



Un  
petit  
un  
molt

món  
amaga  
món  
gran

Mireia Suñer  
2n Batxillerat A  
INS Montsacopa  
Dirigit per Helena Cases  
Santa Pau, Novembre del 2013

**Un món  
petit amaga  
un món  
molt gran**



# ÍNDEX

	<b>Pàgina</b>
<b>INTRODUCCIÓ</b>	<b>3</b>
<b>1. EL SÒL</b>	<b>5</b>
1.1. Què és?	5
1.2. Composició general dels sòls	5
1.3. Textura del sòl	8
1.4. Estructura del sòl	10
1.5. Els horitzons, les capes que formen un sòl	13
1.6. Formació del sòl	15
1.7. Classificació dels sòls	17
<b>2. ELS FESOLS DE SANTA PAU</b>	<b>21</b>
2.1. Estudis Previs	22
<b>3. CARACTERÍSTIQUES EDAFOLÒGIQUES DELS SÒLS</b>	<b>25</b>
3.1. Anàlisi d'un sòl	25
3.2. Característiques edafològiques dels sòls volcànics de la Garrotxa	28
3.3. Capacitat d'intercanvi catiònic	29
3.4. Les al·lofanes	31
<b>4. METODOLOGIA</b>	<b>33</b>
4.1. Selecció de mostres	33
4.2. Mètode de Fields & Parrot	35
4.2.1. Preparació dels reactius	36
<b>5. RESULTATS I DISCUSSIONS</b>	<b>39</b>
<b>6. CONCLUSIONS</b>	<b>52</b>
<b>7. AGRAÏMENTS</b>	<b>54</b>
<b>8. VALORACIÓ PERSONAL</b>	<b>55</b>
<b>9. REFERÈNCIES</b>	<b>56</b>
9.1 Bibliografia	56
9.2 Webgrafia	57

<b>10.</b>	<b>ANNEXOS</b>	<b>59</b>
	10.1 Annex 1 ; Imatges	59
	10.2 Annex 2 ; Circular informatiu	62
	10.3 Annex 3 ; Mapes	63

# INTRODUCCIÓ

La tradició i una sèrie d'estudis científics previs han posat de manifest que les característiques químiques i organolèptiques dels fesols cultivats a sòls volcànics de Santa Pau, sigui quina sigui la varietat, són estadísticament diferents als cultivats en altres indrets. El que es desconeix fins ara, és quina característica dels sòls volcànics és la responsable de crear aquesta diferència. És per això, que m'he volgut moure dins aquest món, per treure l'entrellat del perquè els Fesols de Santa Pau són únics. Ja que trepitjo cada dia la terra on es conreen aquests fesols i respiro l'ambient que se sent des de que el fesol es recull de la terra fins que s'envasa, crec que és interessant poder arribar a una conclusió que tingui fonaments i que es pugui utilitzar com a aval científic per poder demostrar el valor d'aquest producte.

És per això que voldria respondre una sèrie de preguntes com ara: El causant de tot plegat són les al·lofanes, un tipus d'argila present en els sòls volcànics, i que té una gran capacitat de retenir aigua i nutrients vegetals? La presència d'aquestes al·lofanes, que amb el temps es transformen amb un altre tipus d'argiles, està condicionada per l'edat del volcà?

Per aquest motiu, miraré d'identificar la presència d'aquest tipus d'argiles en els sòls volcànics de la Garrotxa on tradicionalment s'hi han conreat fesols. Per dur-ho a terme, utilitzaré el mètode de "Fieldes & Perrot" de l'any 1996, específic per identificar la presència d'al·lofanes.

Per poder fer un estudi prou complet agafaré mostres d'uns aproximadament 100 camps, prèviament seleccionats segons els següents criteris:

- Camps volcànics, on la tradició diu que són bons per a conrear fesols.
- Camps també volcànics però on la tradició diu que no són bons per a cultivar fesols.
- Finalment com a control, camps amb sòls no volcànics.

Totes aquestes mostres tindran una identificació concreta, basada amb el mapa geològic, el de sòls i el del cadastre.

Abans però, introduiré un xic els termes bàsics per definir un sòl, és a dir, la seva estructura, composició, entre altres coses.

