Hip. Moulinsi* y *Hip. Premoulinsi*.

El santonià conté quatre formacions (números 11, 10, 9 y 8) que en ordre ascendent són: màrgues verdes ab *Lacazina compresa*; arenisca rogenca; calices y màrgues molt fossilíferes en llur part inferior. En Lluís M. Vidal hi hà recullit, entre altres, les especies següents: *Hippurites canaliculatus*, *H. Carezi*, *H. Maestrei*, *H. microstylus*, *H. Montsecanus*, *H. cf. socialis*, *Radiolites angulosus*, *R. lacinatus*, *R. fissicostatus*, *Sphærolites sinuatus*, *Sph. Pailletei*, *Sph. Patera*, *Sph. Toucasi*, *Pachygyra labyrinthica*, *Columnastræa striata*, *Astrocænia Koninki*, *A. decaphyllia*, *Isastræa Reussi*, *Leptoria Konincki*, *Cyclolites polymorphus*, *Cyclolites ellipticus*, *Diploctenium subcirculare*, *Ceratotrochus minimus*, *Placosmia Vidali*, *Cyphosoma Maresi*, *Micraster coranguinum*, *Goniopygus Marticensis*, *Salenia scutigera*, *Cidaris spinosissima*, *Ostrea caderensis*, *O. plicifera*, *O. galloprovincialis*, *Janira quadricostata*, *Lima Marticensis*, *Nucula tenera*, *Corbula striatula*, *Terebratula Nanclasi*, *Rhynchonella Lamarckiana*, *Lacazina compresa*. La part superior d'aquestes màrgues, grogues y blavoses, es poch fossilífera, donchs En Lluís M. Vidal sols hi ha trobat un grós *Hippurites galloprovincialis*. El gruix total es de un centenar de metres.

El campanià forma una colossal cinglera, gracies a la duresa de les roques calices que l'integren, hont la erosió no ha pogut obrar ab tanta energia, com en les capes santonianes que són més fluxes; aquesta cinglera té una alçaria de 200 metres y forma una cresta paralela a la superior del Montsech (número 7), dirigida E. O., desviant uns 20° al nort; els bancals caliços són molt poch fossilí-

fers y bucen 30° N. 20° E. El coll del *Pas de les eugues* es obert en aquesta formació. Al demunt hi hà un banch de rudistes (número 6) que's troba molt aprop del coll, hont abunden l'*Hippurites Vidali*, *H. Heberti*; el *H. variabilis* es menys abundant y hi hà també alguns *Sphærulites*. Aquest banch de *Hippurites Vidali* aflora en molts colls al llarch de la serralada y al Montsech occidental; al Montsech d'Ager, se'l veu reposar demunt un banch margós rublert de Foraminífers del gènere *Amphistegina*.

El maestrichtià que ve a continuació conté una sèrie de capes margoses, que's poden seguir al llarch de la vessant nord de la serralada (número 5), molt poch fossilíferes, y un banch de *Hippurites radiosus* (número 4) que ocupa'l meteix nivell que'l de Saldes y Vallcebre (Bergadà) y que conté *H. Lapeyrousei*.

El pis superior del supracretàcich o garumnià forma la basa de la cinglera superior del Montsech (número 3) y conté: capes primes de lignit entre banchs de calices margoses, banch de Rudistes, *Hip. Castroi*, *Sphærulites Toucasi*, *Radiolites Moroi*, *Monopleura Moroi*, y per fi màrgues roges, ab les que termina la formació. (Vidal).

El clap cretàcich que prop de Barcelona forma les esquerpes Costes de Garraf y'ls més petits que's troben a mitjorn y a ponent del Penadés, que no són més que troços d'aquell, separats per les formacions miocèniques que omplenen la conca del Penadés, han sigut detingudament estudiats pèl canonge Almera, a qui no farém més que resumir en aquesta descripció.

Totes les formacions cretàciques de Garraf y les properes del Penadés corresponen a la sèrie infracretàcica, pisos *neocomià*, *barremià* y *aptià*, complertament dislocats per una munió de falles. A la basa se troben unes calices y una dolomia negrenca, d'aspecte bretxós, que fa fetor al colpejarla ab el martell; forma una especie de cinturó de

amplada y gruix variables a l'entorn y a la basa del macís cretàic, extenentse fins a Gelida y Subirats y descansant sempre demunt el triàssich superior. Aquesta formació té caràcters de juràssica, però'l Dr. Almera la considera cretàica.

El neocomià hi es representat pèl subpís *hauterivià* compost de calices lacustres que reposen en discordança d'estratificació demunt les anteriors; els seus bancals són de color grisa o blanquinosa y alguns són rublerts de petites espècies, lacustres y de maresmes, distingintshi'ls gèneros *Paludestrina*, *Bithynia* y *Physa*. Demunt descansen unes calices compactes y pesantes ab *Matheronia* empastada en la roca formant verdaderes lumaqueles, que deuen referirse al barremià. Y per fi al aptià correspón una calça compacta que alterna ab altra margosa, groguenca, molt fòssilífera, hont el Dr. Almera hi ha trobat: *Aporahis* sp., *Ostrea* gr., *sandalina* Gold., *Avicula* cf., *supracorallina* Ct., *Inoceramus* sp., *Mytilus* sp., *Arca* sp., *Leda* sp., *Cardium* sp., *Lucina* sp., *Protocardia* sp., *Astarte* sp. gr., *bullæ*, *Pleuromya*? sp., *Pholadomya semicostata* Agass., *Ph. Trigeriana* Cott., *Anatina* sp., *Operculina cruciencis*

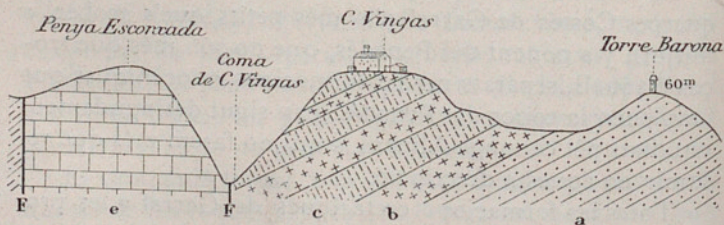


Fig. 238.

Perfil de la Torre Barona a la Penya-Escorxada (segons el Dr. Almera). — a, Dolomia negra. b, Calça lacustre ab *Paludestrina* (*wealdià*); c, Calça compacta ab *Matheronia* alternant ab la calça lacustre (*barremià*). e, Calça margosa ab *Pholadomya semicostata* (basa del aptià).

Pict. et Camp., *Orbitolina* sp. En altres llocs del macís, com al *Puig de la Mala Dona*, a *La Valenciana* (Gelida) y a la basa del *Puig de la Mola* (*Olesa de Bonesvalls*), aquestes calices contenen *Orbitolina conoidea*, *O. discoidea*, *Heteraster oblongus*, *Janira Morrisi*, etc.

Aquestes diferents formacions infracretàciques afluoren en una munió de llocs del macís de Garraf, predominant sobre totes l'aptià, però en la impossibilitat de senyalar els llurs límits aquí, remetèm al lector a la fulla segona del Mapa geològic de la província de Barcelona del Dr. Almera, y les llurs relacions, axís com les dislocacions colossals que han sofert, poden vèures en els perfils següents del meteix distingit geòlech (figs. 238 y 239).

Aquestes formacions s'extenen formant una ampla faixa entre Vilafranca del Penadés y Vilanova y Geltrú fins al Vendrell y reapareixen a la altra banda del Penadés entre Sant Martí Sarroca y Salomó, ja en el Camp de

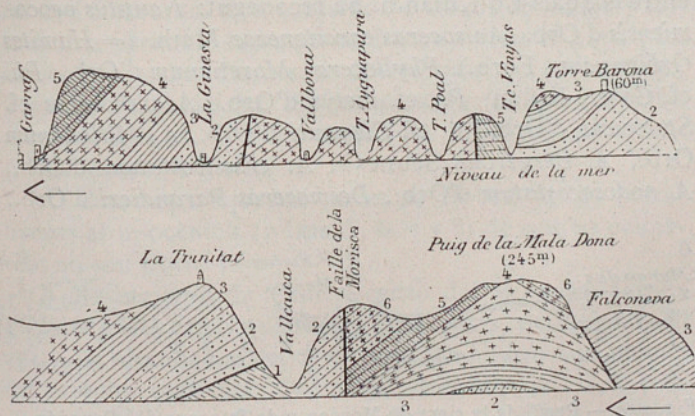


Fig. 239. — Perfil dels penya-segats de Garraf (segons el Dr. Almera). —1, Calices (liássich). 2, Dolomia negra. 3, Calça ab *Bithynia*. 4, Calça ab *Matheronia*. 5, Màrgues y calices ab *Astarte gr. bulla*, etc. 6, Màrgues y calices ab *Orbitolina lenticulata*, etc. 7, Quaternari.

Tarragona. Aïllats d'aquestes masses se troben alguns petits claps que sobressurten d'entre'ls sediments miocènichs y que formarien verdaderes illes quan la mar d'aquest periodo invadí les depresions o conques de Vilanova, Penadés y Camp de Tarragona.

Semblant disposició es clàssica en el següent perfil, en que poden estudiarse molt bé les relacions entre'l cretàcic y'l terciari (miocènich) (fig. 240).

1.^{er} A la basa hi hà una sèrie de capes margoses (número 1) de color clara, tendres, regulars, molt pobres en fòssils, bussant vers el nord de 15° a 25° formant el turó que limita la conca de La Vall (es una vall d'erosió) per son costat sud. Al sud són en contacte per falla ab les calices compactes, dures, d'aspecte recifal.

2.^{on} Al demunt venen les argiles blaves (número 2) que s'exploten per fer ciment, corresponent al nivell superior del barremià fangós. Contenen molts ammonites, entre'ls quals En Kilian hi ha reconegut: *Nautilus neocomiensis* d'Orb., *Anisoceras carcitanense* Math. (= *Hamites Orbignyanus* Forb.), *Phylloceras Moretianum* d'Orb., *Ph.* cf. *Goreti* Kilian, *Ph.* cf. *thetys* d'Orb., *Acanthoceras* cf. *Stobiescki* d'Orb., *A.* cf. *Clementi* d'Orb., *A. Milletianum* Orb., *A. Bergeroni* Seunes?, *A. crassicostatum* d'Orb., *A. nodosocostatum* d'Orb., *Desmoceras Parandieri* d'Orb.,

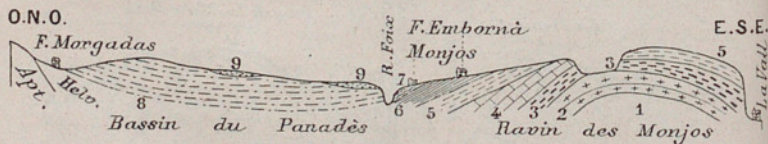


Fig. 240.— Perfil de la riera de Monjos y de la conca del Penadés. — 1, Calça margosa. 2, Màrgues blaves ab cefalòpots (barremià-aptià). 3, Màrgues groguenques clares ab cefalòpots a la basa y orbitolines a dalt. 4, Capes margoses ab *Orbitolina* y *Echinospatagus Collegnoi* (albià). 5, 6, 7 y 8, Miocènich.

Ancyloceras (*Crioceras*) *Honorati* d'Orb., *A. Matheroni* d'Orb., *A. hammatoptychum* Uh., *Crioceras* sp., *Leptoceras* *Escheri* Ooster, *Leptoceras* sp., *Hamulina* *Rogeri* d'Orb.

3.^{er} Demunt, en el encinglerat N. de la vall, se veu reposar en estratificació concordanta les capes margoses (número 3) blanquinoses, grisenques, passant a les capes precedents. Formen també llits de 0'20 m. a 0'30 m. de gruix y contenen a la basa pochs ammonites. Llur gruxa ve a ser d'uns 5 metres.

4.^{at} Després ve una sèrie de capes margoses (núm. 4) fosfatades, verdoses o groguenques, rublertes d'*Orbitolines* ab intercalacions de durs llits calços de 0'30 a 0'35 m. de gruix. Aquesta formació del costat de la vall (explotació del ciment) es prima, mentres que del cantó del oest es més potent. A mida que pujem, els banchs calços s'engruxexen y predominen al cim, formant el turó del Corral de l'Embora. Són rublertes de troços de fòssils y formen una veritable lumaquela. Bucen envers el nord y les especies més abundants són: *Ancyloceras* sp., *Natica* sp., *Tylostoma* *Rochatiana*, *Echinospatagus* *Collegnoi* d'Orb., *Phyllobrissus* cf. *Gresly*, *Orbitolina* *discoidea* A. Gras., *Crinoides* sp. (Almera).

Al demunt d'aquestes capes se troben ja les pertanyents al miocènich (núms. 5, 6, 7 y 8) de que'ns ocuparem en son lloch.

A Marmellà, o sía a l'altre cantó del Penadés, tornen a apareixer les capes que tenim estudiades, pertanyents al aptià, ab abundants *Polyconites* y *Horiopleura* y ademés les especies següents: *Orbitolina* *discoidea* A. Gras., *O. conoidea* A. Gras., *Enallaster* *Delgadoi* de Lloriol, *Rhynchonella* *lata* d'Orb., *Terebratula* *prælonga* Sow., *T. sella* Sow., *T. tamarindus* Sow., *Ostrea* *præcursor* Coq., *O. Boussingaulti* d'Orb., *O. aquila* Sow., *Janira* *Morrisi* Put.

et Ren., *Lima Cottaldina* d'Orb., *Requienia Lonsdalei* auct., *Toucasia carinata* Math. sp. c., *Lithodomus avellana* d'Orb., *Trigonia caudata* Ag., *Cardium Euryalus* Coq., *C. amænum* Coq., *Cyprina curvirostris* Coq., *Fimbria corrugata* Sow., *Tapes* cf. *parallela* Coq., *Anatina* sp., *Panopæa* sp., *Nerinæa Renauxiana* d'Orb., *N. Coquandiana* d'Orb., *N. gigantea* d'Hombres-Firmas, *N. Archimedis* d'Orb. Ac.

Ja havèm dit que aquesta metexa formació infracretàtica s'extenia cap a la actual província de Tarragona ab els metexos caràcters que tenim apuntats, axís es que no farem més que donar idea de la seua situació.

Además del clap ja citat que va de Castellví a Salomó passant per Masllorens y axamplantse fins a Bonastre y Salomó, hi hà'ls petits claps del Vendrell, el de Calafell, el de Tarragona que s'exten desde la metexa ciutat fins al Catllar, el de Salou, y el més important de Tortosa que forma les ermes y esquerpes serralades de Coll d'Alba, la Capsida y Perelló, ocupant una extensió de prop de 180 kilometres quadrats; els fòssils hi són molt nombrosos a les següents localitats: pedreres de Tortosa, Mola de Tortosa, Ermita de la Providencia, Perelló, Barranch de les Monges, Val d'En Rubí, Coll d'Alba, etc., y pertanyen tots al aptià. Els glops del Montsià y del Godall, que s'axequen demunt les planes diluvials del delte del Ebre, son també cretàcichs; y per fi més a ponent, formant el límit de la comarca de Tortosa y de Catalunya per aquesta banda, comença el macís colossal que forma gran part de les províncies de Castelló y Terol, el qual ha sigut explorat per En Landerer qui'n feu una detinguda descripció (1) y fins un pis nou, *tenencià*, que no ha sigut admés,

(1) *Ensayo de una descripción del piso tenénico*. Anales de la Sociedad Española de Historia Natural. Tomo VII.

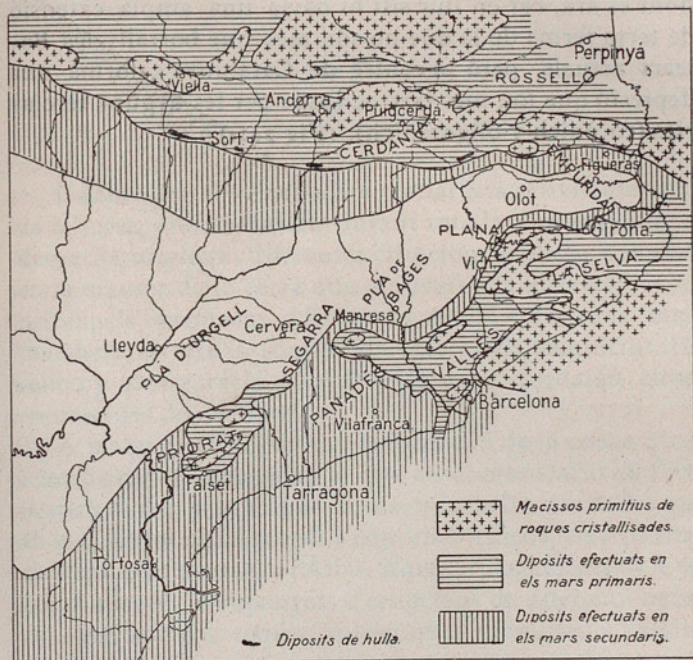


Fig. 241. — Catalunya al final de la Era secundària i a començaments de la terciària.

ja que'l cretàcic d'aquesta regió correspon al aptià. Els fòssils hi són abundantíssims, especialment a Mas de Barberans, Serrisoles, Pallerols i Cova del Vidre.

Al final de la Era secundària Catalunya era molt diferent d'avuy; els primers macissos cristallins i primaris s'uniren entre sí formant dues faxes, una al nord seguint la direcció del actual Pirineu, y altra de nord-est a sudoest, seguint la direcció de la costa actual, formades pèls sediments triàsics, juràsics y cretàcics; la mar no era pas

hont es ara, car en llur siti hi havia una ampla extensió de terra ferma de la que no són més que borrarls les Balears actuals, però al centre de Catalunya's formà una depressió que fou més tart ocupada per les aygues terciaries (eocènich y oligocènich). (Fig 241.)

CAPÍTOL IV

ERA TERCIÀRIA O NEOZOICA

Generalitats. — En la Era terciària la activitat interna de la terra, endormiscada durant tota la Era anterior, se desvetllà originant diferents erupcions y plechs colossals en la escorça de la terra que motivaren la formació de les principals serralades d'Europa y Assia, y de grans fosses marines; ab axò'ls continents emergiren, adquirint llur relleu y configuració actuals y les mars quedaren closes en conques deprimides.

A n'aquesta Era pertany la formació de la conca quasi tencada del Mediterrani, ja que sa comunicació ab l'Atlàntich es d'època molt moderna, y la de les serralades que ab ella tenen relació, aytals com els Pirineus, els Apenins, els Alps, els Carpaths y l'Atlas. Aquests plegaments de la escorça anaren acompanyats d'erupcions de diferent natura, especialment roques volcàniques, traquites y basalts.

Ensemps que tenien lloch aquests moviments orogènichs s'originaven variacions més grans en les condicions físiques y biològiques, que fins allavors havien sigut remarkablement uniformes, introduhint en el món orgànich la diversitat que caracteriza la Era moderna. Les zones climàtiques són ja ben diferenciades; el refredament polar avengea gradualment fent recular cap al equador als vegetals y la zona tropical resta circumscribita a uns termes més reduïts.

La variació de les condicions físiques determina modificacions biològiques trascendentals que cambien per complet les faunes y flores terrànies. Han desaparegut els grans reptils de la Era secundària, y les úniques formes que resten són les que encara viuen avuy; lo meteix

passa ab els aucells. Els cefalòpots tan abundantíssims a les mars juràssiques y cretàciques, van extingintse; els ammonítits desapareixen del tot y'ls belemnítits cedexen llur lloch als cefalòpots nadadors de les mars actuals, sepie y calamar. Els braquiòpots son pobrement representats, però en cambi'ls moluschs, lamelibranquis y'ls gasteròpots se desenrotllen ab una amplitut extraordinaria; a les formes excludivament marines s'hi afegexen les especies d'ayga dolça y les terrànies. Han desaparegut els verdaders rudistes, però'ls foraminífers prosperen originant formacions calices de gran importancia.

El fet característich d'aquesta Era es el gran desenrotllo dels mamífers que prenen definitivament possessió de la terra ferma.

Per altra part, per mor de la mellor distribució de la calor y la llum, la vegetació ostenta, abans de la invasió final de les frets septentrionals, una amplitut y varietat gran de formes. Han desaparegut les antigues formes de les gimnospermes y predominen les palmeres y'ls arbres de fulla anyal.

Divisions de la Era terciaria.— La Era terciaria s'ha subdividit en dos sistemes *Eogench* y *Neogench*; el primer correspón a un estat de coses molt diferent del actual, y'l segón a les modificacions esdevingudes pèls moviments que originaren les grans serralades y les transformacions orgàniques precursors de les fauna y flora actuals.

L'*Eogench* comprèn els periodos *eoecènich* (1) y *oligocènich* (2), y'l *Neogench* els *miocènich* (3) y *pliocènich* (4).

(1) Del grech: *eos* aurora y *kainos* recent; aurora de lo recent.

(2) Del grech: *oligos* poch y *kainos*; poch recent (comparat ab el miocènich y pliocènich).

(3) Del grech: *meion* menys y *kainos*; indicant una proporció d'especies modernes menor que la del pliocènich.

(4) Del grech: *pleion* més y *kainos*; més recent que'ls anteriors.

PERIODO EOCÈNICH

Caràcters generals. — El periodo eocènich s'anomena així perquè a les formacions que'l constituïxen s'hi comença a trobar una fauna y una flora preludi de la fauna y flora actuals.

El moviment d'emersió iniciat al final del periodo cretàcich s'accentúa més y'ls continents adquireixen gran relleu y extensió; les regions mediterrànies compreses entre'ls Pirineus y l'Atlas per un costat y'ls Càrpaths y'l desert Líbich per altra, formen llargues depresions ocupades pèl mar, en les quals s'hi depositen potentes capes de calixa en qual construcció hi prengueren gran part els *nummulites*, lo que ha fet que a la sèrie d'aquests terrenos se l'anomenés *numulítich*. En cambi a la Europa septentrional s'originen una sèrie de formacions alternativament marines y lacustres que indiquen que aquelles terres eren sotmeses a diferents oscilacions.

El clima es encara tropical en quasi tota la Europa, facilitant el desenrotllo de la fauna y flora.

Sa fauna y flora. — Els primers mamífers eocènichs presenten encara un caràcter intermitg; hi hà veraders marsupials (*Didelphys*), però al costat seu se troben els placentaris, qual organisió ofereix molts punts de contacte ab els didelfs (*Arctocyon*, *Palæonictis*, etc.); els sirenis (*Halitherium*) y'ls cetacis apareixen per primera vegada; existexen ja'ls quiròpters y'ls insectívors; els roedors (*Tillotherium*) apareixen cap al final.

Els paquiderms són imparidigitats dels gèneros *Palæotherium*, *Lophiodon*, *Hyeracotherium*, etc., y paridigitats

dels gèneros *Chæropotamus*, *Anaplotherium*, etc.; els ru-
mians són poch abundosos y a la Amèrica del Nort apa-
reixen els precursors del cavall ab els gèneros *Orohippus*,
Eohippus y *Epihippus*; en el meteix punt s'hi troba'l curiós
Dinoceras, del tamany del elefant y com a precursor dels
proboscidis del miocènich. Els lemúrits són els que en
aquest periodo ocupen el cim de la sèrie animal.

Els aucells són poch abundants; hi hà'l *Gastornis* de
gran tamany y l'*Odontopterix* ab bech dentellat, entre
altres; en conjunt acusen una diferenciació bastant aven-
çada.

Entre'ls reptils s'hi troben poques tortugues, y'ls gè-
neros cocodrill, gavial y alligator representen, com avuy,
als hydrosauris; els lacértits són rars, y hi hà serpents de
gran tamany (*Palæophis*).

Els pexos ossosos pertanyen al ordre dels plectognats
y dels lofobranquis; els cartilaginosos són els escualits,
com el tiburó actual, dels quals ha
desaparegut la carcassa, però's tro-
ben les llurs dents (*Lamna*, *Oxy-
rhina*, *Carcarodon*) (fig. 242).

Els crustacis són representats
pèls gèneros *Xanthopus*, *Portunus*,
Ranina, etc.

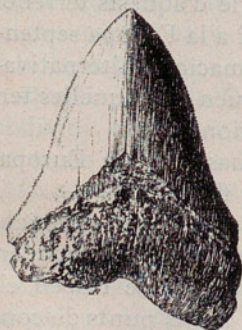


Fig. 242.

Dent de *Carcarodon*

Els moluschs cefalòpots són
molt escassos; no hi hà ja ammo-
nites y'ls nautilits són en decaden-
cia. Lo meteix passa ab els bra-
quiòpots dels que sols se troben
algunes especies (*Terebratula*, *Ar-
giope*, etc.), quals gèneros encara
viuen avuy. Entre'ls gasteròpots predomina la familia
dels cerítits, y'l gènero *Cerithium* abunda en especies va-
riades (fig. 243); són frequents també'ls gèneros *Potami-*

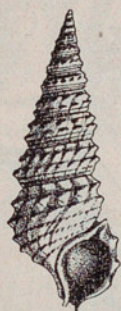
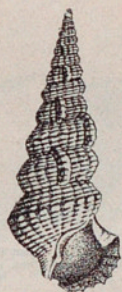
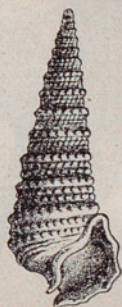
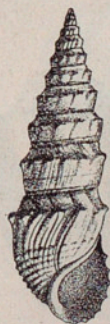
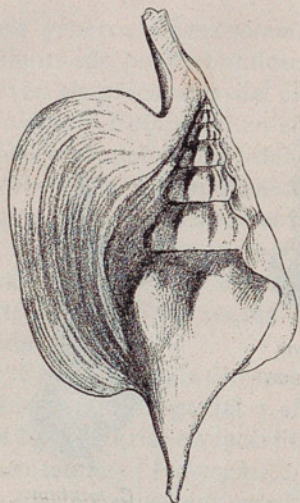
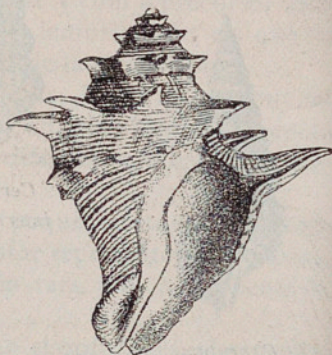
*C. acutum.**Cerithium
interruptum.**C. mixtum.**C. variabile.**Turritella edita.**Melania inquinata.*

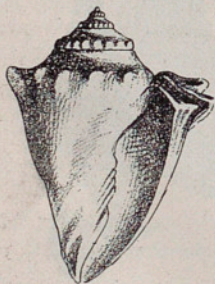
Fig. 243. — Gasteròpots del eocènich.



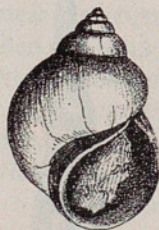
Rostellaria Geoffroyi.



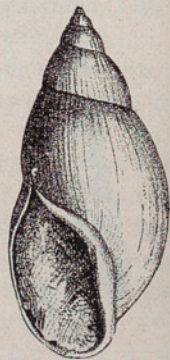
Fusus polygonus.



Voluta athleta.



Paludina aspersa.



Physa gigantea.

Fig. 244. — Gasteròpots del eocènic.

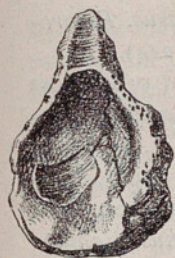
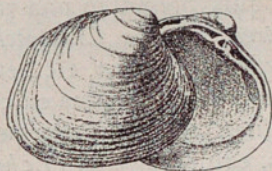
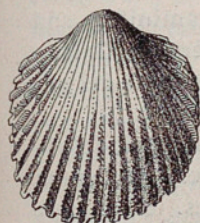
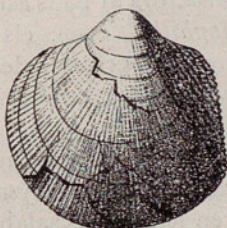
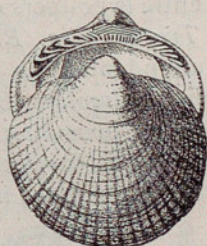
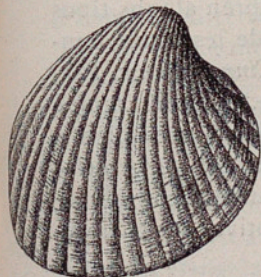
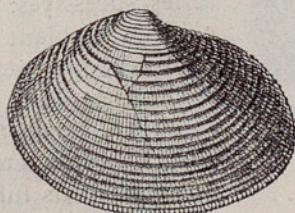
*Ostrea cucullaris.**Cyrena gravesi.**Corbula regulbiensis.**Cardium porulosum.**C. Edwardsi.**Pectunculus terebratularis.**Cardita planicosta.**Corbis lamellosa.**Lucina inornata.**Anodonta Cuvieri.*

Fig. 245. — Acèfals del eocènich.

des, Melania, Rostellaria, Voluta, Nerita, Fusus, Pleurotoma, Cassis, Oliva, Turritella, etc., etc. (fig. 244).

Els lamelibranquis presenten una varietat prodigiosa ab els gèneros *Ostrea, Anomia, Crassatella, Cardita, Cardium, Corbula, Cytherea, Lucina, etc., etc.* (Fig. 245).

Els briozoaris són molt comuns en certes capes, especialment els *Lunulites*; els equinoderms presenten gran varietat d'equínits, equinolàmpits (*Echinanthus, Echinolampas, etc.*) y espatàngits (*Schizaster, Euspatangus, etc.*); entre'ls polípers constructors hi hà'ls astréits (*Placosmia, Trochosmia, Rhabdophyllia, etc.*); els foraminífers són abundantíssims, tant els imperforats dels gèneros *Orbitolites, Alveolina, Biloculina, etc.*, com els perforats del gènere *Nummulites* (1) (fig. 246).

En les formacions d'ayga dolça d'aquest periodo vién els *Unio, Limnæa, Planorbis, Physa, etc.*, y la *Cyrena* en les aygues salabroses.

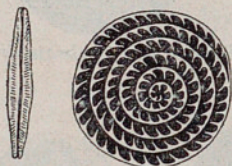


Fig. 246. — Secció longitudinal y transversal de un *Nummulites*.

La flora eocènica presenta dues sèries sucessives; la primera (*paleocènica*), semblant encara a la flora cretàica, que comprèn alguns tipus tropicals y altres de les zones temperades (*Laurus, Cinnamomum, Persæa, Sassafras, etc.*); hi hà també la vinya quals fulles s'assemblen a

les especies dites americanes, y falgueres del gènere *Osmonda*; la segona sèrie correspón a un augment considerable de temperatura a tota la Europa, motivat per la inva-

(1) Els *nummulites* tenen una closca aplastada y arrodonida, semblant una moneda, y d'aquí'l seu nom (*nummus*), del tamany desde una llentia fins a un duro, poguent considerarse com un tubo enrotllat en espiral y dividit en compartiments per embans oblicuus y incomplets; les cambres axis delimitades comuniquen entre sí mitjansant forats microscòpichs.

sió de la mar numulítica, que permeté a una flora tropical, similar de la actual de la Africa central y mar de les Indies, establirse a les regions del nord, vivint els cocoters (*Nipadites*) y les palmeres (*Phœnix*, *Sabalites*, *Flabellaria*) a Inglaterra y Nort de França. Els arbres de fulla anyal predominen més cap al Nort.

