

sábado, 11 diciembre de 2021

Visita geològica al Volcà Cumbre Vieja de La Palma de geòlegs del Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl

Recentment dos geòlegs professors de la Universitat de Lleida (J. Carles Balasch i Josep Maria Masich), del departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl, DMACS), i Manel Pascual, geòleg col·laborador del DMACS, amb experiència en la gestió de riscos naturals de diferents tipologies, han visitat l'illa de La Palma (Illes Canàries) per conèixer d'aprop la zona afectada per l'erupció del volcà Cumbre Vieja, amb l'objectiu de millorar els coneixements sobre riscos en zones volcàniques, vivint-los en primera persona i intercanviant opinions amb altres professionals locals i membres del Pla Especial de Protecció Civil i Atenció d'Emergències pel Risc Volcànic a la Comunitat Autònoma de Canàries (PEVOLCA).

Atenent a l'excepteionalitat del fenomen tots tres han reunit informació i coneixements sobre aquest succés que està afectant des del 19 de setembre de 2021 aquesta zona de l'Atlàntic.



Manel Pascual, J. Carles Balasch i Josep Maria Màsich



Figura 1. Esquerra: Imatge del volcà on es poden apreciar les columnes de vapor d'aigua (blanca) i darrera, a mes alçada, de les cendres i piroclastes (negra). Dreta superior: Afectació del núvol de cendra caient directament sobre la ciutat de El Paso. Dreta inferior: Aspecte de la cendra sobre els carrers de El Paso.

L'ORIGEN DEL VULCANISME DE LES ILLES CANARIES

Les Illes Canàries s'han format per erupcions volcàniques que han originat un paisatge i rocam quasi exclusivament volcànic en totes elles.

A l'escala de tota la Terra, la tectònica de plaques explica l'origen del vulcanisme i quasi el restringeix als límits de les plaques que la conformen, indistintament a les zones de subducció (volcans andins, Japó, Aleutianes, etc.) o a les dorsals oceàniques (volcans bàsicament submarins a excepció d'Islàndia).

Els volcans que han format les Illes Canàries no se situen en aquests llocs que la teoria de la tectònica de plaques explica preferentment. De fet, com altres arreu del món (volcans de les illes Hawai, per exemple), es troben en zones internes de les plaques. Aquest tipus de vulcanisme intraplaca quasi sempre es dona en escorça oceànica, encara que no exclusivament, com és el cas de Yellowstone als EUA.

La teoria més acceptada sobre l'origen del vulcanisme intraplaca és la dels "punts calents" (*hotspots*), definida per explicar la formació de les Illes Hawaii, Reunió, etc. Es basa en que un punt (o zona) de magma ascendent procedent de les rodalies del nucli de la Terra es posiciona immòbil sota la litosfera (sòlida), a la qual calenta fins que aconsegueix travessar-la per assolir la superfície, encara que sota el mar, en les primeres erupcions. Les múltiples erupcions que es van succeir sobre el punt calent, acaben formant una illa, moment a partir del qual les erupcions es fan subaèries.

Els punts calents s'associen a ascensions de magma impulsat per la part ascendent de les cèl·lules de convecció que es produeixen en l'astenosfera (fluida) i que empenyen (com si fos una cinta transportadora) el moviment horitzontal de les plaques (deriva continental). Com les plaques es mouen i el punt calent te situació fixa al llarg de milions d'anys, les muntanyes volcàniques submarines, o illes volcàniques formades, es van desplaçant en el mateix sentit de la placa, transportades sobre la mateixa, i evidentment a la mateixa velocitat. Per aquesta raó, aquest tipus d'illes es troben sempre més o menys alineades, com és el cas de les Illes canàries (vegeu figura 2).



Figura 2. Esquema idealitzat de la generació de les illes eruptives a partir del punt calent ara situat sota La Palma i El Hierro i la seva migració cap a l'est.

Les Illes Canàries, segons els estudiosos locals (F. J. Pérez Torrado, Juan Carlos Carracedo i altres) autors de l'esquema adjunt, poden ser conseqüència d'un punt calent de magma que aconsegueix travessar l'escorça oceànica. Hi ha altres propostes, no per tothom acceptades, que plantegen una gènesi relacionada amb falles distensives o transformants que podrien correspondre a la prolongació submarina del sistema tectònic de l'Atlas marroquí.