# 1. EL SÒL

## 1.1. Què és?

Si fem un tall transversal a la Terra, podem observar diferents capes. En la que cal centrar-nos és la litosfera, o més aviat la litosfera continental, és a dir, la part sòlida més externa del planeta. En aquesta capa més superficial, podem distingir-hi el sòl, que és la capa més externa de la litosfera.

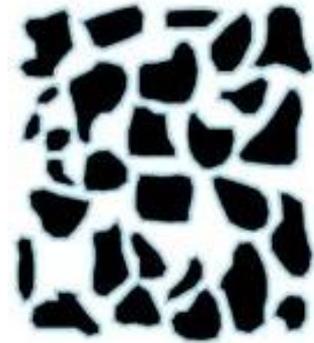
El sòl és el material natural resultant de l'acció de petits esforços i factors que s'han esdevingut al llarg del temps, com ara la meteorització física i química de les roques. Gràcies a tots aquests factors el sòl ha esdevingut una capa viva, amb una composició, que d'una forma ideal, seria del 45% de minerals, el 25% de dissolucions aquoses, el 25% d'elements gasosos i un 5% de matèria orgànica, l'humus. Cal esmentar que aquests percentatges varien constantment segons certs factors com ara la localització del sòl, i per tant el clima, les roques que l'han generat, el temps transcorregut, els organismes vius, etc.

## 1.2. Composició del Sòl

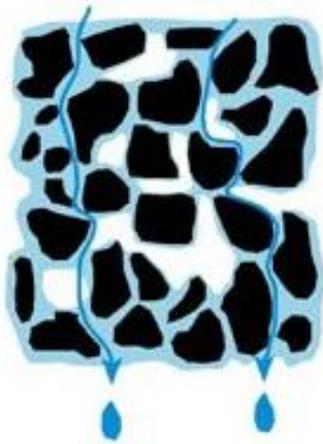
A la fracció mineral del sòl hi podem distingir com a més importants el quars, el feldspat, la mica, els òxids de ferro, els carbonats, els sulfats i els nitrats. També hi ha milers d'altres minerals secundaris que ajuden a crear un sòl propi i característic de cada indret del món, amb les seves particulars propietats, que condicionen el moviment intern de gasos i aigua i els organismes – microorganismes, animals o plantes – que hi habiten.

Les dissolucions aquoses que formen la part líquida del sòl tenen com a ions més comuns el  $\text{Na}^+$ , el  $\text{K}^+$ , el  $\text{Ca}^{2+}$ , el  $\text{Cl}^-$ , el  $\text{NH}_4^+$  i el  $\text{NO}_3^-$ . L'aigua que forma aquestes dissolucions prové de les precipitacions, i és el principal agent de transport.

Aquestes dissolucions poden ser lliures o absorbides formant una fina pel·lícula al voltant de la part sòlida d'aquest, gràcies al caràcter dipolar de l'aigua, que es sent atreta per les càrregues dels elements químics que componen el sòl.



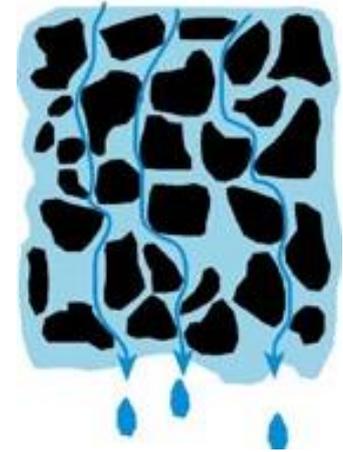
Imatge 1: Sòl insaturat. Es pot observar la fina pel·lícula sobre la part sòlida, d'una dissolució aquosa. La resta, podem deduir que es troba en forma de vapor.



Imatge 2: Sòl insaturat. Es pot observar l'aigua que queda retinguda dins els porus.

Les dissolucions també les podem trobar retingudes dins els porus del sòl gràcies a les forces capil·lars. Aquesta força no és proporcional a la mida dels porus, sinó a la textura, ja que es tracta d'un fenomen d'adhesió, que en certs casos pot arribar a superar la força de la gravetat, per tant, aquesta aigua no circula gaire i ni tan sols és útil per les plantes.

