



EL CAMP DELS NINOTS | La Pompeia del pliocè



Il·lustració: Mauricio Antón

Benvinguts al jaciment paleontològic del Camp dels Ninots. Sota aquests camps de conreu, s'hi amaga un dels pocs jaciments que permeten reconstruir tot un ecosistema de fa uns 3 milions d'anys, concretament del període que es coneix com a *pliocè superior*. La singularitat, diversitat i excepcionalitat dels materials posats fins ara al descobert han fet que el jaciment hagi estat declarat Bé Cultural d'Interès Nacional (BCIN) per la Generalitat de Catalunya, amb la voluntat de protegir-ne l'entorn, de fomentar-hi la recerca científica i de transmetre a la societat els resultats obtinguts.

Situat a l'extrem oest del municipi de Caldes de Malavella, el jaciment té una extensió aproximada d'uns 250.000 m². El topònim *Camp dels Ninots* prové d'antic, de quan molts caldens i caldenques sovintejaven l'indret per buscar-hi el que anomenaven *ninots*: unes pedres amb unes formes curioses, arronyonades, amb les quals jugaven a imaginar figures diverses. Els ninots, en realitat, són un tipus de mineral, l'òpal menilitic (SiO₂nH₂O), que es forma en unes condicions geològiques molt concretes, com les que es donen en aquest indret.

Des del punt de vista científic, no va ser fins l'any 1999 que es va descriure per primera vegada el Camp dels Ninots com un volcà. Des de l'any 2003, s'hi duu a terme un projecte de recerca, dirigit per l'Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social (IPHES), que compta amb un equip multidisciplinari, format per geòlegs, biòlegs, paleontòlegs, arqueòlegs i restauradors, entre d'altres, provinents d'universitats i de centres de recerca tant nacionals com internacionals. Els treballs científics han permès recuperar abundants restes fòssils d'animals, incloent-hi vertebrats de totes les mides (aus, peixos, amfibis, rèptils, mamífers, etcètera) i invertebrats, i també restes de flora (fulles, troncs, pòl·lens, etcètera), que permeten reconstruir detalladament com era aquest entorn. Les dades que ens proporcionen aquestes restes fòssils, juntament amb les que s'han obtingut dels estudis paleomagnètics² i bioestratigràfics³, ens han permès establir la cronologia exacta del jaciment en els 3,1 milions d'anys.



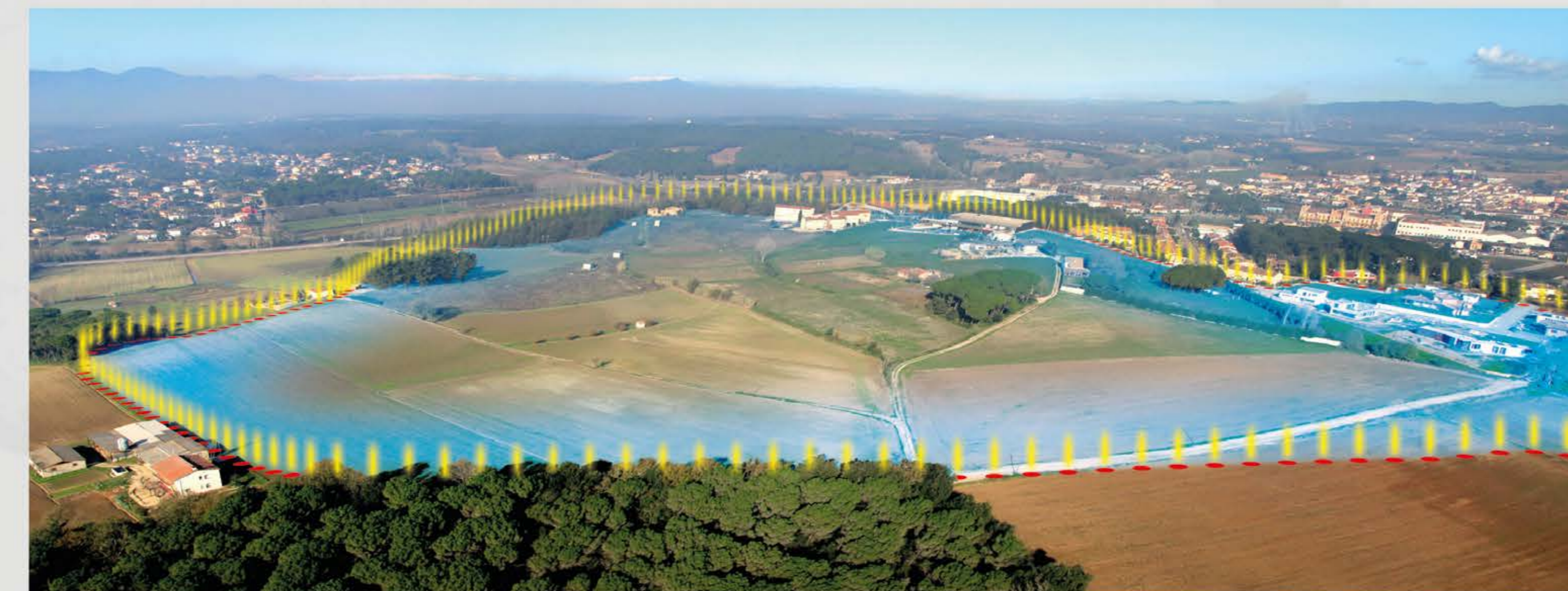
Així, sabem que el jaciment se situa en un antic volcà, al cràter del qual, quan l'activitat volcànica va cessar, es va formar un llac. Al voltant d'aquest llac es van donar les condicions òptimes perquè hi hagués vida, i s'hi va desenvolupar un ecosistema característic de climes subtropicals, amb un entorn dominat per l'exuberància d'animals i plantes. Alguns d'aquests animals van morir dins el llac o al seu voltant, i, després de restar submergits en l'aigua, van acabar al fons del llac, on, amb el temps, van quedar coberts per argiles. I el mateix va passar amb els vegetals, els troncs, les fulles, els fruits, etcètera.

Amb el pas del temps, aquestes argiles s'han convertit en un enorme arxiu d'informació (de més de 50 metres de profunditat), on els investigadors treballen per posar al descobert els tresors que hi van quedar atrapats.

La conservació dels fòssils és excepcional, amb esquelets sencers i en connexió anatòmica, la qual cosa fa que el jaciment sigui considerat un *fossil-lagerstätte*⁴; és a dir, un ja-

ciment amb una gran riquesa de fòssils. Podem afirmar, doncs, que ens trobem davant d'una imatge del passat; la Pompeia del pliocè.

En definitiva, el Camp dels Ninots és un autèntic tresor per a la paleontologia⁵ i la paleobotànica d'àmbit internacional.



Límit del jaciment del Camp dels Ninots.

EL CAMP DELS NINOTS | La Pompeya del Plioceno

Bienvenidos al yacimiento paleontológico del Camp dels Ninots. Bajo estos campos de cultivo se esconde uno de los pocos yacimientos que permiten reconstruir todo un ecosistema de hace unos 3 millones de años, concretamente del período conocido como Plioceno superior. La singularidad, diversidad y excepcionalidad de los materiales que hasta ahora se han puesto al descubierto han hecho que el yacimiento haya sido declarado Bien Cultural de Interés Nacional (BCIN) por la Generalitat de Catalunya, con la voluntad de proteger el entorno, fomentar la investigación científica y transmitir a la sociedad los resultados obtenidos.

Situado en el extremo oeste del municipio de Caldes de Malavella, el yacimiento tiene una extensión aproximada de 250.000 m². El topónimo *Camp dels Ninots* es muy antiguo, de cuando muchos caldenses frecuentaban el lugar para buscar lo que denominaban *ninots*: unas piedras con formas curiosas, arriñonadas, con las cuales jugaban a imaginar figuras di-

versas. Los ninots, en realidad, son un tipo de mineral, el ópalo menilitico (SiO₂nH₂O), que se forma en condiciones geológicas muy concretas, como las que se dan en este lugar.

Desde el punto de vista científico, no fue hasta 1999 cuando se describió por primera vez el Camp dels Ninots como un volcán. Desde el 2003 se lleva a cabo un proyecto de investigación, dirigido por el Instituto Catalán de Paleoeología Humana y Evolución Social (IPHES), que cuenta con un equipo multidisciplinar, formado por geólogos, biólogos, paleontólogos, arqueólogos y restauradores, entre otros, provenientes de universidades y de centros de investigación nacionales e internacionales. Los trabajos científicos han permitido recuperar abundantes restos fósiles de animales, incluidos vertebrados de todos los tamaños (aves, peces, anfibios, reptiles, mamíferos, etc.) e invertebrados, y también restos de flora (hojas, troncos, polenes, etc.), que permiten reconstruir detalladamente cómo era este entorno. Los da-

tos que nos proporcionan estos restos fósiles, junto con los que se han obtenido de los estudios paleomagnéticos² y bioestratigráficos³, nos han permitido establecer la cronología exacta del yacimiento en 3,1 millones de años.

De este modo, sabemos que el yacimiento se sitúa en un antiguo volcán en cuyo cráter, cuando la actividad volcánica cesó, se formó un lago. Alrededor de este lago se dieron las condiciones óptimas para que hubiera vida y se desarrolló un ecosistema característico de climas subtropicales, con un entorno dominado por la exuberancia de animales y plantas. Algunos de estos animales murieron dentro del lago o en sus inmediaciones y, después de estar sumergidos en el agua, acabaron en el fondo del lago, donde, con el tiempo, quedaron cubiertos por arcillas. Y lo mismo ocurrió con los vegetales, los troncos, las hojas, los frutos, etc.

Con el paso del tiempo, estas arcillas se han convertido en un enorme archivo de información (de más de 50 metros de profundidad), en

el cual los investigadores trabajan para poner al descubierto los tesoros que quedaron atrapados.

La conservación de los fósiles es excepcional, con esqueletos enteros y en conexión anatómica, lo que hace que el yacimiento sea considerado un *fossil-lagerstätte*⁴; es decir, un yacimiento con una gran riqueza de fósiles. Podemos afirmar, pues, que nos encontramos ante una imagen del pasado: la Pompeya del Plioceno.

En definitiva, el Camp dels Ninots es un auténtico tesoro para la paleontología⁵ y la paleobotánica de ámbito internacional. Su excepcionalidad radica en el hecho de que, además de ofrecernos una oportunidad única para estudiar el ecosistema de nuestro entorno durante el Plioceno, nos proporciona unos datos paleoambientales que nos ayudan a entender los cambios climáticos que han ocurrido hasta el momento actual.

THE CAMP DELS NINOTS | The Pompeii of the Pliocene

Welcome to the palaeontological site of Camp dels Ninots. Beneath these fields lies one of the few sites in the world that allows us to reconstruct an ecosystem from about 3 million years ago, namely during the period known as the Late Pliocene. The uniqueness, diversity, and exceptional condition of the materials uncovered so far have resulted in the declaration of the site as a Cultural Asset of National Interest by the Government of Catalonia in order to protect the area, promote scientific research, and to convey the results of that research to society.

Located on the western end of the municipality of Caldes de Malavella, the site covers an area of approximately 250,000 m². The name *Camp dels Ninots* (literally "field of dolls") comes from long ago, when the residents of Caldes would come to the area to find what they called *ninots*: odd, rounded stones that they played with, their imaginations transforming

them into different figures. *Ninots* are actually a type of mineral, menilite opal (SiO₂nH₂O), which forms in very specific geological conditions such as those which occur in this area.

From a scientific perspective, it was not until 1999 that Camp dels Ninots was described as a volcano for the first time. Since 2003, a research project led by the Catalan Institute of Human Palaeoecology and Social Evolution (IPHES) has been underway with the participation of a multidisciplinary team consisting of geologists, biologists, palaeontologists, archaeologists and restorers, among others, from both national and international universities and research centres. The scientific work they have undertaken has allowed for the discovery of numerous fossil remains, including all sizes of vertebrates (birds, fish, amphibians, reptiles, mammals, etc.) and invertebrates, as well as various plant remains (leaves, trunks, pollen, etc.), all of which have made it possible to develop a detailed reconstruction of what this area used to be like. The data provided by these fossil remains, along with the information obtained from palaeomagnetic² and biostratigraphic³ studies, have allowed the exact age of the site to be established at 3.1 million years.

We know that the site is located in the crater of an old volcano that went dormant, forming a lake. The conditions were optimal for life around the lake, and an ecosystem characteristic of subtropical climates developed with an environment dominated by an abundance of plants and animals. Some of these animals died in or around the lake, and afterwards their remains were submerged in the water, settled at the bottom of the lake, and over time were covered by clay. The same thing happened with plants, tree trunks, leaves, fruit, and so on.