D'acord amb les datacions absolutes de les roques, les illes més orientals (Lanzarote, Fuerteventura i Gran Canaria) són les més antigues (entre 15 i 24 milions d'anys) i les més occidentals (La Palma, el Hierro, Tenerife i la Gomera) les més joves (entre 1 i 12 milions d'anys), tal com indiquen els números de la figura 2.

EL VULCANISME DE LA PALMA

L'illa de la Palma, també coneguda com la "Isla bonita o Isla verde", és una de les illes volcàniques més joves de les Canàries, i per tant també, juntament amb El Hierro, són les més occidentals. Està constituïda per dos edificis volcànics molt espectaculars que ocupen la meitat nord anomenats "Caldera de Taburiente (el principal i més espectacular) i Cumbre Nueva" sota els quals hi ha totes les laves acumulades des de fa uns 4 milions d'anys fins fa només 500.000 anys. Els episodis eruptius d'aquest complex comencen essent únicament submarines durant el primer milió d'anys i després ja són subaeris. Fa mig milió d'anys la part oest d'aquest edifici volcànic va col·lapsar produint-se un lliscament gegantí (el lliscament de Taburiente) que obrí l'actual i impressionant barranc de les Angusties. Prèviament, fa un milió d'anys, s'havia produït un altre lliscament impressionant que afectà a la part meridional del volcà Cumbre Nueva que va originar l'actualment nomenat Vall d'Aridane. Gran part dels materials arrossegats en aquests episodis es troben sota l'oceà.

En els darrers 400.000 anys el complex de la Caldera de Taburiente – Cumbre Nueva ha estat sense erupcions, considerant-se com a complex volcànic inactiu.

El següent període amb vulcanisme actiu es desplaçà cap al sud de l'illa en forma de fissura eruptiva que travessa de nord a sud la meitat meridional de la illa. Aquesta part de l'illa, paradoxalment, s'anomena "Cumbre Vieja" encara que és la meitat més nova de l'illa.

Al llarg de la fractura N-S esmentada és on es situen els volcans que des de fa uns 100.000 anys erupcionen a Cumbre Vieja. La figura 3 mostra l'alineació de volcans al llarg de la fissura. Excloent l'actual episodi, l'erupció més nova es va produir el 1971 al volcà Teneguía situat a la punta sud de l'illa. La figura 4 mostra les erupcions antigues en la meitat nord i les històriques que des de 1470 afecten la meitat sud.

L'ERUPCIÓ DE CUMBRE VIEJA

Segons els investigadors locals que ara estudien el nou volcà, ja a partir de 2017 trobaven indicis d'activitat a la zona sud de la Vall d'Aridane. El seguiment es va fer mitjançant l'estudi dels eixams sísmics que s'anaven produint a la zona. La majoria d'aquest eixams es donaven a fondàries intermèdies i fones (10-15 km i 30-40 km, respectivament). L'alarma es produeix a principis de setembre de 2021, quan els hipocentres de les tremolors s'atansaren de forma preocupant molt a prop de la superfície. Finalment, a les 14'10 hores del dia 19 de setembre de 2021, al paratge Cabeza de Vaca al terme municipal del Paso, es produeix l'erupció del volcà anomenat de moment Cumbre Vieja (fins que sigui rebatejat), 50 anys després de la darrera erupció del Teneguía que afectà a la Palma.

Les figures 5 i 6 il·lustren les distribucions dels eixams de terratrèmols, en forma de gràfic i en forma de localització en tres dimensions que inclou la profunditat del sisme en l'escorça.