Divisions. — El periodo eocènich s'ha dividit en sis pisos que són de baix a dalt: *thanecià*, *sparnacià*, *ypresià*, *lutecià*, *bartonià* y *ludià*; els tres primers corresponen al *suessonià*, y'ls tres derrers al *parisià*, de la divisió de d'Orbigny. Aquestes divisions, quals noms venen de les localitats hont s'hi troba'l terreno ben representat, són fetes quasi excludivament per la conca de París y Bèlgica hont la majoria són ben representades, però no totes són aplicables a la conca mediterrània, hont l'eocènich té un caràcter més uniforme, presentantse sots l'aspecte del *terreno numulítich* dels antichs autors.

Sa distribució geogràfica. — L'eocènich es el grupu terciari més important, tant d'Europa com d'Assia y d'Àfrica. Es molt ben representat a França y a Inglaterra y a la conca mediterrània; la calça numulítica dels Alps suïços s'enlayra a més de 2,000 metres d'alçaria y té una gruxa molt gran. Se troba a Argelia, Marroch y Egipte, hont immenses extensions del desert Líbich són recobertes de grossos nummulites complertament solts, y quasi tots els materials que constituhexen les piràmides d'Egipte són d'aquest periodo. D'Egipte s'exten cap a la Assia Menor y a Persia, arribant fins al delta del Indo. A la India arriba fins la Bengala oriental y les fronteres de Xina. A la Amèrica del Nort ocupa una ampla àrea que bordeja l'Atlàntich y's troba en la conca del Mississipi; en els territoris occidentals dels Estats Units té una gruxa de 3,000 metres y allí es hont s'han trobat els restos dels *Dinoceras*.

L'eocènich espanyol se troba concentrat en dues faxes al NE. La més extensa y dilatada s'exten paralelament als Pirineus per dessota la zona cretàica, desde'l sud de la provincia d'Alava, per Navarra, Alt Aragó y Catalunya.

La segona faxes, que forma ab la anterior un angle agut, el meteix que la línea dels Pirineus ab la costa catalana, baxa fins a la provincia d'Alacant, a la d'Almería (al NE.) a les de Jaèn, Granada y Cadiz, existexen claps numulítics de més o menys consideració.

Extensió y caràcters de l'eocènich català.— La mar eocènica invadí la depressió central de Catalunya cap a mitjans del periodo, formant un golf gegantí que desde l'actual Empurdà hont tenia sa part més estreta, entre'l Pirineu actual y les montanyes de les Gabarres y'l Montseny, y d'allí s'extenia pèl nort cap a Bassagoda, Bolós, Sant Joan de les Abadeses, Montgrony, Castellar d'En Huch, Pobla de Lillet y vessants actuals de la serra de Cadí, quedant com una colossal península el glop cretàic del Bergadà; arribava a Berga meteix y seguia cap a ponent per demunt Sant Llorens de Morunys y cap a la alta provincia de Lleyda bordejant sempre les formacions primaries y secundaries del ja iniciat Pirineu. Pèl mitjorn els seus límits seguien bordejant el Montseny per sa vessant noroest, cap a Aygafreda, Sant Feliu de Codines, Matadepera, Olesa, Montserrat, Pobla de Claramunt y Cabra ja en la conca de Barberà, d'hont seguia bordejant el macís primari de Prades, cap a Cornudella y conca del Ebre.

Ab tot y aquesta gran extensió del terreno eocènich y la potencia que en alguns llocs té, ja que passa de 2,000 metres, no's troben pàs ben representats tots els seus pisos, y en càs de serhi no s'han pogut delimitar per falla de datos paleontològichs. De les investigacions fetes resulten ben caracterisats els pisos *ypressià*, *lutecià* y *batonià*

que formen el nivell superior, y resten les capes inferiors atribuhides abans al garumnià o danés, qual situació no s'ha pogut determinar encara y que deuen pertanyer al *esparnacià* o al *thanecià*.

Aquesta formació eocènica inferior es d'origen lacustre y es feta d'arenisques vinoses rutilants y màrgues que passen a conglomerat poligènich, predominant sempre'l color rogench; en elles s'hi troba'l *Bulimus Gerundensis* Vidal (fig. 247), y a Espinalbet, prop de Berga, En Lluís M. Vidal hi ha recullit la *Paludina aspersa* de les calices de Rilly (thanecià). Les capes aquestes, molt característiques per la llur color, se troben quasi constantment al dessota de les capes ja francament eocèniques ab *Alveolina melo* (?) formant com un cinturó quasi no interromput tot al llur voltant, especialment al límit est y sudest, hont forma una gran faxa que desde Girona voreja'l Montseny pèl nort, passa pèl nort del Vallés y ponent del Penadés, cap a la provincia de Tarragona, y aixís com sempre's troba dessota l'eocènich en estratificació concordant, ella descansa uns colps demunt el granit, altres demunt el silúrich y altres demunt el triàsich, en estratificació discordant, lo que prova la íntima relació que té ab aquell y la independia ab aquestes derrerres formacions y fins ab el cretàich superior hont se la incloía.

Al demunt d'aquesta formació se troba la calixa ab *Alveolines* y *Miliolites* pertanyent al eocènich inferior (*yprèsia*); ademés d'aquests fòssils que formen verdaers amas-



Fig. 247. — *Bulimus Gerundensis* Vidal.

sats de roca, especialment la *Alveolina melo* y *A. subpyrenaica* (?) s'hi troben també Nummulites de formes petites y classificació duptosa, *Ostrea*, *Velates* y altres especies.

Segueix després l'eocènich mitjà representat pèl pis *lutecià* caracterisat pèls *Nummulites perforata*, *N. Lucassana*, etc., etc., que es el que ocupa major extensió y té major potencia, y l'eocènich superior o *bartonià* de la Plana de Vich, caracterisat per la *Serpula spirulæa*.

Aquesta es en síntesis la composició del eocènich català; anèm ara a estudiar la manera com se presenta y'ls seus detalls en algunes localitats hont ha sigut ben estudiat.

A Girona tením l'eocènich descansant sobre'l paleozoich ab ses màrgues y conglomerats rogenchs de la basa y al demunt seu s'hi distingexen dues sèries baix el punt de vista litològich: una calça y altra margosa; la primera consta de calices rublertes de miliotes y alveolines recobertes per banchs de *Nummulites perforata* y *N. Lucassana* (*pedra de Girona*). Les calices fosques y groguenques, superiors a n'aquests bancals, són les que s'aprofiten pera fer la calç hidràulica y contenen impresions de *Pecten subpartitus* d'Arch, *Cardita* y unes formes aplastades de figura allargada y superficie regularment ondulada, imitant segments transversals, qual origen es desconegut, si be's creuen restos d'*algues*. La sèrie margosa que recobreix les capes anteriors es molt fossilífera, y a Sant Julià de Ramis, per la carretera de Banyoles, pèl camí de Sarrià a Sant Gregori, a Granollers de Rocacorva, Adri y molts altres punts poden recullirse gran nombre d'especies, especialment equínits.

Pujant de Sant Climent d'Amer a la ermita de Santa Elena s'atravessen les següents capes, que bucen cap al nort, després de dexades les piçarres argiloses del silúrich:

1.^{er} Arenisques vïnoses passant a conglomerats poli-gènichs hont hi hà palets de granit, quarç, pòrfit, calices, piçarres, etc., y calices sabuloses pertanyents al eocènich inferior.

2.^{on} Caliça dura, ab *Miliolites*, *Alveolines* y *Nummulites* de formes petites, que forma com un alt murallàm que's destaca molt bé entre'ls accidents del terreno y's veu com borejant el Ter, s'allarga cap a ponent, axecantse a una gran alçaria al puig hont hi hà la ermita del Far.

3.^{er} Banch de un metre de gruix rublert de *Nummulites perforata* d'Orb. y *N. Lucasana* Defr.

4.^{art} Marga fossilífera ab *Turritella carinifera* Desh., *Solarium simplex* Leym., *Cytherea Coustougensis* Leym., *Lucina*, *Pholadomya*, *Macra*, *Pinna*, *Cypræa*.

5.^{nt} Marga d'*Hemiaster Pellati* Cott., equínt tant abundós que ha donat nom al lloch (*Serrat de les Boletes*); ab ell se troben *Cidaris Scampici* Taram., *Cidaris Taramellii* Cott., *Terebratula montolearensis* Leym.

6.^e Marga sabulosa hont abunden: *Eupatagus ornatus* Agas., *Cœlopleurus œguis* Val., *Periaster Heberti* Cott., *Ovula*.

7.^e Màrgues blaves argilenques ab *Ostrea multicoستا-*

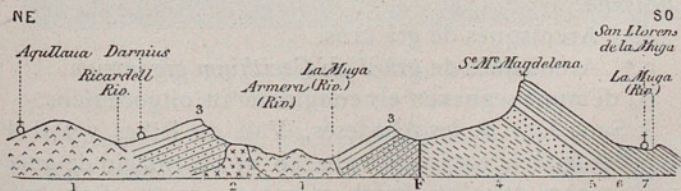


Fig. 248. — Perfil d'Agullana a Sant Llorens de la Muga (segons En Ll. M. Vidal.) — 1, Granit. 2, Pòrfit. 3, Triàssich: caliça del muschelkalk sobre les pudingues quarçoses de la arenisca abigarrada. 4, Màrgues senonianians. 5, Garumnià: arenisques roges y màrgues. 6, Numulitich inferior: caliça ab Alveolines. 7, Numulitich mitjà: màrgues ab Turritelles.

ta Derh., *Nummulites Brogniarti* d'Arch., *strea Brogniarti* Bron., *Vulsella falcata* Munst.

8.^e Màrgues sorrenques hont reapareix l'*Eupatagus ornatus* Agas. ab *Turritella Trempina* Carez., *Trochocyathus sinuosus* Al. Brong.

9.^e Arenisca del cim hont hi hà la ermita (Vidal).

A Sant Llorens de la Muga l'eocènich descansa sobre'l cretàcich (garumnià) (fig. 248) y allí pot veures bé'l gruix total de la formació que es ben bé de 2000 metres y's succeix ab el següent ordre de baix a dalt:

1.^{er} Calices de miliolites y alveolines.

2.^{on} Màrgues sabuloses ab plaquetes espàtiques sense fòssils.

3.^{er} Màrgues ab *Lucina Corbarica* Leym., *Velates Schmideli* Chemn., *Ostrea multicostata* Lāk., *Spondylus asperulus* Mumt., *S. bifrons* id., *Nummulites mamillata* d'Arch.

4.^{art} Banch de *Nummulites laevigata* Lk. y *N. Biarritzensis* d'Arch.

5.^{nt} Màrgues sabuloses verdoses.

6.^e Màrgues blavoses ab *Nummulites exponens* Sow.

7.^e Conglomerat de ciment margós ab *Nummulites Lucasana*.

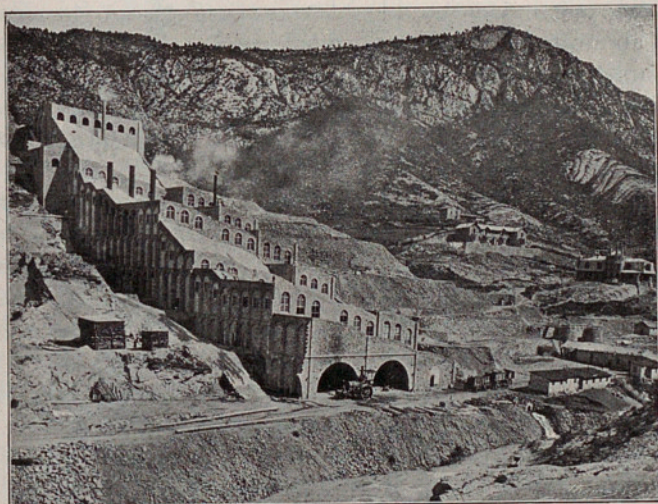
8.^e Arenisques de grà grós.

9.^e Arenisques de grà fi ab *Cerithium giganteum*.

Al demunt seguexen els conglomerats oligocènichs.

A Sant Joan de les Abadeses, Vall de Ribes y Pobra de Lillet la sèrie eocènica acaba ab una formació de guix que la separa del oligocènich, y en tota aquesta faxa que està en contacte, per falla, ab el triàsich y'l liàsich en alguns punts, hi hà unes màrgues bituminoses que van a ser objecte d'activa explotació al Clot del Moro, per part de Societat que fabrica ja'l ciment *Asland* aprofitant les màrgues eocèniques (fig. 249).

L'eocènich de la Plana de Vich acaba de ser detingudament estudiat pèl Dr. Almera qui hi hà trobat la sèrie més complerta coneguda fins avuy a Catalunya. En l'ad-junt perfil (fig. 250) de la Riera Majó a Sant Julià de Vi-latorça s'hi pot observar de baix a dalt la següent dispo-sició:



CLIXÈ D'EN A. VELA

Fig. 249. — Fàbrica del Clot del Moro.

γ Granit; π Pòrfit; $\pi\tau$ Leucotefrita.

Esparnacià (?) 1. Dipòsit fluvi-lacustre sense fòssils (125 m.).

Ypresià (?) 2. Capa de palets de caràcter marí (1'40 m.).

3. Capa calixa ab *Alveolina subpyrenaica* ? y capes caliç-arenoses ab *Ostrea*, *Velates* y altres especies (2'30 m.).

Lutecià. 4. Capa de sorra grollera molt pobre en fòssils (3 m.).

5. Banch margós caliç ab *Velates Schmideliana* de gran tamany y altres especies (2 m.).

6. Caliça més o menys compacta ab molts exemplars de *Rostellaria maxima*, *Cerithium Parisiense*, *Velates Schmideliana*, etc. (3 m.).

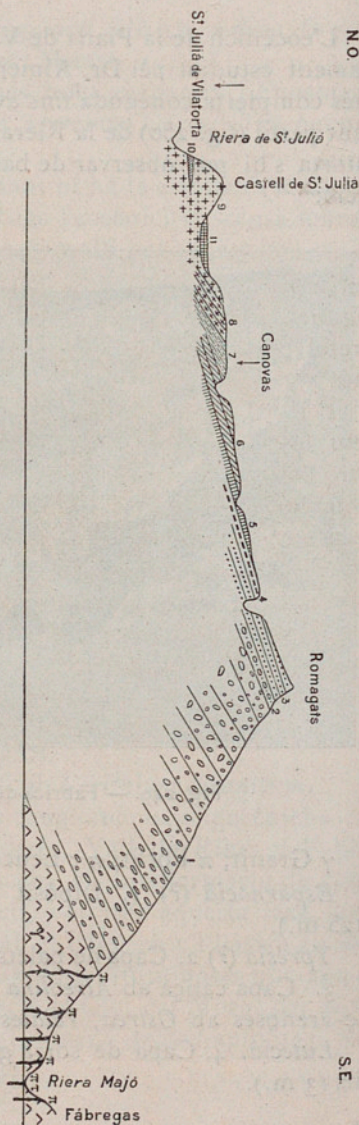
7. Capes de màrgues blavoses sense fòssils y de textura fullosa (3 m.).

8. Banchs caliços ab *Nummulites perforata*, *N. Lucasana*, *N. Biarritzensis* (3'50 m.).

9. Banch de pinyolench y conglomerat ab pochs fòssils (60 m.).

10. Banch caliç margós ab molts Briozoos y algunes bivalves (1'30 m.).

Fig. 250. — Perfil de Sant Julià de Vilatorrada a la Riera Majó (segons el Dr. Almera.)
 γ Granit; π Pòrfir; $\pi\tau$ Leucotefritas;



Quaternari. 11. Dipòsit argilós-caliç de color roja.

El pis *bartonià*, no representat en aquest perfil, limita la Plana de Vich per ponent formant un encinglerat murallà. Es format per màrgues blavenques, que tenen un gruix de més de 350 metres, caracterisades per un anèlit, més abundós en unes localitats que en altres; tal es la *Serpula spirulæa*. Comensen a veures aquestes màrgues blavoses ab aquest fòssil característich entre Centelles y Balenyà y a mida que'ns enfilèm per la dita cinglera trobèm algunes capes riques en fòssils entre'ls quals abunden sobretot els polípers y briozoos, alguna *Ostrea* y *Pecten*, y més amunt molts Orbitoides.

Per demunt del paralel de Vich, es de remarcar pèls seus fòssils, además de la mentada *Serpula*, la vessant del turó del castell de Gurb hont s'hi troba un políper molt notable *Guettardia Thiolati* d'Arch, molt abundantament. Demunt d'aquestes capes ab *Guettardia* ne venen altres areniscoses calices, les que contenen varies especies dels gèneros *Pecten* y *Cælopleurus* y altres molt ben conservades, sense faltarhi la *Serpula spirulæa*.

En la part alta de la cinglera que mira a Vich existeix un dipòsit de guix de 3 a 4 metres que's distingeix de lluny per sa color clara, el qual és coronat per altre de arenes margoses de poca consistencia.

La metexa formació continua cap al nord fins més enllà de Sant Bartomeu del Grau y Manlleu. (Almera).

Si de la Plana de Vich ens traslladèm al peu del Montserrat, ens trobarèm ab l'eocènich inferior de Olesa y La Puda, dessota les formacions triàsiques per mor del capgirament de capes de que ja havèm parlat al tractar d'aquelles. Pujant desde La Puda, Llobregat amunt, abans d'arribar al Cairat, se troba després de la caliça del keuper, les capes argiloses bretxoses, molt redreçades de la basa del eocènich ab *Bulimus Gerundensis* Vidal, que arri-

ben a ser ben verticals y després prenen un buçament nord. Més enllà, demunt d'aquestes argiles descansa en discordança una sèrie de capes roges, argiloses, abigarrades, psammítiques, ab llits de palets; bucen lleugerament vers al nord y van a passar per dessota les pudíngues del Montserrat. Semblant disposició se veu molt bé en el torrent de *La Salut* de Collbató (fig. 251). Seguint riu amunt s'atravessa la gorja del Cairat, oberta pèl riu en les capes eocèniques inferiors y mitjanes; té una llargada de 10 kilometres y consta de capes fluvialacustres sempre molt regularment estratificades (fig. 252) de més de 150 metres de gruix. La sèrie comença per les capes roges lacustres, argiloses y psammítiques y's segueix per una alternança de arenisques micàcees y pudíngues, ab lleuger buçament cap al nord, y sense cap intercalació marina fins a la vila de Monistrol. Aquí per primera vegada apareix l'element

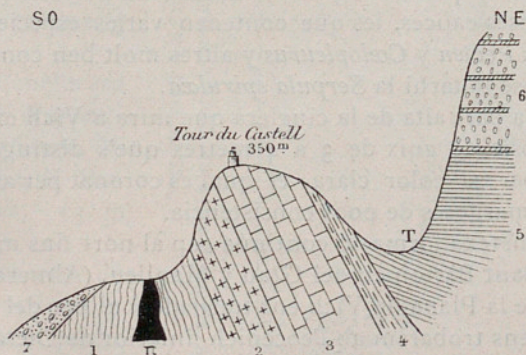


Fig. 251.— Perfil prés entre Collbató y'l Montserrat (segons el Dr. Almera). — 1, Piçarres paleozoiques. 2, Arenisca roja guixosa. 3, Calixa en llits ab *Fucoides* (nivell de *Natica gregaria*). 4, Capes argiloses eocèniques. 5, Psammites eocèniques?. 6, Pudínga del Montserrat (oligocènich). 7, Aluvió pontià (miocènich.) π, Pòrfit quarçifer, T. Torrent de la Salut.

marí format per calices verdures y groguenques que contrasten ab les capes roges. En elles s'hi troben restos carbonosos de plantes monocotiledonees y una fauna litoral sens Nummulites. S'hi troba: *Rostellaria* cf. *multiplicata* Bell., *Conus turritus* ? Lmk., *Cypræa elegans* Def., *C.* cf. *sulcosa* Lmk., *Natica patula* Desh., *Pecten plebeius* Lmk., var. *eliptica*, *Pecten* sp., *Spondylus* sp., *Pectunculus* sp., *Modiola* sp., *Cyteræa lævigata*? Lmk., *C. nitidula* Lmk., *Lucina scalaris* Def., *L. concentrica* Lmk., *L. callosa* Desh., *Tellina sinuata* Lmk., *T. tenuistria* Desh., *T. donacialis* Lmk. var., *Corbula* cf. *Gallica* Lmk., *Arcopagia* sp. Aquestes capes calices corresponen al eocènich marí que ocupa'l nivell més baix estratigràficament;

se'n veu un aflorament en la vessant nord-est del Montserrat; se fica en tascó en les capes de arenisca y de pudingues fluvilacustre de que es feta la montanya.

A la estació de cremallera del meteix Monistrol hi hà un jaciment de fòssils d'aygues salabroses, *Potamides*, *Cerithium*, *Melania*, *Cyrena*, etc., indicant el trànsit del règim marí al fluvilacustre durant el qual se depositaren les argiles, arenisques y pudingues que separen el primer dipòsit marí del segon. En aquest jaciment el Dr. Almera hi hà recullit: *Pyrula condita* Brgt., *P. tricostata* Desh., *Cerithium submargaritaceum* ?, *Potamides* sp., *Melania* cf.

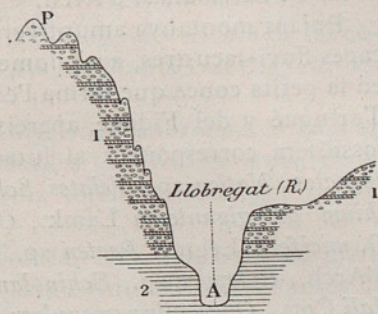


Fig. 252. — Perfil transversal del riu Llobregat entre'l Cairat (segons el Dr. Almera.) — P, Pich de demunt la Cova de la Verge. A, Llit del Llobregat. 1, Pudinga (oligocènich). 2, Arenisques roges (eocènich).

Alpina May., *Bulla parisiensis* d'Orb., *Vulsella falcata* Gold., *Modiola* sp., *Arca* sp., *Leda* sp., *Nucula* sp., *Cardium granulosum* Lmk., *C. obliquum* Lmk., *C. Bonelli* Bell., *Pholadomya margaritacea* d'Orb., *Lucina* sp., *Cyrena antiqua* Fer., *C. cf. cuneiformis* Fer., *Venus* sp., *Tellina* sp., *Solen rimosus* Bell., *Panopæa* sp., *Teredo* sp., *Asterias* cf. *Desmoulinsi* d'Arch.

Pujant montanya amunt vers el nord al través de les capes fluvi-lacustres, a 2 kilometres y mitg de la estació, en la petita conca que forma l'entreforch dels torrents del Tortugué y del Fideué, apareix la segona zona marina fossilífera corresponent al lutecià mitjà, ab les següents especies: *Natica* sp., *Velates Schmideliana* Chem., *Cerithium* gr. *giganteum* Lamk., *Ostrea multicosata* Desh., *O. uncifera* Legm., *Pecten* sp., *Eschara* cf. *subchartaica* d'Arch., *Retepora* sp., *Echinolampas* cf. *Archiaci*, *E. Vidali* Cott., *Operculina granulosa* Ley. *Nummulites perforata* d'Orb., *N. striata* d'Orb., *N. Lucasana* Defr., *N. lævigata* Lamk.

Al demunt d'aquesta formació segueix una banda d'argila arenosa rogenca sense fòssils, de 40 metres de gruixa; una calça arenosa, groguenca que alterna ab màrgues arenoses ab palets, que passa per dessota la ermita de Santa Cecilia y la Masía de la Creu, y que es molt rica en fòssils, sobretot equínits. Entre altres s'hi troben: *Natica* sp., *Velates Schmideliana* Chem., *Ostrea multicosata* Desh., *Pecten corneus* Sow., *Spondylus Ronalti* Desh., *Chama latecostata* Lamk. var. *minor*, *Phalacrocydaris Gautieri* Lam., *Leiocidaris itala* Laub., *L. Bofilli* Lamb., *Coptosoma cribrum* Agas., *C. Pellati* Cott., *Psammechinus Hispaniæ* Lamb., *Cælopleuros coronalis* Kein., *Ditremaster?*, *Schizaster rimosus* Agas., *Sch. Vidali* Lamb., *Schizaster Montserratensis* Lamb., *Brissoides Almeræ* Lamb., *Sarsella Lorioli* Lamb., *Operculina granulosa* Leym.,

Nummulites Biarritzensis d'Arch., *N. Lucasana* Defr., *N. levigata* Lamb., *N. striata* d'Orb. A continuació segueix un dipòsit argilós sorrench del cim del turó de la Calsina. Desde aquest nivell comencen les capes d'argila y les potentes masses de conglomerats que formen la part superior de la montanya y pertanyen al periodo següent o oligocènich.

Veuse aquí en síntesis la disposició y natura de les capes que integren la montanya de Montserrat (fig. 253) segons el Dr. Almera:

1.^{er} Arenisques roges argilenques formant la basa de la montanya, ben estratificades (n). Se les troba de la Puda a Monistrol. El gruix total es desconegut, la part visible té 38 metres.

2.^{on} Banchs de calça dura, blavenca, d'origen marí, ab màrgues groguenques, contenint restos carbonosos de monocotiledonees y una fauna litoral que's torna de maresma a la part superior (m) (32 m.)

3.^{er} Llits d'argila en nombre de 13, ab venes de guix y motllos de *Fucoïdes*; màrgues gromulloses, verdoses, rogenques, bariolades, alternant ab bandes de pudingues poligèniques ab elements petits en general, poch cimentats (e) (133 m.)

4.^{art} Banch d'arenisca tendre, grisenca, ab motllos d'Anèlits (b) (3 m.)

5.^{nt} Noves argiles rogenques, bariolades, gromulloses, sense guix, que alternen ab banchs de pudingues de elements grossos y molt cimentats (e' e'') (174 m.)

6.^e Capa marina mitja de arenisca gris blavosa, ab palets y *Nummulites perforata*, *N. striata* (c) (26 m.)

7.^e Alternança irregular de pudingues ben cimentades y llits prims d'argila roja (e''') (110 m.)

8.^e Capa marina superior d'arenisca calça blavosa y calça ab *Nummulites Biarritzensis*, etc. (d) (40 m.)

9.^e Alternança de capes roges d'argila dura, grollera, ab les pudingues poligèniques que predominen a mida que's puja a Sant Geroni (e^{iv}) (526 m.) y que pertanyen al oligocènich.

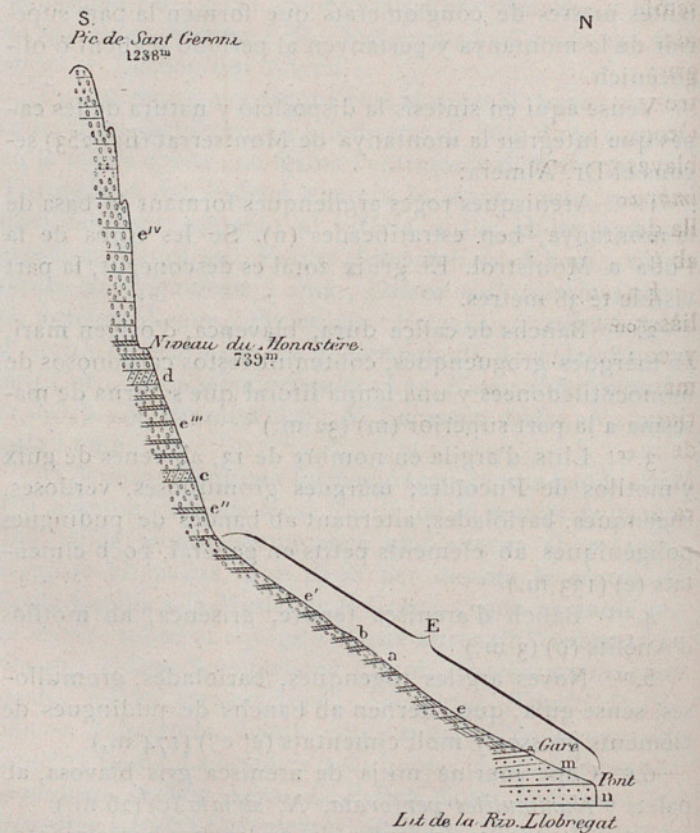


Fig. 253. — Perfil de Monistrol a Sant Geroni (segons el Dr. Almera.) —n, Capes roges lacustres. m, Formació marina y salabrosa inferior. b, Formació ab Anèlits. c, Formació marina mitja. d, Formació marina superior. e, e', e'', e''', e^{iv}, Formacions flui-lacustres.

No descriurèm aquí els diferents llocs hont pot estudiarse l'eocènich en les comarques del Moyanés, Plà de Bages y Segarra perque hi hauríem de dedicar un volúm, y además no cal, per presentarse quasi per tot arreu de semblant manera. Axís tením, per exemple, que l'eocènich de la actual provincia de Lleyda pot dividirse en tres grupus: l'inferior, format per la caliça d'*Alveolines*, que's troba a la serra de Cadí, Cornellana, Guardia de Tremp, Oronés, Gàrsola, etc.; el mitjà, que compren les màrgues blaves de *Nummulites*, *Operculina*, *Eupatagus*, *Turritella imbricata*, etc., y's troba a Guardia de Tremp y Ametlla de Balaguer; y'l superior, compost de sorres y màrgues ab *Cerithium*, *Ostres*, etc., de Santa María de Meyà.

En aquesta localitat l'eocènich està en contacte ab el liàssich gracies a la colossal falla del Montsech (fig. 211) y consta (fig. 236) de màrgues vinoses, equivalents a les màrgues ab *Paludina aspersa* d'Espinalvet (eocènich inferior); de una caliça ab *Alveolina* y de una sèrie potenta de màrgues arenoses que va de Vilanova de Meyà a Santa María de Meyà, de un banch d'*Ostrea multicosata*, (figura 211) y d'arenisques y màrgues molt fossilíferes, abun-

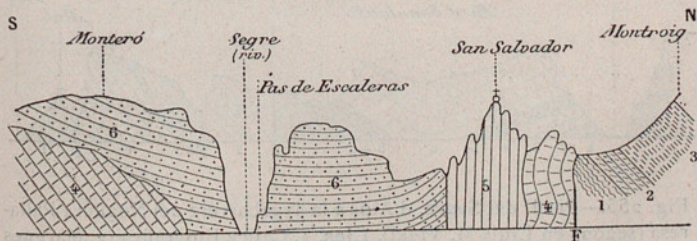


Fig. 254.

Perfil de la montanya de Sant Salvador (segons En Lluís M. Vidal.)
Triàsich. 1, Guixos. 2, Calices del Muschelkalk. 3, Guixos del keuper.—**Cretàcich.** 4, Calices del campanià.—**Terciari.** 5, Caliça ab Miliolites del eocènich, plech vertical. 6, Pudingues del oligocènich.

dant sobretot: *Potamides Montsecanum*, *P. Orengeæ*, *Turritella Duvali*, *Ampullina Vidali*, etc. Al cim de tot del Montsech, a la montanya de Sant Salvador de Toló, se troba l'eocènich format per la caliça d'*Alveolines* y un banch d'*Ostrea multicostata*, reposant demunt el cretàcich superior; es l'altre costat de la falla de Santa Maria de Meyà.