Over time, these clay deposits have become an enormous archive of information (more

than 50 metres deep), where researchers work to discover all of the treasures trapped within.

The preservation of the fossils is exceptional, with intact and anatomically connected skeletons, which means that the site is considered to be a *Fossil-Lagerstätte*⁴; i.e. a site with a great abundance of fossils. We can therefore say that we are looking at a sort of snapshot of the past: the Pompeii of the Pliocene.

In short, Camp dels Ninots is a true treasure for both palaeontologists⁵ and palaeobotanists all around the world. The uniqueness of the site lies in the fact that, in addition to offering an extraordinary opportunity to study the ecosystem of our region during the Pliocene, it has provided palaeoenvironmental data that can help us to understand the changes in climate that have occurred up to now.

1. Pliocè: Segona època o sèrie del neogen, compresa entre el miocè i el pliocè (quaternari). Transcorre entre els 5,2 i els 2,58 milions d'anys.

2. Paleomagnetisme: Estudi del magnetisme terrestre natural romanent a fi de determinar la intensitat i direcció del camp magnètic terrestre del passat geològic.

3. Bioestratigrafia: branca de l'estratigrafia que se centra a assignar edats i a correlacionar els estrats de les roques a partir dels fòssils que contenen.

4. Fossil-lagerstätte: Terme que, en alemany, significa 'jaciment de fòssils'. S'utilitza per fer referència a un tipus de jaciment ric en fòssils, sigui perquè aquests són abundants o bé perquè presenten un estat de conservació extraordinari.

5. Paleontologia: Ciència que estudia els essers del passat, essencialment els fòssils.

Més informació en el codi QR. For more languages: QR code.



Per a més informació, escanegeu el codi QR.





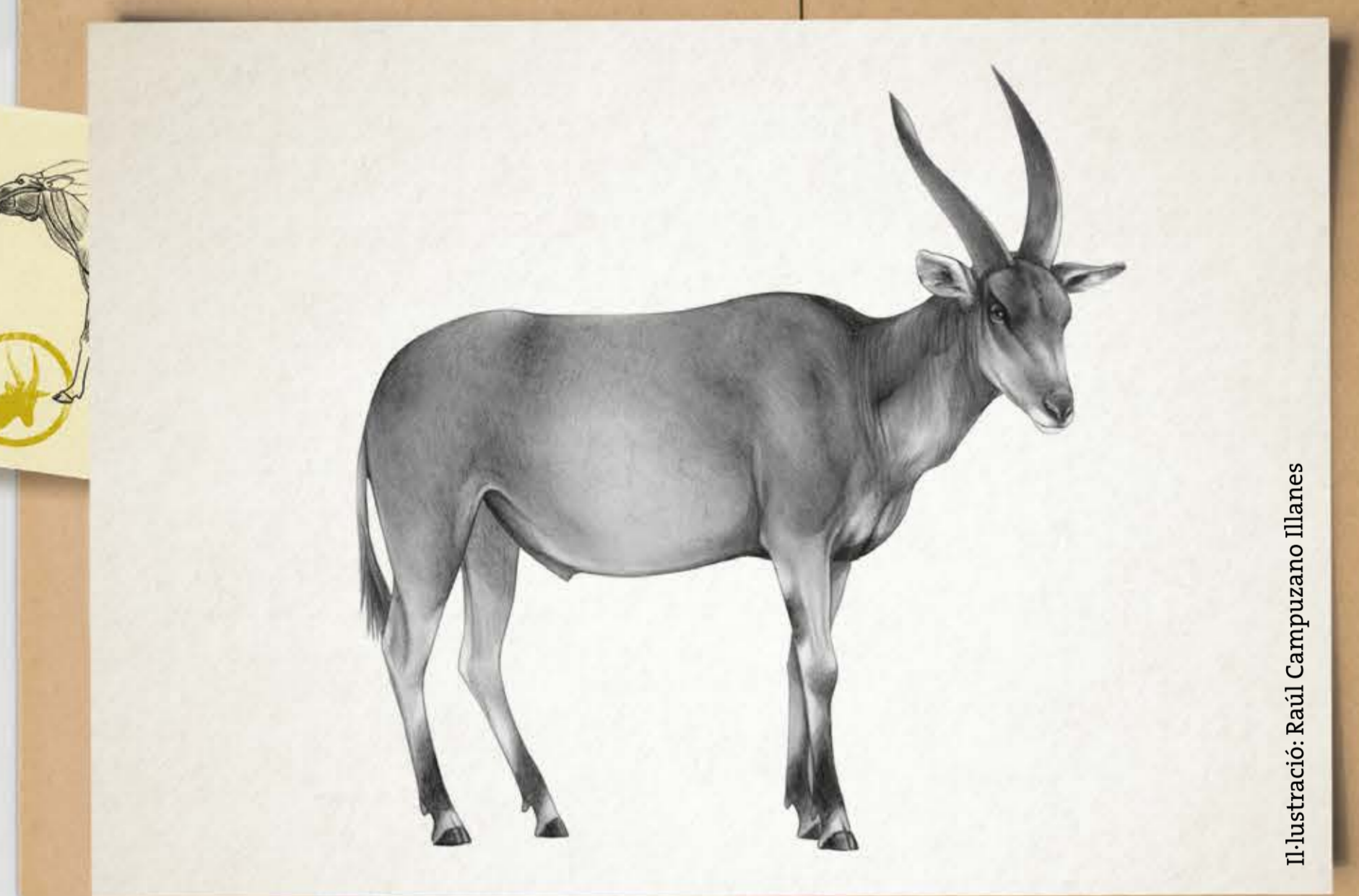
Il·lustració: Mauricio Antón

El Camp dels Ninots ens proporciona una imatge única de com era la vida ara fa 3,1 milions d'anys. Al jaciment s'han recuperat nombrosos esquelets de grans vertebrats, majoritàriament sencers i en connexió anatómica, corresponents a tres espècies d'herbívors. A dia d'avui, no s'ha documentat cap carnívor, malgrat que, de segur, devia haver-hi en aquest entorn. La poca diver-

sitat d'espècies contrasta amb la gran quantitat d'exemplars recuperats fins avui. Aquest jaciment és, molt probablement, el que presenta el registre fòssil més elevat de les espècies recuperades. L'animal que més hi abunda és el bòvid de l'espècie *Alephis tignerisi*, seguit del tapir de l'espècie *Tapirus arvensis* i del rinoceront de l'espècie *Stephanorhinus jeanvireti*.

BÒVIDS

Alephis tignerisi



Il·lustració: Raúl Campuzano Illanes

DESCRIPCIÓ FÍSICA: L'espècie de bòvid trobada al Camp dels Ninots, anomenada *Alephis tignerisi*, devia tenir un cos gràcil, amb unes mesures intermèdies respecte als grans bòvids, ja que feia uns 1,60 metres d'alçada per uns 2,40 metres de llargada i uns 500 quilos de pes. Per tant, aquests bòvids eren més petits que un brau, però més grossos que no pas els antílops actuals, com són ara el nyu o l'òrix.

ALIMENTACIÓ: Aquests bòvids eren animals de pastura i brostejadors; és a dir, menjaven l'herba dels prats i les fulles d'arbres i arbusts.

CURIOSITATS: Es tracta d'una espècie actualment desapareguda i molt poc coneguda a Europa, de la qual mai no s'havien localitzat esquelets tan complets i en connexió anatómica com els del Camp dels Ninots.



UNA FAUNA SUBTROPICAL

Bòvids, rinoceronts i tapirs

El Camp dels Ninots nos proporciona una imatge única de com era la vida ara fa 3,1 milions d'anys. En el jaciment se ha recuperat nombrosos esquelets de grans vertebrats, en su majoria enters i en connexió anatómica, corresponents a tres espècies d'herbívors. A dia d'hoi no se ha documentat ningun carnívor, aunque, de seguro, debían estar presentes en este entorno. La poca diversidad de especies

contrasta con la gran cantidad de ejemplares recuperados hasta la fecha. Este yacimiento es, muy probablemente, el que presenta el registro fósil más numeroso de las especies recuperadas. El animal que más abunda es el bóvido de la especie *Alephis tignerisi*, seguido del tapir de la especie *Tapirus arvensis* y del rinoceronte de la especie *Stephanorhinus jeanvireti*.

BÒVIDS (*Alephis tignerisi*)

DESCRIPCIÓ FÍSICA: La especie de bóvido encontrada en el Camp dels Ninots, llamada *Alephis tignerisi*, debía tener un cuerpo gracil, con unas medidas intermedias respecto de los grandes bóvidos, ya que medía aproximadamente 1,60 metros de altura por unos 2,40 metros de largo y pesaba alrededor de 500 kilos. Por tanto, estos bóvidos eran más pequeños que un toro, pero más grandes que los antílopes actuales, como el ñu o el oryx.

ALIMENTACIÓN: estos bóvidos eran animales pacedores y ramoneadores, es decir, comían la hierba de los prados y las hojas de árboles y arbustos. **CURIOSIDADES:** se trata de una especie actualmente desaparecida y muy poco conocida en Europa, de la que nunca se habían localizado esqueletos tan completos y en conexión anatómica como los del Camp dels Ninots.

RINOCERONTES (*Stephanorhinus jeanvireti*)

DESCRIPCIÓ FÍSICA: Les restes òssies de rinoceront localitzades al Camp dels Ninots corresponen a la espècie *Stephanorhinus jeanvireti*. La majoria de les espècies de rinoceronts europeus de les últimes 4 milions d'anys són molt similars entre si, i es pot dir que pràcticament totes se agrupen en un mateix gènere: el *Stephanorhinus*. Aquests rinoceronts, en su etapa adulta, presenten un pes mitjà de uns 3.000 quilos, una altura de 1,80 metres i una longitud de 3,20 metres. El pes de les rinoceronts actuals oscil·la entre els 1.000 quilos del rinoceront de Sumatra i els 3.500 quilos del rinoceront blanc, el animal terrestre actual més gran després de l'elefant.

ALIMENTACIÓN: la dentición de esta especie era de corona baja, lo que parece indicar, junto con la morfología del cráneo, que debía tener una alimentación basada en hojas y vegetales blandos, y no en gramíneas (como los cereales o la caña) que hoy constituyen la dieta de algunos de sus parientes actuales, como el rinoceronte blanco de África. Por lo tanto, no eran animales pacedores, sino ramoneadores. **CURIOSIDADES:** el único esqueleto que se ha recuperado en el Camp dels Ninots és casi entero y corresponde a un individuo joven. Se trata, junto con el ejemplar de Incaicall (Crespià, Girona), de uno de los esqueletos de rinoceronte más completos del registro fósil de Catalunya.

TAPIRES (*Tapirus arvensis*)

DESCRIPCIÓ FÍSICA: Els esquelets enters i en connexió anatómica recuperats en aquest jaciment constaten que se tracta d'un mamífer corpulent, de aproximadament 1 metre d'alçada i 2 metres de llargada, i d'uns 300 quilos de pes. El tapir asiàtic (*Tapirus indicus*) és la espècie viva més similar a la encontrada en el Camp dels Ninots. **ALIMENTACIÓ:** la alimentació dels tapirs se basava essencialment en el consum de fruites i vegetals que conseguïen en espais de selva relativament cerrados y húmedos. El alto grado de especialización de los tapires respecto al entorno hace que estos animales sean muy sensibles a cualquier variación del ecosistema. Esto explica

que los tapires desaparecieron cuando en el continente europeo se produjo, hace 4,5 millones de años, un cambio climático que propició la concentración de determinados frutos en periodos concretos del año y la proliferación de árboles de hoja caduca. Por ello, estos animales son un buen indicador de los cambios climáticos. **CURIOSIDADES:** este tipo de animales es poco común en el registro fósil europeo. Los ejemplares del Camp dels Ninots son los más completos que se conocen en Europa. Actualmente es uno de los yacimientos que aporta más restos fósiles de esta especie en el registro mundial, junto con los yacimientos de Hajnacka (Eslováquia) y Viallette (Francia).

SUBTROPICAL FAUNA

Bovids, rhinoceros and tapirs

Camp dels Ninots offers a unique picture of what life was like 3.1 million years ago. The site has yielded numerous skeletons of large vertebrates which are mostly intact and anatomically connected, corresponding to three species of herbivores. To date, no carnivores have been documented, though they surely must have been present in this environment. The low species diversity is in contrast with the large number of

BOVIDS (*Alephis tignerisi*)

PHYSICAL DESCRIPTION: The bovid species found at Camp dels Ninots (*Alephis tignerisi*) would have had a slender body of intermediate size compared to the large bovids, as they measured some 1.60 metres in height and about 2.40 in length and weighed approximately 500 kg. As such, these bovids were smaller than a bull, but larger than modern-day antelopes like the wildebeest or oryx.