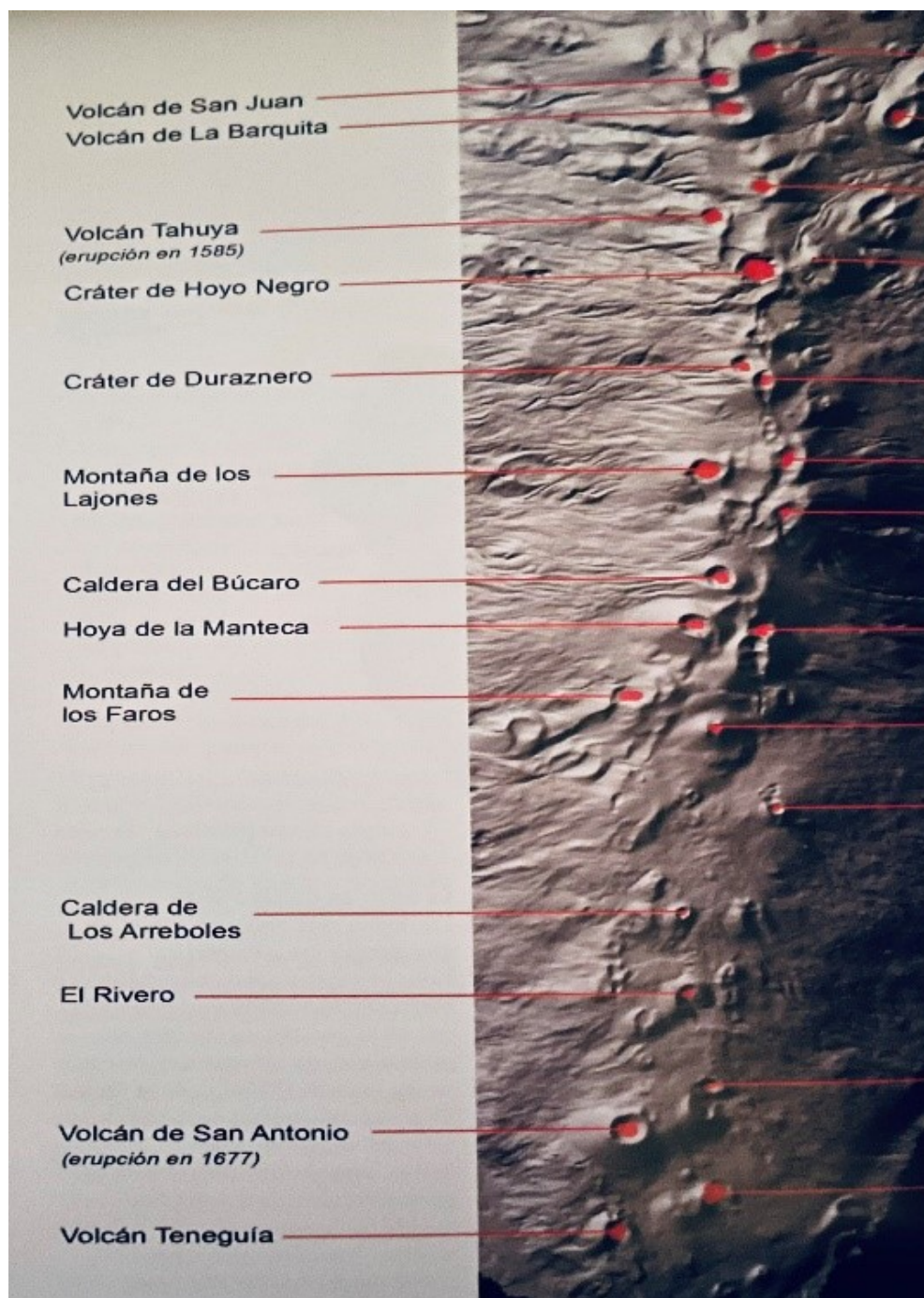


Figura 3. Alineació de volcans sobre la fissura N-S de Cumbre Vieja.