Com a mostra de les colossals dislocacions que ha sofert l'eocènich d'aquest cantó de Catalunya pot veures com se presenta a Camarasa (fig. 190) y a la montanya de Sant Salvador (fig. 254) hont les capes de caliça ab Miliolites y *Alveolina elongata* són redreçades del tot; a la serra de Montroig hont està en contacte, per falla, ab el triàsich (fig. 191) y consta de caliça argilosa ab *Alveolina elongata*; caliça margosa ab *Natica*, *Terebellum*, *Alveolina*; caliça blanca y rogenca ab *Eupatagus* y *Pecten*, y caliça ab Miliolites *Alveolina elongata*; a la serra Boada prop de Alós (fig. 255) hont toca, per falla ab el cretàcich (campanià).

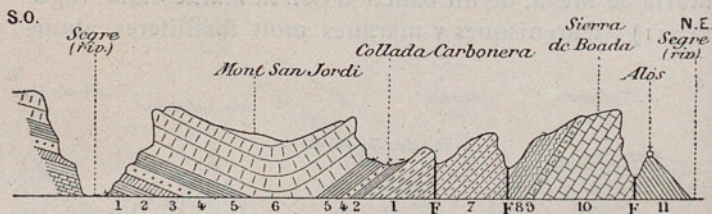


Fig. 255.—Perfil del Segre, d'Alós a la aygabarraig del Noguera Pallaresa (segons en Lluís M. Vidal). Lies. 1, Caliça litogràfica. 2, Màrgues fossilíferes del lies mitjà y superior. 3, Dolomia supraliàsica. — Santonià: 4, Sorra y arenisca ab Rudistes. 5, Màrgues. — Campanià. 6, Calices. 7, Caliça y arenisca rogenca ab Rudistes indeterminables. — Eocènich. 8, Caliça ab *Alveolines*. — Campanià. 9, Calica ab *Rhynchonella*. — Muschelkalk. 10, Caliça ab fucoides y bivalves indeterminables.

A la actual provincia de Tarragona l'eocènich té poca extensió y es una continuació del de la Segarra y ponent del Penadés, que passa entre Bellprat y Sant Magí y estrenyentse desapareix abans d'arribar al Francolí, en la conca de Barberà. Hi es representat l'eocènich inferior de *fàcies* lacustre (esparnacià-tannecià ?) format per capes d'argiles arenoses roges ab guix, que són la prolongació de les capes sobreposades a les del *Bulimus Gerundensis* del Vallés; l'eocènich inferior de *fàcies* marina (ypresià) ab la calça ab *Alveolina* (*A. Melo*), *Miliolites* y altres fòsils; y'l pis lutecià ab *Nummulites perforata*, *N. Lucasana* y altres.

N.E.
gre
vial

lla-
ues
—
nià.
les.
yn-
er-
or

§ II

PERIODO OLIGOCÈNICH

Caràcters generals. — El periodo oligocènich comença per la gran invasió marina de les regions centrals y septentrionals d'Europa, mentres que les terres del sud emergexen poch a poch; després la mar recula, y quasi tota la Europa resta terra ferma, però una munió de conques tencades queden convertides en grans llachs d'ayga dolça y maresmes, favorables a la producció dels lignits. La extensió dels llachs y la abundancia dels dipòsits de ayga dolça, axís com la frondositat de les formes vegetals, denoten una gran humitat de la terra y una calor igual y moderada.

Axís com als principis del periodo aquest els moviments orogènichs determinen l'alçament principal dels Pirineus, cap al seu final tenen lloch cambis geogràfichs importantíssims que inauguren la surrecció definitiva de la serralada alpina, y ab els moviments d'emergencia els grans llachs se vuyden y s'estableix un règim fluvial intensíssim.

Sa fauna y flora. — El periodo oligocènich es remarkable pèl gran desenrotllo dels vertebrats; la aparició de un gran nombre de gèneros nous y la coexistencia dels gèneros *Palæotherium* y *Anthracotherium*, dels que'l primer que ja vivia en l'eocènich, desapareix abans de terminar aquest periodo, mentres que'l segón adquireix un gran desenrotllo, indicant la importancia que pendrà els rumiants en el miocènich. Entre'ls mamífers nadadors, els sirenis, aytals com l'*Halitherium*, són molt nombrosos.

En Gaudry (1) caracterisa les diferents fases del oligocènic de la següent manera: 1.^a fase (*sannoisià*). Aparició dels gèneros *Cadurcotherium*, *Hyrachyus*, *Entelodon*, *Anthracotherium*, *Dacrytherium*, *Chalicotherium*, *Tragulohyus*, *Lophiomerix*, *Hyæmoschus*, *Gelocus*, *Dremotherium*, *Thereutherium*, civeta, marta, *Plesietis*, *Plesiogale*, *Ælurogale*, *Rhinolophus*, *Necrolemur*.

2.^a fase (*estampià*). Aparició del gènere *Tetracus*. Desaparició del *Palæotherium* y del *Anoplotherium*. Regne dels *Myopotamus* y *Anthracotherium*.

3.^a fase (*aquitanià*). Aparició dels gèneros *Rhinoceros* (?), *Tapirus*, *Palæochærus*, *Plesiosorex*, *Mysarachne*, *Lutricaris*, *Palæonycteris*, etc. Els rumiants no tenen encara banyes y'ls proboscids no han aparegut encara.

Els aucells lo meteix que'ls lacèrtits y cocodílits, continuen desenrotllantse y acostantse a les formes actuals; entre'ls pexos són abundosos els esquàlits y les rayes.

Es remarcable la fauna d'aquest periodo per la gran abundor d'insectes (coleòpters, dípters, lepidòpters, himenòpters) y sobretot pèl desenrotllo dels aràcnits, que s'han trobat en admirable estat de conservació dintre l'ambre succí, que no es més que la resina produhida per certes coníferes y en particular per un pí, el *Pinus succinifer*. Els insectes que frequentaven aquests arbres restaven enganxats en la resina y prompte eren recoberts per noves capes d'ella, quedant en les mellors condicions de conservació, de manera que avuy se'ls troba tan ben conservats com el dia que visqueren.

Entre'ls moluschs es notable l'aument dels gasteròpots dels que la majoria dels gèneros viuen encara avuy: *Cerithium*, *Potamides*, *Melania*, *Natica*, *Pleurotoma*, *Scalaria*, *Turritella*, *Voluta*, *Rostellaria*, *Pyrula*, etc. Lo meteix cal

(1) *Mammifères tertiaires*.

dir dels lamelibranquis: *Cardita*, *Pectunculus*, *Lucina*, *Ostrea*, *Cyrena*, etc. (fig. 256).

Els briozoaris són abundosos, els equínits no tant y, cap al final del periodo, en la conca mediterrania apareix el gènere *Clypeaster*, que veurèm molt desenrotllat en el miocènich.

Els numulites desapareixen ab el periodo aquest.

La flora es molt rica y abundosa, com ho testimonien els jaciments de lignit que originà, y ofereix una barreja de tipus dels climes tropicals y templats. Abunden les palmeres dels gèneros *Sabal*, *Phœnix*, *Trachycarpus* (*Chamærops*), etc.; apareixen les *Sequoia* ab *Taxodium distichum*, *Glyptostrobus europæus* *Libocedrus*, etc., y són frequents les hermoses falgueres del gènere *Osmunda*.

Divisions. — L'oligocènich estava dividit en dos pisos, l'inferior o *tongrià* (de Tongres) corresponent a la invasió marina, y'l superior o *aquitanià* que marca un estat de coses tot diferent ab el predomini del règim continental y dels grans llachs; però avuy el tongrià s'ha subdividit en *sannoisià* (de Sannois, prop París) y *estampià* (d'Estampes), de manera que aquest periodo resulta dividit en tres pisos.

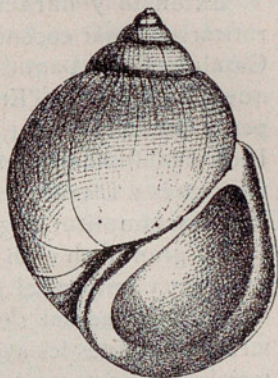
Sa distribució geogràfica. — Aquest terreno se troba en quasi tots els pahissos d'Europa, Russia, la península Balkànica, Austria, Italia, Suiça, Alemanya, Inglaterra y Bèlgica, en que predominen les formacions marines, y les superiors lacustres ab jaciments de lignit, sobretot a Alemanya. A França es ben representat en una munió de regions, la conca de París especialment, la França central, Llenguadoc, Provença, Aquitania, Bretanya, etc. A n'aquest terreno pertanyen els cèlebres jaciments de *fosforita* o fosat de calç de Quercy, que no són més que grans esquerdes del terreno juràssich plenes de carcasses de diferents vertebrats transformats en fosat.



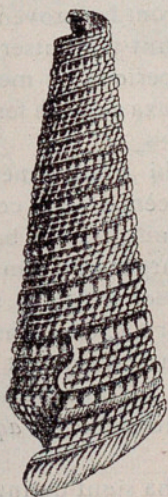
*Purpura
monoplex*



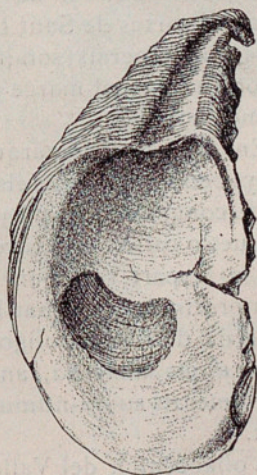
*Potamides
margaritaceus*



Natica angustata



Cerithium Charpentieri



Ortreia longirostris

Fig. 256. — Fòssils oligocènics.

Extensió y caràcters de l'oligocènich català. — Al retirar-se la mar eocènica que ocupava la part central de Catalunya, restà aquesta depressió convertida en un llach que desde prop de l'Empurdà, hont termenava, s'extenia per la comarca d'Olot, Ripollés, Plana de Vich, Moyanés, Lluçanés, Plà de Bages, Penadés, Segarra, Plà d'Urgell, Garrigues y Lleyda, cap a la conca del Ebre, hont tenia sa major amplitud (fig. 257). Les terres que bordejaven aquest gran llach eren al nord les del ja iniciat Pirineu, y a llevant y mitjorn el gran continent que desde la serralada costera actual s'extenia mar enllà. Desde aquestes terres emergides les aygues torrencials arrastraven els materials arrencats, palets y llot, cap al fons del llach, hont eren assolats en capes, de gran potencia les del cantó de mitjorn, per mor de la major extensió de la terra ferma y consegüent abundor de les corrents, com ho proven les colossals gruxes de Sant Llorens del Munt y Montserrat, quals conglomerats són fills d'aquest periodo, y menys importants les del marge nord, hont la faxa de terra ferma era més estreta.

En totes les comarques citades s'hi troben més o menys ben representats els dipòsits oligocènichs que consten de conglomerats, pinyolenchs y arenisques a la basa, màrgues o calices lacustres al mitg y argiles ab lignit y guix a la part superior. Els datos paleontològichs son poch precisos pera situar bé aquestes formacions dins la moderna divisió del oligocènich, però la inferior pot referirse al pis *sannoisià*, anomenat abans *infra-tongrià*, o conglomerats *supra-numulítichs*, y les altres dues al *aquitanià*.

L'oligocènich del Vallés y Penadés ha sigut detingudament estudiat pèl Dr. Almera. Forma una sèrie de claps, recoberts en part per les formacions miocèniques, que s'extenen desde Sant Cugat del Vallés cap a Papiol,

Castellbisbal, Sant Andreu de la Barca y Martorell, desde hont va per les vessants de la dreta del riu Noya y l'Avernó, descansant sobre'l triássich y'l cretàcich, fins més enllà de Sant Sadurn de Noya. Prop de Viloví, al Turó d'En Sogas n'hi hà un clap aïllat. La composició d'aquestes capes es extremadament variable, però la color roja es constant, qualsevulla que sia la composició. Les arenisques, grolleres o fines y argiloses, dominen en aquesta

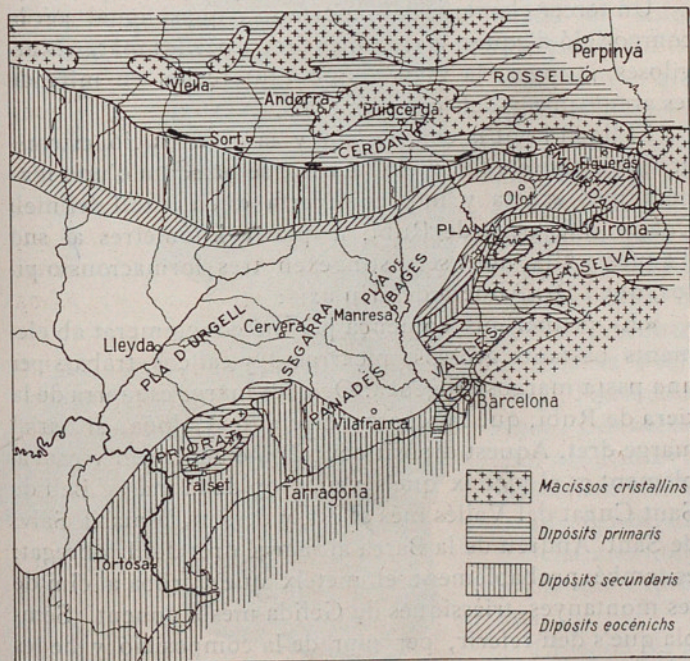


Fig. 257.—Catalunya en el periodo oligocènic. Tencada la comunicació ab la mar, restà la part central de Catalunya convertida en un llach que s'extenia cap a les terres d'Aragó.

espessa massa, però no formen may banchs potents y són barrejades ab conglomerats igualment molt abundosos, sobretot a la part inferior.

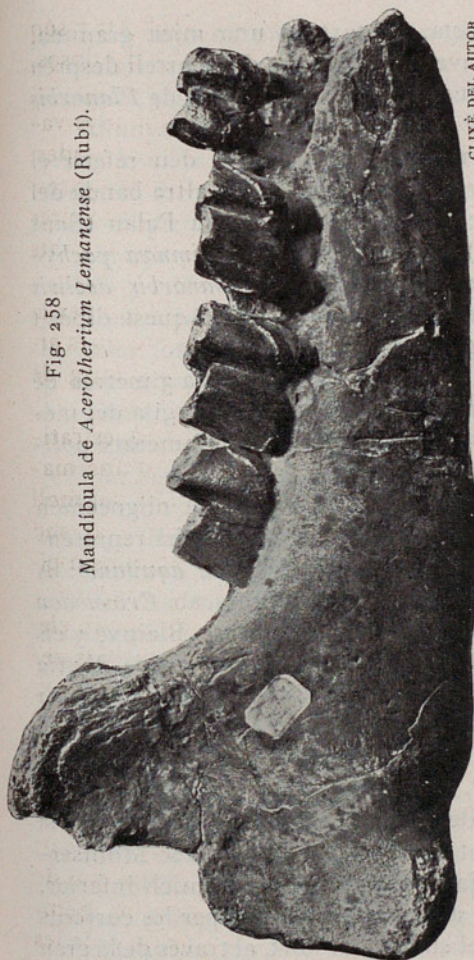
Aquests se componen de palets rodats de tamanys variats; les roques de totes les edats hi són representades, però les piçarres són molt més abundantes que les altres, lo que's comprèn fàcilment, ja que són les més properes del dipòsit lacustre. Els conglomerats no són pas distints de les arenisques a les que passen lateralment.

Un tercer element, de importancia quasi igual per la composició d'aquest terreny, es donat per les màrgues argiloses, ja roges, ja blaves, que s'intercalen en mitg de les arenisques y dels conglomerats.

El lloch hont la composició y la constitució estratigràfica d'aquesta formació lacustre se presenta d'una manera més exacta y més complerta es en el tall del molí *Calopa*, a la riera de Rubí, a quatre kilometres al sud d'aquesta vila, hont se distingexen tres formacions o pisos, que'l Dr. Almera descriu axís:

«El primer pis comença per un conglomerat ab elements bastants grossos, piçarrosos y caliços, trabats per una pasta margosa rogenca. Ocupa'l marge esquerra de la riera de Rubí, que la separa del cingle *Calopa*, situat al marge dret. Aquest dipòsit ocupa'l meteix nivell y probablement es el meteix que's veu prop de la masía Bell de Sant Cugat del Vallés més al est, y dessota la masía Salvi de Sant Andreu de la Barca al marge dret del Llobregat; es també probablement el meteix que's troba al cim de les montanyes triàsiques de Gelida més a ponent. Sembla que's deu referir, per mor de la composició y de les relacions ab els terrenos que té al demunt, al nivell del dipòsit de pudinga més enlayrat del Montserrat. Més amunt el conglomerat passa a una psammita ben caracterisada que's presenta en banchs d'un metre de gruix al-

Fig. 258
Mandíbula de *Acerotherium Lemanense* (Rubi).



CLIXÈ DEL AUTOR

ternant ab llits molt prims d'argila. A mida que s'enlayra en la cinglera, les psammites disminueixen mentres que les argiles augmenten y resten soles y són de color roja vinosa ab taques blavoses que potser són un indicati d'ossos fòssils. A la capa superior hi hà grans esquerdes plenes de guix fibrós. En aquesta capa hi havèm descobert el *Sciurus Feignouxi*, l'*Acerotherium Lemanense* (fig. 258), el *Dremotherium* y'l *Helix Moroguesi*. Els banchs més argilosos són explotats.

El segon pis se distingeix per un cambi soptat en la color y la composició de les capes: la argila rogenca es reemplaçada per una marga groga o grisa alternant ab capes calices, de primer primes y de dos a tres metres de gruix després. És

una calça subcompacta, de textura una mica granuda, fractura desigual y cavernosa. Al colp del martell desprèn fetor d'hidrògen sulfurat. Conté impresions de *Planorbis* y *Bithynia*.

Sembla que es a n'aquest nivell que's deu referir el dipòsit margós d'ayga dolça existent a la altra banda del Llobregat tocant a can Salvi y'l de la masía Palau (Sant Andreu de la Barca) ab *Cyclostoma* sp., *Limnæa pachygaster* Thom., *L. subbullata* Font., *Planorbis declivis* Braun., *Hydrobia Dubuissoni* Bouill, etc. Aquest dipòsit descansa sobre'l conglomerat citat.

El tercer pis es format per capes de 2 a 3 metres de gruix de psammita, alternant ab banchs d'argila del meiteix gruix; en alguns punts passen a conglomerats poligènichs.»

Aquesta es en síntesis la composició del oligocènich d'aquesta part de Catalunya hont creyèm hi hà representat el pis inferior *sannoisià* y'l superior o *aquitanià*. A n'aquest pertanyen els lignits de Subirats ab *Cricetodon antiquum* Pomel, *Acerotherium Lemanense* Blainv, y els moluschs següents: *Melanopsis* cf. *subbullata* Said., *Nystia Duchasteli* d'Arch., *Hydrobia Dubuissoni* Bouill., *Neritina Aquensis* Math., *Helix* sp., *Ancylus* cf. *deperditus* Desm., *Limnæa pachygaster* Thom., *L. subbullata* Font., *Planorbis declivis* Braun., *P. Bonillensis* Font, etc.

Les formacions de conglomerats que componen la part superior del Sant Llorens del Munt y del Montserrat, pertanyen, com ja havèm dit, al oligocènich inferior, y no són més que'ls aluvions arrastrats per les corrents d'ayga que, venint del sud cap al nort, al través de la gran massa continental que s'extenia per lo que ara es mar y de la que no es més que un bocí el macís de Garraf y Begas, desembocaven al llach oligocènich al demunt dels actuals Vallés y Penadés. Després, com ja veurèm al estudiar el

periodo següent, part de la gran mola de conglomerats s'enfonsà, originantse les depresions del Vallés y Penadés y restant sols les dues montanyes citades.

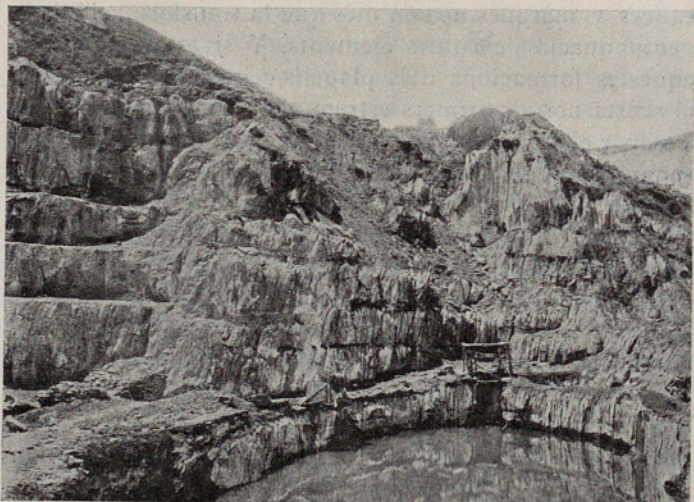
Allunyantse d'elles cap al centre de Catalunya, per tot arreu hont la erosió no l'ha fet desaparèxer, se troba l'oligocènich format per arenisques, calices y màrgues roges, que indiquen una sedimentació llunyana de la costa, es a dir, desaparexen els conglomerats, y aquestes arenisques, calices y màrgues no són més que la transformació d'ells per atenuació dels llurs elements. Y si atravessem totes aquestes formacions dels planells centrals de Catalunya, al acostarnos als primers estreps dels Pirineus, tornarem a trobar els pinyolencs y conglomerats que'ns indiquen som a prop del marge septentrional del llach oligocènich. Axò ho podem comprobar a Olot, junt al cràter del Montolivet, al coll de Santigosa, prop Sant Joan de les Abadeses, a Campdevanòl y Gombreny, al Lluçanés, al peu del Bergadà, etc., etc., cap als límits del Urgell hont els trobem descansant sobre l'eocènich a Camarasa (fig. 190) en completa discordància ab ell a la montanya de Sant Salvador de la metexa localitat (fig. 254), descansant sobre'l cretàcich y'l triàssich a Alós (fig. 236) y voreja'l Montsech per són costat est. Al nord d'Artesa's veuen també redreçats els conglomerats oligocènichs que formen una anticlinal, y desde dit poble a Agramunt hi hà un altre plech y un altre entre Agramunt y Tàrrega, originats pèls esforços horitzontals que determinaren el vuydamment del llach oligocènich al final del periodo.

Resumint: la gran formació oligocènica que atravessa Catalunya de nord-est a sud-oest, es formada per potentes capes de conglomerats en sos marges y arenisques y màrgues al centre; y aquests sediments que omplenaren el fons del llach oligocènich y's depositaren horitzontalment, foren revolts y redreçats més tart, al començament del

miocènich quan Catalunya adquirí proximament sa forma actual.

Tres localitats interessantíssimes baix diferents conceptes poden citarse dintre la formació oligocènica central de Catalunya, y són: Cardona, Calaf y Tàrraga.

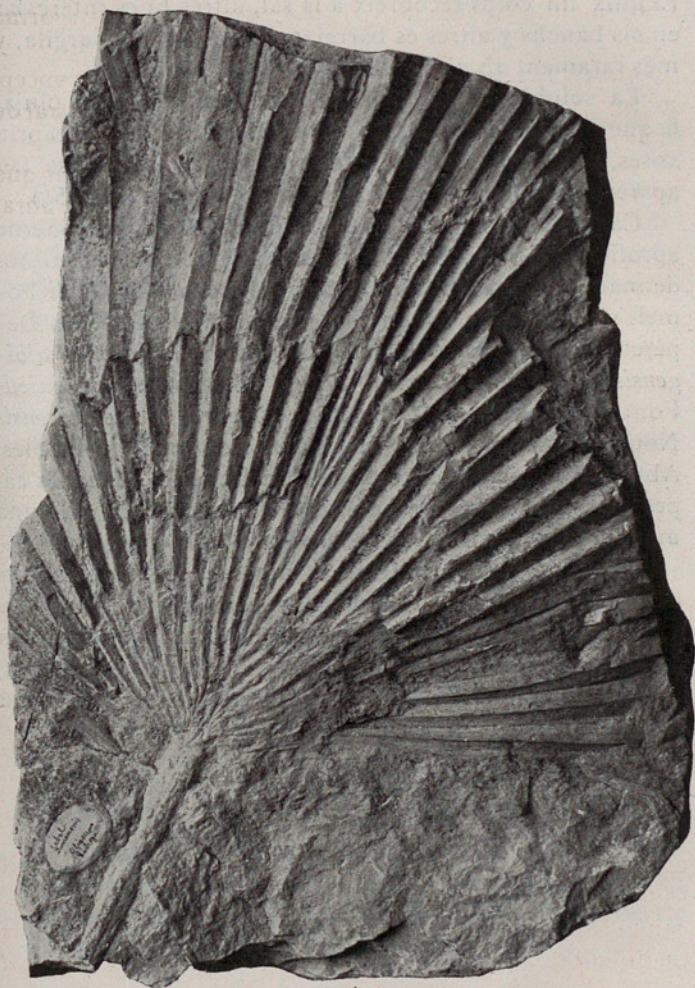
Cardona presenta al mitg dels banchs oligocènichs que formen sa vall, la gran massa de sal gemma quasi pura,



CLIXÈ D'EN LL. M. VIDAL

Fig. 259. — Pedrera de sal. Cardona.

sobretot als banchs inferiors hont se troben hermosos cristalls cúbichs ab inclusions líquides y gasoses. La part superior del jaciment de sal mostra una estructura betejada de diferents colors, d'hont vé'l nom de *montanya de la sal roja* que se li dona. La sal, sens perdre sa estructura compacta, s'hi presenta betejada, y les betes formen zig-zachs molt estrets, que indiquen presions laterals molt fortes.



CLIXÈ DEL AUTOR

Fig. 260. — Impressió de *Sabal*. Tàrrrega.

El guix un colps recobreix a la sal, altres hi es intercalat en els banchs y altres es barrejat ab la sal y la argila, y més rarament ab pirita de ferre.

La solubilitat del clorur de sodi en la ayga de pluja, fà que prengue formes d'erosió molt accentuades y capritxoses, y origina cavitats interiors que al ensorrarse fan aparexe avenchs a la superficie, són les *bofies* (fig. 259).

Calaf, interessant pèls lignits que la industria moderna aprofita, ho es també molt paleontològicament pèls restos de mamífers que s'hi han trobat: l'*Ancodus Aymardi* Pomel, y'l *Diplobune minor* Filhol, determinats per En Depèret, y ademés els següents moluschs: *Melancoïdes albigensis* Noul. var. *Dumasi* Font., *Melanoïdes occitanicus* Font., *Striatella Nysti* Duch., *Vivipara* cf. *soricinensis* Noul., y *Limnæa*, *Planorbis*, *Helix*, etc., indeterminables. Ab aytals datos paleontològichs En Depèret colca les capes de Calaf a la part inferior de l'oligocènich y de una manera més precisa al pis *sannoisià* o infra-tongrià.

L'oligocènich de Tàrraga es notable pèls interessants descobriments paleontològichs, especialment de mamífers y plantes, que hi hà fet En Francisco Clúa, y que proven lo molt que pot fer pera la ciencia un home entusiasta, salvant de la ignorancia general exemplars raríssims, que avuy estàn estudiantse (fig. 260).

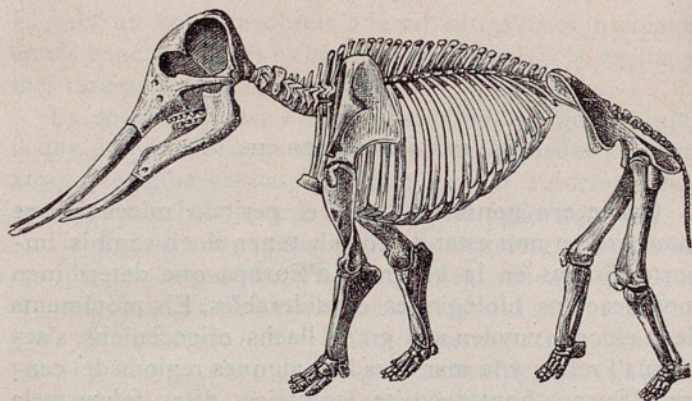
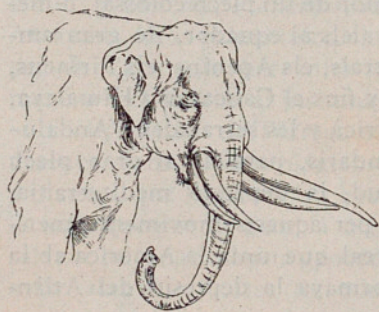
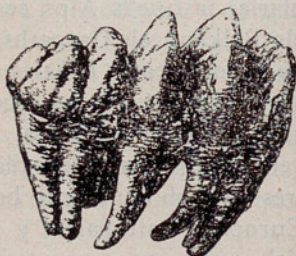
§ III

PERIODO MIOCÈNICH

Caràcters generals.—Ab el periodo miocènich se inaugura un nou estat de coses y tenen lloch cambis importantíssims en la geografia d'Europa que determinen modificacions biològiques considerables. Els moviments de la escorça vuyden els grans llachs oligocènichs, s'accentúa'l relleu y la mar invadeix algunes regions del centre d'Europa hont deposita les calices dites *faluns* y la *molassa* (1); més prompte té lloch la surrecció definitiva de la serralada alpina per mor de un plech colossal, o mellor una sèrie de plechs paralels al equador, de gran amplaria, ja que'ls Alps centrals, els Apenins, els Pirineus, els Balkans, els Carpaths, y fins el Càucas y l'Himalaya, ne formen part. L'Atles africà y les serralades d'Andalusía són també plechs secundaris, paralels al gran plech alpí, y que voregen, al sud, la depressió mediterrania, verdadera fossa originada per aquests moviments, mentre l'antich continent boreal que unía la Amèrica ab la Europa se mitgpartía y formava la depressió del Atlàntich.

De primer la nova mar Mediterrania estava unida ab l'Atlàntich per l'estret bètich, al sud d'Espanya, però cap al final del periodo aquesta obertura se tanca y la depressió mediterrania té ses aygues menys salades de mica en mica y sa part oriental se transforma en una sèrie de conques d'ayga salabrosa o maresmes.

(1) Calixa que empapantse fàcilment d'humitat es molt molla y tova al arrencarla de la pedrera, y d'aquí'l seu nom.

Fig. 261. — *Mastodon angustidens*.Fig. 262.—*Mastodon* restaurat.Fig. 263.—Molar de *Mastodon*.

Sa fauna y flora. — En el periodo miocènich esdevenen grans modificacions en la fauna terrania; els mamífers no sols són més nombrosos, sinó que semblen haver conseguit llur major grau de desenrotlló, sobretot els proboscídids que apareixen de sopte ab formes gegantines.