RHINOCEROS (*Stephanorhinus jeanvireti*)

PHYSICAL DESCRIPTION: The skeletal remains of the rhinoceros recovered at Camp dels Ninots belong to the species *Stephanorhinus jeanvireti*. The majority of European rhinoceros species over the last 4 million years are very similar to one another, and are thus grouped into the same genus, *Stephanorhinus*. As adults, these rhinoceroses weighed an average of 3,000 kg, stood 1.80 metres in height and measured 3.20 metres in length. The weight of modern-day rhinoceroses ranges between 1,000 kg in the case of the Sumatran rhinoceros, and 3,500 kg for the white rhinoceros, the second largest land animal after the elephant.

DIET: This species had low-crowned dentition, which along with the morphology of the skull, seems to indicate that its diet was based on leaves and soft plants, rather than grasses like cereals or reeds, which now constitute the diet of its living relatives, such as the African white rhino. Therefore, these were not grazing, but rather browsing animals.

TAPIRES (*Tapirus arvensis*)

PHYSICAL DESCRIPTION: The complete and anatomically connected skeletons found at this site show that this was a stout animal, approximately 1 metre tall and 2 metres long, and weighing about 300 kg. The Malayan tapir (*Tapirus indicus*) is the species of tapir alive today that is most similar to that found at Camp dels Ninots. **DIET:** The tapir's diet was essentially based on the consumption of fruits and vegetables which it foraged in relatively closed and humid areas of the forest. The high degree of specialization found in tapirs in relation to their environment makes these animals very sensitive to any changes in the ecosystem. This explains why tapirs disappeared when the European continent experienced a change in climate 2.5 million years ago which led to the concentration of certain fruits in specific periods of the year, as well as the proliferation of deciduous trees. This makes these animals good indicators of climate change.

specimens recovered to date. This site probably has the largest fossil record of the species found here. The most abundant animals documented are bovids of the species *Alephis tignerisi*, followed by the tapir *Tapirus arvensis*, and the rhinoceros species *Stephanorhinus jeanvireti*.

DIET: These bovids were grazing and browsing animals, meaning that they consumed grass from meadows as well as the leaves of trees and shrubs. **INTERESTING INFORMATION:** This species has disappeared and is little known in Europe. No skeletons as complete and as fully connected as those at Camp dels Ninots have ever been found.

INTERESTING INFORMATION: The only skeleton recovered in Camp dels Ninots is almost completely intact and corresponds to a young individual. Along with the specimen discovered in Incaicall (Crespià, Girona), this is one of the most complete rhino skeletons in the fossil record of Catalonia.

rienced a change in climate 2.5 million years ago which led to the concentration of certain fruits in specific periods of the year, as well as the proliferation of deciduous trees. This makes these animals good indicators of climate change. **INTERESTING INFORMATION:** These animals are rare in the European fossil record. The remains uncovered at Camp dels Ninots are the most complete known specimens in Europe. Today this is among the sites that have contributed the most fossil remains of this species to the world fossil record, along with sites in Hajnacka (Slovakia) and Viallette (France).

RINOCERONTS

Stephanorhinus jeanvireti



Il·lustració: Raúl Campuzano Illanes

DESCRIPCIÓ FÍSICA: Les restes òssies de rinoceront localitzades al Camp dels Ninots corresponen a l'espècie *Stephanorhinus jeanvireti*. La majoria de les espècies de rinoceronts europeus dels darrers 4 milions d'anys són molt semblants entre elles, i és per aquest motiu que pràcticament totes s'agrupen en un mateix gènere: l'*Stephanorhinus*. Aquests rinoceronts, en la seva etapa adulta, presenten un pes mitjà d'uns 3.000 quilos, una alçada d'1,80 metres i una llargada de 3,20 metres. El pes dels rinoceronts actuals oscil·la entre els 1.000 quilos del rinoceront de Sumatra i els 3.500 quilos del rinoceront blanc, l'animal terrestre actual més gros després de l'elefant.

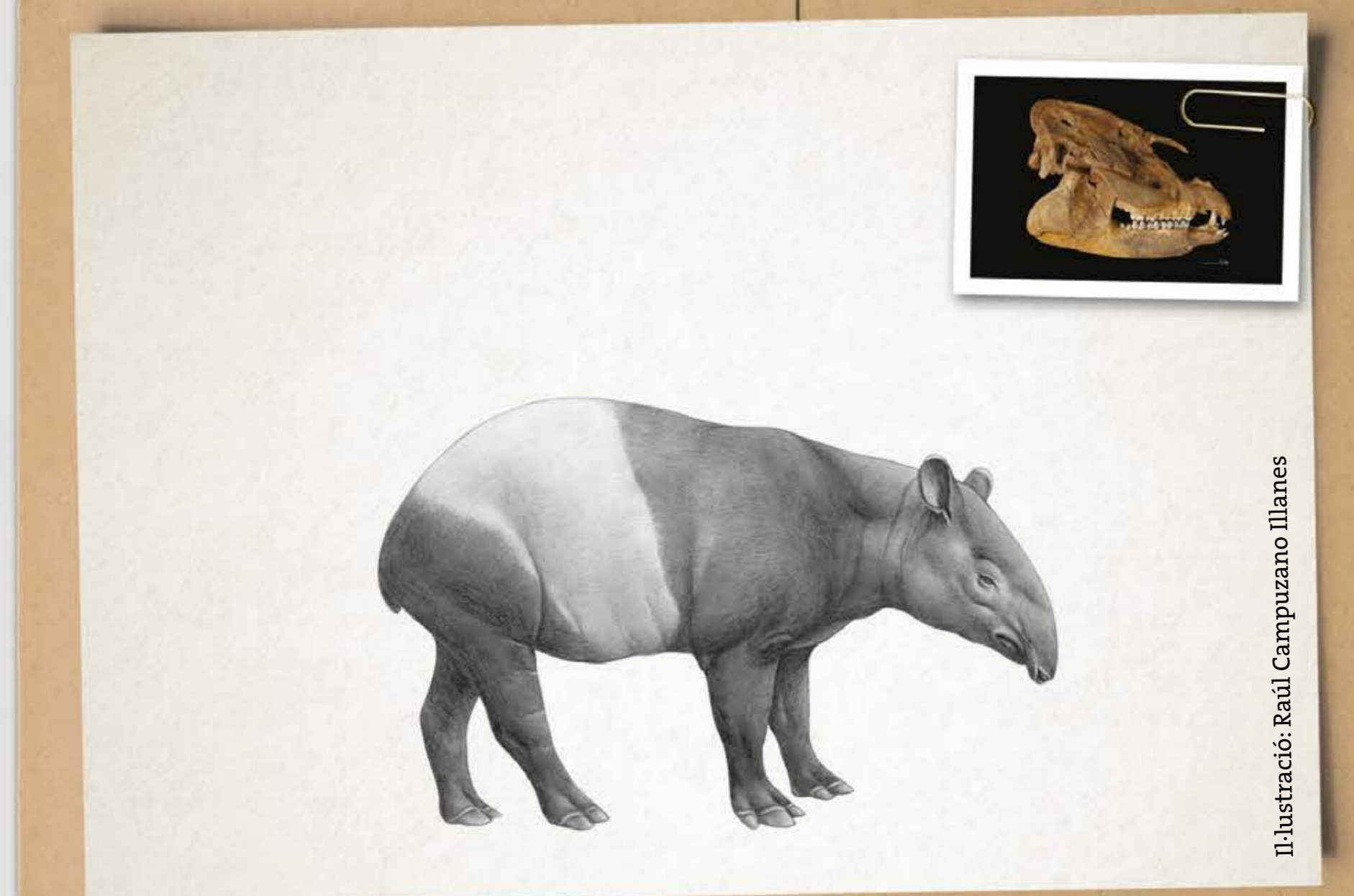
ALIMENTACIÓ: La dentició d'aquesta espècie era de corona baixa, la qual cosa sem-

bla que indica, juntament amb la morfologia del crani, que devia tenir una alimentació basada en fulles i vegetals tous, i no pas en les gramínies (com ara els cereals o la canya) que avui constitueixen la dieta d'alguns dels seus parents actuals, com el rinoceront blanc de l'Àfrica. Per tant, no eren animals de pastura, sinó brostejadors. **CURIOSITATS:** L'únic esquelet que s'ha recuperat al Camp dels Ninots està gairebé sencer i correspon a un individu jove. Es tracta, juntament amb l'exemplar d'Incaicall (Crespià, Girona), d'un dels esquelets de rinoceront més complet del registre fòssil de Catalunya.



TAPIRS

Tapirus arvensis

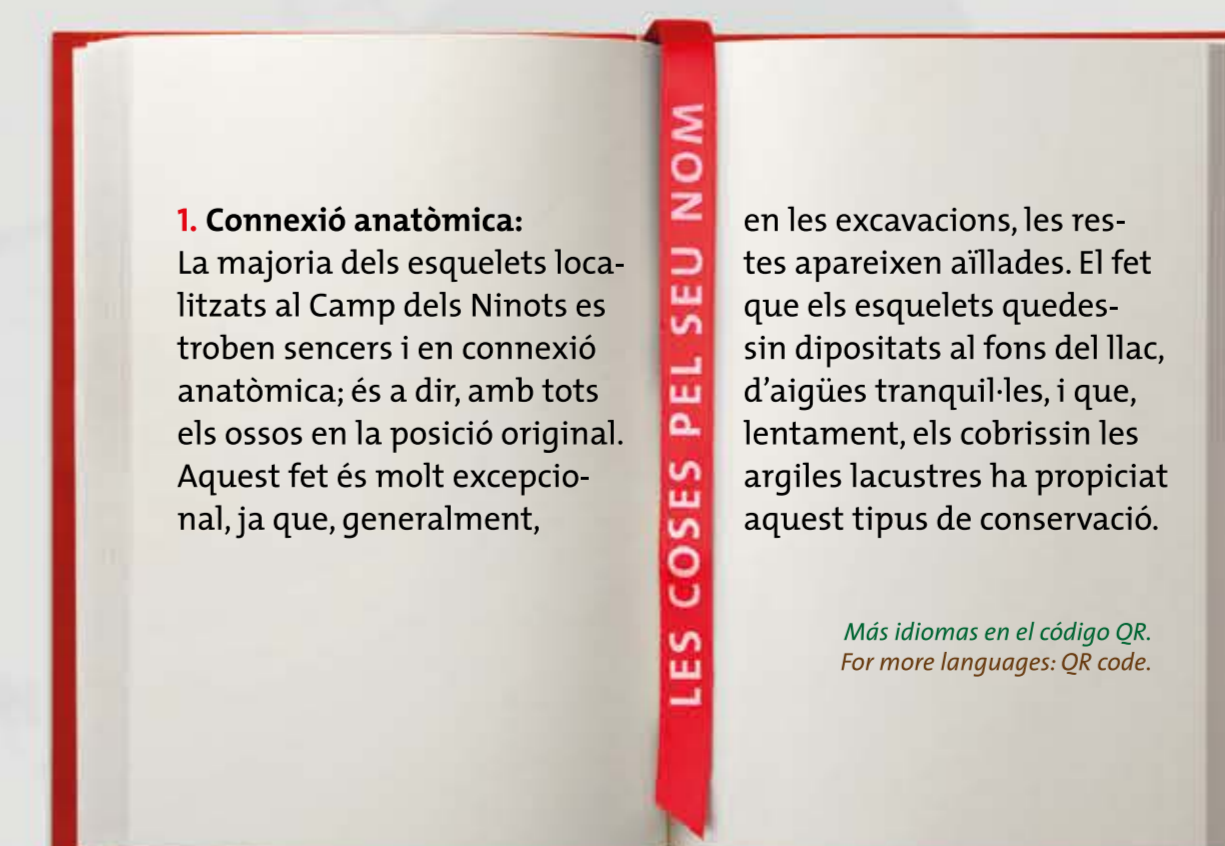


Il·lustració: Raúl Campuzano Illanes

DESCRIPCIÓ FÍSICA: Els esquelets sencers i en connexió anatómica recuperats en aquest jaciment constaten que es tracta d'un mamífer corpulent, d'aproximadament 1 metre d'alçada i 2 metres de llargada, i d'uns 300 quilos de pes. El tapir asiàtic (*Tapirus indicus*) és l'espècie viva més similar a la trobada al Camp dels Ninots.