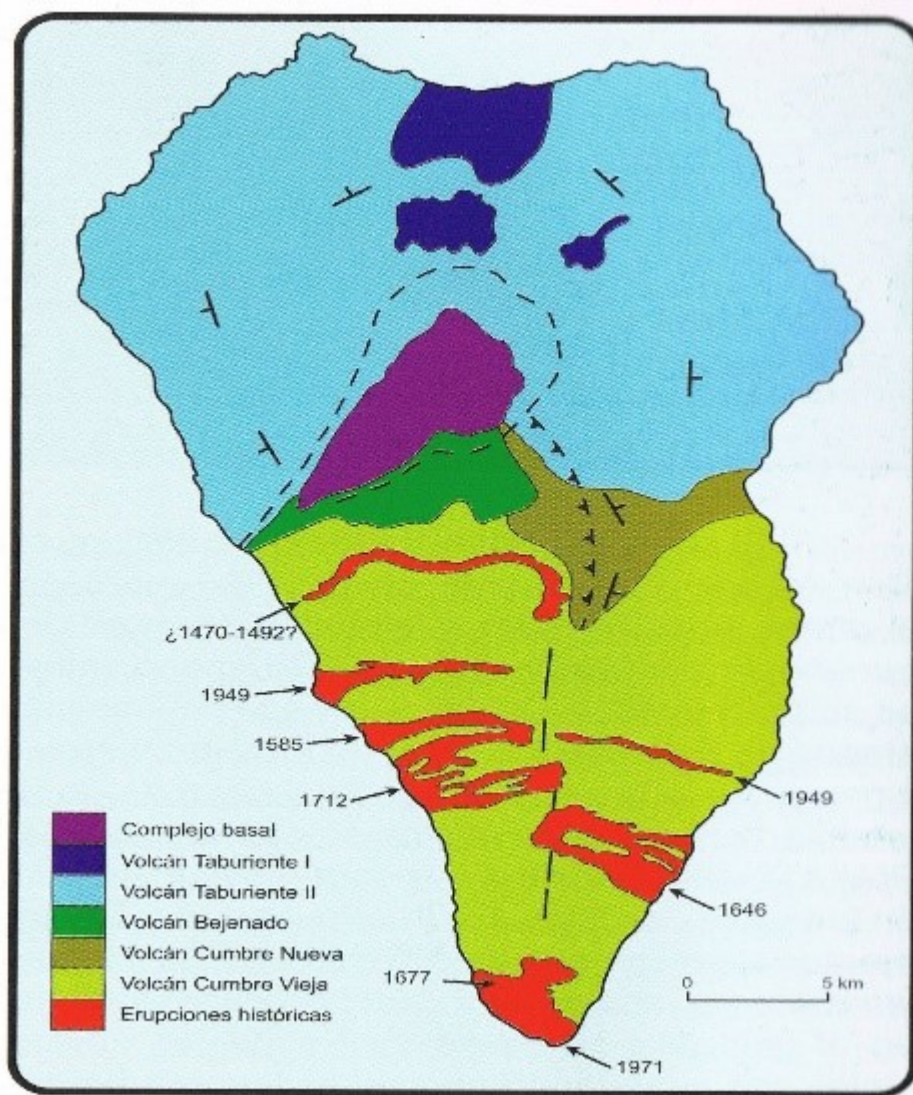


Figura 4. Mapa geològic sintètic dels edificis volcànics antics i de les erupcions històriques entre 1470 i l'actualitat que afecten la meitat sud de l'illa.

A continuació, gràfic de la Figura 5, s'observa com a primers de setembre els eixams de sismes s'aproximen ràpidament a la superfície indicant importants esforços interns del subsol, anunciadors de l'una imminent erupció. D'igual forma, en planta (Figura 6), es pot observar com els eixams de terratrèmols primerencs, en color blau (els més superficials), es circumscriuren a la primera meitat del mes de setembre. Finalment, el dia 19 de setembre, es produeix l'erupció i s'allibera l'energia acumulada mitjançant l'aflorament de magma, produint-se la primera colada de lava. A partir d'aquest moment els hipocentres es restringiren a les fondàries mitjanes i profundes.