Es en el transcurs d'aquest periodo que apareixen els primers *micos*, són els *antropomorfs* dels gèneros *Oreopithecus* y *Pliopithecus*, mentres desapareixen els darrers re-

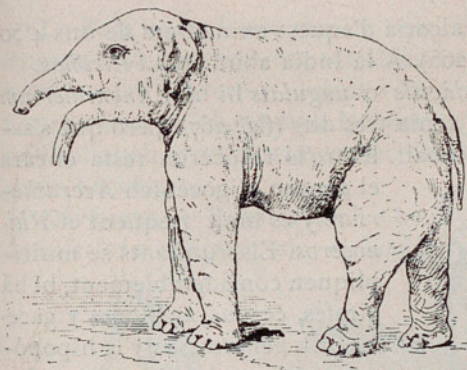


Fig. 264. — *Dinotherium* restaurat.

oferexen un gran interés ab la aparició dels mastodons, dels elefants y de un tipu colossal y fantàstich, el *Dinotherium*, qual estada en la terra fou relativament curta, ja que quasi no passà d'aquest periodo. Els mastodons són els més antics y aparesqueren desde'l començament del miocènich; tenen defenses en la mandíbula superior com els elefants, però també'n tenen generalment en la inferior (figs. 261 y 262); els caxals dels mastodons són potents y mamelonats (fig. 263). El *Mastodon angustidens* es una especie molt comuna.

El *Dinotherium* era'l més curiós dels proboscídis. Són cap enorme ofereix la particularitat de tenir dues defenses recorbades cap a terra a la man-

presentants dels marsupials europeus. Els *insectivors* corresponen als gèneros *erissó* y *taup*; aparexen els gèneros *mustela*, *castor*, *felis* y el *machairodus*, que era una fèlida de gran tamany. Els *proboscídis*, o mamífers ab trompa,

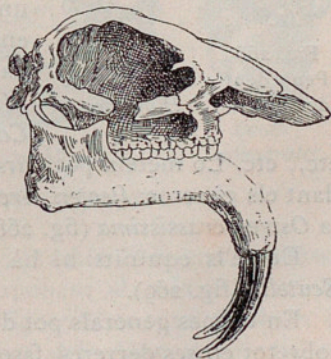


Fig. 265. — Cap de *Dinotherium*.

díbula inferior; la alçaria d'aquest animal era de uns 4'50 metres (figs. 264 y 265). A la India abundava l'*Elephas*.

Entre'ls *perissodàctils* o *ungulats* hi hà l'*Anchitherium* y l'*Hipparion* que tenia tres dits (fig. 267) però que s'assemblava molt al cavall. Entre'ls rinocerits resta encara

el gènere oligocènich *Aceratherium* y es molt frequent el *Rhinoceros*. Els rumiants se multipliquen considerablement; hi hà girafes, cervus, antilopes y gacelles. El gènere *Sus* y'ls hipopòtams són també d'aquest període. Per mar nadaven els sirenis (*Halitherium*), els cetacis ab el nou gènere dofí y una petita balena (*Cetotherium*).

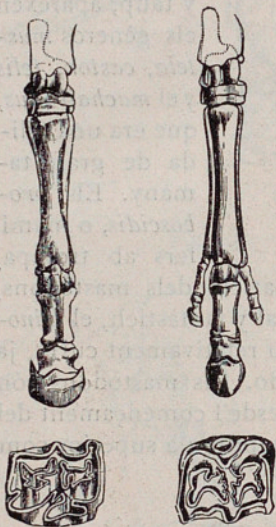


Fig. 266
Peu y dent
de cavall.

Fig. 267
Peu y dent de
Hipparion.

El gènere *Sus* y'ls hipopòtams són també d'aquest període. Per mar nadaven els sirenis (*Halitherium*), els cetacis ab el nou gènere dofí y una petita balena (*Cetotherium*). Els invertebrats són abundantíssims; els cefalòpots són escassos, però en cambi els gasteròpots són al cim de llur desenrotlló, haventhi prop de un 19 % d'especies que viuen encara avuy. Els gèneros principals són: *Cerithium*, *Potamides*, *Murex*, *Pleurotoma*, *Cancellaria*, *Conus*, *Cypræa*, *Cassis*, *Voluta*, etc., etc. Lo meteix pot dirse dels lamelibranquis, abundant els gèneros: *Pecten*, *Arca*, *Lima*, *Lucina*, *Cardita*, etc.; la *Ostrea crassissima* (fig. 268) formà banchs potents.

Entre'ls equínits hi hà predomini dels *Clypeaster* y *Scutella* (fig. 269).

En termes generals pot dirse que la fauna miocènica, sobretot en ses derrerres fases, presenta grans analogies ab la actual del Senegal y la Guinea.

La flora va sent més rica, y com la fauna indica per Europa una temperatura sensiblement més elevada que avuy, suau a l'hivern y plujosa a l'estiu. Les palmeres van sent escasses a les nostres latituts, però les gramínees se multipliquen prodigiosament facilitant el desenrotllo dels grans herbívors.

Divisions. — El miocènic s'ha dividit en 5 pisos que de inferior a superior són: el *burdigalià* (fig. 270) corres-

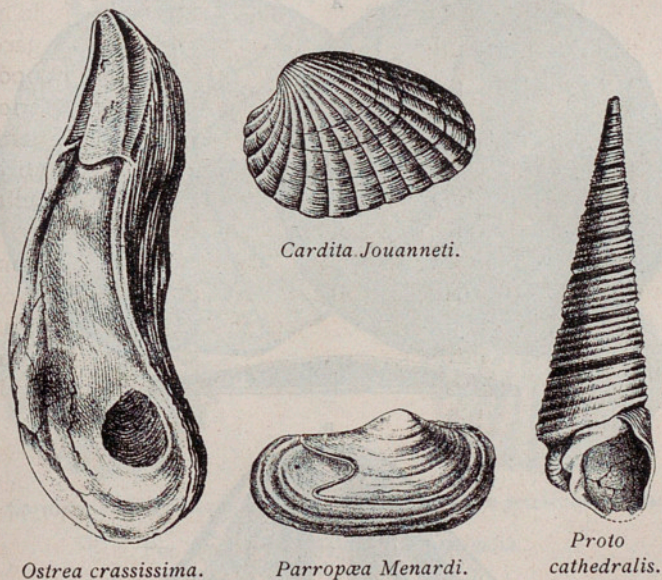


Fig. 268. — Fòssils típics del miocènic.

ponent a la primera fase de la invasió de la mar mollàsica; el *helvecià* (fig. 271) corresponent al màxim de transgressió marina; el *tortonià* (fig. 272) en que té lloch el més grànd esforç del aixecament dels Alps; el *sarmatià* en que's tanca l'estret bètic y les aygues de la mar Medite-

rrania devenen menys salades; y per fi el *pontià* (fig. 273) en que la mar recula, la seua ayga es menys salada y predominen les maresmes.

Sa distribució geogràfica. — A França's troba'l miocènich molt ben representat a la Aquitania, Provença, Delfinat, Languedoc, etc.; a Italia en les serres de Turin, Castelnuovo, Ajaccio (Còrcega) y Civita Vecchia; a Suïça

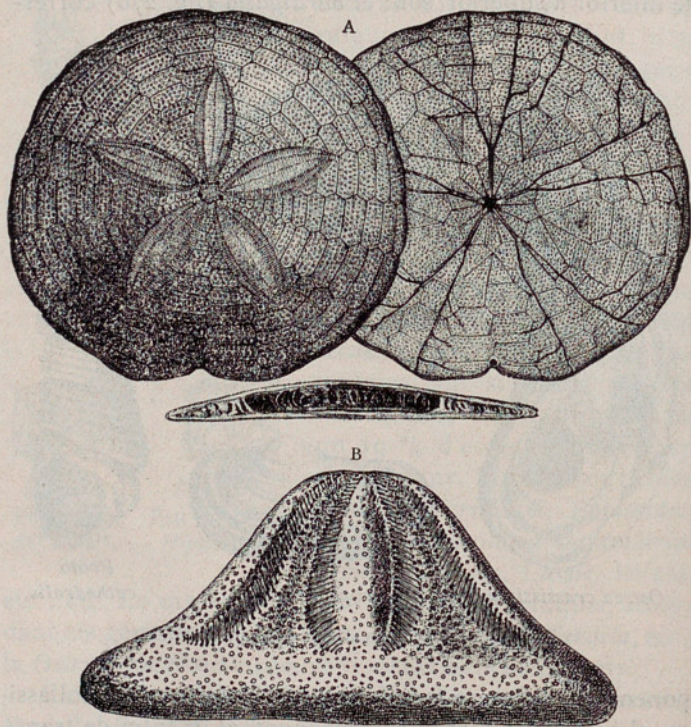


Fig. 269

- A. *Scutella* del miocènich vista d'abdos cares y secció transversal.
 B. *Clypeaster* vist de costat.

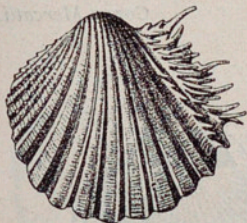
adquirexen gran desenrotllo els pisos inferiors que depositen potents capes de mollassa; la conca de Viena es característica per ses formacions miocèniques; se troba també al nord d'Àfrica, a Àssia y la Amèrica del Nord hont voreja la vessant atlàntica dels Estats Units.



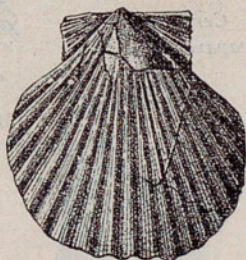
Camellaria acutangula.



Ficula clava.



Cardium burdigalinum.



Pecten præscabriusculus.

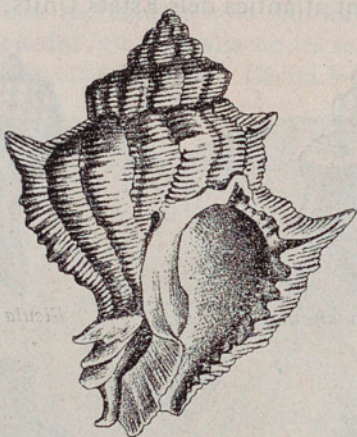
Fig. 270. — Fòssils del pis burdigalià.

A la península ibèrica se troben les formacions miocèniques bordejant les costes actuals y en algunes conques entrant terra endins; forma una sèrie de claps desde'l golf de Roses fins al cap de Gata; constitueix la quasi totalitat de la província de Murcia y una gran part de les d'Albacete y Almería; forma un clap al sud de Granada, altre a Màlaga y altre a Roda, y, per fi, ocupa una ampla faixa a

la vessant sud de Sierra Morena, desde la serra de Cazorla, prolongada al oest fins la provincia de Huelva y al sud atravessa la de Cádiz, fins al cap de Trafalgar. El Guadiana, desde Don Benito a Badajoz atravessa una faxa miocè-



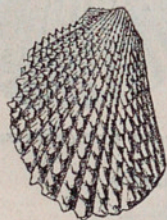
*Cerithium
papaveraceum.*



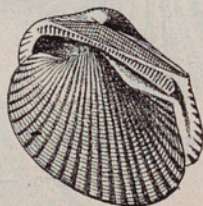
Murex turonensis.



Conus Mercatii.



Lima squamosa.



Arca turonica.

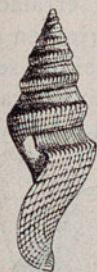
Fig. 271. — Fòssils del pis helvecià.

nica marina, lo meteix passa ab el Tajo en la part portuguesa de sa conca.

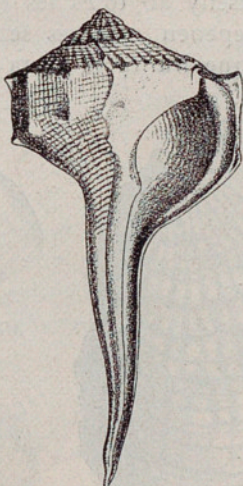
La formació de çofre d'Hellin (Albacete), relacionada ab guixos y màrgues; la guixosa y margosa ab pexos fòs-

sils de Lorca; y la de çofre de Conil (Cádiz) corresponen al meteix terren.

Al interior de la península hi hà alguns claps molt importants de miocènic lacustre, com el de la conca del



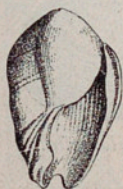
*Pleurotoma
cataphracta.*



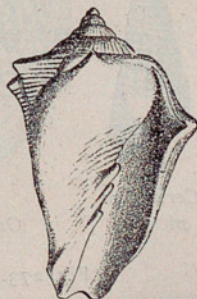
Tudicla rusticula.



*Plurotoma
asperulata.*



*Ancillaria
glandiformis.*



Voluta rarispina.

Fig. 272. — Fòssils del pis tortonià.

Ebre que forma les planuries del baix Aragó, el que ocupa bona part de les províncies de Burgos, Palencia, Salamanca, Zamora, Logroño, Soria y Valladolid, y el de Castella la Nova.

Extensió y caràcters del miocènic català. — Al començament del periodo miocènic pot dirse que's formà definitivament Catalunya, adquirint pròximament el relleu y forma que té avuy. A conseqüència del plech colossal que determina la surrecció definitiva de la serralada alpina, els Pirineus emergexen totalment y s'originen la serra de Cadí y'l Montseny ab totes les estribacions secundaries que d'ells depenen, mentres se formava'l gran circh d'enfonsament que limita la costa actual y les ay-

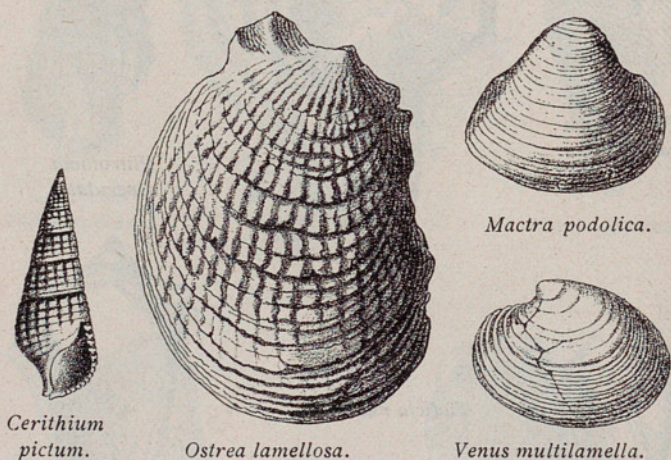


Fig. 273. — Fòssils del pis sarmantià-pontià.

gues del llach central oligocènic s'escorrien cap a la nova mar, que invadia els grossos esboranchs del Rosselló, Empurdà, Plà de Barcelona y Llobregat, Camp de Tarragona, Conca inferior del Ebre y'l més considerable format per l'enfonsament del Penadés y Vallés, restant drets el Sant Llorens del Munt y'l Montserrat ab tota la gran cinglera que limita pèl nort y per ponent a n'aquestes comarques.

A elles començà a entrarhi'l mar pèl portell del Vendrell y avençà a mida que'l terror s'enfonsava, arribant fins prop de Granollers (fig. 274) però vingué un moment en que'l portell del Vendrell s'axecà per un moviment de

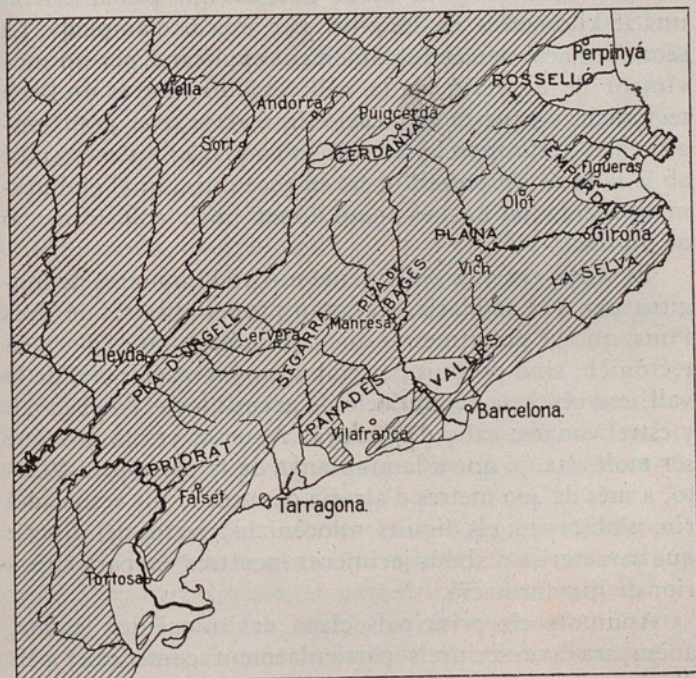


Fig. 274. — Catalunya a mitjans del periodo miocènich.

bàscula y tencantse la comunicació ab la mar gran, restaren el Penadés y'l Vallés convertits en un llach d'aygues salabroses primer y dolces després, hont feyen cap les grans corrents que baxaven de la part alta de Catalunya aportanthi gran quantitat d'aluvions que termenaren per

terraplenarlo del tot, mentre ses aygues s'escorrien pèls congosts de Montcada y Martorell.

Al nord, al peu meteix dels Pirineus, se originaren dos llachs, el de Cerdanya y'l de la Seu d'Urgell.

El primer ocupava desde Estevar fins passat Bellver uns 25 kilometres de longitud per uns 6 d'amplada. La seua formació deu indubtablement explicarse per un moviment de depresió en la vall: es a dir, que es un llach tectònich; y aquesta explicació s'avé ab la seua gran longitud tan desproporcionada ab la amplaria; y s'avé també ab la falla de un portell obert en roca dura, qual embuçament accidental hagués pogut donar lloch a la formació de dit llach.

El segon era més petit: tenia uns 10 kilometres de longitud per 4 d'amplaria, y era tan proper al estret de Tres Pons, que bé pot atmètres que aquest llach no es d'origen tectònich, sinó produït per embuçament accidental de la vall, mercés a la acumulació de grans blocs en el llarch y estret congost caliç d'Organyà. Aquesta resclosa degué ser molt alta, ja que a la montanya de la parroquia d'Ortó, a més de 400 metres d'alçaria demunt el llit actual del riu, s'observen els lignits miocènichs, restos del dipòsit que caracteriza a abdós jaciments lacustres la part superior de llur formació.

Apuntats els principals claps del miocènich català, anèm ara a descriurels particularment començant pèls d'origen marí o sía'ls que voregen la costa actual.

Al Empurdà com a resto dels sediments que'l recobren en aquest periodo, tenim els petits claps de Sant Mori, Sant Miquel de Fluvià y Garrigàs, que contenen sorres y calices groguenques y conglomerats ab fòssils a l'estat de motllo entre'ls que's reconexen: *Tellina planata* Lin., *Pecten Scabrellus*, *Anomia costata* Broc., *Conus*, *Balanus*, *Ostrea*, etc., que corresponen al pis *tortonià*. Al

Plà de Barcelona tenim un interessantíssim clap de terreno miocènich, que ha sigut estudiat per molts geòlechs forasters y ara darrerament pèl Dr. Almera, y es la montanya de Montjuich. Veuse aquí la descripció que'n fà aquest distingit geòlech:

«Pujant la montanya per sa vessant sudoest, hont presenta la secció més neta, s'hi reconexen la sèrie següent de capes, de baix a dalt (fig. 275):

»1.^{er} Llit de sorres argiloses, groguench, ab pochs fòssils.

»2.^{on} Banch de arenisca dura quarçosa, blanquinosa o verdosa per mor del silicat de ferre, de 15 metres de gruix ab alguns palets y pochs fòssils. *Proto rotifera* Lamk.

»3.^{er} Llit d'argila blava esmèctica ab *Scalaria tenuicostata*, *Pecten Vindascinus*, Equínits piritisats. Conté petits cristalls cúbichs de pirita de ferre. Són gruix no passa de 1'80 m.

»4.^{at} Capa margo-sorrenca grisa o groguenca ab concrecions silícees de limonita. A la basa's torna morada y conté *Ostrea crassissima*, *O. gingensis*, *O. fimbriata*, etc.

»5.^{nt} Capa sorrenca, areniscosa, ferruginosa ab palets, molt fossilífera, ab gran munió de *Proto rotifera* que hi forma banchs. Aquesta especie se troba a tots els nivells de la montanya. Les especies més comunes són: *Conus Mercati* Broc. y altres, *Ostrea fimbriata* Grat., *Pecten Genti* Font., *Pectunculus pilosus* Lin. var., *Venus umbonaria* Lamk., *Tellina planata* Lin., *Proto cathedralis* Brong. rara, *Cardita Jouanneti* Bart. rara.

»6.^e Capa més sorrenca que la anterior, ab palets, groguenca, que's torna margosa en alguns indrets sobretot

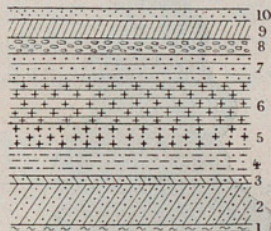


Fig. 275

vers l'oest; es molt fòssilífera també. La *Proto rotifera* hi es menys freqüent, però abunda la *Turritella bicarinata* Eich. Les espècies més comunes són: *Mesalia Cabrierensis* Fisch., *Terebra fuscata* Broc., *Dentalium Michelottii* Horn.,



Fig. 276. — *Fusus Almeræ*
Tourn. (Montjuich).

Pecten Gentoni Font., *Pecten galloprovincialis* Mat., *Ostrea fimbriata* Grat., *Anomya ephippium* Lin.

»7.^e Dipòsit de conglomerat poligènich compost de palets de granit, pòrfit, quarç lidià, piçarra maclífera, micàcea, argilosa, etc., ab arenisques intercalades. A la basa s'hi troba: *Dentalium Michelottii* Hörn., *Turritella (Proto) cathedralis* Brong., *Ostrea fimbriata* Grat., *Anomya ephippium* Lin., etc.

»8.^e Màrgues blanquinoses ab *Pecten galloprovincialis* Math. y impresions de plantes: *Quercus ilex*, *Juglans*, *Diospyros*, etc.

»9.^e Al demunt venen les arenisques silícees ab *Proto rotifera* y les pudingues. Es el dipòsit més superior que recubreix la

montanya y puja fins al cim.

»10.^e Mantell de llot quaternari argilós, nodulós, que s'exten sobretot per la vessant nordoest hont el gruix es més gran».

El nombre d'espècies que se citen trobades en aquestes formacions del Montjuich, entre vertebrats, crustacis, moluschs, equínits y plantes, passen de 200, y diuen clarament que pertanyen dintre'l miocènich al pis helve-

cià les capes més inferiors y al pis *tortonianà* les demés.

Del cantó de mar pot estudiarse molt bé la tectònica y la constitució geognòstica de Montjuich, axis com la regularitat en la estratificació de les capes. La gran cinglera que allí's presenta es deguda a una gran falla vertical de la qual el grupu de capes de la banda del mar s'enfonsà, mentres que les altres foren axecades formant la montanya. Aquesta forma un plech anticlinal qual aresta es ocupada pèl fort, seguit de un lleuger sinclinal dessota Miramar (fig. 277). Aquesta anticlinal s'enlayra com un bombament en mitg dels deltes del Llobregat y del Besós

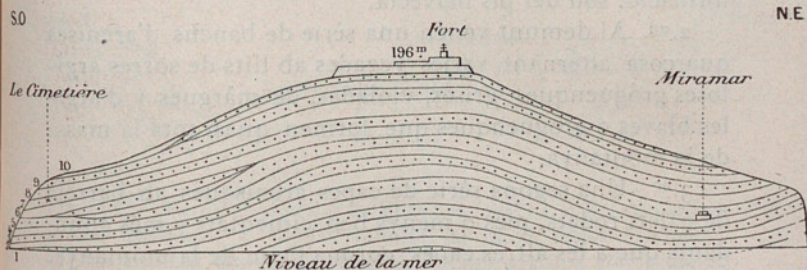


Fig. 277.—Cinglera litoral del Montjuich (segons el Dr. Almera). — 1, Sorres inferiors. 2, Banch d'arenisca dura. 3, Llit d'argila blava. 4, Capa d'*Ostrea crassissima*. 5, Capa de *Proto rotifera*. 6, Capa ab *Turritella bicarinata*. 7, Dipòsit de conglomerat. 8, Màrgues blanques. 9, Arenisca silícea. 10, Quaternari.

fins a la alçada de 196 metres. Per consegüent, si s'observen les capes de que es formada la montanya, les veyèm buçar a dreta y a esquerra cap a dessota'ls deltes del Llobregat y del Besós, y per l'interior, cap a Sans hont desaparexen sota'ls sediments pliocènichs. La desigual natura y consistencia de les capes es lo que dona a la cinglera del Montjuich el retallat típic que presenta; s'hi noten bé fins nou capes dures que formen altres tants grahons

colossals, mentres que les capes sorrenques fan unes pendents suaus.

De la boca del port, hont se domina bé la part central del Montjuich, se la veu que consta de baix a dalt:

1.^{er} A la basa arenisca quarçosa pudingiforme, molt compacta, metamorfosejada, sens línees d'estratificació; els palets hi són més freqüents que a les altres capes més enlayrades. Aquest dipòsit se veu molt bé al mitg y a la basa de la montanya, dessota del fort, al *Morrot*. Al nord-est, més enllà de Miramar, aparexen les capes margoses ab *Turritella turris* que corresponen a la basa d'aquesta formació: són del pis helvecià.

2.^{on} Al demunt venen una sèrie de banchs d'arenisca quarçosa alternant varies vegades ab llits de sorres argiloses groguenques, grises, violades, de màrgues y d'argilles blaves o groguenques que formen quasi tota la massa de la montanya.

3.^{er} Una segona sèrie de capes arenisques ab barreja de palets rodats, més o menys ben cimentats y més abundants que a les altres capes, corona'l cim de la montanya.

Lo que predomina en la constitució de la montanya de Montjuich es la arenisca quarçosa que s'utilisa com a pedra de construcció y forma banchs qual potencia varia de 4 a 15 metres. Aquests banchs són atravesats per nombroses esquerdes verticals, algunes de les quals són plenes de carbonat de calç cristallinat, làmines de guix, petits filons de galena y de barita, cristalls de piritita de ferre y çofre amorf.

Cal remarcar que totes les capes del mitg de la montanya han sofert una acció metamòrfica molt intensa que en alguns punts ha transformat les arenisques quarçoses en jaspí; s'hi troben també varietats de quarç àgata y calcedonia. El metamorfisme ha també alterat la regularitat de la estratificació de les capes dissimulant la estratifica-

ció, que es molt visible hont no arribà el metamorfisme. La metexa acció produhí l'esquerdament de la roca en un sentit perpendicular al de la estratificació per mor d'un moviment de retracció.

Seguint la costa, passades les Costes de Garraf trobém la conca miocènica de Vilanova y Geltrú (fig. 278), Sant Pere de Ribas y Cubellas, quals formacions, descansant sempre demunt el cretàcich y recobertes en part pèl qua-

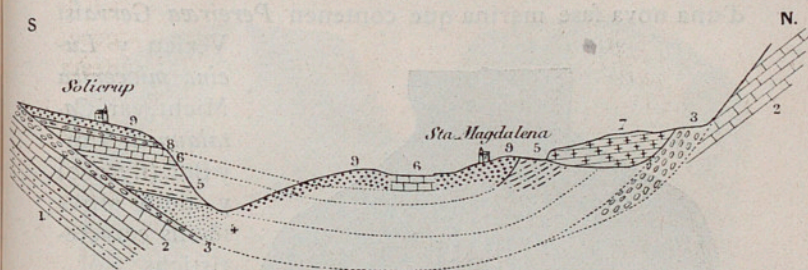


Fig. 278. — Perfil de la conca de Vilanova, segons el Dr. Almera. — 1 y 2, Cretàcich. 3, Dipòsit inferior de palets rodats (tortonià). 4, Capa argilosa blavenca (tortonià). 5, Capa argilosa areniscosa ab *Pecten galloprovincialis*. 6, Banch de califa grollera ab *P. cathedralis*. 7, Màrgues ab *Potamides* (pontià). 8, Dipòsit superior de palets. 9, Llot quaternari.

ternari, seguexen cap a Calafell y pèl Vendrell entren al Penadés y s'extenen fins al Vallés.

En aquesta gran depresió hi són representats tots els pisos del miocènich, lo que'ns diu que la mar aquesta la ocupà tota la durada del periodo.

Burdigalià. — Representa la primera invasió de la mar mediterrània; els dipòsits que dexà formen una banda litoral irregular, no interrompuda ni amagada, sinó visible en tot el tragecte que va desde més enllà de Calafell fins prop de Sant Pere Molanta, apoyantse sempre demunt el cretàcich aptià y aprimantse a mida que avença cap a lle-

vant, fins a ser entre Sant Sadurní de Noya y Subirats, hont la formació termina ab un banch de *Scutella Lusitanica* de Lorient. (?), que descansa demunt l'oligocènich. Aquesta primera invasió miocènica no passa d'aquí; com a fòssils característichs entre altres el *Pecten præscabriusculus* var. *Catalaunica* Alm. y Bof. (fig. 279) y el *P. subneditus* Font.

Helvecià. — Demunt de les capes anteriors venen les d'una nova fase marina que contenen *Pereiræa Gervaisi*

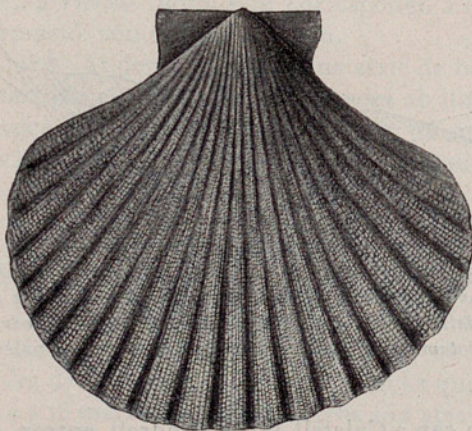


Fig. 279. — *Pecten præscabriusculus* var. *Catalaunica* Alm. y Bof.

Veziàn y *Lucina miocènica* Micht. var. *Catalaunica* Alm. y Bof. (fig. 280) y molts altres fòssils característichs.

Aquesta vegada la mar invadí tot l'alt Penadés, y no sedeturà al peu de Subirats, sinó que s'extengué cap a Llevant (figura 281), apri-

mantse y estrenyentse, per axòls seus sediments, desde Sant Sadurní de Noya, fins a morir entre Sant Cugat del Vallés y Serdanyola, hont són formats de capes sorrenques molt primes ab fòssils dels gèneros *Ostrea* *Pecten* y *Amphiope*, dessota can Bayell.