ALIMENTACIÓ: L'alimentació dels tapirs es basava essencialment en el consum de fruites i de vegetals que aconseguïen en espais de selva relativament tancats i humits. L'alt grau d'especialització dels tapirs respecte a l'entorn fa que aquests animals siguin molt sensibles a qualsevol variació de l'ecosistema. Això explica que els tapirs desapareguessin quan al continent europeu es va produir, ara fa 2,5 milions d'anys, un canvi climàtic que va provocar

la concentració de determinats fruits en períodes concrets de l'any i la proliferació d'arbres de fulla caduca. Aquests animals són, doncs, un bon indicador dels canvis climàtics. **CURIOSITATS:** Aquest tipus d'animals són poc comuns en el registre fòssil europeu. Els exemplars del Camp dels Ninots són els més complets que es coneixen a Europa. A dia d'avui és un dels jaciments que aporta més restes fòssils d'aquesta espècie en el registre mundial, juntament amb els jaciments de Hajnacka (Eslovàquia) i Viallette (França).



Per a més informació, escaneja el codi QR.

Generalitat de Catalunya Departament d'Empresa i Ocupació

AJUNTAMENT DE CALES DE MALAELLA

IPHES Institut d'Història de l'Español i de l'Arqueologia

Generalitat de Catalunya Departament de Cultura



UN CLIMA SUBTROPICAL AL MEDITERRANI

L'aigua, una font de vida

Al jaciment del Camp dels Ninots s'han recuperat múltiples evidències de vegetació. Aquest fet permet als investigadors obtenir dades clau per conèixer el clima i el paisatge d'aquest entorn, com també per entendre les dinàmiques climàtiques que van tenir lloc en el passat. Cronològicament té una importància especial, ja que és un dels pocs jaciments que poden explicar amb detall la transició que es va produir, a finals del Pliocè, d'un clima típicament subtropical a l'actual clima mediterrani.

Les restes paleobotàniques¹ que apareixen al jaciment es poden classificar en dos grans grups: d'una banda, les que es veuen a simple vista (macrorestes) i, de l'altra, les microscòpiques (microrestes). Les macrorestes vegetals són molt abundants i, sovint, apareixen formant grans acumulacions. Corresponen a empremtes (negatius) de determinades restes vegetals (fulles, troncs, tiges, llavors, fruits, etcètera) que s'han conservat en les lutites² verdes del fons del llac, malgrat que la part orgànica hagi desaparegut. Les microrestes, en canvi, corresponen a elements orgànics (pòl·lens, espores, microalgues, etcètera) que

s'han conservat en els sediments però que requereixen tècniques fisicoquímiques, realitzades al laboratori, per poder ser identificades i estudiades. Les microrestes són especialment interessants perquè no només proporcionen informació sobre la cobertura vegetal de l'entorn immediat al llac, sinó també de la regió.

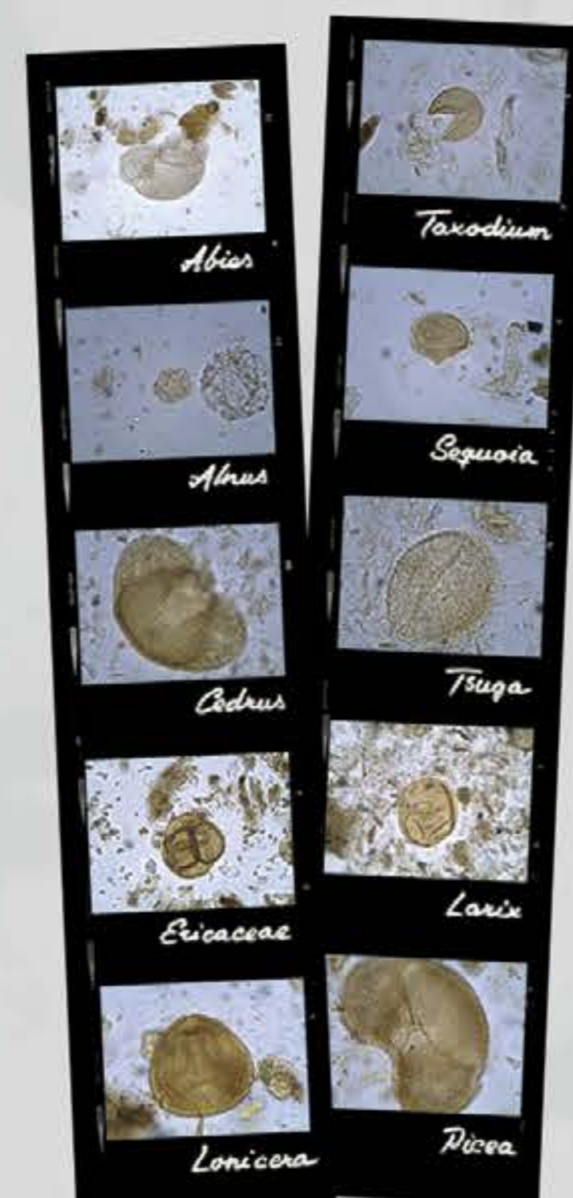
Aquest conjunt d'arbres i de plantes que s'han identificat indiquen que el paisatge vegetal del Camp dels Ninots era de tipus subtropical, amb unes condicions mediambientals de temperatures suaus al llarg de l'any (uns 5 °C superiors a les d'avui i per sobre dels -2 °C) i una humitat més o menys constant, amb un total de precipitacions abundant (de 900 a 2.000 mil·lilitres anuals, i en alguns casos podien arribar als 6.000 mil·lilitres). La formació forestal es va veure afavorida, a més, per la presència de boires, que incrementaven el total de precipitacions i contribuïen a la suavitat de les temperatures, la qual cosa propiciava l'existència d'arbres de 25 metres d'alçada (de vegades fins i tot arribaven als 40 metres), com és el cas de les espècies que integren la laurisilva.



Il·lustració: Mauricio Antón



Superfícies d'excavació amb empremtes de diferents fulles.



Diferents tipus de pòl·lens recuperats.



LA LAURISILVA

Lluny de les aigües del llac, darrere dels boscos de ribera, hi havia la laurisilva; un tipus de bosc subtropical. Al Camp dels Ninots, la laurisilva estava caracteritzada pels gèneres *Daphnogene* i *Lauraphyllum*, relacionats amb diferents espècies de la família dels llorers (família de les lauràcies).

Si prenem com a referència els actuals boscos de llorers de les illes Canàries, a més de lau-

ràcies, en aquests boscos pliocènics hi devia haver noguers i alzines subtropicals, les quals podrien ser les avantpassades de les alzines actuals (*Quercus ilex*). Al Camp dels Ninots s'ha determinat l'espècie *Quercus drymeja*.



Fulles lauràcies del gènere *Lauraphyllum*.

Fulla lauràcia del gènere *Daphnogene*.

Fulla d'alzina tropical del gènere *Quercus*.



BOSC DE RIBERA

A les vores del llac es va desenvolupar un bosc de ribera constituït fonamentalment per verns (*Alnus gaudinii*) i xiprers dels pantans (del gènere *Taxodium* o *Glyptostrobus*). En aquestes associacions també hi vivien líquidàmbars (del gènere *Liquidambar*), arbres de la cera (del gènere *Myrica*), oms (del gènere *Ulmus*), plataners (del gènere *Platanus*) i pollancre (del gènere *Populus*).



Fulla de vern del gènere *Alnus*.



Fulla de vern del gènere *Alnus*.



Fruit de vern.



Inflorescència de *Liquidambar*.



Fulla del gènere *Platanus*.



Fulla de pollancre del gènere *Populus*.



PLANTES AQUÀTIQUES I AMFÍBIES

Les plantes aquàtiques devien formar denses praderies en determinades zones del llac. Presenten fulles laciniades (és a dir, molt retallades) per tal de suportar els corrents hidràulics sense separar-se de la planta reproductora. Al Camp dels Ninots aquest tipus de fulla és present en els gèneres *Cabomba*, de regions tropicals, i *Ranunculus*, àmpliament distribuït en la geografia de la península Ibèrica.

Les plantes amfibies són les que estan parcialment submergides. Aquest és el cas de les bogues, les canyes i els esparganis, que tenen les arrels i els rizomes submergits en l'aigua i part de les tiges, les fulles i les inflorescències, emergides. Segurament van formar bancs allunyats de les ribes, en zones somes, on cap element arbori els feia ombra, ja que aquestes plantes, per viure, necessiten que el sol els toqui de ple.



Fulla de planta del gènere *Cabomba*.



Fulla monocotiledònia amfíbia.



Fulla de falguera tropical.

UN CLIMA SUBTROPICAL EN EL MEDITERRÁNEO

El agua, una fuente de vida

En el yacimiento del Camp dels Ninots se han recuperado varias evidencias de vegetación. Este hecho permite a los investigadores obtener datos clave para conocer el clima y el paisaje de este entorno, así como para entender las dinámicas climáticas que tuvieron lugar en el pasado. Cronológicamente tiene una importancia especial, ya que es uno de los pocos yacimientos que pueden explicar con detalle la transición que se produjo a finales del Plioceno, de un clima típicamente subtropical al actual clima mediterráneo.

Los restos paleobotánicos¹ que aparecen en el yacimiento se pueden clasificar en dos grandes grupos: por un lado, los que se ven a simple vista (macrorestos) y, por el otro, los microscópicos (microrestos). Los macrorestos vegetales son muy abundantes y, a menudo, aparecen formando grandes acumulaciones. Corresponen a huellas (negativos) de determinados restos vegetales (hojas, troncos, tallos, semillas, frutos, etc.) que se han conservado en las lutitas² verdes del fondo del lago, aunque la parte orgánica haya desaparecido. Las microrestos, en cambio, corresponden a elementos orgánicos (pólenes, esporas, microalgas,

etc.) que se han conservado en los sedimentos pero que requieren técnicas fisicoquímicas, realizadas en el laboratorio, para poder identificarlos y estudiarlos. Los microrestos son especialmente interesantes porque no solo proporcionan información sobre la cobertura vegetal del entorno inmediato al lago, sino también de la región.

Este conjunto de árboles y de plantas que se ha identificado indica que el paisaje vegetal del Camp dels Ninots era de tipo subtropical, con unas condiciones medioambientales de temperaturas suaves a lo largo del año (unos 5 °C superiores a las actuales y por encima de los -2 °C) y una humedad más o menos constante, con un total de precipitaciones abundante (de 900 a 2.000 mililitros anuales, y en algunos casos podía llegar a los 6.000 mililitros). La formación forestal se vio favorecida, además, por la presencia de nieblas, que incrementaban el total de precipitaciones y contribuían a la suavidad de las temperaturas, lo que propiciaba la existencia de árboles de 25 metros de altura (a veces incluso llegaban a los 40 metros), como es el caso de las especies que integran la laurisilva.

LA LAURISILVA
Lejos de las aguas del lago, detrás de los bosques de ribera, había la laurisilva; un tipo de bosque subtropical. En el Camp dels Ninots, la laurisilva estaba caracterizada por los géneros *Daphnogene* y *Lauraphyllum*, relacionados con diferentes especies de la familia de los laureles.

Si tomamos como referencia los actuales bosques de laureles de las islas Canarias, además de lauráceas, en estos bosques pliocenos debía haber nogales y encinas subtropicales, las cuales podrían ser las antepasadas de las encinas actuales (*Quercus ilex*). En el Camp dels Ninots se ha determinado la especie *Quercus drymeja*.

BOSQUE DE RIBERA

En las orillas del lago se desarrolló un bosque de ribera formado fundamentalmente por alisos (*Alnus gaudinii*) y cipreses de los pantanos (del género *Taxodium* o *Glyptostrobus*). En estas asociaciones también vivían líquidámbar (del género *Liquidambar*), árboles de la cera (del género *Myrica*), omos (del género *Ulmus*), platanos (del género *Platanus*) y chopos (del género *Populus*).

PLANTAS ACUÁTICAS Y ANFIBIAS

Las plantas acuáticas debían formar praderas densas en determinadas zonas del lago. Presentan hojas laciniadas (es decir, muy recortadas) para soportar las corrientes hidráulicas sin separarse de la planta reproductora. En el Camp dels Ninots este tipo de hoja está presente en los géneros *Cabomba*, de regiones tropicales, y *Ranunculus*, ampliamente distribuido en la geografía de la península Ibérica.