Finalment podem trobar les dissolucions aquoses del sòl d'una forma més superficial, és a dir, quan ja s'han omplert tots els porus i el sòl està saturat. Aquesta aigua circula per aquests espais intersticials i pot arribar a alimentar les fonts i els aqüífers i, per tant, sortir a la superfície.



Imatge 3: Sòl Saturat. Es pot observar que l'aigua circula enmig dels espais intersticials, fins a arribar a el punt que surt a la superfície en forma de font, etc.

La part gasosa del sòl està formada essencialment per el mateix conjunt dels gasos atmosfèrics, com ara l'oxigen ( $O_2$ ) i el diòxid de carboni ( $CO_2$ ), aquest últim més abundant a causa del metabolisme respiratori dels éssers vius.

No cal dir que dins aquest percentatge de gasos també hi incloem l'aigua en forma de vapor.

Molts cops, aquesta part gasosa està dissolta a l'aigua del propi sòl.

	<b>% Aire atmosfèric</b>	<b>% Aire del sòl</b>
<b><math>O_2</math></b>	21	10-20
<b><math>N_2</math></b>	78	78,5-80
<b><math>CO_2</math></b>	0,03	0,2-3
<b><math>H_2O</math></b>	Variable	En saturació

Taula 1: Composició gasosa del sòl en relació a la composició gasosa de l'atmosfera.

Finalment, el 5% restant s'anomena Humus, que s'ha format a partir de la descomposició dels éssers vius que moren sobre ell (restes orgàniques) i de l'activitat biològica dels organismes vius que conté, com ara cucs, insectes i qualsevol tipus de microorganismes.

Podem diferenciar humus jove i humus elaborat. Quan parlem d'humus jove ens referim a qualsevol tipus de matèria orgànica que es pugui diferenciar i reconèixer a simple vista, com ara restes de fulla molt petites. En canvi, quan parlem de humus elaborat, parlem de la matèria orgànica fruit de la descomposició total de l'humus jove, i per aquesta raó, és d'un color fosc i és impossible reconèixer a ull nu qualsevol resta de matèria orgànica.

De fet és parla de matèria orgànica fresca i d'humus.

L'humus és molt important pel que fa a la fertilitat, conservació i presència de vida en els sòls. Depenent de la rapidesa de descomposició d'aquest humus, es produeixen una sèrie de substàncies resultants que l'unió d'aquestes amb altres minerals, mitjançant altres processos, arriben a concloure la textura i l'estructura del sòl.

### 1.3. Textura del Sòl

La textura ens indica la proporció relativa de les partícules menors de 2 mm de diàmetre presents al sòl, classificades en 3 categories: sorra, llim i argila.

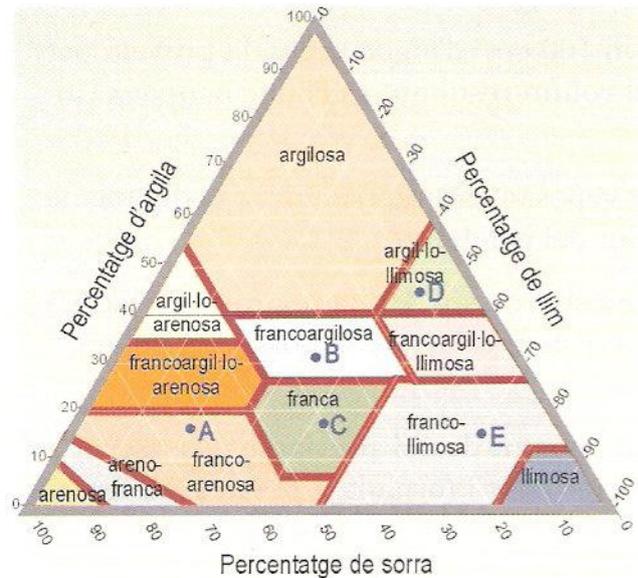
El tipus de textura de cada sòl depèn de la roca mare a partir de la qual s'ha originat aquest.