Tortonià, *Sarmantià* y *Pontià*. — Demunt les formacions dites segueix una altra sèrie de capes hont s'hi dis-

tingexen tres grups: un inferior o d'origen marí, caracterisat per la abundor de *Cerithium pictum*; altre mitjà o continental d'origen lacustre unes capes y d'aluvió altres, caracterisades per la abundor d'*Helix Delphinensis* Font. y *Hipparion gracile* Kaup.; altre superior, d'origen també marí a la basa, ab molts exemplars d'*Ostrea crassissima* Lamk., *O. digitalina* Dub., formada per capes de sorra fina barrejada ab palets en varis nivells, que s'agromollen

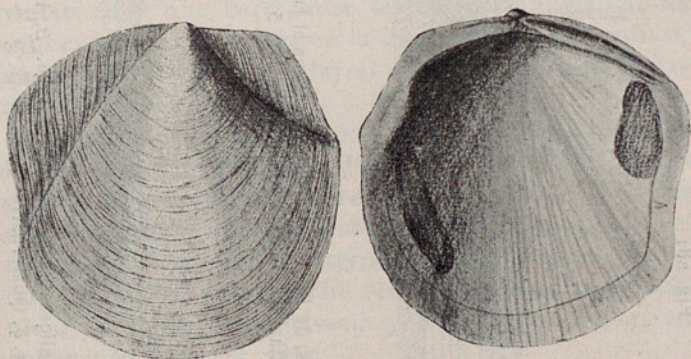


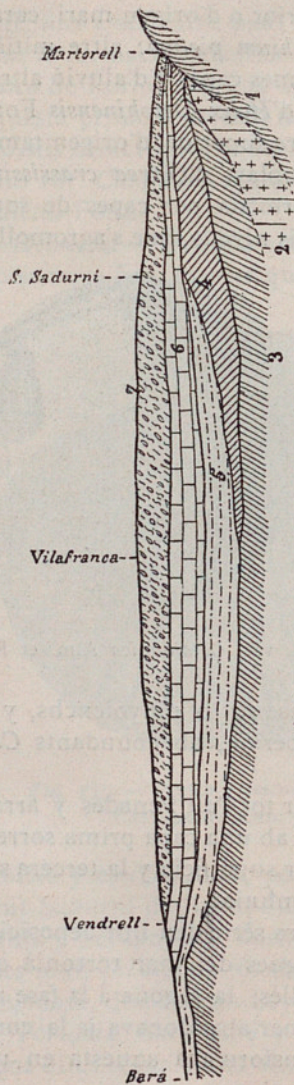
Fig. 280. — *Lucina miocenica* Micht. var. *Catalaunica* Alm. et Bot.

en algún lloch, passant a arenisques o pinyolenchs, y de caràcter salabrós a la part superior, ab abundants *Cardium*.

La primera sèrie s'exten per tot l'alt Penadés y arriba al Mas Rampinyo, hont acaba ab una capa prima sorrenca; però la segona ocupa major superfície y la tercera sols se troba a ponent, desde la Almunia.

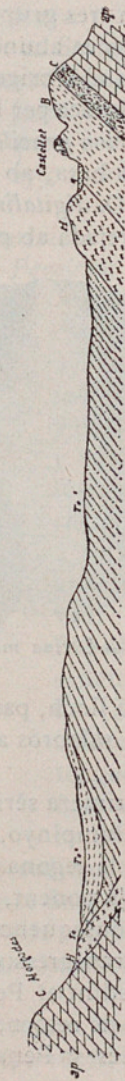
En conseqüència, la primera sèrie deu llur deposició a la fase transgressiva de les aygues del mar tortonià que anà invadint el Penadés y Vallés; la segona a la fase negativa o de retorn, en que la mar abandonava ja la conca del Vallés y Penadés y's transformava aquesta en una

Fig. 281



Escala de 1/250.000.

Disposició de les capes terciàries del Penadés, de Barà de Martorell (segons el Dr. Almera). — 1, Picarres paleozoïques. 2, Triàssich. 3, Cretàcich (aptià). 4, Oligocènich (aquitània). 5, Burdigalià. 6, Helvecià. 7, Tortonià.



Perfil de C. Morgades a Castellví. — *ap*, Calices del aptià. *C*, Pudinga. *B*, Burdigalià. *H*, Helvecià. *To1*, Tortonià inferior. *To2*, Tortonià superior. *q*, Quaternari.

conca salabrosa, hont pogueren viure'ls *Cerithium*, *Cardium*, *Mytilus*, després de la que vingué la facies d'ayga dolça ab els *Planorbis*, *Bythinia*, *Helix* y l'aluvió continental ab els restos de *Hipparion*. Una nova transgresió de la mar, gracies a un lleuger enfonzament del país, ocorregué darrerament, que restà limitada a l'extrèm occidental del Penadés, caracterisada per un espés banch de *Ostrea crassissima*, seguint després la fase regressiva del meteix en la que barrejantse les corrents fluvials ab les aygues de la mar, originaren la fauna pòntica de *Cardium*, que ocupa'l nivell més enlayrat en aquella part del Penadés occidental.

Aquestes capes no són pas visibles per tot arreu, sinó hont la acció erosiva les ha descobert, com al fons y màrgens de les torrenteres. Axís en l'espay que va dels termes del Vendrell a Vilafranca són visibles el burdigalià, el helvecià y'l tortonià, y als termes de Sant Sadurní, Subirats y Sant Pau d'Ordal s'hi veuen l'aquitanià (oligocènich) y'ls burdigalià, helvecià y tortonià, dominant en potencia'l tercer (fig. 282).

El nombre d'especies fòssils que's troba en aquestes localitats es molt gran, y entre elles cal citar els vertebrats: *Halitherium fossile* del helvecià de Subirats, Ordal, Sant Sadurní, Roda, Salomó, etc.; *Sus major* del pontià de Castellví de la Marca; *Micromeryx Flourentianus* del pontià de Tarrassa; *Dremotherium* del pontià de la Beguda Alta; *Dicroceros* del pontià de Tarrassa; *Hipparion gracile* del pontià de Sabadell y Tarrassa; *Mastodon angustidens* del tortonià de Banyeras y pontià de Sabadell; *Macrotherium* del helvecià de Gelida y Hortons.

Ademés d'aquest clap principal tenim al Penadés els més petits de Canyelles y Olivella, que en principi estaríen relacionats ab aquell.

Seguint la costa catalana se va trobant el miocènich

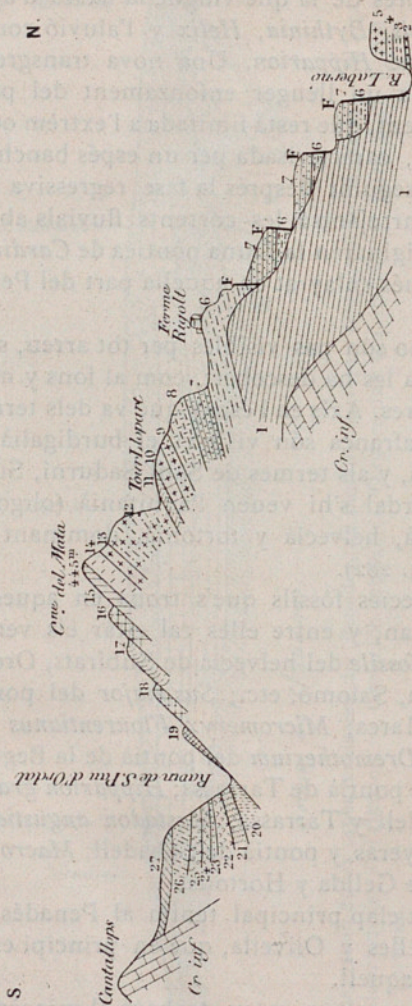


Fig. 282. — Perfil general dels terrenes terciaris de Cantallops (Sant Pau d'Ordal) segons el Dr. Almera. — 1, Aquitània. 2, 3 y 4, Capes ab *Scutella Lusitanica*. 5, Capes inferiors ab *Peretrea Gervaisi*. 6 y 7, Alternances de banchs calicos y d'argiles (nivell mitjà de *Peretrea Gervaisi*). 7 a 11, Calices y margues ab *Pecten Gentoni*, etc. (helvecià). 12 a 19, Sorres y margues ab *Lithothamnium*, etc. 20 y 21, Argiles blaves ab *Peretrea Gervaisi*, nivell superior (tortonià). 22, Sorra sense fossils. 23, Banch d'*Ostrea gingensis* var. *parva*. 24 y 25, Capes salabroses ab Ceritits (sarmanità). 26, Sorres y margues (pontia). 27, Llot quaternari.

que forma una faixa apoyada demunt el triàssich a Salomó y'l cretàcich en els demás llochs. Del Vendrell segueix cap a Sant Vicens, Roda y Barà hont el pis burdigalià hi es molt ben representat, y ja en la conca del Gayà s'exten considerablement, pujant fins a Puigtinyós y axamplantse pèl Camp de Tarragona, que en aquest periodo formaria un gran golf, en mitg del qual sobrexirien els illots cretàcichs de Tarragona y Salou. Quasi tots els sediments de aquesta formació són avuy recoberts pèls aluvions quaternaris, no aparexent més que en claps aïllats, dels que'l més considerable es el de la conca del Gayà. Respecte a la seua composició, es la metexa que'l miocènich del Penadés, senthi ben representats els pisos burdigalià y helvecià.

Passèm ara a estudiar el miocènich lacustre. Ben caracterisat se troba aquest en els sediments dels que foren llachs de Cerdanya y Seu d'Urgell; y dièm ben caracterisats, perque podria ser que ho fossen també, y s'hi han considerat fins ara, les formacions que integren la comarca de Lleyda, la Noguera, les Garrigues, la serra de la Llena, la comarca de Gandesa y'l clap del Pinell, que serien una prova de que en el miocènich hi hagué en aquesta part de Catalunya un llach, resto del més grandios del oligocènich, però manquen datos paleontològichs més precisos dels coneguts fins avuy pera determinarho ab precisió. No obstant, jo crech que són oligocènichs.

El miocènich de la Cerdanya es interessant pèl lignit que conté, resultant de les masses vegetals que'ls torrents arrastraven al llach, y que encar que de mitjana calitat s'explota a Estavar, Sanabastre y Prats y Samsor. Les capes més baxes d'aquest dipòsit consistexen en argiles recobertes per arenisques tendres y argiles sabuloses, dessorbre les quals hi hà'l lignit que en capes và alternant ab argiles plenes de impresions de fulles. Les capes superiors són argiles roges y blanques y palets.

Tot al voltant de la vall se veu molt bé la faxa roja de la capa superior, però al centre es amagada pèls aluvions moderns.

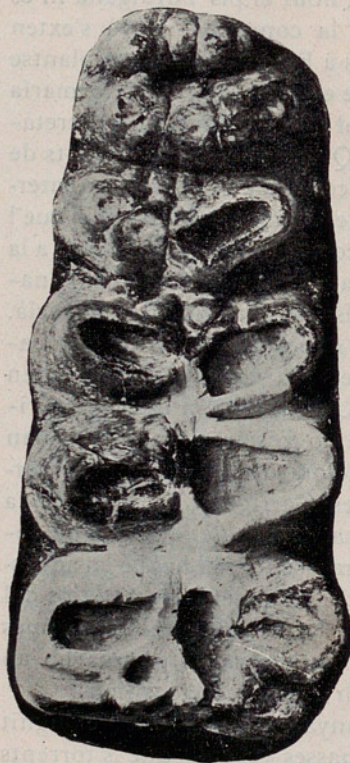


Fig. 283. — Molar de *Mastodon*
(Seu d'Urgell.)

Alnus, *Carpinus*, *Fagus*, *Castanea*, *Quercus*, *Populus*, *Platanus*, *Ficus*, *Persæa*, *Cinamomum*, *Tilia*, *Acer*, *Trapa*, etcètera, etc.

Els sediments dipositats al fons del llach miocènich de

Les capes de lignit són de gran interès pèls restos de grans mamífers fòssils que s'hi han trobat; aquests són: *Amphicion major* Gerv., *Amphicion major* var. *Pyrenaica* Rèrolle y Depèret, *Ichtittherium* sp., *Castor Jægeri* Kaup., *Mastodon angustidens* Cuv., *Dinotherium Bavaricum* Kaup., *Hipparion gracile* Kaup, especies que caracterisen el miocènich superior o pontià.

Molt interessants y abundants són també les impresions de plantes que se troben en les argiles de entre'l lignit y que indiquen un règim climatològich molt diferent del que té avuy aquella hermosa comarca pirenaica. Entre altres poden citarse'ls gèneros: *Osmunda*, *Pteris*, *Abies*, *Juniperus*, *Betula*,

la Seu d'Urgell han desaparegut quasi del tot arrastrats per la erosió, y consten de una capa d'argila sorrenca al fons, banchs d'argila y de lignit, y al demunt un conglomerat groller cimentat per argila roja. En Lluís M. Vidal hi hà trobat el *Mastodon longirostris* Kaup (fig. 283), al turó del *Firal*, *Hipparion gracile* Kaup, *Dicroceros* (*Capreolus*) sp., *Tapir* sp., *Sus major* Gerv., *Rhinoceros* sp. Si's fessen exploracions serioses en aquestes localitats es segur que la fauna fòssil catalana s'enriquiria considerablement.

§ IV

PERIODO PLIOCÈNICH

Caràcters generals. — Al començament del periodo pliocènich la geografia d'Europa era molt diferenta de lo que's ara; el Pàs de Calais no era format y la Normandia era unida ab la Inglaterra; la península Ibèrica y la Africa estaven unides; les illes de Còrcega y Cerdenya formaven un còs ab França; la Holanda era inmergida; a Italia, els Apenins relligats a França formaven una península allargada que ab varis illots seguía fins a Sicilia; la conca del Danubi, una part de la mar Negra y'l sud de Russia eren plens de maresmes y estanyols.

Semblant estat de coses cambia per complet ab els moviments de la escorça de la terra ab que se inaugura aquest periodo y que determinen la obertura del portell de Gibraltar y la constitució de la mar Mediterrania a poca diferencia tal com es avuy; junt ab ella s'origina la mar Morta y la mar Roja que separa la Africa de la Assia occidental. La mar avença per les amples escotadures de la costa convertides en estuaris hont s'aboquen les grans corrents d'ayga, com el Rose, l'Ebre, el Guadalquivir, etc., dexant llurs sediments en nombrosos punts de les costes actuals d'Espanya y Africa. La metexa mar envolta'ls Apenins y recobreix una part de Sicilia.

La obertura del portell de Gibraltar motivà no solsament aquestes modificacions geogràfiques, sinó que'n produí també de biològiques molt interessantes, ja que gracies a n'ell les corrents fredes baxant de la mar del Nort arribaren a la Mediterrania introduinthi especies boreals, aytals com la *Cyprina islandica*, *Trophon anti-*

quus, *Buccinum groenlandicum*, *Mya truncata*, etc., etc.

El periodo pliocènich acaba ab el principi de un refredament notable, ab el qual comencen, en els macissos

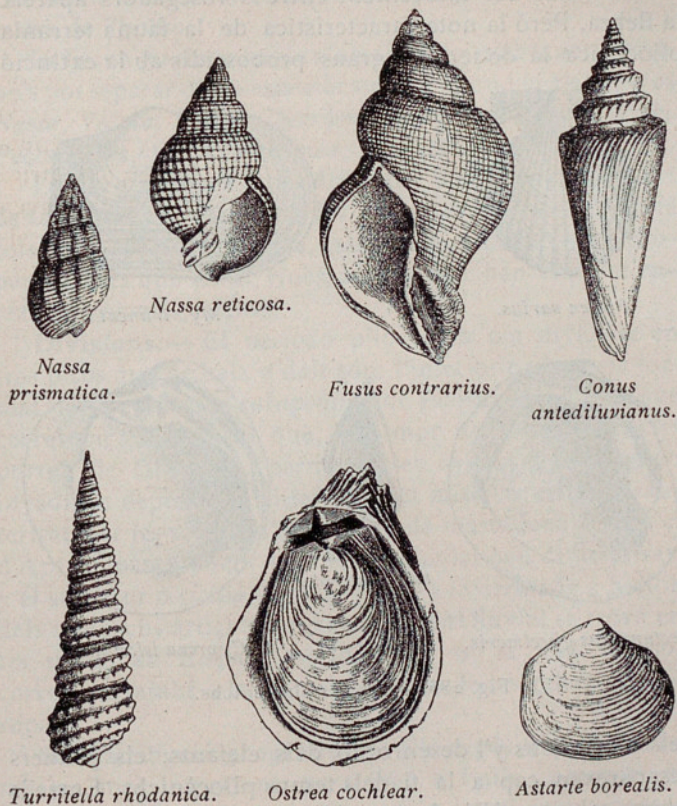
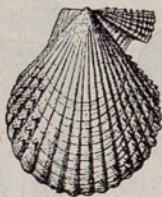


Fig. 284. — Fòssils pliocènichs.

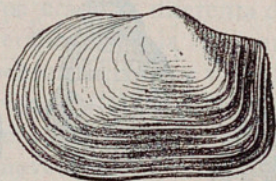
montanyosos, les primeres manifestacions de les geleres.

Sa fauna y flora.— La fauna pliocènica s'assembla molt a la actual, de la que conté del 50 al 95 % d'espècies.

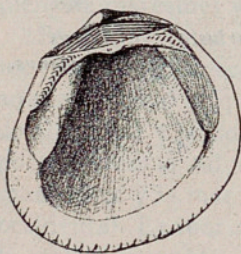
Entre'ls mamífers, els carnícers se desenrotllen molt, apareix el gòs en les formacions superiors del període y hi hà'l llop, la martra, la hyena, l'òs y persisteix encara'l *Machairodus* del miocènic; entre'ls rosegadors apareix la llebra. Però la nota característica de la fauna terrània pliocènica la donen els grans proboscídids ab la extinció



Pecten varius.



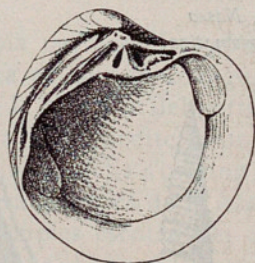
Mya truncata.



Pectunculus glycymeris.



*Congeria
sub-Basteroti.*



Cyprina islandica.

Fig. 285. — Fòssils pliocènics.

dels mastodons y'l desenrotllo dels elefants; els primers desapareixen cap a la fi dels temps pliocènics. Entre'ls segons cal citar l'*Elephas meridionalis*, molt semblant al elefant actual d'Àfrica, de 4'50 m. d'alçaria. Els perissodàctils se multipliquen; els hipparions han desaparegut però apareix el cavall (*Equus stenonis*); cal citar també'ls rinocerons (*Rhinoceros etruscus*). L'ordre dels rumiants es

molt important: hi hà cerbus, antílopes, bisons, bous, apareix el camell y la llama, y hi hà abundosos hipopòtams. Els cetacis y'ls sirenis són també molt nombrosos. Els micus han abandonat la Europa y no's troba encara rastre de l'home.

La fauna marina ofereix tantes analogies ab la actual que no's pot separar d'ella específicament; abunden els gèneros *Nassa*, *Voluta*, *Fusus*, *Chenopus*, *Dentalium*, *Arca*, *Pecten*, *Pectunculus*, *Venus*, *Panopœa*, etc., etc. (figs. 284 y 285).

La flora europea se modifica per mor del refredament de temperatura, emigrant les palmeres de les que resta sols el *Chamærops humilis*, establinshi especies molt properes de les que encar viuen avuy y que han emigrat envers climes més calents.

Divisions. — El periodo pliocènich pot dividir-se en tres pisos que de baix a dalt són: l'inferior o *plesancià* format per les *màrgues subapenines* de Plaisance y d'Asti que correspon a la invasió que, per mor de la obertura del portell de Gibraltar, permeté a les aygues del Atlàntich invadir la depresió mediterrania, el mitjà o *astià*, caracterisat per les sorres d'Asti y les de mastodons de la Val d'Arno, corresponent a un règim fluvial ben caracterisat; y el superior o *sicilià*, caracterisat per la arribada a Sicilia dels moluschs àrtichs y qual equivalent fluvial se trova en les sorres ab *Elephas meridionalis* de la Val d'Arno; correspon també a la primera invasió de les geleres a Europa.

Sa distribució geogràfica. — Els dipòsits pliocènichs marins més importants se troben a Italia, comencen al Piemont, cobrint tota la província d'Asti y extenentse fins al Adriàtich y la Calabria, en una extensió de més de 900 kilometres al llarch d'abdues vessants dels Apenins. Poden citarse com a localitats clàssiques: Castiglioni, al Piemont; Siena, a Toscana; Plasencia, a Parma; Monte-

Mario, prop de Roma; Monte-Leone, prop de Calabria; Siracusa y Palerm, a la illa de Sicília, etc. Se troba també a Morea, formant una faixa que rodeja tot el país; a Crimea, a les costes de la mar Negra y a les occidentals de la mar Roja. A França es representat en diferents departaments, però molt especialment al Rosselló, Llenguadoch y Provença. A les costes del N E. de Inglaterra, a Suffolk, Norfolk y Essex, existexen també capes pliocèniques marines y mixtes formades per la roca dita *crag*. A la Amèrica del Nort ocupa part de la Carolina del sud. Ha sigut trobat també a la illa de Java, y jo l'he descobert a la costa occidental del Sahara (Río de Oro).

En les costes de la península ibèrica se troba'l pliocènich formant claps aïllats en quasi totes les escotadures hont van a parar les grans rieres.

Extensió y caràcters del pliocènich català. — Poca extensió té'l pliocènich a Catalunya, ja que la seua costa havia adquirit quasi son retallat actual y la mar, que tenia un nivell superior al d'avuy, no feya més que endinsarse pèls estuaris. Ens podem fer idea de com estarien les coses imaginantnos que la mar actual pugés de nivell uns 70 metres, y'l veuríem ficarse per l'Empurdà y per totes les cales de la Costa de Llevant, invadir el Plà de Barcelona, fins al peu de la llarga serralada que'l separa del Vallés, restant al centre d'aquest golf, com un illot, el Montjuich, pujar pèl Plà del Llobregat fins més enllà de Papiol, vorejar el macís de Garraf y ficarse per les demés escotadures de la costa, especialment per la conca del Ebre ja formada.

En tots aquests llocs, hont la erosió no se'ls ha endut o'ls aluvions quaternaris no'ls han recobert, se troben els sediments dexats per la mar pliocènica, especialment a l'Empurdà y Plà del Llobregat.

El subsol del baix Empurdà es format de màrgues bla-

ves pliocèniques molt fòssilíferes, hont les especies més delicades se conserven en perfecte estat com si acabessen de sortir de la mar; són recobertes per un mantell d'aluvions y sols són visibles al exterior a Ciurana hont s'hi poden recullir abundantíssims fòssils, entre'ls quals, dels 300 recullits, cita En Lluís M. Vidal, els següents: *Venus Basteroti* Desh., *Dosinia cincta* Phil., *Cytheræa pedemontana* Agas., *Psammobia Feroensis* Lin., *Lucina borealis* L., *Leda pella* L., *L. Bonellsi* Bell., *Pectunculus insubricus*, *Arca mytiloides* Broc., *Calyptrea Sinensis* Lin., *Turbonilla costellata* Grat., *Solarium stramineum* Lk., *S. simplex* Broc., *Bulla convoluta* Broc., *B. subangystoma* d'Orb., *Cerithium vulgatum* Brug., *C. scabrum* Oliv., *Triton affine* Desh., *Chenopus pesgracili*, *Pleurotoma intermedia* Broc., *P. costata* Dono., *Nassa mutabilis*, *Columbella subulata* Bell., *Terebra Basteroti* Nyst., *Leda undata* DeFr., *Turritella pusio* Tourn., *Venus multilamella*, *Ringicula Baylei* Morl., *Cardium hians* Broc., etc.

Cap formació de Catalunya ha sigut tan detingudament escorcollada com el pliocènich del Plà de Barcelona y'l Llobregat, gracies als treballs que per espay de molts anys hi hà vingut fent el Canonge Almera, desenterrant una flora y una fauna riquíssima, quals llistes ens ocuparien moltes planes.

Els aluvions quaternaris recobren quasi per tot arreu els sediments pliocènichs, però mercés a la erosió són visibles en les cingleres y vessants obertes pèls torrents, sobretot al marge esquerra del Llobregat (fig. 286). Hi són representats els tres pisos en que s'ha dividit el periodo *plesancià*, *astià* y *sicilià*, però'l Dr. Almera hi afegeix el *mesinià* y'ls caracterisa de baix a dalt de la següent manera:

Mesinià.—Capes de *Congeries* de Castellbisbal.—8 metres.—Màrgues fines argiloses ab *Melanopsis Neumayri*,

Melania Tournoueri, *Niritina micans*, *Cardium Partschii*, *C. Bollenense*, *C. prætenue*, *C. semisulcatum*, *Congeria latiuscula*, *C. subdubia*, *C. dubia*, *C. simplex*, *Typha latissima*, *Arundo Gæpperti*, *A. Ægyptiacaantiqua*, *Populus muta-*

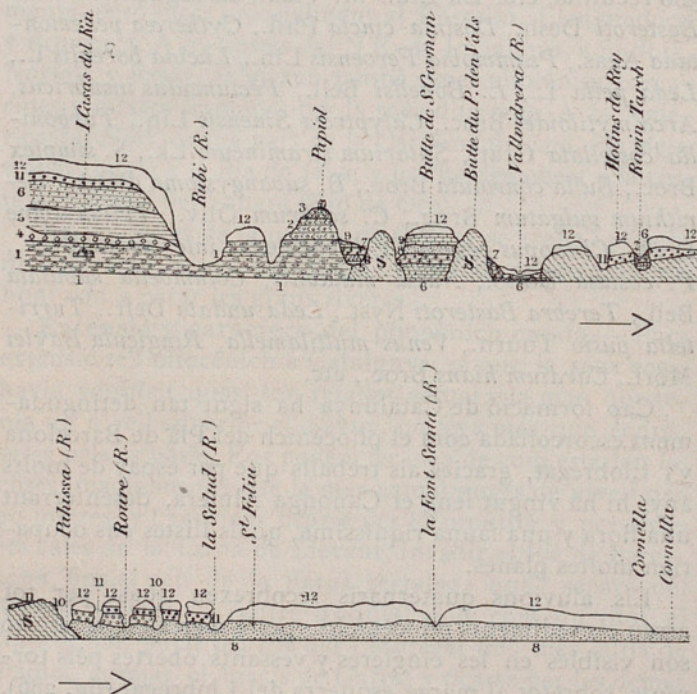


Fig. 286.—Perfil general del marge esquerre del Llobregat (segons el Dr. Almera).—S, Piçarres silúriques ab *Graptolites*. 1, Pudingues del aquitànià. 2, Bretxa del infra-helvecià. 3, Calça helveciana. 4, Pudinga del tortonià. 5, Capes ab *Congeries*. 6, Argiles del plesancià ab *Nassa semistriata*, etc. 7, Argiles grises fòssilíferes. 8, Sorres grogues del astià ab *Ostrea cochlear*. 9, Sorra sense fòssils, ab limonita. 10, Conglomerats. 11, Aluvions y bretxes. 12, Quaternari.

bilis, *Salix integra*, *S. augusta*, *Acer trilobatum*, *A. Nicolai*, etc. (fig. 287).

Plesancià.—Màrgues blaves fossilíferes.—3 a 10 metres.—Forma aquest nivell les màrgues blaves del subsol:

1.^{er} de Sant Martí de Provencals, de Gracia, de les Corts y d'Esplugues; 2.^{on} les argiles blaves y les màrgues blanques y grogueses d'Hospitalet, Esplugues y dels torrents que hi hà desde Sant Feliu fins al Tarch de Molíns de Rey; 3.^{er} les que hi hà entre la Palma y Cervelló prop c. Mascaró; 4.^{art} les de Papiol. Contenen *Sphyrna prisca*, *Odontaspis contortidens*, *Cancellaria lyrata*, *Nassa semistriata*, *Venus islandicoides*, *Pecten Bollenensis*, *Ostrea cochlear*, etc.

Astià.—Dipòsit litoral ab *Pecten scabrellus* y *Ostrea Companyoi*.—3 a 4 metres.—Un dipòsit de sorres groguenques y detritus locals que se apoya sobre les picarres paleozoiques ab *Strombus coronatus*, *Cerithium varicosum*, *Potamides Basteroti*, *P. Companyoi*, *Ostrea cucullata*, *O. scabrellus*, *P. Bollenensis*, *Platanus aceroides*, *Acer trilobatum*, *Laurus nobilis*, *L. Canariensis*, *Robinia Regeli*. Es visible a Papiol, als torrents de c. Albareda, del Terme, del Roure y entre Molíns de Rey y Sant Feliu y al torrent d'Esplugues, axís com a les sorres fines argiloses hont es

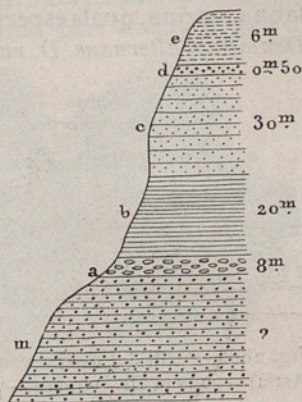


Fig. 287. — Perfil de les capes ab Congeries del turó de la Gatxarella de Castellbisbal. — m, Conglomerat y argiles roges del aquitànià. a, Conglomerat. b, Capes de Congeries. c, Nivell de sorra barrejada ab la argila ab *Pecten Comitatus* y *Ostrea cochlear*. d, aglomerat superior de palets. e, Quaternari.

assentada la Seu de Barcelona, a Sans y a la Bordeta; y al marge dret del Llobregat apareix prop c. Coll (Sant Vicens dels Horts), a la Fallulla y al S O. y N. de Pallejà.

Sicilià. — Dipòsit litoral ab fauna actual marina. — 5 metres. — Un dipòsit litoral de sorres blanquinoses ab fauna marina, quals especies viuen encara a la nostra mar: *Dentalium alternans*, *D. vulgare*, *Turritella communis*, *Leda*

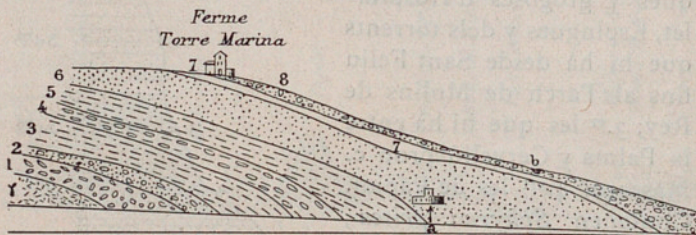


Fig. 288.—Perfil del marge esquerra del torrent Pujal d'Esplugues (Astià) segons el Dr. Almera.— γ , Granit alterat. 1, Granit descompost y ampastat formant com una arkosa. 2, Capa de palets quarçosos. 3, Banch de grava y sorra grollera ab restos de conquilles. 4, Bretxa superior ab *Ostrea* y *Pecten*. 5, Sorra grollera ab abundants restos de fòssils. 6, Sorres argiloses groguenques. Es el nivell superior del astià. 7, Dipòsit litoral ab *Lithothamnium*. 8, Llot quaternari ab nòdols de travertí. a, Màquina d'axecar les aygues. b, carretera de l'Estat.

pella, *Pectunculus bimaculatus*, *Nucula nucleus*, *Venus verrucosa*, *V. ovata*, *Corbula gibba*, etc., les quals són tretes ab els materials dels pous artesianes del Prat, de 50 metres de fondaria. La sorra sense fòssils de devant la estació de Molins de Rey, de la Font dels Casats (id.), del Molí Nou y del costat de c. Pinyol (Sant Boy), les capes superiors salabroses desde'l torrent Pujal a Sans (fig. 288), les de la Vinyeta (Hostafranchs) y les del subsol de Gracia y del *Ensanxe*, poden referirse al meteix nivell.

Al Camp de Tarragona no sé que s'haja trobat el plio-

cènich; potser ha desaparegut per la erosió o es amagat pèls aluvions quaternaris. A Tortosa l'he reconegut en unes sorres y argiles ab impresions de fulles de plantes (*Platanus*, *Fraxinus*, *Robinia*, etc.) y es segur que investigacions posteriors permeteràn precisarho mellor.