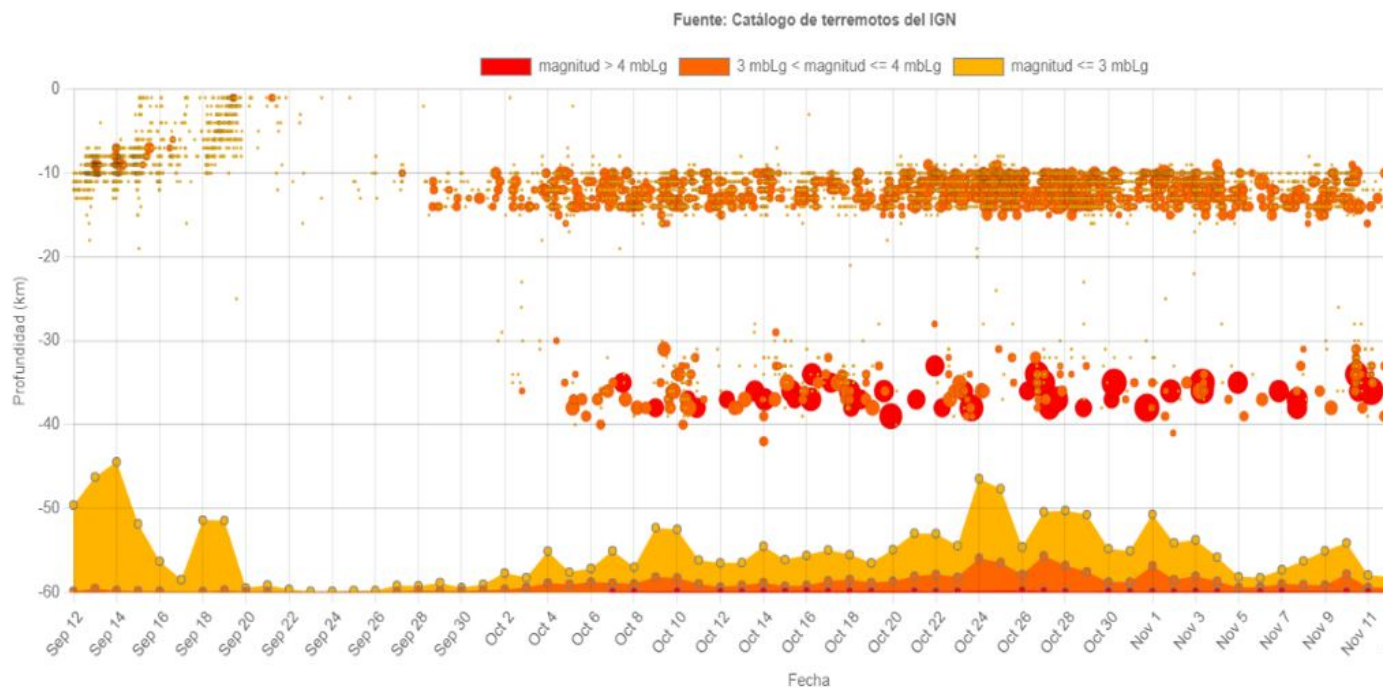


Figura 5. Gràfic temporal (des de meitat de setembre a l'actualitat) de la profunditat dels sismes enregistrats (part superior) i del nombre de sismes (a sota). Font: Catàleg de terratrèmols del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