Per determinar la proporció granulomètrica d'un sòl, s'utilitzen garbells de mida diferent. Els resultats d'aquesta anàlisi, seguint la terminologia establerta per la USDA (Departament d'agricultura d'Estats Units), poden ser:

- **Sorra molt grossa** →  $2 \text{ mm} > \emptyset > 1 \text{ mm}$
  - **Sorra grossa** →  $1 \text{ mm} > \emptyset > 0.5 \text{ mm}$
  - **Sorra mitjana** →  $0.5 \text{ mm} > \emptyset > 0.25 \text{ mm}$
  - **Sorra fina** →  $0.25 \text{ mm} > \emptyset > 0.10 \text{ mm}$
  - **Sorra molt fina** →  $0.10 \text{ mm} > \emptyset > 0.05 \text{ mm}$
  - **Llim** →  $0.05 \text{ mm} > \emptyset > 0.002 \text{ mm}$
  - **Argila** →  $\emptyset < 0.002 \text{ mm}$
- } **Sorra** →  $2 \text{ mm} > \emptyset > 0,05 \text{ mm}$

Els resultats de l'obtenció dels percentatges de partícules presents al sòl, es representen en un triangle de textura, als quals a cada costat hi ha esmentada una de les tres fraccions texturals.

Cada mostra de sòl, està definida per un punt dins aquest triangle equilàter, on coincideixen les tres línies que representen els valors dels percentatges de cada una de les variables.



Imatge 4: Triangle de textura

Les textures principals, com ja hem esmentat fins ara, són:

- La **textura argilosa**, que es troba en sòls difícils de treballar. Reté gran quantitat d'aigua i nutrients degut a la seva gran porositat i la seva capacitat d'intercanvi catiònic.
- La **textura sorrenca**, que es troba en sòls fàcils de treballar. Presenta molt bona ventilació, però no té la capacitat de retenir aigua ni nutrients.
- La **textura llimosa**, una estructura que s'endureix amb facilitat, i per tant no hi ha gaire ventilació ni circulació d'aigua.
- Les **estructures franques o equilibrades**, formades per el millor equilibri entre les seves components jugant amb les seves qualitats i abstenint-se dels seus defectes.

La textura del sòl, juntament amb l'estructura, que posteriorment es defineix, determina:

- La **permeabilitat** o la capacitat de transmetre aigua a través dels seus porus. Els sòls amb textures sorrenques o sòls molt ben estructurats, són molt permeables, i en canvi sòls amb textures argiloses, són poc permeables i per tant s'entollen o es cobreixen d'aigua fàcilment.
- La **capacitat de retenció d'aigua disponible per les plantes (CRAD)**, ja que sòls amb texture argiloses equilibrades podran subministrar més aigua a les plantes respecte sòls molt sorrencs o molt argilosos.

#### 1.4. Estructura del sòl

L'estructura del sòl és la forma en què s'agrupen els materials sòlids (minerals o orgànics) que el formen. El conjunt de tots aquests materials s'anomena agregat. L'agrupació d'aquests materials determina la ventilació, el moviment de l'aigua, l'erosionabilitat, etc.

Existeixen diferents formes de valorar l'estructura del sòl, i una d'elles és la intensitat de l'agregació, és a dir, la cohesió que hi ha entre els agregats. Segons això, els sòls poden ser:

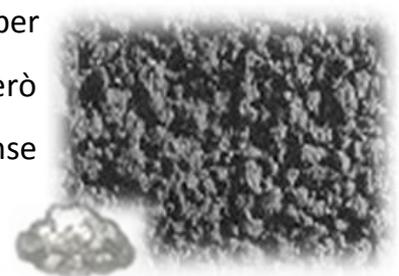
- **Sense estructura**, si no existeixen agregats visibles.
- **Estructura dèbil**, si els agregats, envoltats d'altres materials, que són difícils de reconèixer a simple vista, ja que són molt petits. Aquests petits agregats solen tenir poca durada, ja que es trenquen ràpidament.
- **Estructura moderada**, si els agregats estan diferenciats i són visibles a ull nu.

- **Estructura forta**, si està formada per agregats diferenciats i visibles a ull nu que perduren en el sòl.

Els sòls també es poden diferenciar i classificar segons la mida, la forma i la disposició d'aquests agregats observats de manera individual;

- **Estructura sorrenca**, és a dir, un sòl format per partícules individuals de sorra, llims i argiles, agrupats en petits granets d'una forma gairebé esfèrica, si més no, arrodonida, sense arestes visibles i amb grans espais entre ells.