Las plantas anfibias son las que están parcialmente sumergidas. Este es el caso de las aneas, las cañas y las esparganiáceas, que tienen las raíces y los rizomas sumergidos en el agua, mientras que parte de los tallos, las hojas y las inflorescencias están emergidas. Seguramente formaron bancos alejados de las orillas, en zonas someras, donde ningún elemento arbóreo les hacía sombra, ya que estas plantas, para vivir, necesitan que el sol les toque de lleno.

SUBTROPICAL CLIMATE IN THE MEDITERRANEAN

Water, a source of life

The Camp dels Ninots site has yielded abundant evidence of vegetation. This has allowed researchers to obtain key data for determining the climate and landscape of this environment, as well as for understanding the climate dynamics that occurred in the past. Camp dels Ninots is particularly important in terms of its chronology, as it is one of the few sites that can provide a detailed look into the transition that took place in the Late Pliocene from a typical subtropical climate to today's Mediterranean climate.

The palaeobotanical¹ remains appearing at the site can be classified into two broad groups: those which can be seen with the naked eye (macro-remains), and those at the microscopic level (micro-remains). Plant macro-remains are very abundant, and often consist of large accumulations. These correspond to (negative) imprints of certain plant remains (leaves, trunks, stems, seeds, fruits, etc.), which have been preserved in the green lutite² of the lake bottom, though the organic part has disappeared. Micro-remains, however, are organic elements (pollen, spores, algae, etc.) which have been

preserved in the sediment but require physicochemical techniques performed in the laboratory in order to be identified and studied. Micro-remains are particularly interesting because they not only provide information about the vegetation of the immediate area around the lake, but also about the region in general.

The assemblage of trees and plants identified at Camp dels Ninots points to a plant landscape that was subtropical in nature, and environmental conditions with mild temperatures throughout the year (about 5 °C higher than today and above -2 °C), and more or less constant humidity with abundant rainfall (from 900 to 2,000 millilitres per year, and in some cases as much as 6,000 millilitres). Forest formation was also facilitated by the presence of fog, which increased the total precipitation and contributed to the mild temperatures, thus favouring the existence of trees reaching 25 metres in height (and at times as many as 40 metres), as is the case with the species comprising the laurel forest.

LAUREL FOREST

Far from the waters of the lake, behind the riparian forests, there was a laurel forest, a type of subtropical forest. In Camp dels Ninots, the laurel forest consisted largely of the genera *Daphnogene* and *Lauraphyllum*, related to different species of the laurel family.

Taking the current laurel forests of the Canary Islands as a reference, in addition to *Lauraceae*, these Pliocene forests likely included subtropical walnut and holm oak trees, perhaps the ancestors of current-day holm oaks (*Quercus ilex*). The species *Quercus drymeja* has been identified at Camp dels Ninots.

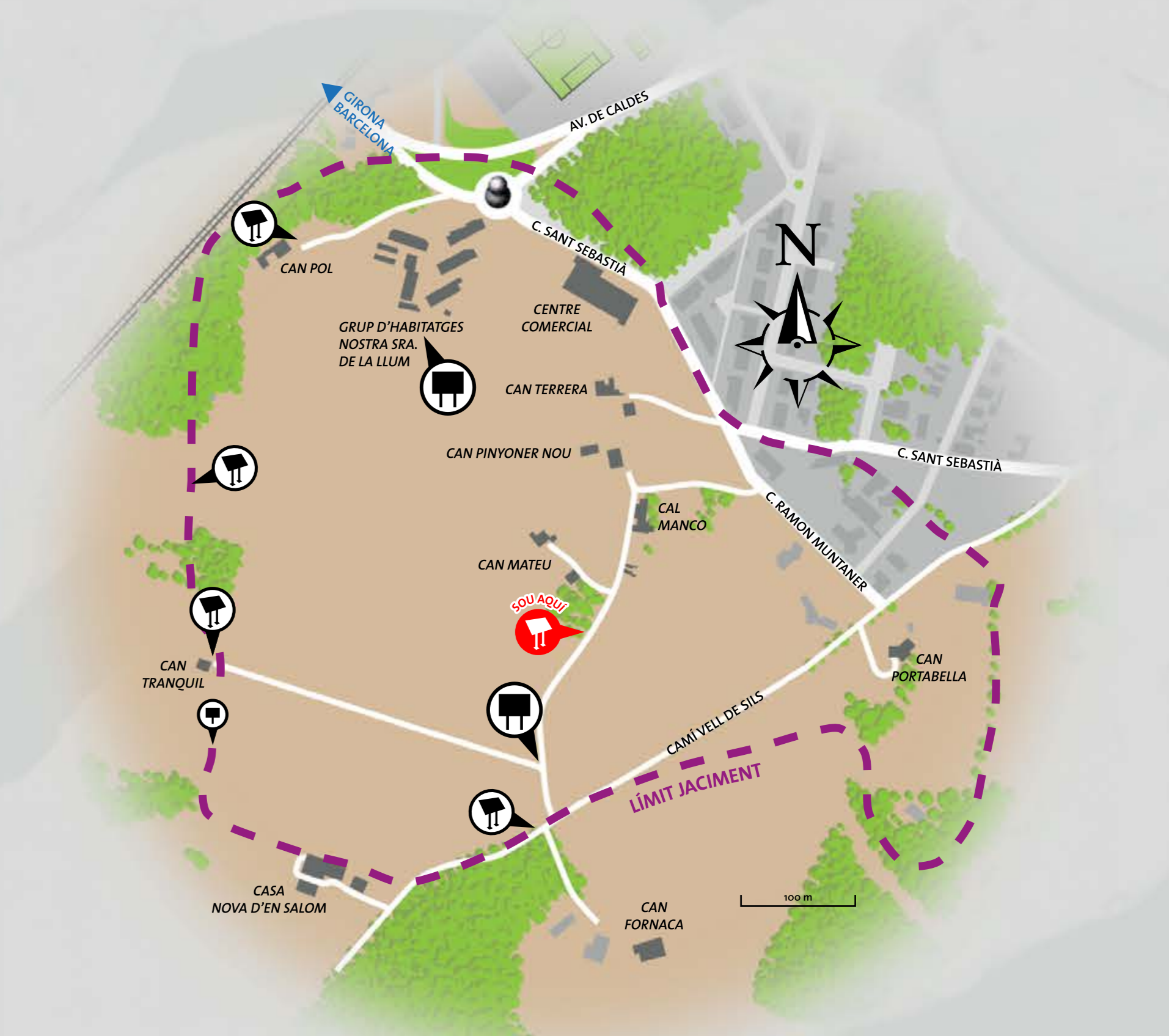
RIPARIAN FOREST

On the shores of the lake, a riparian forest developed consisting mainly of alder (*Alnus gaudinii*) and swamp cypress (of the genus *Taxodium* or *Glyptostrobus*). Such areas also included sweet gums (of the genus *Liquidambar*), wax trees (of the genus *Myrica*), elms (of the genus *Ulmus*), plane trees (of the genus *Platanus*), and poplar or aspen trees (of the genus *Populus*).

AQUATIC AND AMPHIBIOUS PLANTS

Aquatic plants formed dense meadows in certain areas of the lake. They have lacinate (i.e. scalloped or fringed) leaves in order to withstand the flow of water without being separated from the reproductive part of the plant. At Camp dels Ninots, this type of leaf can be seen in the genera *Cabomba*, typically from tropical regions, and *Ranunculus*, widely seen across the geography of the Iberian Peninsula.

Amphibious plants are those which are partially submerged. This is the case with bulrushes, reeds and *Sparganium*, whose roots and rhizomes are submerged and part of the stems, leaves, and inflorescences above the water. They probably formed banks away from the shores in shallow areas beyond the reach of trees that would have provided shade, as these plants require full sunlight in order to survive.



Per a més informació, escaneu el codi QR.

Generalitat de Catalunya Departament d'Empresa i Ocupació

AJUNTAMENT DE CALDES DE MALAVELLA

IPHES Institut Català de Paleontologia Humana i Evolució Social

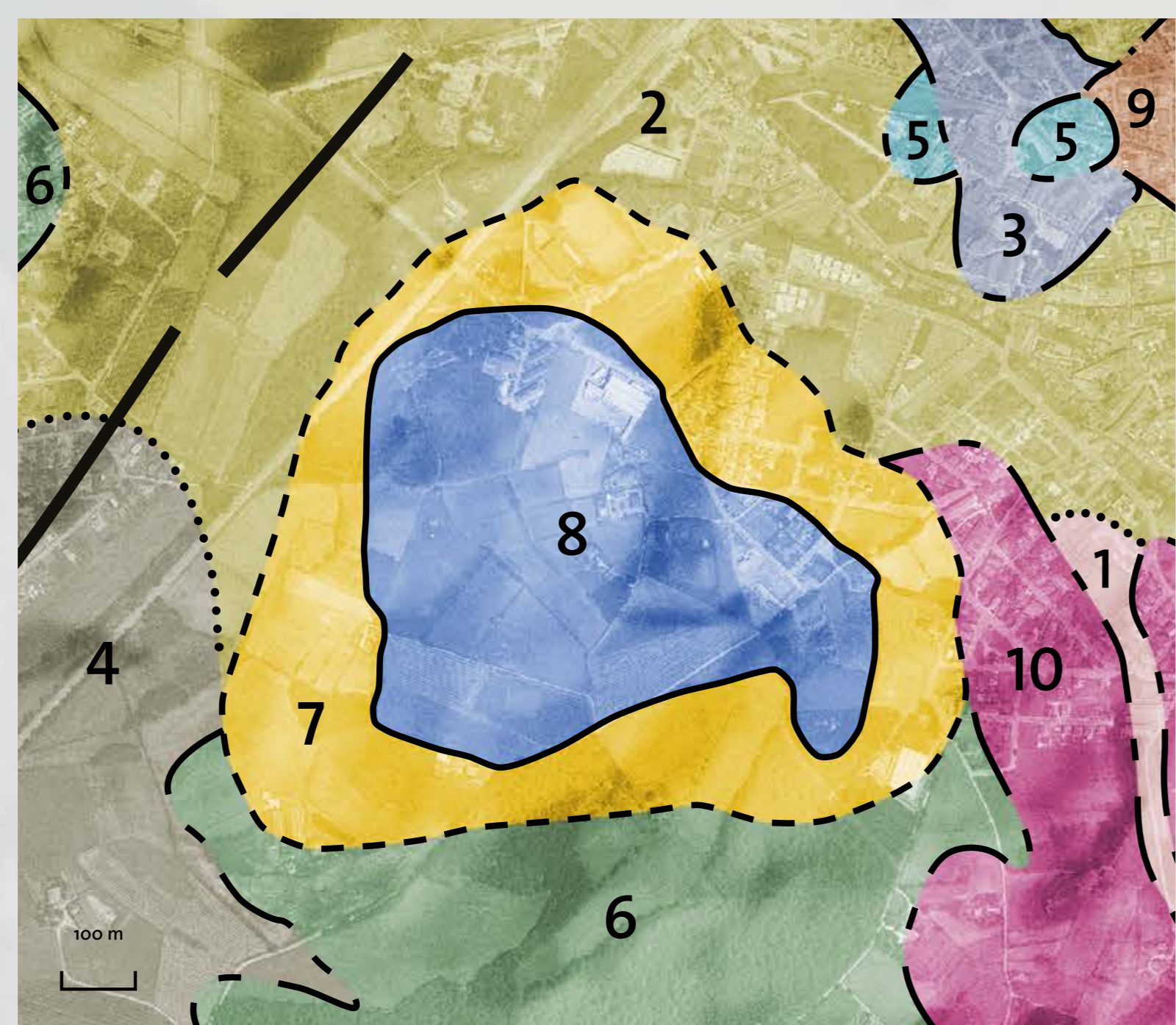
Generalitat de Catalunya Departament de Cultura



DEL FOC A L'AIGUA | Un jaciment dins d'un volcà

Terra de volcans

El municipi de Caldes de Malavella es localitza a la depressió de la Selva, la qual està emmarcada per un conjunt de fosses tectòniques,¹ fruit de l'enfonsament de l'escorça terrestre, situades entre la serralada Prelitoral i la Litoral. Aquestes fosses es van formar durant l'etapa distensiva, que es va iniciar a principis del neogen² (fa 23 milions d'anys), i formen part d'un conjunt de fosses tectòniques de direcció nord-est - sud-oest que van des del mar del Nord fins a la zona d'Almeria. Aquesta etapa distensiva es caracteritza per la tensió que l'escorça terrestre exerceix en el continent eurasiàtic, la qual fa que cadascun dels seus extrems empenyi en direcció contrària a l'altre i es generin tota una sèrie d'enfonsaments i de falles. S'associen amb aquesta fase el seguit d'episodis eruptius que es van produir en els edificis volcànics de l'Empordà (fa entre 14 i 6 milions d'anys), de la Selva (fa entre 7 i 2 milions d'anys) i de la Garrotxa (fa entre 700.000 i menys de 10.000 anys), els quals són tots clars exemples de l'activitat volcànica que hi havia en el territori.