El pliocènich lacustre, originat pèls estanyols que hi hauria cap al final del periodo, s'ha trobat a Palau, prop de Girona, ab closques de *Clausilia*, *Cyclostoma*, *Helix*, *Testacella* y *Planorbis*; entre Banyoles y Besalú, a Espolla, hont es format per travertí rublert de *Helix* y *Lim-*

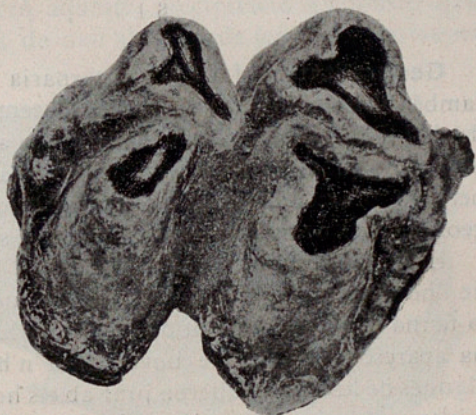


Fig. 289. — Caxal posterior inferior del *Hippopotamus major* Cuv. (Tarrassa.)

næa; a la vessant septentrional de la serralada del Tibidabo, entre c. Coll de Serdanyola y Valldoreig, hont consta de bretxes ab elements locals; al N. de Rubí, costat del cementiri, y a c. Ubach, format de sorres y argila ab moluschs d'ayga dolça, restos d'*Equus* y altres mamífers; a Martorell, prop la Estació, en el tall fet per la carretera de Igualada, hont consta de llot groguench barrejat ab sorra, y molt especialment a Tarrassa, hont els sediments del llach pliocènich que hi hagué ocupen una gran extensió y consten d'argiles groguenques ab claps de palets d'aluvió, en les quals s'hi han trobat interessants restos de *Hippopotamus major* Cuv. (fig. 289) *Equus* y *Ursus*.

CAPÍTOL V

ERA QUATERNARIA O MODERNA

§ I

Generalitats.— La Era quaternaria o moderna, dita també *pleistocènica* (1) comprén el temps transcorregut desde'l fi dels temps terciaris a la època actual. En realitat els temps quaternaris no són més que la continuació del periodo precedent, però les modificacions biològiques y geogràfiques ocorregudes, llegendimen la seua separació.

El fet més capdal y característich es la aparició *certa* de l'home sobre la Terra. Després d'aquest gran fet, tant la fauna com la flora pot dirse que no han variat, car no ha aparegut cap especie nova, però n'han desaparegut algunes de les que visqueren junt ab els homens primitius, y altres han emigrat, pèl cambi de condicions climatèriques.

Les modificacions geogràfiques foren considerables, y entre elles cal remarcar la creació de les fosses de l'Adriàtich y de la mar Egea, axís com la obertura dels Dardanel y del Bòsfor ab que restà unida a aquella la mar Negra, que fins allavors havia sigut una simple dependència de la depressió aralo-caspiana. A l'Atlàntich ocorregueren també grans cataclismes que determinaren la obertura del Pas-de-Calais y l'enfonzament definitiu dels restos del continent atlàntich, la gran illa anomenada *Atlàntida*, qual recort, conservat per les tradicions dels antichs po-

(1) Del grech: *pleistos* superlatiu de *polus* molt, y *kainos* nou; molt nou.

bles, ha sigut tan bellament cantat pèl nostre poeta nacional.

El cambi de condicions climatèriques iniciat ja als finals del pliocènich s'accentuà més; la atmòsfera's refredà y pluges torrencials caygueren demunt la terra, exercint la llur acció erosiva y aluvial en els continents, es la fase dita diluvial; però aquestes precipitacions atmosfèriques queyen en forma de neu als cims de les altes montanyes,

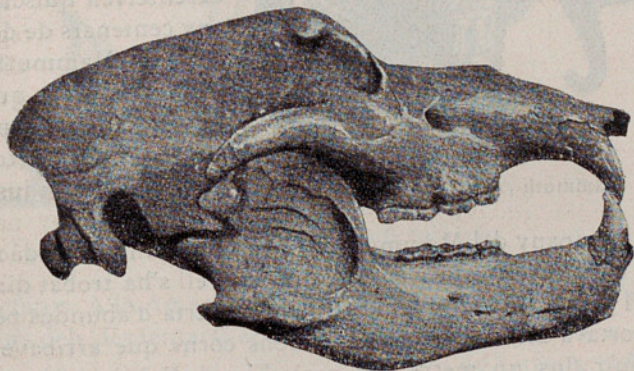


Fig. 290. — Cap de *Ursus spelæus*.

originant les grans geleres; després el clima devingué suau y humit facilitant el desenrotllo de les turberes.

La fauna pleistocènica. — Es de les més interessantes, però la majoria dels tipus més curiosos han desaparegut. Entre'ls mamífers, cal citar els carnícers quals restos s'han trobat a les caverne d'ossos, el *Felis spelæa* o lleó de les caverne, la *Hyena spelæa* y'l famós ós de les caverne o *Ursus spelæus* que tenia 3 metres de llarg per 2 d'alt (fig. 290). Els proboscídis formen un conjunt interessant; ha desaparegut l'*Elephas meridionalis* del pliocènich, però els seus successors l'*Elephas antiquus* y'l

Mammuth o *Elephas primigenius* són molt abundants, sobretot el darrer (fig. 291) quals ossamentes, trobades a les cavernes o als aluvions, foren atribuïdes a una raça de gegants; d'ell s'han trobat exemplars, dintre'l gel del

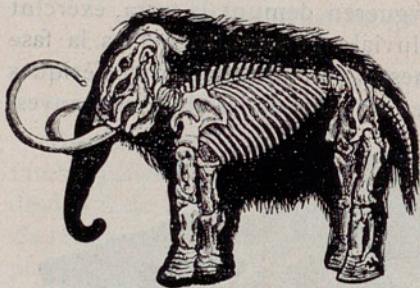


Fig. 291.

Mammuth (Elephas primigenius).

nort de Sibèria, que encara conservaven la carn y la pell y en aquesta localitat se desenterren quiscun any centenars de defenses de *Mammuth*; es l'ivori fòssil, que forma ben bé una tercera part de tot l'ivori que la indústria aprofita.

Company del *Mammuth* a Europa era un perissodàctil, el *Rhinoceros tichorhinus*, que com ell s'ha trobat dintre'l gel de Sibèria y tenia la pell recoberta d'abundós pèl y portava demunt el nàs dos llargs corns que arribaven a tenir fins un metre (fig. 292). El cavall hi era representat per varies races pertanyents a l'*Equus caballus* o cavall actual.

Entre'ls ruminants abundaven els cervos, sobretot el gran cervo de les turberes o *Cervus megaceros*, quals banyes tenien una envergadura de quatre metres y dos metres quiscuna d'elles (fig. 293); se'n han trobat esquelets sensers enfonsats en les turberes d'Irlanda y Dinamarca. Hi havia també'l *Cervus tarandus* actual, l'auroch o *Bos primigenius*, de gran tamany y ab les banyes dretes y horisontals, que desaparegué d'Europa en plena edat mitjana. L'*Hippopotamus major*, aparegut al pliocènic, persistí encara algun temps, junt ab altres especies.

A Amèrica y a Austràlia hi havia una fauna especial

característica y molt diferenta de la d'Europa. Axís a la Amèrica del Nort, els mastodons de la Era terciaria persisteixen al costat del Mammuth y de moltes especies de

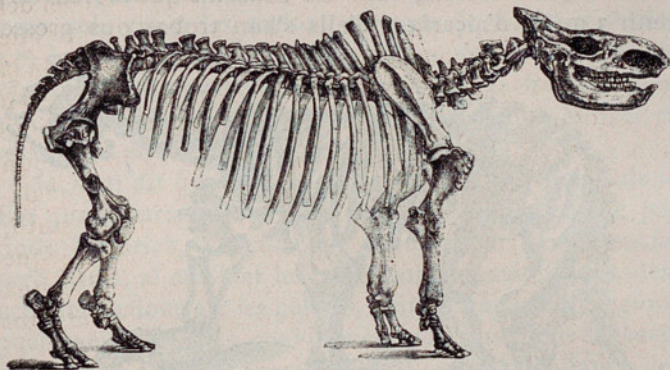


Fig. 292. — *Rhinoceros tichorhinus*.

elefants. A la Amèrica del Sud dominen uns animals ve-

hins dels desdentats; el *Glyptodon* ab sa closca de 2 m. 50 de llargada; el *Megatherium* (gran animal) abson còs macís, extremitats poderoses armades d'ungles ganxudes y una llargada de 4 metres per 2'50 d'alçada (fig. 294); els



Fig. 293. — *Cervus megaceros*.

Myloodon, *Megalonix*, etc.

A la Australia hi havia una fauna totalment diferenta de les precedents. Predominaven els marsupials gegantins

(*Diprotodon* y *Nototherium*) del tamany de un hipopòtam, y hi havia aus corredores anàlogues als avestruços.

A la metexa època, a la Nova Zelanda, vivían aus de dimensions colossals, com els *Dinornis* que arribaven a tenir 3 m. 50 d'alçaria, y d'ells s'han trobat ous grossos

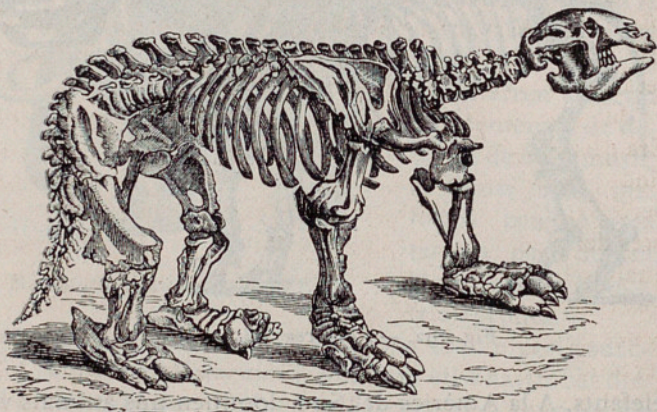


Fig. 294. — *Megatherium Cuvieri*.

com tres d'avestruç. A Madagascar hi vivía al meteix temps una altra au colossal, l'*Æpyornis*, de 4 metres d'alçaria, quals ous tenen una capacitat de 8 litres. Aquests dos animals han desaparegut fà pochs sigles.

Com se veu, el periodo pleistocènich es caracterisat per tot arreu, pèl gran tamany dels seus mamífers, y allavors com avuy, mentres que'l mon antich es el país dels carnícers y la Amèrica del Nort el dels hervíbors, els desdentats dominen a la Amèrica del Sud y'ls marsupials a Australia.

A Europa el periodo pleistocènich pot dividir-se, fins a l'establiment del règimen humit ab les turberes, en tres

èpoques que's confonen una ab altra: 1.^{ra} època del predomini del *Elephas antiquus*; el conjunt de la fauna denota un clima bastant calent, car en els sediments d'aquesta època's troba la *Corbicula fluminalis* especie que avuy sols viu a les regions calentes de Africa y Assia; 2.^{na} època del *Elephas primigenius* y del *Rhinoceros tichorhinus*, que correspón a una època de fret humida; 3.^{ra} època del reno (*Cervus tarandus*) en que la fret es seca y's va endolcint progressivament.

Ja hem dit que molts dels animals dels principis de la Era quaternaria havien desaparecut y alguns en plé periodo històrich, vençuts en la lluyta per la existencia, però altres, al cambiar les condicions climatèriques, després del periodo de les geleres, emigraren cercant regions qual temperatura'ls convingués, y'ls uns ho feren *horizontalment*, com per exemple'l reno, que avuy viu a les zones gelades d'Europa; y'ls altres emigraren *verticalment* cercant la fret de les grans altituts, com la marmota y l'isart, que sols se troben avuy pèls cims dels Alps y Pirineus. Altres especies seguiren vivint a les nostres regions a despit de les variacions del clima, com per exemple: el gós, el llop, el senglar, el caball, etc.

Periodo gelar.— Al principi de la Era quaternaria després de una gran abundor de pluges que ha fet que a n'aquesta època se la anomenés *periodo diluvial*, vingué la invasió de les geleres a les regions montanyoses y la llur considerable extensió a Europa y Amèrica del Nort. Y tal com avuy les geleres tenen diverses oscilacions, avençant o reculant dintre un periodo d'anys, allavors també passà ab molta major intensitat, haventhi periodos *intergelars*, que separen dues fases gelars, en els quals la vegetació, els animals y'l meteix home, seguint al gel en son reculament, s'establiren en llocs ocupats abans per les geleres, y'ls llurs restos foren recuberts després per l'avenç de les noves geleres.

A Europa y a Amèrica hi hà al menys dos periodos gelars, separats per un de intergelar, si bé alguns autors n'admeten tres. Els estudis més moderns semblen comprobar que les geleres havien existit a totes les èpoques geològiques, de lo qual resultaria que'ls fenòmens gelars s'haurien produhit a totes les èpoques, com els fenòmens volcànichs.

En el periodo gelar vivien les especies avuy desaparescudes, *Elephas antiquus*, *Elephas meridionalis*, *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Rhinoceros Mercki*, *Hippopotamus major*, *Ursus spæleus*, *Hyæna spelæa*, *Felis spelæa*, *Cervus megaceros*, etc.

Proves del periodo gelar quaternari.— La existencia de un o varis periodos gelars quaternaris es demostrada pèls fets. Al estudiar els fenòmens actuals hem vist quins eren els efectes causats per les geleres, el puliment y ratllament de les roques, els blocs erràtics y morens que dexaven, etc., etc., donchs bé, sempre que veurém una

regió hont se troben semblants efectes, haurèm de creure que en altre temps fou ocupada per una gelera.

Y aquests efectes netament gelars se troben en una munió de llochs; es el *drigt* d'Amèrica quasi limitat al sud per les valls del Missouri y de l'Ohio, el *till* dels sabins escocesos, el *boulder clay* dels inglesos, el *geschiebelehm* dels alemanys, y en termes generals el *terreno erràtich del Nort*, comunment format de un dipòsit argilós no estratificat y contenint gran munió de pedres de tots tamans que no han sigut rodades. El límit meridional d'aquest gran dipòsit dexat per la gelera que cobria Irlanda, Escocia, Dinamarca, Escandinavia y una gran part de Russia, passa per Londres, Anvers y Magdebourg; totes les roques que s'hi troben han vingut del Nort portades pèl gel, y algunes són de tamany colossal, com el bloch erràtich que forma'l pedestal de la estàtua de Pere'l Gran a Sant Petersburg que pesa 1,500 tonelades.

Grans geleres hi havia també recubrint els Alps, de hont baxava la del Rose que arribava fins a Lyó, el Plateau Central, els Vosges y'ls Pirineus, hont la gelera del circh de Gavarni baxava fins al peu de la montanya y s'extenia molt enllà per la plana de Tarbes, y la del Canigó que dexà grans dipòsits als voltants de Prades y del Vernet. Les geleres de la vessant catalana no tingueren tanta importancia, axís per exemple, la de la vall del Noguera que venia de les montanyes Malehides sols arribà a Pont de Suer. La vila de Puigcerdà descansa demunt un moren quaternari. A les regions de poca altitut, hont les neus no podien romandre sense fondres, se formaven corrents d'ayga impetuosa que dexà al peu de les montanyes gran munió de deltes torrencials, que's troben a quasi totes les valls dels Pirineus. (Vegis plana 92). Nuria ab sa vall superior o conca de recepció, y sa gorja o canal d'escolament, es un bell exemple de una antiga gelera.

Causa de la invasió de les geleres.—Conexèm el fet pèls efectes que dexà però la causa ens es desconeguda malgrat les variades explicacions donades per astrònoms y geòlechs. Pera'ls *cataclismians*, el periodo gelar es el complement lògich del enfondiment de les valls per les grans corrents diluvials; abdós fenòmens resultarien d'un excès considerable de precipitacions atmosfèriques qual causa s'ha pretingut explicar ab hipòtesis físiques, aytals com la major altitud dels Alps, la submersió del Sahara, el cambi de direcció del Gulf-Estream, la submersió del nord d'Europa, etc., y per hypòtesis astronòmiques, aytals com el desplaçament del ex-terrani que portà'l pol al centre d'Europa, el pàs de la terra per espays més frets, la precessió dels equinoxes, la disminució del diametre del sol, etc., etc. Aquí's presenta encar la delicada qüestió de la durada dels temps quaternaris; els *cataclismians*, qual opinió es la generalment admesa avuy, hi veuen un periodo durant el qual les regions del Nort d'Europa haurien sigut enterament recobertes per una prodigiosa extensió de geleres, extensió deguda a un abaxament molt sensible de temperatura. Els actualistes rebutjen tota possibilitat de una massa única de gel, demunt aytal extensió, al periodo pleistocènich, y sols veuen en les senyals dexades, el pàs, el desplaçament, el reculement progressiu de geleres que no eren necessariament gegantines y que envoltaven als grans macissos montanyosos dels quals les serralades actuals no són més que migrades runes. Esgratinyant les montanyes, les geleres, s'haurien acostat poch a poch al centre d'aquests macissos, dexant al llur darrera els restos característichs y haurien continuat normalment llur missió que consisteix, com ja sabèm, en arrasar les montanyes.

§ III

Aluvions pleistocènics.—Avuy els rius sols ocupen el fons de les valls per hont s'escolen, però en diferents nivells de les vessants d'aquestes y a gran alçaria devegades s'hi veuen els aluvions, conglomerats, sorra y llot, que demostren que abans els rius passaven més alts y eren més amples. Se'ls anomena *diluvium*, car les revingudes dels rius que'ls depositaren devien causar veritables diluvis. Els aluvions aquests contenen a la basa generalment palets, codolells y devegades grossos codols y a continuació llits de sorra y llot de gran potencia quasi sempre. La característica d'aquestes formacions es la irregularitat en les capes y la varietat de composició dels llurs elements, si bé en la part superior es qüasi constant el llot vermell (*terra de rajoler*), anomenat *loess* o *lehm* a Alemanya, y també *diluvi roig* dels antichs geòlechs, pera diferenciarlo del *diluvi gris* que compren les capes inferiors.

Loess.—Ab aquesta paraula's designa una varietat particular de llot argilós-calíç, que's troba quasi per tot arreu, tant al fons de les valls com al cim dels planells, formant grans masses sens senyals d'estratificació, en quasi tots els païssos y molt particularment a la conca del Hoang-Ho o riu groch de Xina hont té una gruxa de 600 metres.

La quantitat de carbonat de calç que'l loess conté es devegades prou gran pera que la calíça s'hi presente aislada en forma de nodols travertínics o concrecions de formes estranyes. Dins la seua massa es comú trovarhi conquilles de moluschs terranis aytals com l'*Helix hispida*, *Pupa muscorum*, *Succinea oblonga*, etc., y restos d'*Elephas antiquus*, *Ursus spelæus*, *Rhinoceros*, etc.

Respecte l'origen d'aquest terrenó no són d'acort els geòlechs. Els uns el creuen un llot dipositat per les grans geleres o per les grans revingudes dels rius quaternaris, però la disposició del *loess* y el seu contingut rebutgen aytals teoríes; altres el suposen d'origen *eòlich*, es a dir, format per la acumulació de la pols arrastrada pèl vent, tal com passa avuy a la citada localitat de la Xina. Lo més probable es que aquests dipòsits de llot no tinguen llur origen en una causa única, y que si avuy, ab tot, tenen una apariencia de igualtat a tot arreu, sia degut a una causa posterior, segurament a la acció de l'ayre y mellor de la ayga, carregada d'anhidrit carbònich, la qual al travessar els dipòsits formats pèl gel, la ayga o'l vent, dissolgué la calça y sobreoxidà les sals de ferre, donant al conjunt la color roja característica.

Turberes, Tosca y Bretxes ossoses.— Les turberes començaren a formarse cap al final del pleistocènich després de recular les geleres. Allavors els rius divagant pèl fons de les llurs valls, quan llur llit no era fixat encara, les transformaren en estanyols hont s'hi formà la turba. Dintre aquesta s'hi troben els restos dels animals quaternaris, Mammuth, Rhinoceros, Cervos, etc., y sílex tallats que certifiquen la existencia del Home.

Les formacions de tosca, o carbonat de calç porós, que es troben en les vessants d'algunes montanyes y al fons de les valls, ab impresions de plantes y motllos de moluschs, són també una formació característica del pleistocènich y una nova prova de que'l periodo aquest passà per moltes fases de gran humitat. Lo meteix cal dir respecte a les bretxes y cavernes plenes d'ossos trocejats y empastats pèl carbonat de calç, que indiquen corrents d'ayga abundan-tíssimes, verdaders diluvis.

Extensió y caràcters del pleistocènich català.— Als començaments de la Era quaternaria Catalunya era ja

com avuy, a excepció d'alguns petits detalls, com el retallat de la costa que era més marcat per no haverse omplert encara els estuaris ab els aluvions. La mar entrava molt endins del golf de Roses, Plà de Barcelona y Llobregat, hont el Montjuich formava una península entre dos golfs, Camp de Tarragona y comarca de Tortosa. A l'interior abundaven els estanys, llachs y estanyols; el de Banyoles era molt més gran que avuy; a Olot y Cerdanya també n'hi havia; de Gerona fins prop d'Hostalrich era un llach grandió del que'n restà fins fà poch el migrat retall de Sils; y a n'el Baix Vallés també n'hi havia.

El terreno diluvial ocupa moltes extensions de Catalunya, essent els claps principals la plana del Alt y Baix Empurdà, el de Gerona a Sils, el de la conca del Tordera que forma el plà de Palautordera y Sant Celoni, el del Vallés, la faxa de la Costa de Llevant, Plà de Barcelona y part del Penadés, el de la conca de Barberà y Camp de Tarragona, el de García a Miravet en la conca del Ebre y el de la comarca de Tortosa, es a dir, els troços més fèrtils de nostra terra, gracies a la riquesa de les terres que'ls formen. En uns punts la gruxa del terreno diluvial es molt petita, però en altres, com al Plà de Barcelona, té molts metres, y presenta sempre sa color roja característica (*terra de rajoler*) sobretot en sa part superior, barrejat el llot ab nòduls travertínichs, devegades tan abundants, que formen un agromollat dit *cervell de gat* vulgarment; altres vegades el travertí forma capes o llits generalment prims (*tortorà*) dins la argila.

La fauna descoberta fins avuy en el quaternari català, tant el que forma les planes diluvials, com el de les bretxes y coves, es molt abundosa, poguentse citar *Meles taxus* Pallas, de Caldes de Malavella; *Ursus spelæus* Blu. de Castellbisbal y Montcada; *Elephas primigenius* Cuv. o Mammuth, que's coneix era abundantíssim per haverse

trobat en una munió de localitats, entre altres: Plà de Vianya (Olot); Sant Vicens dels Horts, Vallformosa, Les Corts de Sarrià, Castelldefels, Montcada, Arenys de Mar, etc.; *Cervus elaphus* Lin., *Capra hircus* Lin., *Bos taurus* Lin., y *Sus scropha* Lin., de una cova de Lleyda; *Hippopotamus* de la cova de Serinyà.

Però'l jaciment quaternari català més interessant es el que fà poch anys vaig descobrir a les obres que s'estaven fent a can Muntané de Gracia pera construir l'actual *Parch Güell*; allí, en una cova plena quasi tota de breixa y llot, vaig recullir una munió d'especies que han sigut estudiades per En Depèret, el Dr. Almera y En Arthur



Fig. 295.

Fragment de mandíbula del *Rhinoceros Mercki*. (Parch Güell).

Bofill, resultant les següents; Mamífers: *Erinaceus europæus* Lin., *Lagomys (Prolagus) corsicanus* Cuv., *Arvicola* cfr. *arvalis* Lin., *Rhinoceros Mercki* Kaup. (fig. 295), *Cervus elaphus* Lin.; Reptils: *Testudo Lunellensis* Alm. y Bof. (especie nova) (figs. 296 y 297), *Testudo iberica* Pallas var.; d'aquestes tortugues se'n reculliren una munió de clos-



Fig. 296. — *Testudo Lunellensis* Alm. y Bot. (Parch Güell.)

ques, la majoria axafades y barrejades ab el llot demunt la planxa estalagmítica de la caverna; empastats ab la estalagmita se trobaren molts *Helix* que estudiats per En Locard els ha descrit com a *Helix Depereti* Loc. y *Helix Almerai* Loc. (especie nova).

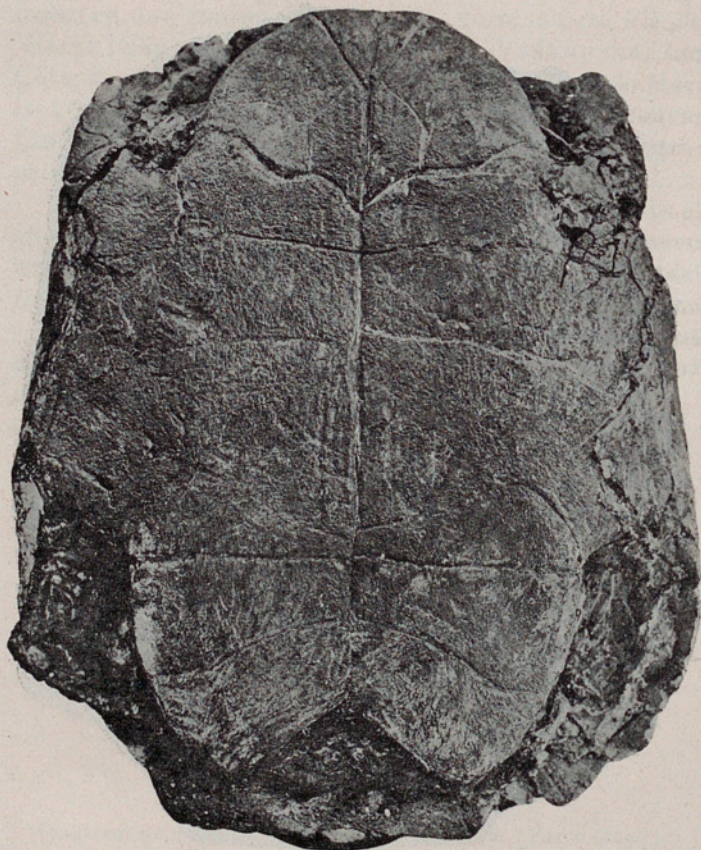


Fig. 297. — La metexa vista de la part ventral.

La presencia del *Rhinoceros Mercki* en aquest jaciment fa creure que pertany a la primera fase de la Era quaternaria, però en cambi els altres mamífers caracterisen la segona.

Respecte a l'origen dels sediments pleistocènichs, si bé

d'alguns pot assegurar-se llur origen aluvial y altres sembla que'l tenen eòlich, per la immensa majoria cal atmetre una submersió de gran part de Catalunya en aquest periodo y consegüent invasió de la mar. La fase de les turberes la tenim també a Banyoles, Cerdanya y comarca de Tortosa. A Vilassar de Mar hi ha descobert el Dr. Almera una platja quaternaria ab fauna actual que demostra que la mar era més alta que avuy.

En plé periodo pleistocènic tingueren lloch les erupcions volcàniques del nord-est de Catalunya que ja tenim estudiades (veges plana 143), obrint-se les boques que giren grans quantitats de materies foses, les quals s'escollaren, per les valls y conques ja formades, demunt els metexos aluvions quaternaris com se veu molt bé en el *Malpàs* de la riera d'Amer. Com a apendix d'aquestes manifestacions volcàniques, restaren els manantials de Caldes de Malavella y les fonts picantes o carregades d'anhidrit carbònic d'aquestes comarques.

CAPÍTOL VI

L'HOME

Aparició de l'Home. — La Bíblia després d'explicar les diferents fases de la formació de la terra, ab una gradació que confirma en totes ses parts la Geologia, ens diu que, com a cim de la creació, vingué l'Home, adornat pel Creador ab un esperit que'l feu superior a tots els sers que fins allavors havien existit, excepcional per ses nobles facultats y dominador de tot lo que'l rodeja.

Les pretingudes troalles de restos humans o de la industria humana primitiva, en terrenos miocènics y pliocènics, han sigut refusades per la ciencia seriosa y imparcial. Tots els datos confirmen la aparició de l'home a principis de la Era quaternaria; desde aquest moment aparexen els seus restos quasi per tot arreu, però més especialment a les coves que l'home primitiu utilisá com a refugi.

Races primitives. — Els restos humans protohistòrics descoberts a Europa, revelen la existencia de tres races primitives: la de Canstadt, la de Cro-Magnon y la de Furfooz.

Els restos humans més antics són els trobats a Canstadt que pertanyen a una raça caracterisada per son front baix, ses arcades superciliars molt prominents y per sa barba sens curbatura; si a n'aquestes particularitats s'hi afegeix l'allargament molt marcat de la mandíbula superior, se tindrà un conjunt de caràcters que no's troba en cap raça humana actual. L'Home de Canstadt era contemporani del Mammuth y del *Rhinoceros tichorhynus*.

La raça de Cro-Magnon tenia, com la anterior, el

crani allargat, o *dolicocèfal*, y pèls demés caràcters s'assemblava a les formes actuals; certs tipus vaschs y'ls guanxes de Canaries són molts semblants al tipu aquest. En les coves hont s'han trobat restos de les dues races anteriors, els de Cro-Magnon són sempre demunt dels de Canstadt, lo que prova que són més moderns.

La raça de Furfooz se distingia de les anteriors per son crani quasi tan ample com llarch, *braquicèfal*; vivia al meteix temps que la de Cro-Magnon ab la que's fusioná.

Silexs trevallats. — Els restos humans són massa escassos pera fundar en ells una divisió cronològica dels temps quaternaris, y fins la anterior divisió de races té poca importancia pèl meteix motiu, però sortosament els restos de la industria humana són molt abundants per tot arreu, tant en els aluvions com en les coves, sobretot els silexs trevallats o instruments de pedra, que's troben ab cert ordre; de primer els fets per simple esclat del silex (silexs tallats o esclatats); després venen els que després de esclatats foren pulimentats; y al demunt, acostantse als dipòsits de la época actual, se troben els instruments de metall, coure y ferre més tart.

Cal advertir que aquestes divisions sols tenen un valor regional y no poden ser considerades com representant edats geològiques, car allavors, com ara, podien coexistir molt be civilitzacions molt separades pèl llur grau d'avençament.

La edat de pedra se divideix naturalment en dues fases successives: la de la pedra tallada o *paleolítica*, y la de la pedra pulida o *neolítica*.

Fase paleolítica. — Primerament l'home se servia exclusivament d'instruments de pedra fets xocant troços de silex els uns contra'ls altres, y axis els donava la forma, segons l'ús a que'ls destinava, de destrals, ganivets, puntes de fletxa, etc. L'exàmen d'ells demostra un gran per-

feccionament dintre la metexa fase, lo que ha permés subdividir-la en quatre époques, caracterisada quiscuna per la natura y forma dels instruments usats, que són: la



Fig. 298.
Silex del Achelià.



Fig. 299.
Silex del Musterià.