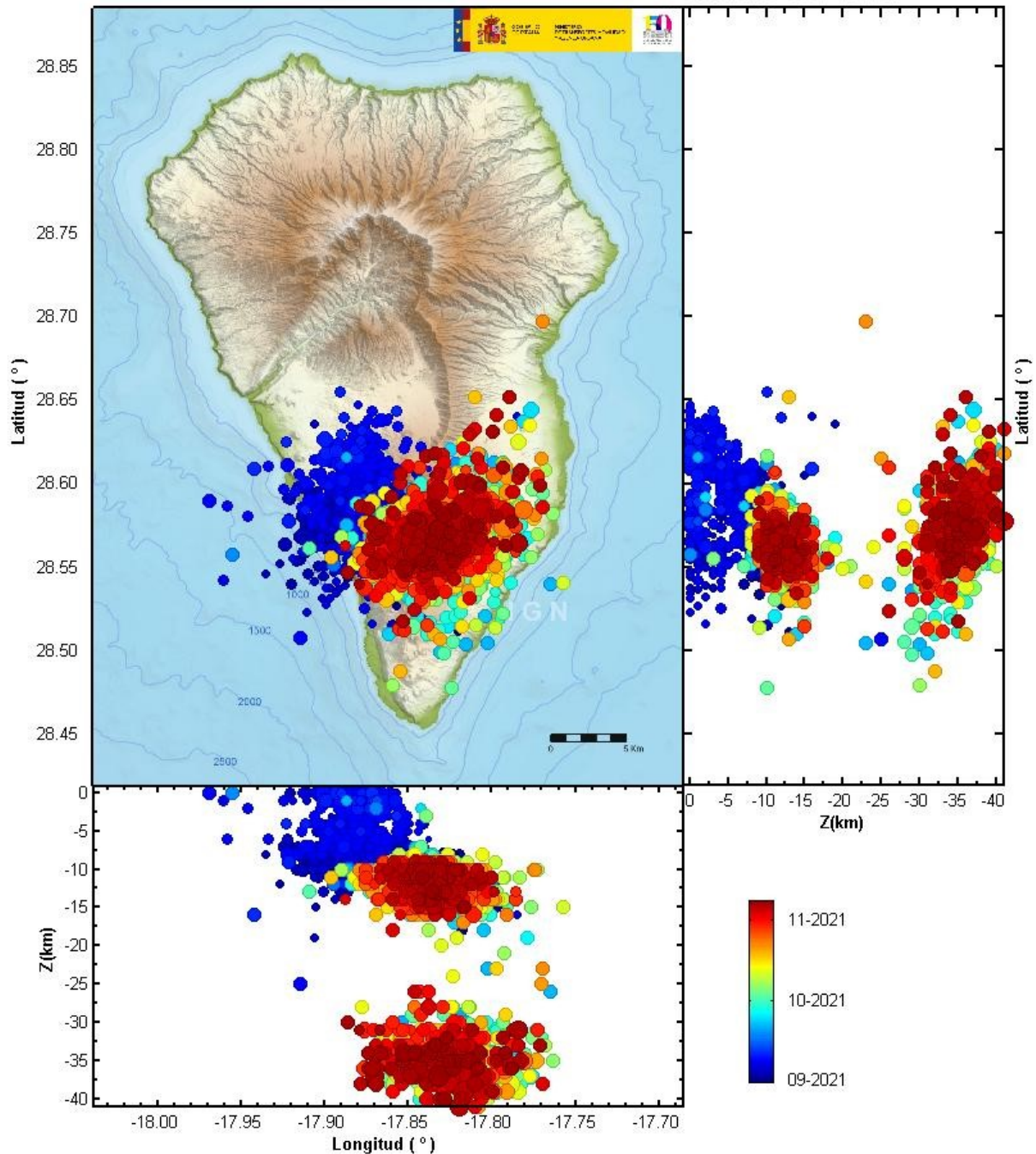


Figura 6. Mapa de distribució dels eixams de terratrèmols en tres dimensions, és a dir incloent la profunditat (Z) i en color la data dels terratrèmols per mesos. Planta i dos perfils orientats segons latitud i longitud. Font IGN-IGME

És molt difícil pels investigadors preveure el lloc exacte on es produirà una erupció però poden determinar les zones amb major probabilitat. A més dels estudis sísmics, utilitzen el registre de deformacions molt detallades de la superfície topogràfica i les emissions de gasos alliberats pel magma a mida que disminueix la pressió a l'aproximar-se el magma a la superfície, per a la qual cosa disposen de xarxes instrumentals d'observació al llarg de la carena del Cumbre Vieja. Els eixams de sismes, vistos en planta, ocupen superfícies grans que indiquen l'abast horitzontal, on en fondària, s'està acumulant el magma, probablement en zones, a diferent

fondàries, fracturades amb espai suficient per albergar grans quantitats de magma durant l'ascens. Aquestes "càmeres magmàtiques" poden ser eixamplades per les fortes pressions originades per l'ascens magmàtic des de l'astenosfera (com si fos un efecte de fractura hidràulica o *fracking*).

L'erupció de Cumbre Vieja és de tipus estrombolià, amb una fase fluida que origina les colades de lava que han ocasionat la destrucció de danys personals tramesa pels mitjans de comunicació. També expulsa amb molta energia bombes volcàniques (i piroclastes en general) que assoleixen grans distàncies, i injecten a l'atmosfera a alçades d'uns 3.000 m grans quantitats de cendra.

El magma, en profunditat, incorpora components que un cop afloren a la superfície, per la disminució de la pressió, es volatilitzen com a gasos. Aquests són principalment diòxid de sofre (SO₂), diòxid de carbó (CO₂) i vapor d'aigua (H₂O). L'arribada de la lava al mar també és una font de gasos i transformacions hidrogeoquímiques importants.

Tanmateix, el magma ascendent per la xemeneia volcànica cap al con, quan s'atansa a la superfície, interacciona amb les aigües subterrànies, les quals sobtadament es vaporitzen fugint dels aqüífers en forma de columnes de vapor blanques, que es barregen amb les columnes de cendres i de diòxid de sofre més fosques.

ELS PROBLEMES DE LA POBLACIÓ RESIDENT

Aquesta, com d'altres erupcions volcàniques arreu del món, està originant greus problemes per a la població resident. En el cas de Cumbre Vieja i fins a la data actual han estat destruïts uns 2600 edificis públics i privats, evacuades unes 7000 persones, arrasades unes 1000 hectàrees de conreus (principalment de plataners), infraestructures públiques i privades (carreteres, camins, carrers, enllumenats, canonades d'aigua, dipòsits, xarxes de gas, sistemes de sanejament, etc.). La població no directament afectada, però propera al volcà, està patint olors de sofre i està exposada a la respiració de les altes concentracions elevades de diòxid de sofre, diòxid de carbó, cendra, i viu amb incomoditats com l'ús permanent de mascaretes respiratòries, la retirada de cendra de terrats, dels interiors de les cases, les limitacions de la mobilitat, la incomunicació amb pobles propers, tancament de l'aeroport, etc.