Superposició del model digital del terreny, l'ortofotomapa i el mapa geològic de la zona del Camp dels Ninots (aquest últim, modificat del de l'Institut Cartogràfic de Catalunya).

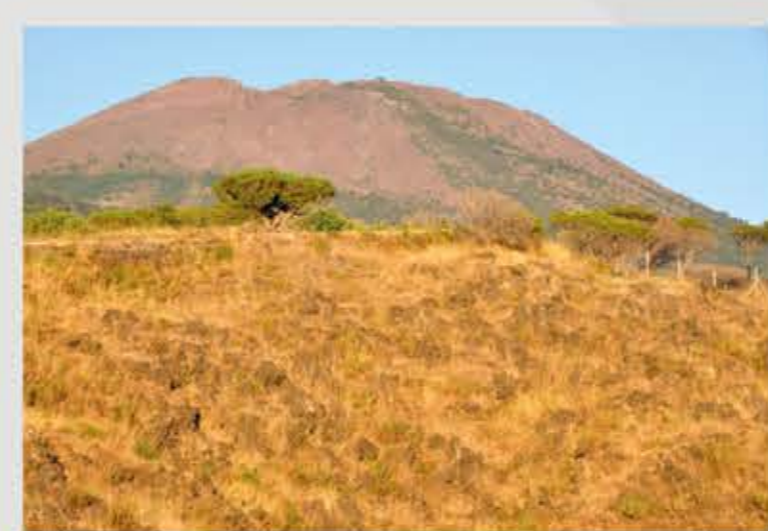
- | | |
|---|--|
| 1 Dipòsits al·luvials i col·luvials. Graves amb matrus, sorrenca i argilosa. Hòloc. | 6 Límits i sorres arcòiques amb nivells d'argiles i conglomerats. Pliocè. |
| 2 Dipòsits al·luvials i col·luvials correlacionables amb les terrasses fluvials. Hòloc. | 7 Con volcànic del Camp dels Ninots. Interacció de sorres arcòiques i material volcànic: basalt. Pliocè. |
| 3 Dipòsits lacustres costaners a les terrasses fluvials actuals. Argiles turbides. Hòloc. | 8 Argiles lacustres, amb fòssils, de dins el cràter del volcà del Camp dels Ninots. Pliocè superior. |
| 4 Terrassa fluvial de la riera de Santa Maria. Graves, sorres i llaüdes. Hòloc. | 9 Interacció de sorres arcòiques i colades volcàniques basàltiques. Pliocè. |
| 5 Travertins de Caldes de Malavella. Pliocè-Hòloc. | 10 Granodites i granits alcalins. Carbonífer-permià. |
- - - Límit del cràter, el·líptic i el jaciment paleontològic del Camp dels Ninots.
 - - - Límit del con volcànic del Camp dels Ninots.
 - - - Contactes sedimentaris discordants.
 - - - Contactes sedimentaris transitionals.
 - - - Falles indiferenciades.

Del volcà al llac

De volcans, n'hi ha de moltes menes. Si bé normalment es pensa en volcans grans i de tipus estratovolcà,³ com ara el Vesuvi (la Campània) o el Teide (Canàries), n'hi ha molts de petits, que s'agrupen en camps volcànics i formen principalment cons d'escòries,⁴ com ara el Montscapoc o el Crosat (la Garrotxa), que trobem a les nostres terres. El volcà del Camp dels Ninots, però, és diferent d'aquests, i se l'anomena *maar*. A tocar d'aquí, a Vilobi d'Onyar, trobem un altre volcà d'aquest mateix tipus, el de la Crosa de Sant Dalmai, tot i que és molt més modern que el del Camp dels Ninots.

Les estructures dels volcans de tipus *maar* són de baix relleu, originades per processos eruptius freatomagmàtics que són resultat de l'explosió, molt violenta, que es produeix quan entren en contacte l'aigua subterrània i el magma ascendent. Aquesta interacció produeix explosions molt violentes, amb avingudes de piroclasts barrejades amb gasos i vapor d'aigua a alta temperatura. Un tret característic d'aquest tipus de volcans és que, passat un temps d'ençà de l'erupció, acumulen aigua al cràter, de manera que s'hi forma un llac. Això explica que el reblliment del cràter estigui compost de sediments lacustres i palustres. Amb tot, sovint és difícil observar la morfologia d'aquest tipus de volcans si han estat gaire erosionats i si la seva superfície ha quedat recoberta per materials més moderns.

En el cas del *maar* del Camp dels Ninots, la major part de la seva estructura és sota terra, i en superfície només s'observen unes petites elevacions, molt suaus i de poca alçària. Té una planta irregular, lleugerament el·líptica, que arriba a tenir un eix màxim de 650 metres en direcció nord-oest - sud-est; i un de mínim, perpendicular a l'anterior, de 425 metres, i una alçària, segons el nivell del mar, de 93 metres.



Vesuvi (la Campània, Itàlia). Foto Josep Font (cedida pel Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa).



Volcà del Teide (Les Canàries). Foto Oriol Oms



Volcà del Montscapoc (la Garrotxa). Foto Eduard Masó (cedida pel Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa).



Volcà de Santa Margarida, en primer pla, i el del Crosat, al fons (la Garrotxa). Foto Xavier Baló



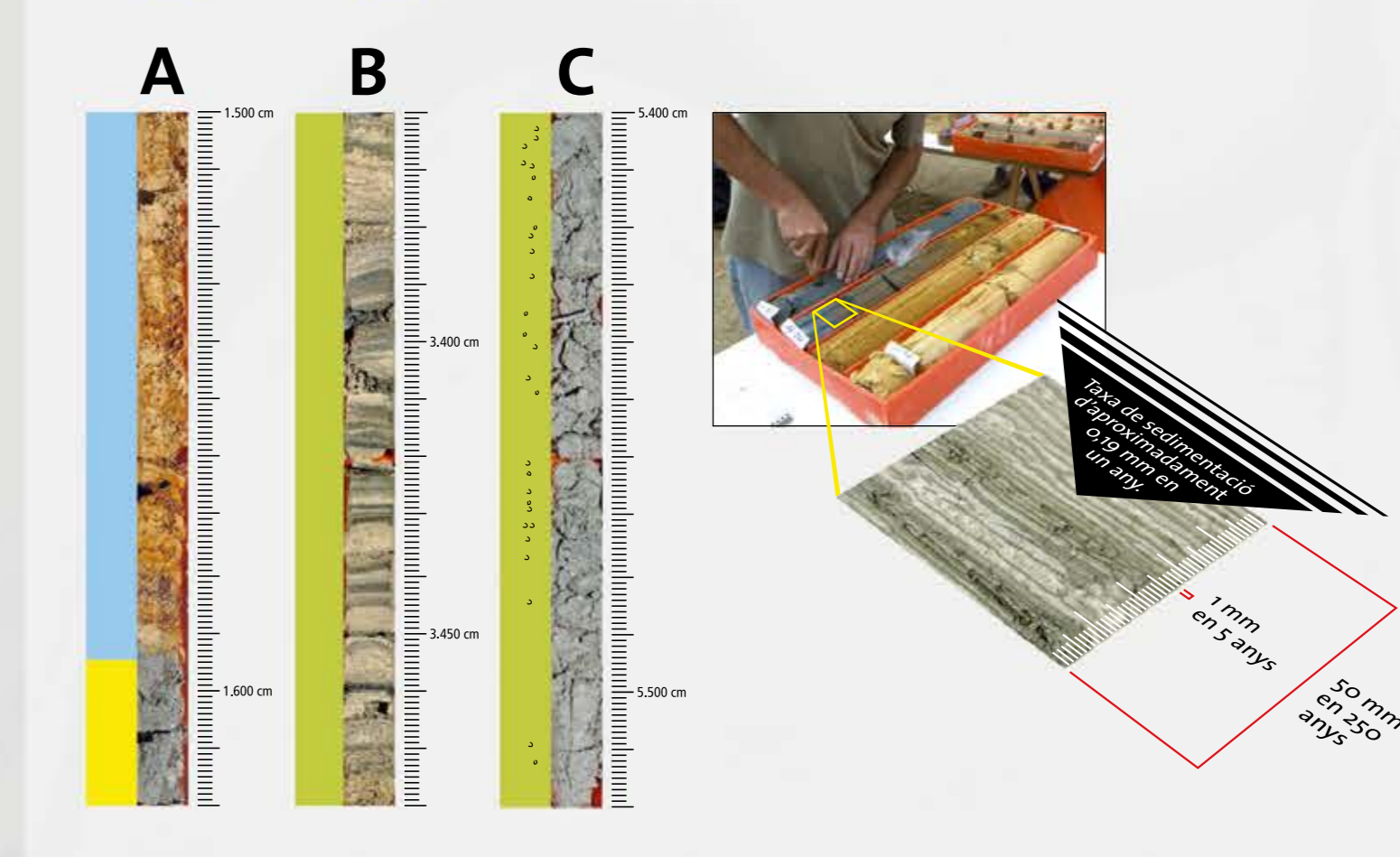
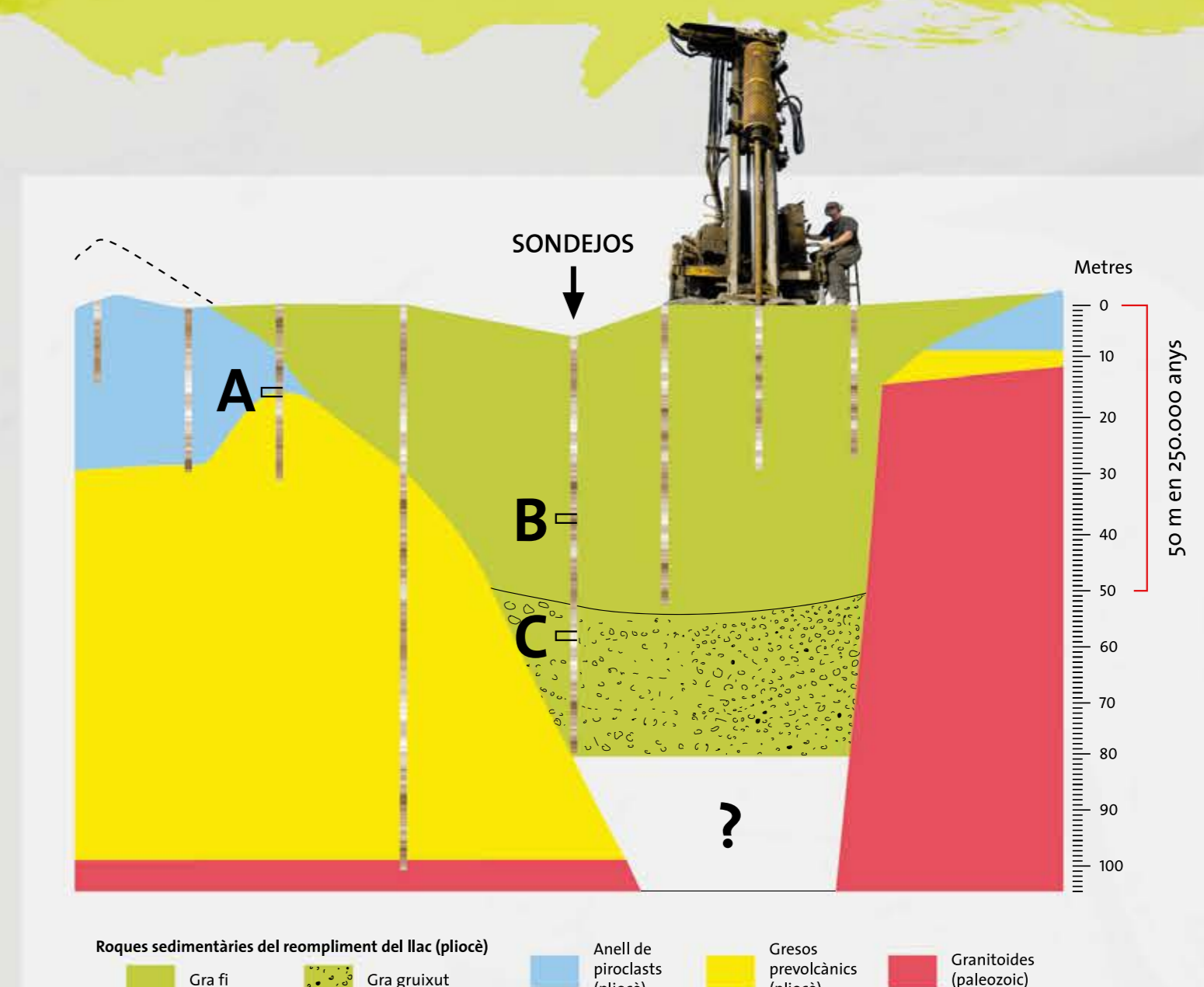
Volcà actual de tipus maar (Ukinrek, Alaska). Foto D. Dewhurst / U. S. Fish and Wildlife Service

Del llac al jaciment

Un cop l'activitat explosiva va cessar, en l'enorme esvoranc que es va formar al cràter del volcà, s'hi va anar acumulant aigua, que va donar lloc a un extens llac. Durant milers d'anys, el llac va ser present en aquest entorn, i s'hi van anar acumulant grava, sorra i fang, fins que es va acabar rebllint totalment. Els estudis geològics que s'estan duent a terme mostren que el reblliment del cràter té, almenys, 60 metres de gruix.