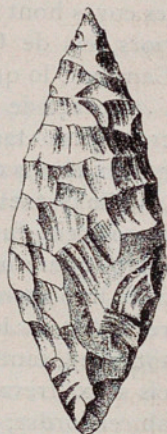


Fig. 300.
Silex del Solutrià.

época *acheliana* o *chelliana* (1), la época *musteriana* (2), la época *solutriana* (3) y la época *magdaleniana* (4).

Epoca acheliana. — Els silexs d'aquesta época són grollament tallats, a esclats per abdues cares; tenen forma triangular o ametllada (fig. 298). La raça que'ls tallava es desconeguda; se creu que vivia al ayre lliure. Serien contemporanis seus l'*Elephas antiquus*, l'*Hippopotamus major* y'l *Rhinoceros Mercki*.

Epoca musteriana. — Els silexs són ja més perfeccionats,

(1) De la vila de Saint-Acheul (Somme) o de la de Chelles (Seine-et-Marne).

(2) De la vila de Moustier (Dordogne).

(3) De la vila de Solutré (Saône-et-Loire).

(4) De la cova de la Madeleine. (Vézère. Dordogne).

tallats ab grans esclats trevallats sols per una cara, essent la altra plana (fig. 299). L'home vivia en les coves y pertany a la raça de Canstadt. Els animals contemporanis seus serien l'*Elephas primigenius*, el *Rhinoceros tichorhinus* y'l *Megaceros hibernicus*.

Epoca solutriana. — Els silexs són del tipu acheliá, es a dir, tallats per abdues cares, però maravellosament trevallats; es característica la punta de fletxa (fig. 300). La raça es desconeguda.

Epoca magdaleniana. —

Ja no's trevallava sols el silex, sino també l'ós o les banyes del cervo, ab el que's fan utensilis més fins y més trevallats. L'home

pertany a les races de Cro-Magnon y Furfooz; habita encara en les coves; contemporani seu es el cervo (*Cervus tarandus*).

Fase neolítica.—Marca un progrés notable en l'avenç de la humanitat. L'home *poleix* el silex per primera vegada, construeix ses armes y utensilis ab gust artístich, sab fabricar vasos de terra, texir y trevallava ja la terra. La destal de basalt, diabasa diorita, o altra roca dura, anome-

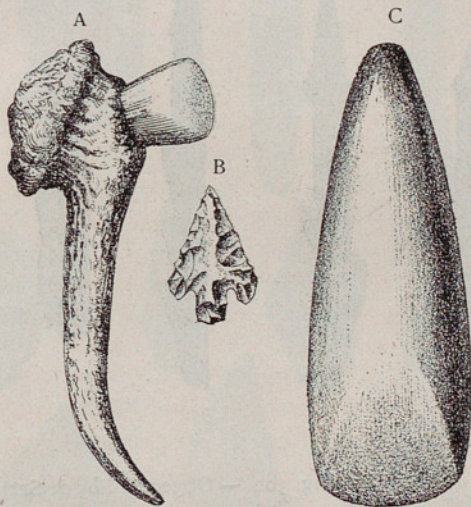


Fig. 301.

A, Destral manegada en banya de cervo. B, Punta de fletxa de silex. C, Destral (*pedra de llamp*).

nada vulgarment *pedra de llamp*, (fig. 301), es característica d'aquesta època.

Ciutats lacustres. Monuments megalítichs. — A la fase neolítica deuen referirse les habitacions lacustres (*palafites*) edificades demunt pilans, en mitg de la ayga,



CLIXÉ D'EN P. ALSIUS

Fig. 302. — Objectes d'òs de Serinyà.

quals restos s'han trobat ab gran abundor als llachs de Suiça, y els anomenats *monuments megalítichs* (1) que segons llur forma tenen noms diferents provinents de la llengua celta; són els *dolmens*, els *menhirs* y'ls *cromlec'hs*.

Dolmens.—Els dolmens (2) són formats de una o varies grans pedres planes, en forma de taula, sostingudes per altres pedres redreçades. Dessota s'hi acostuma a trobar

(1) Del grech: *megas* gran y *lithos* pedra.

(2) Del celta: *dól* taula y *men* pedra.

ossos humans y armes de pedra. Se les considera com a tombes.

Menhirs.—Els menhirs (1) són formats per grans pedres plantades a terra, que's creuen commemoratives d'algun fet.



CLIXÈ D'EN P. ALSIUS

Fig. 303. — Silex de Serinyà.

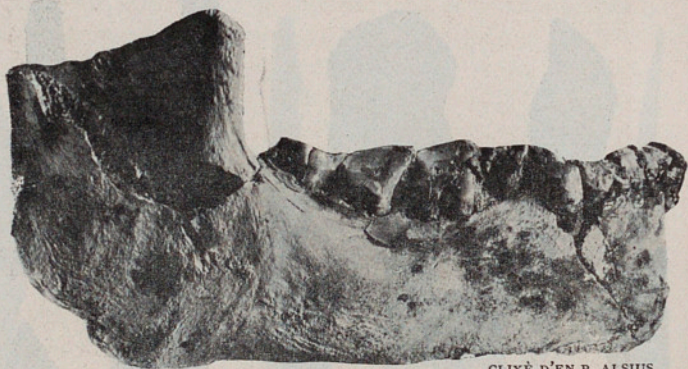
Cromlec'hs.—Els cromlec'hs (2) no són mes que menhirs arrenjerats, disposats uns colps en cercle y altres en

(1) Del celta: *men* pedra y *hîr* llarch.

(2) Del celta: *kroumm* curvat y *lec'h* pedra.

línees paraleles. Són famosos els de Carnac (Quiberon, Bretanya).

Edat del bronso y edat del ferre. — De la fase neolítica se passa gradualment a la edat del bronso, denotant una etapa importantíssima en la marxa de la humanitat,



CLIXÈ D'EN P. ALSIUS

Fig. 304. — Mandíbula humana (Banyoles.)

precedida probablement per l'ús del coure natiu. L'home sab fabricar instruments molt variats pera una munió de ussos, sobretot armes y adornos.

Després ve l'ús del ferre y la protohistoria se relliga ab la historia.

La protohistoria catalana. — La protohistoria catalana está per fer encara. S'han fet, es veritat, moltes exploracions de coves y s'han recullit nombrosos exemplars de sílex y utensilis de la primitiva civilitat catalana per en Lluís M. Vidal, en Pere Alsius, en Pau Texidor y alguns altres, però manca encara molt, y cal recullir tot lo que està escampat pera formar un cos de doctrina. Ara com ara, la estació protohistòrica més antiga y més típica

de Catalunya es la descoberta per l'Alsius a Serinyà, a la *Bora gran d'en Carreras*, que pertany a la época magdalenià, ab ses característiques fitores, agulles y punxons d'ós (fig. 302), barrejats ab silex trevallats (fig. 303). A la



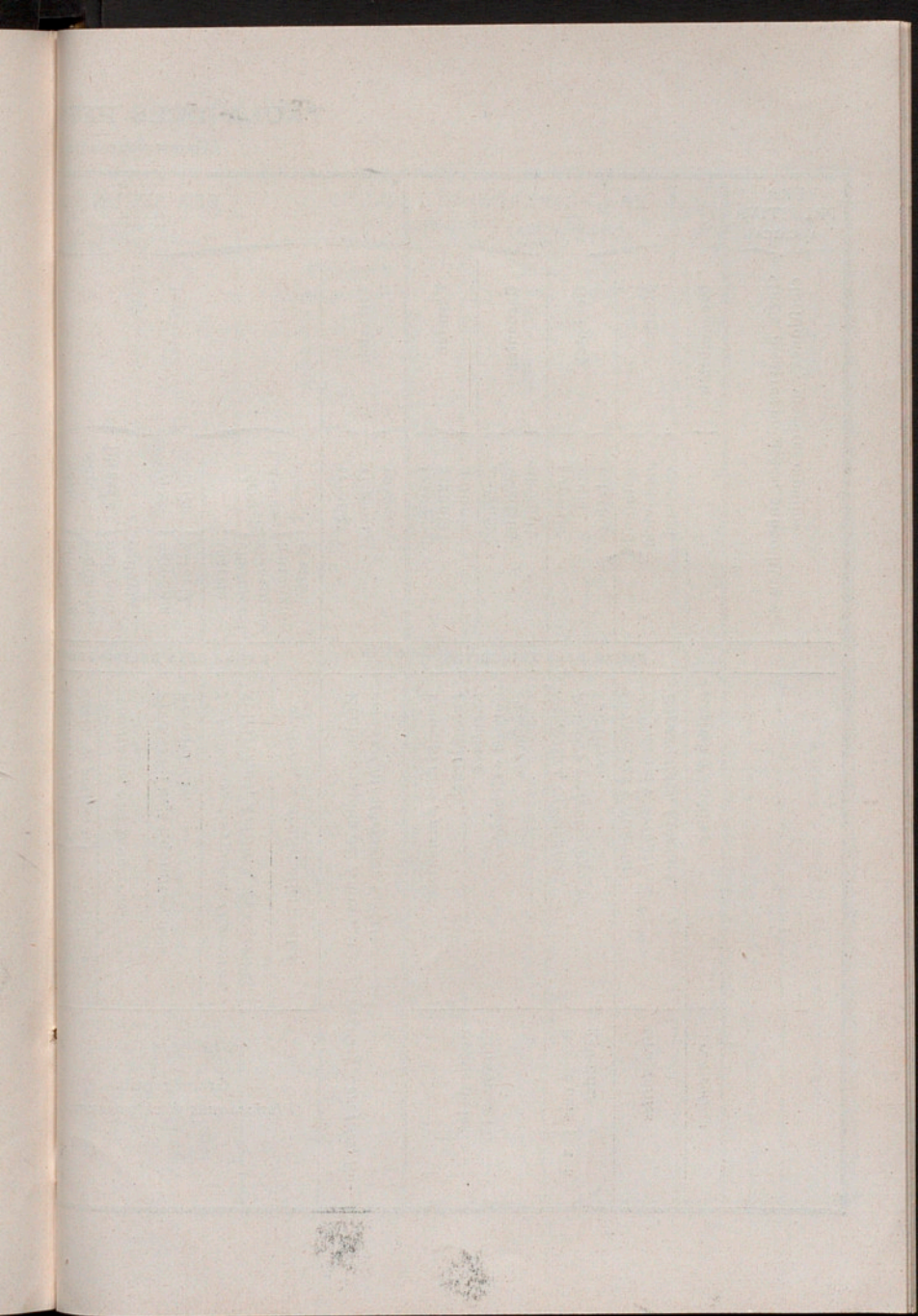
Fig. 305. — Dolomen de Pinyana (*La Casa Encantada*).

tosca calsinal de Banyoles hi recullí'l meteix Alsius una mandíbula humana coetania, probablement dels homens primitius de Serinyà (fig. 304).

Les destrals paleolítiques s'han trobat per centenars a totes les comarques catalanes y'ls dolmens y menhirs són també molt abundosos y escampats arreu, (fig. 305) indicant la gran densitat de població que tindria ja Catalunya als comensaments de la Era històrica.

El conjunt de fets que acabém de sintetisar demostra com els descobriments científichs relliguen, per dirho així, de una manera seguida les eres geològiques ab la protohistoria y aquesta ab les eres històriques.

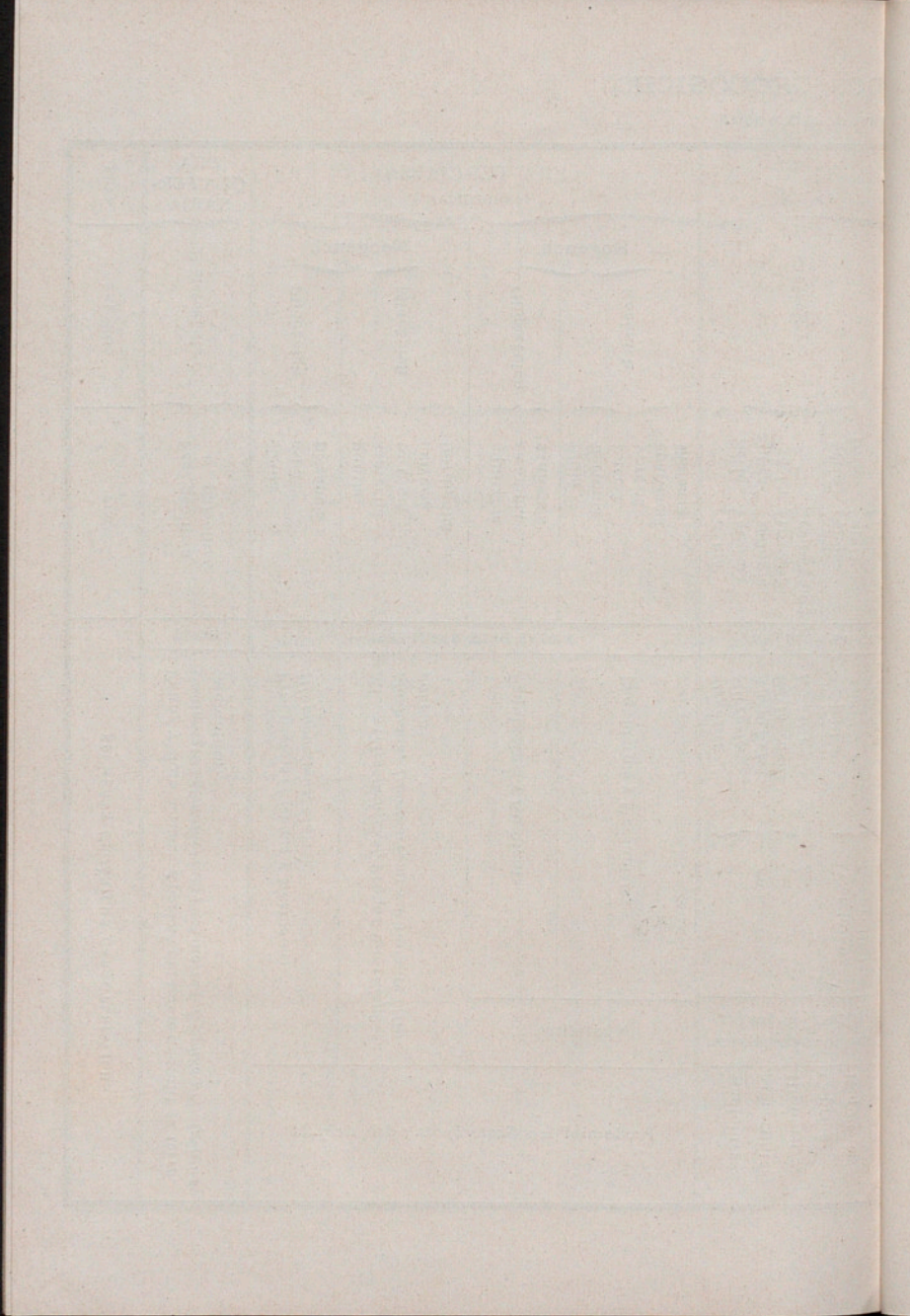
Vista així, la Geología, la historia de la terra, se converteix en una atractívola introducció a la historia de la Humanitat.



TAULA DELS PERIODOS GEOLÒGICS

(Aquesta Taula deu llegir-se de baix a dalt.)

ERES	PERIODOS	PISOS	ELEMENTS ORGÀNICS CARACTERÍSTICS		
ERA QUATER-NÀRIA	Pleistocènic	Fase neolítica » paleolítica	HOME		
			Fauna y flora actuals. Aparició del home demunt la terra. Desdentats (<i>Megatherium</i>) a America. <i>Elephas primigenius</i> (Mammuth).		
ERA TERCIARIA (NEOZOICA)	Pliocènic	sicília astria plesància	Proboscids (<i>Elephas</i> y <i>Mastodon</i>) <i>Hippopotamus</i> , Cavall.		
			Miosènic	Micos (<i>Mesopithecus</i>), Proboscids (<i>Elephas</i> , <i>Mastodon</i> , <i>Dinotherium</i>) y Ruminants (<i>Hipparion</i>).	
			Oligocènic	Paquiderms y Ruminants.	
	Eogèn	Eocènic	aquitania estampà sannòisia	Paquiderms y Marsupials.	
				Ludia	Numulites.
				baronià lutecia ypresà sparnacià thancià	Predomini dels Gasteròpots y dels Acèfals.
ERA SECUNDÀRIA (MESOZOICA)	Cretàcic	Sèrie Supra-cretàcica	Sèrie <i>dania</i>		
			Sèrie <i>senonia</i>		
			Sèrie <i>turoniana</i>		
			Sèrie <i>cenomanià</i>		
			Sèrie <i>albida</i>		
	Juràssic	Sèrie oolítica	Sèrie <i>portlandià</i>	Sèrie <i>infra-cretàcica</i>	
				Sèrie <i>apàtia</i>	
				Sèrie <i>neocomià</i>	
				Sèrie <i>kimmeridgià</i>	
				Sèrie <i>seguanià</i>	
ERA PRIMÀRIA (PALEOZOICA)	Triàssic	Sèrie <i>juràssica</i>	Sèrie <i>oxfordià</i>		
			Sèrie <i>callovia</i>		
			Sèrie <i>batonià</i>		
			Sèrie <i>baioecià</i>		
			Sèrie <i>toarcià</i>		
	Carbonic	Sèrie <i>Llàssica</i>	Sèrie <i>charmonia</i>	Sèrie <i>sinemurià</i>	
				Sèrie <i>hectangià</i>	
				Sèrie <i>rhetià</i>	
				Sèrie <i>tyrolia</i>	
				Sèrie <i>virgiorià</i>	
Devonich	Sèrie <i>virgiorià</i>	Sèrie <i>vosgià</i>	Sèrie <i>permià</i>		
			Sèrie <i>axonià</i>		
			Sèrie <i>stefanià</i>		
			Sèrie <i>westalià</i>		
			Sèrie <i>dinantià</i>		
Silurià	Sèrie <i>permià</i>	Sèrie <i>inferior</i>	Sèrie <i>gohlandià</i>		
			Sèrie <i>ordovicià</i>		
			Sèrie <i>cambrà</i>		
			Sèrie <i>precambrià</i>		
			Sèrie <i>precambrià</i>		
ERA PRIMITIVA (ARCAICA)	Gneis, picarres micèces, anfibolítiques, clorítiques y marbres cipolins.	?	REGNE DELS TRILOBITES		
			REGNE DELS BELEMNITES Y DELS AMMONITES		



RESUMEN GENERAL

Segons el sistema d'En Laplace, nostre sistema solar hauria començat per una *nebulosa*, es a dir, un d'aquests gromolls de materia còsmica que's veu giravoltar ab prodigiosa velocitat pèls espays interestelars y qual temperatura es tan gran, que cap substancia hi pot existir més que a l'estat de vapor.

La primitiva nebulosa solar s'anà refredant y vingué un moment en que les substancies menys volàtils se pogueren condensar a l'estat líquit, entorn del centre de rotació; fou el Sol. Però no tal com avuy, sinó molt més gran y ab l'aspecte de una massa líquida incandescent, rodejada de una atmòsfera gasosa, constituïda per totes les materies de la nebulosa primitiva que, més volàtils que les altres, no s'havien condensat encara.

Aquest Sol giravoltava ab una gran velocitat desenrotllant una colossal força centrífuga, la qual motivà que de tant en tant se despreguessen de són equador fragments de la substancia solar. Aquests fragments se posaren a giravoltar desseguida sobre ells metexos y entorn del astre que'ls havia llençat al espay. Tal fou l'origen dels planetes.

En el trancurs de un temps incalculable el Sol s'anà refredant y contrayentse. Disminuhint son volúm, els punts de la seua superfície giravoltaren de mica en mica menys depressa, ja que en el meteix temps, tenien de fer un camí menys gran. Ab axò la força centrífuga minvaba proporcionalment, y, per lo tant, els fragments que'l Sol desprenia de sa massa eren llençats menys lluny cada vegada. Axò'ns explica'l perque'ls planetes s'escalonen a distancies variables del Sol, desde Neptú fins a Mercuri.

D'axò'n resulta que'ls planetes més vells són els més allunyats del Sol, y per lo tant, que la Terra es un planeta jove y, cal afegirhi també, dels més petits.

En son principi la Terra no fou mes que un borrall de la nebulosa solar que, despresa del centre, començà a giravoltar al seu entorn y's convertí en una massa líquida incandescent rodejada de una atmòsfera que contenia, en vapors, una munió de substancies que avuy són líquides o sòlides demunt la Terra. Hi havia, entre altres, els clorurs volatisats, el vapor d'ayga, l'anhidrit carbònich que avuy forma'ls carbonats, o al menys els elements dissociats d'aquestes substancies, que sols esperaven un refredament prou gran pera combinarse.

Y com que poch a poch se feya aquest refredament, car la Terra perdía per irradiació sa color al través de l'espay, y com que era sobretot la superfície del nucle incandescent lo que més se refredava, esdevingué'l moment en que s'hi formà una crosta, de primer molt prima y poch a poch més groxuda, de materies solidificades.

Com que aquesta crosta era mala conductora de la calor, impedí la irradiació en gran part, y per lo tant, el refredament del nucle que envoltava. Axò feu que la atmòsfera's refredés ràpidament, y quan la seva temperatura devingué prou baixa, les substancies que contenia en vapor se condensaren, començant les menys volàtils, es a dir, els clorurs.

Y's formà per de prompte, entorn de la crosta de primera consolidació, un oceà bullent de clorurs alcalins fosos. Més tart se condensà'l vapor d'ayga, y caygueren pluges torrencials que al contacte de la terra encara bullenta se volatisaren y tornaren a la atmòsfera pera condensarshi de nou. Aquesta lluyta durà fins que la terra fou prou freda pera aguantar la ayga líquida al seu demunt. Y allavors un oceà universal d'ayga bullenta cobrí la ter-

ra, disolguent els clorurs precipitats, atacant la crosta de primera consolidació, y originant en són sí reaccions químiques y cristallisacions que motivaren potser el dipòsit de roques cristallines de la Era primitiva.

Com que'l nucle central seguía refredantse, la seua contracció originava plechs o arrugues en la crosta ja formada, y la ayga del oceà universal se retirava cap a les depresions mentres emergien els plechs o primers continents.

Al fons de les mars aquestes, aparegueren els primers sers, per primera vegada, però *ni la geologia, ni la paleontologia, ens donen cap llum sobre'l discutit problema de l'origen de la vida*, que sols pot trobarse en un *Fiat* creador.

Després la Terra ha anat fent vía, sufrint cambis físichs considerables, mentres al seu demunt les formes de la vida cambiaven seguidament, relligantse unes ab altres, seguint una gradació y un progrés constant, y formant un conjunt armònich digne de la sabiduría del Creador.

1. el desarrollo de la vida y el crecimiento de la especie
 2. la adaptación al medio ambiente y el equilibrio de la vida
 3. la lucha por la existencia y el principio de supervivencia
 4. la herencia y el principio de la selección natural
 5. la evolución y el principio de la adaptación

6. la adaptación al medio ambiente y el equilibrio de la vida
 7. la lucha por la existencia y el principio de supervivencia
 8. la herencia y el principio de la selección natural
 9. la evolución y el principio de la adaptación
 10. la adaptación al medio ambiente y el equilibrio de la vida
 11. la lucha por la existencia y el principio de supervivencia
 12. la herencia y el principio de la selección natural
 13. la evolución y el principio de la adaptación

14. la adaptación al medio ambiente y el equilibrio de la vida
 15. la lucha por la existencia y el principio de supervivencia
 16. la herencia y el principio de la selección natural
 17. la evolución y el principio de la adaptación
 18. la adaptación al medio ambiente y el equilibrio de la vida
 19. la lucha por la existencia y el principio de supervivencia
 20. la herencia y el principio de la selección natural
 21. la evolución y el principio de la adaptación

INDEX DE MATERIES

Pròlech. IX

INTRODUCCIÓ

Definició de la Geologia. — Divisions de la Geologia. — Aplicacions de la Geologia. — Fonament de la Geologia I

PRIMERA PART

Geologia dinàmica

I. Agents exteriors

Els agents exteriors nivellen. 4

I. — La Atmòsfera

CAPÍTOL I

La acció atmosfèrica. — Influència de la secada. Deserts. — Velocitat y transport del vent. — Erosió causada pèl vent. — Dipòsits fets pèl vent. — Dunes. — Sa formació y avençament. — Dunes marítimes. — Dunes continentals. — Acció del llamp. Fulgurites 5

II. — La ayga líquida

CAPÍTOL I

El treball dels rius

Acció mecànica de la ayga. Erosió. — Efectes mecànics de la ayga d'escorrimment. — Dipòsits de terra a les vessants. — Regles de la erosió per la ayga correnta. — Aplanament de les vessants. — Torrents. — Cono de degecció. — Rius. — Inflexions y formació de les valls. — Saltants y ràpits. — Formació de les gorges y congosts. — Transports de les corrents. — Aygarreig dels rius. — Deltas lacustres. — Estuaris. — Barra. — Cordons litorals. — Deltas marins. — Resultat geològich de la formació dels deltas 15

CAPÍTOL II

Denudació soterrania

Gènesis de la ayga soterrania. — Lleys generals d'hidrologia soterrania. — Règim de la ayga soterrania. — Recerca y aprofitament de les deús. — Pous artesianes. — Rius soterranis.

Formació de les coves. Avenchs. — Fonts intermitentes. — Enfonsaments y esclaviments	43
---	----

CAPÍTOL III

El treball de la mar

Les onades. — Destrucció de les costes. — Reculament de les costes. — Erosió per les corrents marines. — Fjords y Ries. — Treball de reconstrucció de la ayga de mar. — Formació dels pedrals, palets y sorra. — Curs d'aquests elements. — Sedimentació costera. — Sedimentació d'ayga fonda	59
---	----

III. — La ayga sòlida

CAPÍTOL I

Neu. — Neus persistentes. — Allaus. — Congestes. — Gele- res. — Manera de formarse una gelera. — Avençament de les geleres. — Plasticitat del glaç. — Accidents de les geleres. — Caràcters físichs de les geleres. — Efectes de transport de les geleres. — Morens. — Efectes mecànichs de les geleres. — Roques polides, estriades y arrodonides. — Formació dels circhs y les gorges. — Règim variable de les geleres. — Anti- ga extensió de les geleres. — Les geleres de Catalunya. — Glaç polar. — Gels surants	73
--	----

IV. — Accions químiques y fisiològiques

CAPÍTOL I

Acció química de la ayga continental. — Fenòmens de diso- lució. — Hidratació. — Oxidació. — Alteració de les roques. — Fenòmens de dipòsit. — Formació de la tosca. — Acció química de la ayga de mar y dels llachs. — Sedimentació química del fons de mar.	95
---	----

CAPÍTOL II

Accions fisiològiques. — Acció dels animals terrestres. — Ca- vernes d'ossos. — Guano. — Acció dels vegetals. Turberes. — Repartició de les turberes. — De com se formen els car- bons minerals. — Acció dels organismes marins. — Forma- ció dels coralls	106
--	-----

II. Agents interiors

Els agents interiors desnivellen.	115
---	-----

CAPÍTOL I

Geotèrmica

De com la temperatura augmenta ab la profunditat. — Calor interna. — Exemples de pous artesianes, mines y foradades. — Fonts termals y termominerals. — Orígens de les deus termals. — Règim. — Composició	116
---	-----

CAPÍTOL II

Volcanisme

Volcans: llurs caràcters. — Fenòmens de les erupcions. — Productes volcànichs. — Corrents de lava. — Emanacions gasoses. — Formació dels cràters; llurs classes. — Volcans marins. — Derreres fases del volcanisme. — Çofreres. — Geysers. — Explicació del fenomen geyserià. — Salses. — Mofetes. — Distribució geogràfica dels volcans. — Causes del volcanisme. — Calor interna: conseqüències. — Intervenció de la ayga en els fenòmens volcànichs. — El volcanisme a Catalunya 124

CAPÍTOL III

Fenòmens de dislocació

Moviments de la crosta de la terra. — Alçaments y enfonzaments pausats. — Moviments alternants. — Terratrèmols. — Duració, extensió y velocitat de propagació dels terratrèmols. — Efectes dels terratrèmols. — Estudi sistemàtic dels terratrèmols. — Causes dels terratrèmols. — Els terratrèmols de Catalunya. 148

SEGONA PART

Geologia estratigràfica*Nocions generals de la composició de la escorça de la terra*

Roques 161

CAPÍTOL I

Caràcters generals de les roques

Textura y estructura. — Composició. — Anàlisi mecànica y química. — Exàmen macroscòpic y microscòpic . . . 162

CAPÍTOL II

Origen y classificació de les roques

§ I. — Roques exògenes o sedimentaries. — Roques estratificades d'origen mecànich. — Roques estratificades d'origen químic. — Roques estratificades d'origen orgànic . . . 173

§ II. — Roques endògenes o eruptives. — Sèrie antiga y sèrie moderna. — Classificació general fundada en la composició química. — **Roques àcides.** — Tipu granitoit. — Tipu porfiroit. — Tipu vidriós. — **Roques neutres.** — Tipu granitoit. — Tipu porfiroit. — Tipu vidriós. — **Roques bàssiques.** — Tipu granitoit. — Tipu porfiroit. — Tipu vidriós . . . 183

§ III. — Roques metamòrfiques. — Metamorfisme mecànich. — Metamorfisme d'influència. — Endomorfisme. — Principals roques metamòrfiques. 198

§ IV. — Roques meteòriques 203

CAPÍTOL III

Filons

Jaciments minerals y metal·lfers. Llurs classes. — Caràcters generals dels filons. — Filons concrecionats. 205

CAPÍTOL IV

Els fòssils

Llur importància 209

CAPÍTOL V

Estratigrafia

Estratigrafia. — Principi de superposició dels dipòsits sedimentaris. — Estratificació concordant, discordant y transgressiva. — Alteracions de la estratificació: capes inclinades, plegades y capgirades. — Falles. Esquerdaments. — Cronologia estratigràfica. — Sincronisme de les capes. — El caràcter paleontològic com a basa de la classificació. — Divisions de les formacions sedimentaries 211

TERCERA PART

Geologia propiament dita

Generalitats

Les grans divisions geològiques 222

CAPÍTOL I

Terreno primitiu o arcàich

Definició. — Caràcters generals. — Principals elements dels terrenos arcàichs. — De com se formà la crosta primitiva. — Existia la vida allavors? — Distribució geogràfica del terreno arcàich. — Extensió y caràcters que té a Catalunya 226

CAPÍTOL II

Era primaria o paleozoica

Caràcters generals. — Sa divisió en periodos. 237

§ I. — *Periodo precàmbrich*. — Generalitats. — Extensió y caràcters que té a Catalunya 240

§ II. — *Periodo silúrich.* — Caràcters generals. — Divisions del silúrich. — Caràcters paleontològichs de sa fauna y flora. — Sa distribució geogràfica. — Extensió y caràcters que té a Catalunya 242

§ III. — *Periodo devònich.* — Caràcters generals. — Caràcters paleontològichs de sa fauna y flora. — Divisions. — Sa distribució geogràfica. — Extensió y caràcters que té a Catalunya 252

§ IV. — *Periodo carbònich.* — Caràcters generals. — Fauna marina y terrania. — Flora. — Diverses fases de la flora carbònica. — Condicions climatològiques d'aquest periodo. — Divisions. — Sa extensió geogràfica. — Extensió y caràcters que té a Catalunya. — Origen y formació de la hulla. 261