La gestió de totes les afeccions per minimitzar al màxim la repercussió en la població ha obligat al desplegament d'un enorme dispositiu d'emergència. S'han delimitat zones d'exclusió terrestre per a evitar l'aproximació al volcà i a les colades, d'exclusió marítima en la zona dels deltes volcànics formats per l'arribada al mar de la lava, prohibint-se la pesca i la navegació, i també s'han imposat restriccions aèries per a evitar el pinacle de cendra que arriba a milers de metres d'alçada. Els tancaments de l'aeroport estan essent continus.

Per a gestionar tota l'emergència originada s'estan mobilitat centenars de professionals d'equips multidisciplinars: bombers, agents de protecció civil, policies (locals, autonòmica, estatals), cossos de vigilància ambiental, i nombrosos científics (geòlegs, geofísics, enginyers, etc) que bàsicament es coordinen sota la figura del Pla PEVOLCA que depèn del Govern de Canàries i integra a totes les administracions per a l'actuació coordinada en cas d'erupció volcànica. El PEVOLCA incorpora un comitè científic que el formen geòlegs i tècnics de l'Institut Geografico Nacional (IGN), Centro Superior d'Investigacions Científiques (CSIC), Agencia Española de Meteorología (AEMET), Universidad de la Laguna, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Instituto Vulcanológico de Canarias (INVOLCAN), Instituto Geológico y Minero de España (IGME) i Instituto Español de Oceanografía (IEO), a més a més de multitud de geòlegs i vulcanòlegs d'importantes institucions de recerca de tot el món que d'una manera o altra estudien el comportament del volcà i aporten coneixements.

El comitè científic del PEVOLCA informa i assessora a la direcció política i administrativa per a la presa de les decisions i instruccions de comportament de la població en general.

La Figura 7 és un resum tècnic del sistema d'informació generada pel satèl·lit *Copernicus* per a la gestió dels riscos, que es segueix en continu des del Centre de Coordinació de Resposta a les Emergències (ERCC) de la Comunitat Europea.