Durant la fase de reblliment, als sediments del llac es produeixen dos grans processos: els sedimentaris i els postsedimentaris. Els sedimentaris són l'acumulació de fang, sorra i grava, que donarà lloc a lutites, gresos i conglomerats. Les silicificacions (enriquiment o impregnació de la sílice per part de la roca), en canvi, estan relacionades amb els processos postsedimentaris. Al Camp dels Ninots, aquestes silicificacions han donat lloc a un mineral anomenat *òpal*, el qual, a Caldes, és conegut com a *ninot*.

De tots aquests processos, probablement la formació dels estrats (capes) de lutites (roques sedimentàries formades a partir de fang) és un dels més rellevants, ja que aquestes capes són les que contenen la major part dels fòssils. Les petites laminacions (sovint submil·limètriques) ens indiquen que aquestes lutites es van formar a partir de la lenta decantació d'aigües tèrboles i molt poc energètiques. Cada làmina representa un moment de decantació de fang, i és en aquest fang on queden atrapades la majoria de les restes paleontològiques i paleobotàniques que avui s'estan posant al descobert. La successió de sediments laminats proporciona, a l'horra, informació detallada d'un seguit de canvis ecològics ocorreguts tant en l'àmbit local com en el regional o l'internacional.



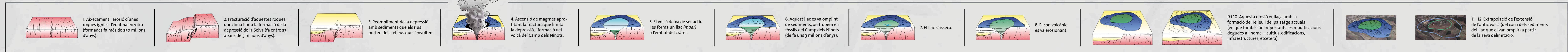
Secció del volcà del Camp dels Ninots en què s'observen diferents trams (A, B i C) obtinguts dels sondejos realitzats l'any 2009. Gràfic: Oriol Oms (modificat)

NINOTS

Els populars *ninots* de Caldes són un tipus de mineral, anomenat *òpal* (mineral amorf, d'aspecte divers i de composició SiO₂nH₂O), resultat d'un procés de silicificació consistent en un enriquiment o una impregnació de sílice per part de la roca. L'òpal sol tenir relació amb la circulació d'aigua amb unes característiques fisicoquímiques que afavoreixen la precipitació de la sílice, i el vulcanisme pot facilitar aquest procés. Aquest mineral sovint creix i genera formes arrodonades diverses, anomenades *menillites*, si bé també el podem trobar impregnant tot el sediment, de manera que dona lloc a una roca endurecida.



Los populares *ninots* de Caldes son un tipo de mineral, llamado *ópalo* (mineral amorfo, de aspecto diverso y de composición SiO₂nH₂O), resultado de un proceso de silicificación consistente en un enriquecimiento o una impregnación de sílice por parte de la roca. El ópalo suele tener relación con la circulación de agua de características físico-químicas que favorecen la precipitación de la sílice, y el vulcanismo puede facilitar este proceso. Este mineral a menudo crece y genera formas arroñadas diversas llamadas *menillitas*, aunque también lo podemos encontrar impregnando todo el sedimento y dando lugar a una roca endurecida. The popular *ninots* of Caldes are a type of mineral known as opal (an amorphous mineral of varied appearance with a composition of SiO₂nH₂O), resulting from a silification process consisting of the enrichment or saturation of rock by silica. Opal is usually related to the circulation of water, with physicochemical characteristics favouring the precipitation of silica, and vulcanism may facilitate this process. This mineral often grows and generates odd-shaped rounded forms called *menillites*, though they can also be found sticking out of the sediment which results in a hardened rock.



Els diferents processos que constitueixen la història geològica del Camp dels Ninots. Gràfic: Oriol Oms

DEL FUEGO AL AGUA | Un yacimiento dentro de un volcán

Tierra de volcanes

El municipio de Caldes de Malavella se localiza en la depresión de la Selva, la cual está emmarcada por un conjunto de fosas tectónicas,¹ fruto del hundimiento de la corteza terrestre, situadas entre la cordillera Prelitoral y la Litoral. Estas fosas se formaron durante la etapa distensiva, que se inició a principios del Neógeno² (hace 23 millones de años), y forman parte de un conjunto de fosas tectónicas de dirección noreste-suroeste que van desde el mar del Norte hasta la zona de Almería. Esta etapa distensiva se caracteriza por la tensión que la corteza terrestre ejerce en el continente euroasiático, que hace que cada uno de sus extremos empuje en dirección contraria al otro y se generen una serie de hundimientos y fallas. A esta fase se asocia el conjunto de episodios eruptivos que se produjeron en los edificios volcánicos del Empordà (ocurridos hace entre 14 y 6 millones de años), de la Selva (entre 7 y 2 millones de años) y de la Garrotxa (entre 700.000 y menos de 10.000 años), los cuales son claros ejemplos de la actividad volcánica que había en el territorio.

Del volcán al lago

Hay muchos tipos de volcanes, si bien normalmente se piensa en volcanes grandes y de tipo estratovolcán,³ como el Vesubio (Campania) o el Teide (Canarias), pero muchos son pequeños y se agrupan en campos volcánicos formando principalmente conos de escorias.⁴ En nuestras tierras son ejemplos el Montscapoc o el Crosat (la Garrotxa). El volcán del Camp dels Ninots, sin embargo, es diferente de estos y es de tipo *maar*. Cerca de aquí, en Vilobi d'Onyar, encontramos otro volcán de ese mismo tipo, el de la Crosa de Sant Dalmai, aunque es mucho más moderno que el del Camp dels Ninots.

Las estructuras de los volcanes de tipo *maar* son de bajo relieve, originadas por procesos eruptivos freatomagmáticos que son resultado de la explosión, muy violenta, que se produce cuando entran en contacto el agua subterránea y el magma durante su ascenso. Esta interacción produce explosiones muy violentas con avenidas de piroclastos, mezcladas con gases y vapor de agua a alta temperatura. Un rasgo característico de este tipo de volcanes es que, transcurrido un tiempo tras la erupción, acumulan agua en el cráter y se forma así un lago. Esto explica que el relleno del cráter esté formado por sedimentos lacustres y palustres. Con todo, a menudo es difícil observar la morfología de este tipo de volcanes si han sido muy erosionados y si su superficie ha quedado recubierta por materiales más modernos.

En el caso del *maar* del Camp dels Ninots, la mayor parte de su estructura está bajo tierra, y en superficie solo se observan unas pequeñas elevaciones, muy suaves y de poca altura. Tiene una planta irregular, ligeramente elíptica, que llega a tener un eje máximo de 650 metros en dirección noroeste-sureste; y un mínimo, perpendicular al anterior, de 425 metros, y una altura, según el nivel del mar, de 93 metros.

Del lago al yacimiento

Cuando la actividad explosiva cesó, en el enorme hueco que se originó en el cráter del volcán se fue acumulando agua y se formó un extenso lago. Durante miles de años, el lago estuvo presente en este entorno, y se fueron acumulando grava, arena y barro, hasta que se acabó relleno totalmente. Los estudios geológicos que se están llevando a cabo muestran que el relleno del cráter tiene al menos 60 metros de espesor. Durante la fase de relleno se producen dos grandes procesos en los sedimentos del lago: los sedimentarios y los postsedimentarios. Los sedimentarios son la acumulación del barro, arena y grava que darán lugar a lutitas, areniscas y conglomerados. Las silicificaciones (enriquecimiento o impregnación de sílice por parte de la roca), en cambio, están relacionadas con los procesos postsedimentarios. En el Camp dels Ninots, estas silicificaciones han dado lugar a un mineral llamado *òpal*, el cual, en Caldes, es conocido como *ninot* («muñeco»).

De todos estos procesos, probablemente la formación de los estratos (capas) de lutitas (rocas sedimentarias formadas a partir de barro) es uno de los más relevantes, ya que contienen la mayor parte de los fósiles. Si observamos las pequeñas laminaciones (a menudo submilimétricas), nos indican que estas lutitas se formaron a partir de la lenta decantación de aguas turbias y muy poco energéticas. Cada lámina representa un momento de decantación de barro, y es en este barro donde quedan atrapados la mayoría de los restos paleontológicos y paleobotánicos que hoy se están poniendo al descubierto. La sucesión de sedimentos laminados proporciona, asimismo, información detallada de una serie de cambios ecológicos ocurridos en el ámbito local y también en el regional o internacional.

FROM FIRE TO WATER | A fossil site inside a volcano

Land of volcanoes

The town of Caldes de Malavella is located in the Selva depression, which is framed by a series of graben¹ resulting from a collapse of the Earth's crust between the Catalan pre-coastal and coastal ranges. These graben were formed during a period of tectonic strain, which began in the early Neogene² (23 million years ago), and are part of a set of north-east to south-west graben ranging from the North Sea to the area of Almeria. This period of strain is characterized by the tension exerted by the Earth's crust onto the Eurasian continent, which in turn caused each of its ends to thrust in opposite directions, generating a series of depressions and faults. This phase is associated with a sequence of volcanic eruptions which occurred in Empordà (between 14 and 6 million years ago), Selva (between 7 and 2 million years ago), and Garrotxa (between 700,000 and 10,000 years ago), all of which are clear examples of some of the volcanic activity which has taken place in the region.

From a volcano to a lake

There are many different types of volcanoes. When we think of a volcano the first to come to mind are usually the large stratovolcanoes³ such as Mount Vesuvius (Campania) and Mount Teide (Canary Islands), but many are small and clustered together in volcanic fields forming mostly cinder cones.⁴ Examples of these in Catalonia include Montscapoc and Crosat (in Garrotxa). The Camp dels Ninots volcano, however, is of yet a different kind, and is known as a *maar*. Nearby, in Vilobi d'Onyar, there is another volcano of the same variety, known as Crosa de Sant Dalmai, although it is much younger than the one at Camp dels Ninots.

Maar volcanoes have a very low-relief structure caused by preatmagmatic eruptive processes resulting from violent explosions which occur when groundwater comes into contact with magma during its ascent. This interaction generates very violent explosions with pyroclastic flows mixed with high-pressure gases and water vapour. A characteristic feature of this type of volcano is that at some time after the eruption, water accumulates in the crater, forming a lake. This explains why the crater was filled with marsh and lake sediments. However, it is often difficult to observe the morphology of this type of volcano, especially if they have experienced heavy erosion or if their surface has been covered by more modern materials.

In the case of the maar volcano at Camp dels Ninots, most of its structure is underground. Above the surface one can only see slightly raised areas that are smooth and short. The crater has an irregular and somewhat oval shape, with a maximum shaft of 650 metres from north-west to south-east, a minimum shaft of 425 metres perpendicular to the first, and an elevation of 93 metres above sea level.

From a lake to a fossil site

Once the explosive activity ceased, the enormous hole formed by the volcanic crater began to collect water, resulting in a large lake. The lake was here for thousands of years, and gravel, sand, and mud built up until it was completely filled in. Geological studies now underway have found that the crater has been filled in by at least 40 metres of material.

During the gradual filling-in stage of a lake, two major sedimentation processes take place: sedimentary and post-sedimentary. The sedimentary process results from the accumulation of mud, sand, and gravel, which result in lutite, sandstone, and conglomerates. Silicification (enrichment or saturation of the rock by silica), however, is associated with post-sedimentary processes. In Camp dels Ninots, this silification has given rise to a mineral called opal, which the people of Caldes call *ninot*.