§ V. — *Periodo pèrmich.* — Caràcters generals. — Fauna y flora. — Divisions. — Sa distribució geogràfica 280

CAPÍTOL III

Era secundaria o mesozoica

Generalitats y divisions 285

§ I. — *Periodo triàssich.* — Caràcters generals. — Caràcters paleontològichs de sa fauna y flora. — Divisions. — Sa distribució geogràfica. — Extensió y caràcters del terreno triàssich a Catalunya 288

§ II. — *Periodo juràssich.* — Caràcters generals. — Caràcters paleontològichs generals. — Principals divisions. — *Juràssich inferior* (sèrie liàssica). — Caràcters paleontològichs y estratigràfichs; divisions. — *Juràssich mitjà* (sèrie oolítica). — Caràcters paleontològichs y estratigràfichs; divisions. — *Juràssich superior.* — Caràcters paleontològichs y estratigràfichs; divisions. — Distribució geogràfica del juràssich. — Extensió y caràcters del terreno juràssich a Catalunya 305

§ III. — *Periodo cretàcich.* — Caràcters generals y divisions. — *Cretàcich inferior* (sèrie infracretàtica). — Caràcters paleontològichs y estratigràfichs; divisions. — *Cretàcich superior* (sèrie supracretàtica). — Caràcters paleontològichs y estratigràfichs; divisions. — Distribució geogràfica del cretàcich. — Extensió y caràcters del terreno cretàcich a Catalunya 328

CAPÍTOL IV

Era terciària o neozoica

Generalitats. — Divisions de la Era terciària.	363
§ I. — <i>Periodo eocènich.</i> — Caràcters generals. — Sa fauna y flora. — Divisions. — Sa distribució geogràfica. — Extensió y caràcters de l'eocènich català	365
§ II. — <i>Periodo oligocènich.</i> — Caràcters generals. — Sa fauna y flora. — Divisions. — Sa distribució geogràfica. — Extensió y caràcters de l'oligocènich català	388
§ III. — <i>Periodo miocènich.</i> — Caràcters generals. — Sa fauna y flora. — Divisions. — Sa distribució geogràfica. — Extensió y caràcters del miocènich català.	401
§ IV. — <i>Periodo pliocènich.</i> — Caràcters generals. — Sa fauna y flora. — Divisions. — Sa distribució geogràfica. — Extensió y caràcters del pliocènich català.	426

CAPÍTOL V

Era quaternària o moderna

§ I. Generalitats. — La fauna pleistocènica	436
§ II. Periodo gelar. — Proves del periodo gelar quaternari. — Causa de la invasió de les geleres.	442
§ III. — Aluvions pleistocènichs. — Loess. — Turberes, Tosca y Bretxes ossoses. — Extensió y caràcters del pleistocènich català	445

CAPÍTOL VI

L'Home

Aparició de l'Home. — Races primitives. — Silexs trevallats. — Fase paleolítica. — Fase neolítica. — Ciutats lacustres. Monuments megalítics. — Edat del bronso y edat del ferre. — La protohistòria catalana	452
Taula general dels periodos geològichs.	462
Resumen general	465
Index de matèries	469
Index de localitats catalanes	475

INDEX

DE LES LOCALITATS CATALANES CITADES A N'AQUEST LLIBRE

- Adri, 195, 373, 374.
 Agramunt, 397.
 Aguiró, 273, 275.
 Agullana, 98, 375.
 Alcanar, 340.
 Alcover, 32.
 Alfachs, 38.
 Alfara, 327.
 Almunia, 419.
 Alós, 248, 297, 343, 351, 386,
 397.
 Amer, 35, 123, 147, 159, 194,
 374, 451.
 Ametlla de Balaguer, 385.
 Amposta, 340.
 Andorra, 234, 247.
 Anglés, 159, 247.
 Aramprunyà, 176, 299, 301, 302.
 Arcabell, 257.
 Arenys de Mar, 448.
 Artesa, 397.
 Astell, 257.
 Avernó, 393.
 Aygabarreja, 196.
 Aygafreda, 298, 372.
 Badalona, 301.
 Bagà, 182.
 Bagur, 12, 202, 247.
 Balenyà, 379.
 Banyeres, 421.
 Banyoles, 92, 108, 373, 435,
 447, 451, 458, 459.
 Barà, 420, 423.
 Barberans, 327, 361.
 Barcelona, 150, 177, 247, 258,
 273, 297, 301, 340, 355, 434.
 Barceloneta, 70.
 Bas, 159.
 Bassagoda, 372.
 Basella, 195.
 Bastiments, 234.
 Batet, 195.
 Begas, 299, 300, 301, 302, 396.
 Beguda Alta, 421.
 Bellprat, 387.
 Bellpuig, 247.
 Bellver, 273, 274, 412.
 Benasque, 247.
 Benavent, 349.
 Benifallet, 302.
 Berga, 17, 20, 24, 53, 99, 343,
 348, 372, 373.
 Bergadà, 177, 181, 182, 344, 346,
 349, 352, 372, 397.
 Besalú, 435.
 Bescarà, 247.
 Besós, 41, 92, 415.
 Betlhèm, 202.
 Blanes, 62.
 Bolós, 372.
 Bonastre, 360.
 Boneres, 234.
 Bordeta, 434.
 Bruguera, 273.
 Brugués, 249, 251, 258, 259,
 299, 300.
 Caballera, 257, 273.
 Cabo, 294.
 Cabra, 372.
 Cadaqués, 232.
 Cadí, 148, 257, 273, 294, 318,
 372, 385, 410.

- Cairat, 297, 379, 380, 381.
 Calaf, 181, 398, 400.
 Calafell, 360, 417.
 Caldes de Bohí, 119.
 Caldes de Malavella, 121, 122,
 123, 176, 177, 180, 194, 195,
 447, 451.
 Caldes de Montbuy, 120, 122.
 Calonge, 247.
 Calsina, 383.
 Camarasa, 296, 334, 350, 386,
 397.
 Camp de Tarragona, 358, 410,
 423, 434, 447.
 Campdevanol, 182, 340, 397.
 Camposines, 303.
 Camprodon, 159, 177, 187, 202,
 247, 248, 257, 273, 276.
 Canigó, 76, 118, 228, 232, 233,
 249, 443.
 Canillo, 234.
 Cantallops, 421.
 Canyelles, 204, 421.
 Cap de Creus, 62, 63, 66, 69,
 144, 166, 186, 194, 200, 202,
 232.
 Cap de Graus, 234, 247.
 Capellades, 101, 247.
 Capsida, 360.
 Carboners, 234.
 Cardó, 26, 327.
 Cardona, 96, 180, 398.
 Carença, 87, 233.
 Carlit, 86, 89.
 Caro, 327.
 Cassà de la Selva, 247.
 Castell, 247.
 Castellar, 184.
 Castellar d'En Huch, 273, 294,
 343, 372.
 Castellàs, 294.
 Castellbisbal, 393, 431, 433, 447.
 Castelldefels, 11, 12, 13, 14, 298,
 448.
 Castellví de la Marca, 217, 360,
 420, 421.
 Catllar, 360.
 Centelles, 379.
 Cerdanya, 108, 181, 247, 412,
 423, 447, 451.
 Ceret, 258.
 Cervelló, 249, 250, 433.
 Cherta, 193, 302.
 Ciurana, 431.
 Clot del Moro, 376, 377.
 Clúa, 349.
 Coll, 274, 301.
 Collada de Tosses, 247.
 Collbató, 296, 380.
 Coll d'Alba, 360.
 Coll d'Alfara, 327.
 Coll de Balaguer, 327, 340.
 Coll de les Moles, 273.
 Coll de Nargó, 320.
 Collegats, 38, 346.
 Coma Armada, 257.
 Coma de Ransol, 234.
 Coma de Vaca, 200, 233.
 Comte, 294.
 Conca de Barberà, 302, 372, 387,
 447.
 Conca de Tremp, 343.
 Concrós, 75, 84, 234.
 Congost, 298.
 Corbera, 300.
 Cornellà, 42.
 Cornellana, 385.
 Cornudella, 372.
 Corts, 380.
 Costabona, 118, 166, 192, 199,
 202, 233.
 Costa de Llevant, 97, 177, 185,
 186, 241, 430, 447.
 Cova del Vidre, 362.
 Covarriu, 150.
 Coveta d'En Tardà, 353.
 Cremal, 90.
 Cubelles, 417.

- Darnius, 294.
 Ebre, 40, 42, 302, 340, 360, 372,
 392, 410, 430, 447.
 Empurdà, 144, 342, 372, 392,
 410, 412, 430, 447.
 Eril-Castell, 273, 294.
 Espinalvet, 373, 385.
 Esplugues, 16, 433, 437.
 Espolla, 435.
 Essera, 247.
 Estahuja, 108.
 Estartit, 62, 340.
 Estevar, 412, 423.
 Estona, 249.
 Estret de Murens, 82.
 Falset, 57, 302, 327.
 Fangar, 38.
 Figaró, 298.
 Figols, 346, 347.
 Figueres, 318.
 Flamisell, 257, 275.
 Fluvià, 147.
 Foix, 302.
 Foxà, 195.
 Freser, 41, 247, 294, 318, 343.
 Fresers, 233.
 Gabarres, 247, 372.
 Gandesa, 423.
 García, 302, 447.
 Garraf, 53, 55, 56, 60, 61, 99,
 150, 204, 218, 340, 355, 357,
 396, 417, 430.
 Garrigós, 412.
 Garrigues, 392, 423.
 Garrotxa, 144.
 Gàrsola, 385.
 Gavà, 122.
 Gayà, 423.
 Gelida, 301, 356, 357, 394, 421.
 Gerri, 247, 294, 296, 319, 346.
 Girona, 34, 123, 159, 176, 204,
 247, 258, 340, 373, 435, 447.
 Gironés, 177.
 Gisclareny, 318, 344, 345.
 Godall, 360.
 Gombreny, 182, 397.
 Gósol, 318, 343.
 Gràcia, 274, 433, 434, 448.
 Grà de Fajol, 34, 233, 234.
 Gramós, 273.
 Granollers, 411.
 Granollers de Rocacorva, 374.
 Grexa, 189, 294, 318.
 Guardia, 248, 296, 319, 348, 385.
 Guils, 248.
 Guillerries, 144.
 Gurb, 379.
 Horta, 274.
 Hortons, 421.
 Hostafranchs, 434.
 Hostalet, 319.
 Hostalnou, 319.
 Hostalrich, 447.
 Hóstoles, 159.
 Ibars, 349.
 Iglesias, 294, 319.
 Igualada, 435.
 Isobol, 273, 274.
 Isona, 343, 349.
 Josa, 318.
 La Bastida, 273.
 La Cot, 195.
 La Escala, 340.
 La Espluga, 122.
 La Garriga, 120, 122.
 La Mola, 327.
 La Palma, 433.
 La Puda, 122, 297, 298, 379.
 La Selva, 97, 144, 185, 186.
 La Vall, 358.
 L'Esquirol, 27.
 Les Coves, 318, 343.
 Les Planes, 195.
 Llacuna, 304.
 Llaveria, 327.
 Llavorsí, 247.
 Llana, 423.
 Llès, 150.

- Lleyda, 258, 283, 318, 320, 372,
 385, 392, 423, 448.
 Llobregat, 46, 192, 297, 298, 379,
 394, 415, 432, 434.
 Llorà, 128.
 Llors, 234.
 Lluçanès, 392, 397.
 Malatosca, 318.
 Malatosquera, 195.
 Malehides, 83, 92, 275, 443.
 Mallorca, 102.
 Malpàs, 319.
 Manlleu, 379.
 Marlés, 19, 21, 33.
 Marmellà, 359.
 Martorell, 192, 298, 299, 393,
 412, 420, 435.
 Masía de la Creu, 382.
 Masllorens, 360.
 Masnou, 64, 150.
 Masrampinyo, 419.
 Massanet de la Selva, 195.
 Matadepera, 372.
 Medes, 340.
 Mediona, 302.
 Meritxell, 234.
 Miravet, 447.
 Mola de Tortosa, 360.
 Molins de Rey, 8, 175, 433, 434.
 Molló, 276.
 Monjos, 358.
 Monistrol, 381, 384.
 Montagut, 302.
 Montcada, 122, 249, 250, 251,
 258, 412, 447, 448.
 Montané, 234.
 Montgat, 301.
 Montgrony, 54, 100, 273, 294,
 372.
 Montjuich, 42, 97, 150, 176, 202,
 219, 413, 414, 415, 416, 430,
 447.
 Montnegre, 247.
 Montolibert, 397.
 Montral, 29.
 Montroig, 296, 302, 320, 349,
 351, 386.
 Montsech, 31, 181, 216, 296, 297,
 320, 321, 343, 349, 352, 353,
 354, 355, 385, 397.
 Montseny, 92, 144, 201, 240, 241,
 247, 297, 372, 373, 410.
 Montserrat, 18, 23, 54, 297, 372,
 379, 380, 381, 383, 392, 394,
 396, 410.
 Montsià, 340, 360.
 Moyanés, 385, 392.
 Moyons, 23.
 Muga, 340.
 Mura, 18, 21.
 Murens, 40.
 Navarruy, 319.
 Navàs, 7.
 Navinés, 273.
 Noguera, 423.
 Noguera Pallaresa, 247, 319, 346,
 348, 351, 386, 443.
 Noguera Ribagorçana, 193, 247,
 257, 295, 343, 349.
 Noucreus, 233.
 Noves, 248, 294.
 Noya, 393.
 Nulles, 204.
 Nuria, 28, 198, 443.
 Ogassa, 248, 273, 275.
 Oix, 294, 343.
 Olesa de Bonesvalls, 357.
 Olesa de Montserrat, 298, 372,
 379.
 Oliana, 320, 343.
 Olivella, 421.
 Olot, 125, 126, 128, 132, 144,
 147, 159, 165, 193, 194, 195,
 392, 397, 447, 448.
 Orcau, 347.
 Ordino, 234.
 Organyà, 343, 346, 412.
 Oronés, 385.

- Osson, 247.
 Ortó, 412.
 Palafolls, 201, 247, 273.
 Palau, 232, 348, 435.
 Palautordera, 447.
 Pallejà, 298, 301, 434.
 Pallerols, 361.
 Papiol, 57, 192, 202, 249, 250,
 258, 259, 273, 274, 392, 430,
 433.
 Pardines, 248.
 Pedraforca, 107, 345.
 Pedralbes, 190.
 Peguera, 344.
 Penadés, 176, 177, 301, 302, 340,
 355, 357, 358, 359, 373, 387,
 392, 396, 397, 410, 411, 412,
 418, 419, 420, 421, 423, 447.
 Penya escorxada, 356.
 Peramea, 248.
 Pereis, 36.
 Perelló, 360.
 Pinyana, 459.
 Pirineu, 5, 31, 56, 74, 82, 86,
 91, 92, 108, 118, 119, 144, 146,
 178, 185, 186, 192, 198, 201,
 202, 217, 228, 234, 240, 247,
 258, 273, 274, 294, 297, 321,
 340, 343, 361, 372, 392, 397,
 410, 443.
 Pinell, 177, 423.
 Plana de Vich, 392.
 Plà de Bages, 7, 385, 392.
 Plà de Barcelona, 8, 185, 410,
 413, 430, 431, 447.
 Plà del Llobregat, 8, 12, 41, 52,
 218, 247, 410, 430, 431, 447.
 Plà de Sant Tirs, 257.
 Plà d'Urgell, 392.
 Plà de Vianya, 448.
 Pobla de Claramunt, 372.
 Pobla de Lillet, 180, 182, 343,
 372, 376.
 Pobla de Segur, 343, 347.
 Poblet, 201.
 Pobleta, 294.
 Pont de Raventí, 180.
 Pont de Suert, 443.
 Pontons, 302, 303.
 Porrera, 57.
 Portadeig de Capsanes, 327.
 Port de la Selva, 232.
 Prades, 247, 258, 302, 372, 443.
 Prat, 434.
 Prat de Comte, 302, 327.
 Prats, 423.
 Priorat, 185, 241, 247, 302, 327.
 Puigcerdà, 443.
 Puigcercós, 56.
 Puig d'Ali, 341.
 Puig Llançada, 257.
 Puigmal, 233.
 Puigtinyòs, 423.
 Putxet, 274.
 Queralps, 208.
 Requesens, 247.
 Rial, 41.
 Ribes, 29, 54, 247, 248, 257, 273,
 343, 376.
 Ripoll, 34.
 Ripollés, 99, 177, 392.
 Ritort, 200.
 Riu, 297.
 Riudecanyes, 302.
 Rocabruna, 247, 273, 276, 294.
 Roda, 421, 423.
 Roses, 145, 232, 407, 447.
 Rosselló, 410.
 Rubí, 394, 395, 435.
 Rubinat, 123.
 Sabadell, 421.
 Sadernes, 343.
 Salàs, 347.
 Saldes, 344, 355.
 Salomó, 302, 357, 360, 421.
 Salou, 340, 360, 423.
 Sallent, 195.
 Samsor, 423.

- Sanabastre, 423.
 Sans, 415, 434.
 Sant Andreu, 393, 396.
 Sant Aniol, 37.
 Sant Bartumeu del Grau, 379.
 Sant Bartumeu de la Quadra, 249, 394.
 Sant Boy, 434.
 Sant Celoni, 447.
 Sant Cugat del Vallés, 394, 418.
 Sant Feliu de Codines, 372.
 Sant Feliu de Guíxols, 19, 59, 64, 67, 70, 71, 166, 219.
 Sant Feliu del Llobregat, 8, 433.
 Sant Feliu de Lloret, 159.
 Sant Geroni, 384.
 Sant Gregori, 374.
 Sant Joan les Abadeses, 294, 318, 372, 376, 397.
 Sant Joan les Fonts, 147, 195, 197.
 Sant Jordi, 295, 324, 350.
 Sant Julià de Ramis, 374.
 Sant Julià de Vilatorrada, 377, 378.
 Sant Llorens de Morunys, 372.
 Sant Llorens de la Muga, 294, 375.
 Sant Llorens del Munt, 9, 297, 392, 396, 410.
 Sant Magí, 387.
 Sant Martí de Provensals, 433.
 Sant Martí Sarroca, 357.
 Sant Maurici, 195.
 Sant Miquel del Fay, 31, 34, 103, 218.
 Sant Miquel de Fluvià, 343, 412.
 Sant Mori, 412.
 Sant Pau d'Ordal, 219, 421, 422.
 Sant Pere Màrtir, 201, 207.
 Sant Pere Molanta, 417.
 Sant Pere de Roda, 232.
 Sant Pere de Ribes, 417.
 Sant Pol, 64, 65, 70.
 Sant Quintí de Mediona, 325.
 Sant Sadurní de Noya, 18, 127, 58, 219, 393, 418, 421.
 Sant Salvador de Breda, 159.
 Sant Salvador de Toló, 349, 385, 386, 397.
 Sant Sebastià, 248.
 Sant Vicens, 423.
 Sant Vicens dels Horts, 434, 448.
 Santa Cecília, 382.
 Santa Coloma de Gramanet, 41.
 Santa Creu d'Olorde, 190, 249, 251, 258, 260, 279.
 Santa Cristina, 65.
 Santa Margarida, 128, 146.
 Santa Maria de Meyà, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 351, 352, 385.
 Santa Pau, 128, 189, 194, 195.
 Sarrià, 190, 373.
 Segarra, 385, 387, 392.
 Segre, 193, 247, 248, 257, 273, 294, 295, 319, 320, 343, 346, 349, 350, 386.
 Sellés, 349.
 Senet, 247.
 Sentmanat, 184.
 Serchs, 58, 348.
 Serdanyola, 418, 435.
 Serinyà, 448, 456, 457, 459.
 Serra d'En Cija, 345.
 Serra del Navà, 273, 276.
 Serrisoles, 361.
 Setcases, 75, 84, 208, 234.
 Seu d'Urgell, 257, 412, 423, 424, 425.
 Sils, 447.
 Solius, 17, 18.
 Sornàs, 234.
 Sort, 248, 257, 294.
 Sorteny, 234.
 Subirats, 181, 356, 396, 418.
 Surroca, 273, 275.
 Taga, 257.
 Tahús, 248, 294, 319.

- Talarn, 347.
 Tarragona, 176, 297, 303, 326,
 340, 350, 373, 387.
 Tarrassa, 421, 435.
 Tarrega, 398, 399, 400.
 Ter, 234, 247, 294.
 Tibidabo, 166, 186, 192, 199,
 201, 202, 240, 241, 247, 435.
 Tivenys, 327.
 Tivisa, 302, 327.
 Torallas, 214.
 Tordera, 92, 144, 194, 447.
 Torre Barona, 356.
 Torre de Fontaubella, 55.
 Torrevellins, 38.
 Torroella de Montgrí, 12, 340.
 Tortosa, 340, 360, 435, 447, 451.
 Tossa, 68, 71.
 Tremp, 347, 348.
 Tuxent, 318, 319.
 Ujà, 22.
 Ull de Ter, 34, 85, 200, 233.
 Ulls de Llorens, 296.
 Urgell, 397.
 Vandellós, 327.
 Vansa, 320.
 Vallcarca, 202, 249, 250, 258,
 273, 274, 301.
 Vallcebre, 352, 355.
 Vall d'Aràn, 247.
 Valldoreig, 435.
 Vall d'Iret, 352.
 Vallés, 22, 92, 177, 185, 241,
 247, 298, 301, 373, 392, 396,
 397, 410, 411, 417, 419, 430,
 447.
 Vallensana, 190.
 Vallformosa, 447.
 Vallirana, 46, 298, 299, 301, 304.
 Vallvidrera, 190.
 Vendrell, 357, 360, 411, 417,
 421, 423.
 Ventolà, 319.
 Vernet, 443.
 Vespella, 340.
 Vich, 34, 176, 373, 377, 379.
 Vilafranca del Penadés, 357, 358,
 417.
 Vilaller, 247, 257.
 Vilanova de Benat, 273.
 Vilanova y Geltrú, 357, 358,
 417.
 Vilanova de Meyà, 350, 385.
 Vilassar, 64, 150, 451.
 Vilosiu, 344.
 Viloví, 340, 397.

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

...the ...

VICARIAT GENERAL
DE LA
DIÒCESIS DE BARCELONA

Per lo que a Nos toca, concedim nostre permís pera publicarse'l llibre titolat CURS DE GEOLOGÍA DINÀMICA Y ESTRATIGRÀFICA APLICADA A CATALUNYA escrit per Mossen Norbert Font y Sagué, mediant que de Nostra ordre ha estat examinat, y no conté, segons la censura, cap cosa contraria al dogma catòlich y a la sana moral. Imprimesques aquesta llicencia al principi o al final del llibre, y entre guense dos exemplars d'aquest rubricats pèl Censor, a la Secretaríia de Cambra y Govern d'aquest Bisbat.

Barcelona Octubre de 1905.

LO VICARI GENERAL,
RICARDO, Bisbe d'Eudoxia

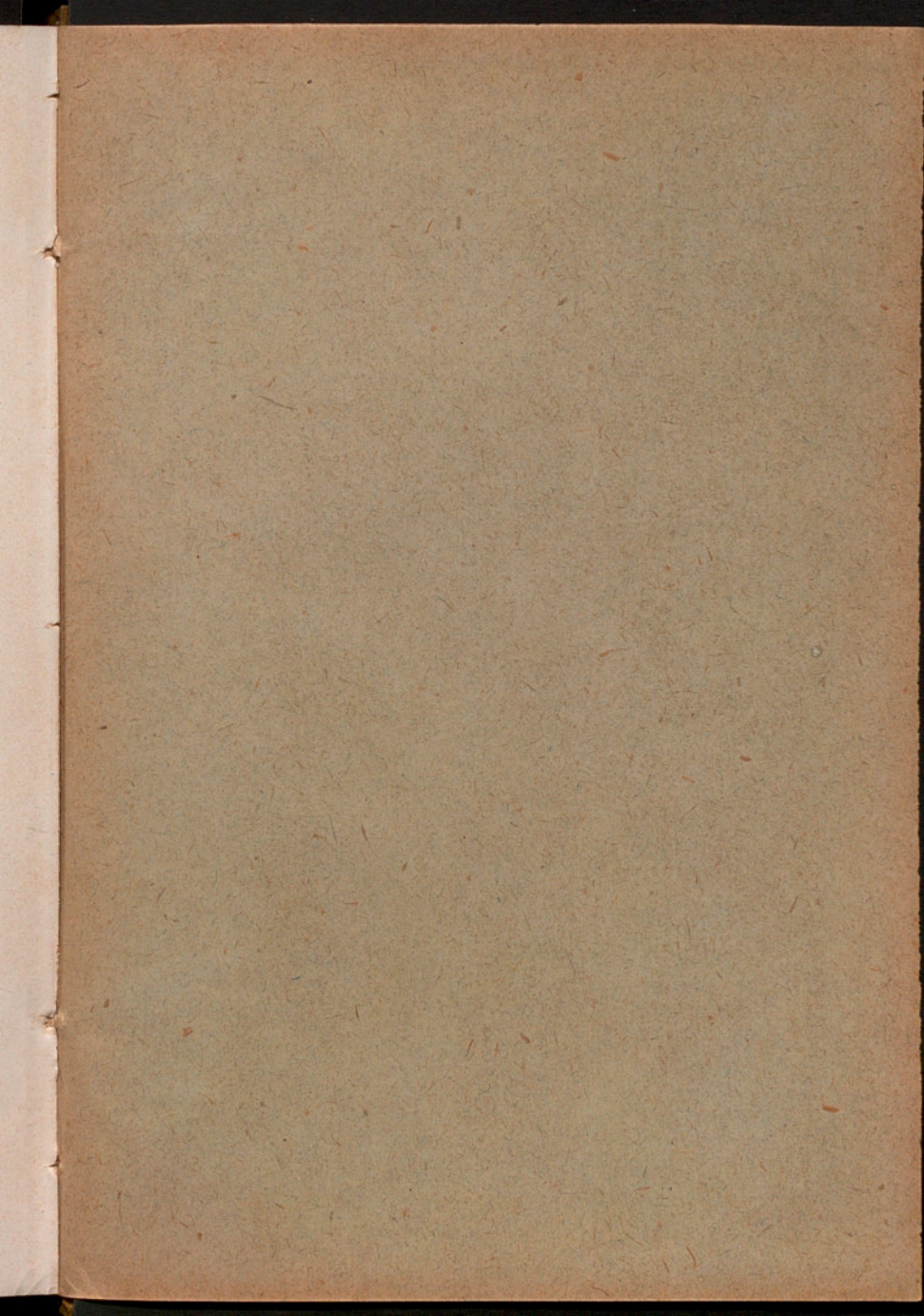
Per mandat de Sa Senyoria,
Llic. Manuel Fernández, Scro. Canc.

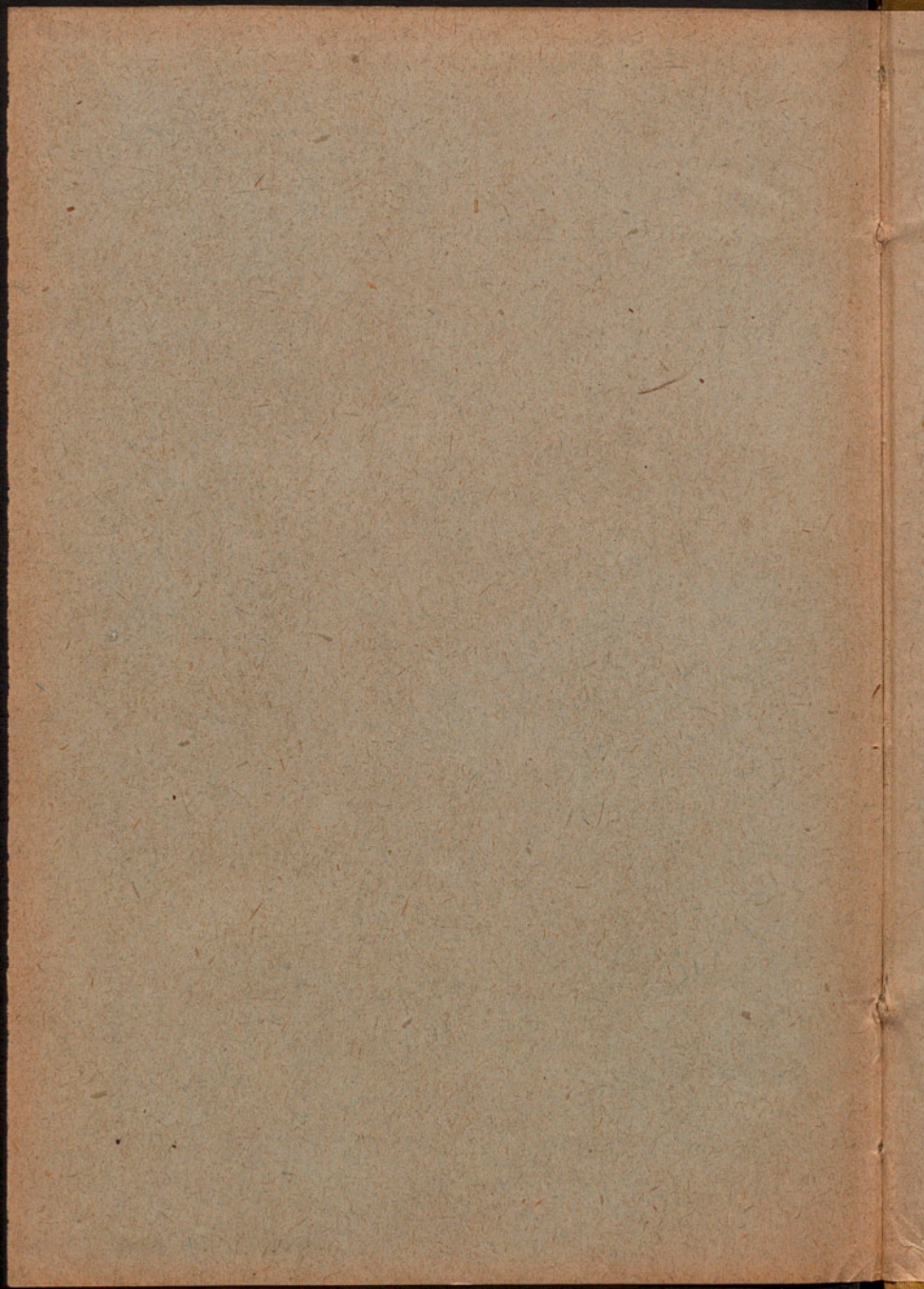
RECEIVED BY THE
LIBRARY OF THE
CONGRESS

THE LIBRARY OF THE
CONGRESS
1054 DUBLIN ST. N.W.
WASHINGTON, D.C. 20540

LIBRARY OF THE
CONGRESS

THE LIBRARY OF THE
CONGRESS





e. 15. XI. 1901
R. e.

D2-VI-23

GENERALITAT
DE CATALUNYA

BIBLIOTECA POPULAR
DE RIPOLL

Reg. 9618

Sig. 55(4671)

Fon.

N. Fonty Sagué



Geologia

Preu: 12 Pés.