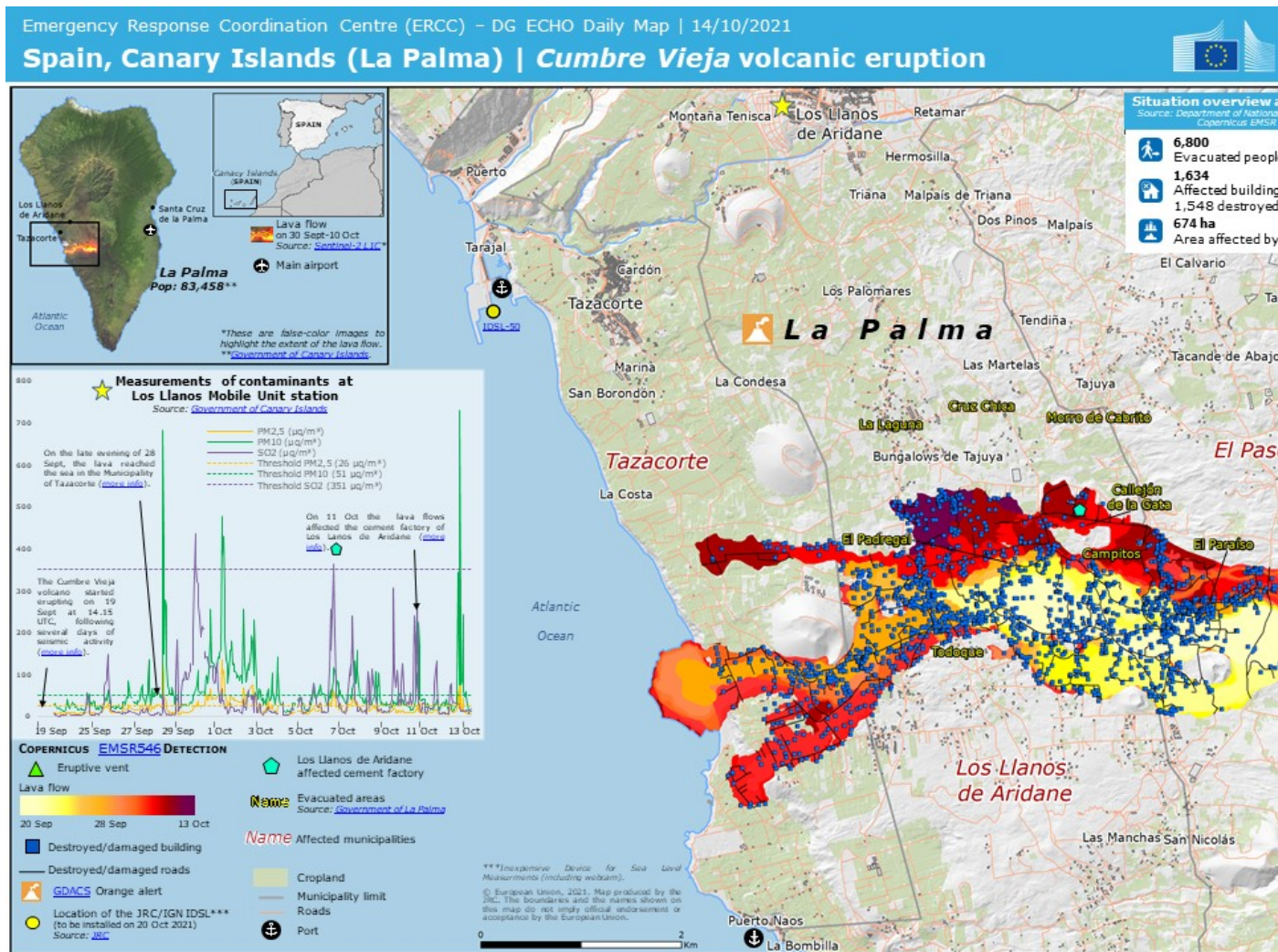


Figura 7. Mapa de la superfície coberta per les diferents laves que han sortit del nou volcà en el vessant centre-occidental de l'illa de La Palma a partir del sistema d'observació des de l'espai *Copernicus*. Les colades afecten els municipis de El Paso, Los Llanos de Aridanes i Tazacorte. Font: *Emergency Response Coordination Centre* (ERCC) de la Comunitat Europea.

A banda dels ajuts que els governants aportin per a damnificar als afectats, l'illa de la Palma podrà aprofitar les oportunitats de futur que poden presentar-se després d'aquesta crisi social i humanitària. L'indret, ben segur, atraurà l'atenció del col·lectiu científic internacional. Vulcanòlegs, ambientalistes i enginyers d'arreu del món faran de l'illa un lloc de visita imprescindible. Nous reptes i models d'actuació per a la planificació urbanística i mesures de gestió econòmica i financera en aquest tipus de catàstrofes es plantejaran pels especialistes i autoritats, i els illencs potser podran gaudir d'un turisme científic de primer ordre. La qualitat d'aquesta illa s'ho mereix.

INTERES PER A LA FORMACIÓ DELS ESTUDIANTS DE LA UdL

Ha estat una gran sort poder comptar des de l'arribada a La Palma de l'assessorament científic detallat de persones expertes involucrades en el Comitè Científic del Pla PEVOLCA, en aquests vulcanòlegs de la Universitat de Las Palmas de Gran Canaria, que han estat fent campanyes de camp cartografiant els dipòsits del volcà, agafant mostres en la zona d'exclusió i elaborant els informes diaris de l'evolució de l'erupció. Aquests experts han explicat el procés de monitorització continuada del volcà i han tramés les darreres idees sobre l'activitat magmàtica en profunditat que és la responsable de la dinàmica de l'erupció.

El contacte d'aquesta visita amb la població illenca més afectada directament per l'activitat del volcà ha estat de gran interès per conèixer l'impacte del fenomen sobre els habitants i la seva resposta. El fet que des d'un primer moment les autoritats i els responsables de la seguretat civil coneguessin l'amenaça de l'erupció ha facilitat la introducció de les primeres mesures destinades a la protecció de les persones i de les seves pertinences.

Tota la informació anterior (científica, de funcionament del pla de protecció civil i de l'impacte sobre els habitants de la zona més afectada) ha resultat molt valuosa per incrementar la informació i coneixements sobre el risc volcànic i sísmic que oferia la visita, les noves eines i tecnologies de seguiment remot de l'erupció i les observacions sobre la gestió d'una emergència real en directe. Sense dubte aquests coneixements no sols han augmentat la formació del professors visitants, sinó que milloraran la docència sobre aquests riscos naturals en les diferents assignatures que sobre gestió de riscos s'imparteixen a la Universitat de Lleida.

J. Carles Balasch, Josep Maria Màsich i Manel Pascual