Of all these processes, the formation of strata (layers) of lutite (sedimentary rock formed from mud and clay) is probably one of the most important because this is where most of the fossils are found. Looking at the very fine layers (often sub-millimetre) exemplifies how lutite is formed by the slow settling of turbid, low-energy water. Each layer represents a moment of mud and clay settling, and it is in this material that most of the palaeontological and palaeobotanical remains which we are discovering today were trapped. At the same time, the succession of layered sediments provides detailed information about the series of ecological changes that occurred locally, regionally, and internationally.

1. Fossa tectònica: Àrea de la superfície terrestre continental o marítima de relleu més deprimit que les zones circumdants, de dimensions molt variables, la qual pot ésser originada per enfonsaments causats per falles.

2. Neogen: Període (o sistema) superior del terciari, amb edats de 23 a 2,58 milions d'anys.

3. Estratovolcà: Volcà de grans dimensions format per l'acumulació de colades de lava i de piroclasts en el transcurs dels diferents estadis eruptius, habitualment violents.

4. Con d'escòries: Volcà de mida relativament petita (centenars de metres) i poc volum de material emès (0,01 a 0,2 km³), format per fragments allats de lava sol·licitada anomenada escòria (piroclasts, tefres, gresos). Són els volcans més habituals del planeta, i són de tipus monogenètic; és a dir, que es formen en un sol episodi que pot durar des de dies fins a uns quants anys.

Més informació en el codi QR. For more languages: QR code

QUIN TIPUS DE VOLCÀ ES EL DEL CAMP DELS NINOTS?

RESPOSTA A LA PREGUNTA: Un volcà de tipus maar. És un tipus de volcà de baix relleu, originat per processos eruptius freatomagmàtics que són resultat de la explosió, molt violenta, que se produeix quan entren en contacte l'aigua subterrània i el magma ascendent. Aquesta interacció produeix explosions molt violentes, amb avingudes de piroclasts barrejades amb gasos i vapor d'aigua a alta temperatura. Un tret característic d'aquest tipus de volcans és que, passat un temps d'ençà de l'erupció, acumulen aigua al cràter, de manera que s'hi forma un llac. Això explica que el reblliment del cràter estigui compost de sediments lacustres i palustres. Amb tot, sovint és difícil observar la morfologia d'aquest tipus de volcans si han estat gaire erosionats i si la seva superfície ha quedat recoberta per materials més moderns.

Mapa del Camp dels Ninots amb punts de interès i lloc del jaciment. Els punts de interès inclouen: CAN POL, CAN SANJAUDÍ, CENTRE COMERCIAL, CAN TERRERA, CAN PINYONS NOUS, CAL MANICO, CAN MATIU, CAL MANICO, CAN SANJAUDÍ, CAN ROSABALLA, CAN TRANQUIL, CAN NOVAT SALOM, CAN FORNICA.

Per a més informació, escanegeu el codi QR.

Generalitat de Catalunya Departament d'Empresa i Ocupació

AJUNTAMENT DE CALDES DE MALAVELLA

IPHES⁹ Institut Català de Paleontologia Miquel i Lluïsa Bonet

Generalitat de Catalunya Departament de Cultura

PANEL: CAMP DELS NINOTS. La Pompeya del Pleistoceno

LA PREGUNTA DEL NINOT: ¿De qué mineral son los *ninots*?

LAS COSAS POR SU NOMBRE

Plioceno: segunda época o serie del Neógeno, comprendida entre el Mioceno y el Pleistoceno (Cuaternario). Transcurre entre los 5,2 y los 2,58 millones de años.

Fossil-lagerstätte: término alemán que significa *yacimiento de fósiles*. Se utiliza para referirse a un tipo de yacimiento rico en fósiles, ya sea porque estos son muy abundantes o bien porque presentan un estado de conservación extraordinario.

Paleomagnetismo: estudio del magnetismo terrestre natural que permanece, a fin de determinar la intensidad y dirección del campo magnético terrestre del pasado geológico.

Bioestratigrafía: rama de la estratigrafía que se centra en asignar edades y correlacionar los estratos de las rocas a partir de los fósiles que contienen.

Paleontología: ciencia que estudia los seres del pasado, esencialmente los fósiles.

PIES DE IMAGEN:

Ejemplos de ópalo menílico, conocidos popularmente como ninots.

Límite del yacimiento del Camp dels Ninots.

PANEL: UNA FAUNA SUBTROPICAL. Bóvidos, rinocerontes y tapires

LA PREGUNTA DEL NINOT: ¿Cuál de los animales que aparecen en el dibujo es típico de un clima subtropical?

Respuesta del plafón 2: se trata de un volcán de tipo *maar*.

LAS COSAS POR SU NOMBRE

Conexión anatómica: la mayoría de los esqueletos localizados en el Camp dels Ninots están enteros y en conexión anatómica, es decir, con todos los huesos en la posición original. Este hecho es muy excepcional, ya que, generalmente, en las excavaciones, los restos aparecen aislados. El hecho de que los esqueletos quedaran depositados en el fondo del lago, de aguas tranquilas, y que las arcillas lacustres los cubrieran lentamente ha propiciado este tipo de conservación.

PANEL: UN CLIMA SUBTROPICAL EN EL MEDITERRÁNEO. El agua, una fuente de vida

LA PREGUNTA DEL NINOT: ¿Las hojas de qué árbol que crecía en este lugar se utilizan como condimento para cocinar?

Respuesta del plafón 3: el tapir.

LAS COSAS POR SU NOMBRE

Paleobotánica: rama de la paleontología que estudia las plantas fósiles y, en general, la vida vegetal del pasado.

Lutita: clase granulométrica de las rocas detríticas en que la mayoría de las partículas tienen un diámetro inferior a 1/16 milímetros, independientemente de la composición, el origen y el grado de coherencia que tengan. Las lutitas se dividen en dos subclases: los limos, de entre 1/16 y 1/256 milímetros, y las arcillas, de diámetro inferior a 1/256 milímetros.

PANEL: DEL FUEGO AL AGUA. UN YACIMIENTO DENTRO DE UN VOLCÁN

LA PREGUNTA DEL NINOT: ¿Qué tipo de volcán es el del Camp dels Ninots?

Respuesta del plafón 1: Ópalo menilítico.

LAS COSAS POR SU NOMBRE

Fosa tectónica: área de la superficie terrestre continental o marina de relieve más deprimido que las zonas circundantes, de dimensiones muy variables, la cual puede originarse por hundimientos debidos a fallas.

Neógeno: período (o sistema) superior del Terciario, con edades de 23,3 a 2,58 millones de años.

Estratovolcán: volcán de grandes dimensiones formado por la acumulación de coladas de lava y de piroclastos en el transcurso de los diferentes estadios eruptivos, habitualmente violentos. **Cono de escorias:** volcán de tamaño relativamente pequeño (cientos de metros) y poco volumen de material emitido (0,01 a 0,2 km³), formado por fragmentos aislados de lava solidificada llamada *escoria* (piroclastos, tefra, greda). Son los volcanes más habituales del planeta y son de tipo monogenético, es decir, se forman en un solo episodio que puede durar desde días hasta unos pocos años.

Ninots: los populares *ninots* de Caldes son un tipo de mineral, llamado *ópalo* (mineral amorfo, de aspecto diverso y de composición SiO₂nH₂O), resultado de un proceso de silicificación consistente en un enriquecimiento o una impregnación de sílice por parte de la roca. El ópalo suele tener relación con la circulación de agua de características físico-químicas que favorecen la precipitación de la sílice, y el vulcanismo puede facilitar este proceso. Este mineral a menudo crece y genera formas arriñonadas llamadas *menilitas*, aunque también lo podemos encontrar impregnando todo el sedimento y dando lugar a una roca endurecida.

PANEL: CAMP DELS NINOTS. The Pompeii of the Pliocene

THE NINOT QUESTION: What mineral are *ninots* made of?

KNOWING WHAT WORDS MEAN:

Pliocene: The second epoch or period of the Neogene, falling between the Miocene and the Pleistocene (Quaternary). It consists of the period between 5.2 and 2.58 million years ago.

Fossil-Lagerstätte: A German term meaning “fossil site”. It is used to refer to a type of fossil-rich site, either because of an abundance of fossils or due to their special state of conservation.

Palaeomagnetism: Study of the past variations in the Earth’s magnetic field in order to determine the intensity and direction of the magnetic field in the geological past.

Biostratigraphy: Branch of stratigraphy that focuses on assigning ages and correlating rock strata based on the fossils they contain.

Palaeontology: Science that studies past life, essentially from fossils.

CAPTIONS:

Examples of menilite opals, popularly known as “ninots”.

Edge of the Camp dels Ninots site.

PANEL: SUBTROPICAL FAUNA. Bovids, rhinoceros, and tapirs

THE NINOT QUESTION: Which of the animals shown in the picture is typical of a subtropical climate?

Response to Panel 2: This is a maar volcano.

KNOWING WHAT WORDS MEAN:

Anatomical connection: The majority of skeletons recovered at Camp dels Ninots were found intact and anatomically connected, meaning that all of the bones are in their original position. This is a unique occurrence, since remains are generally isolated during excavations. The fact that the skeletons were deposited in the bottom of a calm lake and were slowly covered by lacustrine clays has led to this sort of conservation.

PANEL: SUBTROPICAL CLIMATE IN THE MEDITERRANEAN. Water, a source of life.

THE NINOT QUESTION: The leaves of which tree that grew in this place are used as a spice in cooking?

Response to Panel 3: The tapir

KNOWING WHAT WORDS MEAN:

Palaeobotany: A branch of palaeontology that studies fossilized plants and, in general, the plant life of the past.

Lutite: Granulometric classification of detrital rocks with particles that mainly have a diameter of less than 1/16 mm, regardless of their composition, origin, and degree of consistency. Lutite is divided into two subclasses: silt, with particles between 1/16 and 1/256 millimetres, and clay, with particles of less than 1/256 millimetres.

PANEL: FROM FIRE TO WATER. A FOSSIL SITE INSIDE A VOLCANO

THE NINOT QUESTION: What kind of volcano is the one at Camp dels Ninots?

Response to Panel 1: Menilite opal

KNOWING WHAT WORDS MEAN:

Tectonic pit or *graben*: An area of the continental or marine surface which is more depressed than the surrounding areas, occurring in a wide variety of sizes and which may be caused by depressions due to faults.

Neogene: Upper Tertiary Period (or system), ranging from 23.3 to 2.58 million years ago.

Stratovolcano: Large volcano formed by the accumulation of lava flows and pyroclastic materials during various eruptive stages, which are usually violent in nature.

Cinder cone: Relatively small volcano (hundreds of metres) emitting a small volume of material (0.01 a 0.2 km³), formed by solidified and isolated fragments known as volcanic slag or cinder (pyroclast, tephra, clay). These are the most common type of volcanoes on the planet and are monogenetic, which means they are formed in a single episode that may last from a few days to a few years.

Ninots: The popular *ninots* of Caldes are a type of mineral known as opal (an amorphous mineral of varied appearance with a composition of SiO₂nH₂O), resulting from a silification process consisting of the enrichment or saturation of rock by silica. Opal is usually related to the circulation of water, with physicochemical characteristics favouring the precipitation of silica, and volcanism may facilitate this process. This mineral often grows and generates oddly rounded forms called *menilites*, though they can also be found sticking out of the sediment, which results in a hardened rock.

Crèdits

Conceptualització

Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES)

Àrea de Turisme i Serveis Tècnics de l'Ajuntament de Caldes de Malavella

Producció

Departament d'Empresa i Ocupació. Generalitat de Catalunya

Ajuntament de Caldes de Malavella

IPHES

Departament de Cultura. Generalitat de Catalunya

Assessorament científic

Gerard Campeny Vall-Ilosera (IPHES)

Bruno Gómez de Soler (IPHES)

Continguts

Gerard Campeny-Vall-Llosera (IPHES)

Bruno Gómez de Soler (IPHES)

Marta Fontanals Torroja (IPHES)

Il·lustracions

Mauricio Antón

Oriol Oms Llobet

Raúl Campuzano Illanes

Fotografies

Les fotografies en les que no s'explicita l'autoria són de Gerard Campeny Vall-Ilosera (IPHES)

Grafisme

Martí Turró Ortega

Correccions

Sònia Martínez i Ortiz

Traduccions

B2B Translation

Agraïments

Oriol Oms Llobet. Universitat de Barcelona (UB)

Francesc Burjachs Casas (IPHES)

Isabel Expósito Barea (IPHES)

Gonzalo Jiménez Moreno. Universidad de Granada (UGR)

Jan van der Made. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

Xavier de Bolós. Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera (ICTJA)

Jordi Crosas Casalprim

Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (PNZVG)

Montserrat Grabolosa Sellabona (PNZVG). Generalitat de Catalunya