- **Estructura granular**, és a dir, un sòl format per agregats de forma arrodonida de mida constat, però sense porus en el seu interior i gairebé sense "encaix" amb els agregats del seu voltant. És propi de sòls pobres en matèria orgànica.



Imatge 5: Estructura granular

- **Estructura angular**, és a dir, un sòl format per agregats de forma totalment polièdrica, per tant els costats cantelluts i les seves respectives cares en contacte les unes amb les altres formant angles.



Imatge 6: Estructura angular

- **Estructura subangular**, és a dir, un sòl format per agregats de forma polièdrica amb els costats pronunciats però la superfície bastant irregular respecte a els sòls d'estructura angular. Les seves respectives cares també estan un xic en contacte. És una estructura molt semblant a la estructura angular.



Imatge 7: Estructura subangular

- **Estructura prismàtica**, és a dir, un sòl format per un conjunt de blocs posicionats majoritàriament en direcció vertical.

Aquest conjunt de blocs són agregats els quals tenen les cares definides i per tant es pot percebre un gran contacte entre elles, que, juntament amb la poca porositat que tenen respecte a l'estructura granular, dificulten el pas de l'aigua en el tram on es troben. Aquest tipus d'estructura no es sol trobar a la superfície, sinó més aviat a les profunditats.



Imatge 8: Estructura prismàtica

- **Estructura columnar**, és a dir, un sòl format per un conjunt de blocs posicionats majoritàriament en direcció vertical com l'estructura prismàtica, amb la diferència que aquests blocs no tenen les cares tant definides i, per tant, entre les seves cares no es pot percebre gran contacte. Una altre diferència que caracteritza aquest tipus d'estructura és l'arrodoniment de la cara superior.



Imatge 9: Estructura Columnar

- **Estructura laminar**, és a dir, un sòl format per un conjunt d'agregats que formen làmines o capes fines que s'acumulen horitzontalment (alguns cops verticalment) una sobre l'altre. Sovint dificulten el pas de l'aigua. És una estructura dèbil i poc desenvolupada.



Imatge 10: Estructura laminar

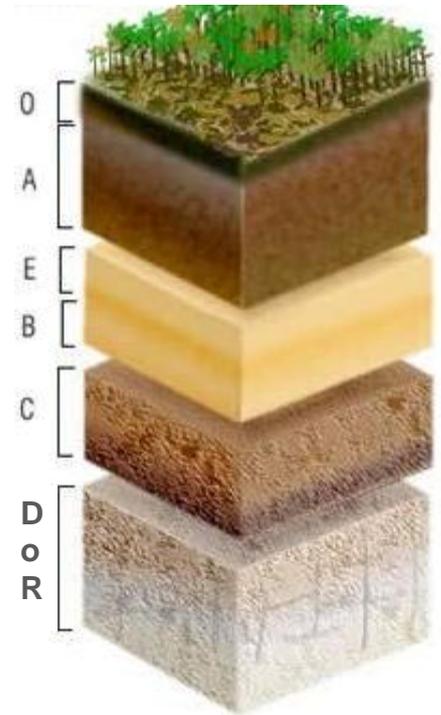
### 1.5. Els horitzons, les capes que formen un sòl

Tots aquests conjunts d'estructures es poden diferenciar molt bé per les seves propietats físiques i químiques característiques, degut a tot el que hem explicat anteriorment, és a dir, la composició, la forma, la mida, la disposició, etc. A causa d'això, quan fem un tall transversal al sòl i l'observem, podem veure-hi diferents capes, nivells o porcions paral·leles a la superfície. Aquest conjunt s'anomenen **Horitzons**. El nombre d'horitzons que podem trobar en un sòl no és indeterminat, sinó que ja n'existeixen uns de determinats, que els indiquem amb una sèrie de lletres ("Nomenclatura ABC"), i són; l'horitzó H, l'horitzó O, l'horitzó A, l'horitzó B, l'horitzó E, l'horitzó C i l'horitzó D o R. En alguns casos, com es pot observar en la imatge 11 (pàgina 13), alguns sòls els manca algun horitzó. Podríem posar l'exemple de l'horitzó H, un horitzó superficial, poc present en la majoria dels sòls agrícoles. És un horitzó on s'hi acumula matèria orgànica sense descompondre's i que se satura d'aigua durant llargs períodes de temps, formant-se al cap de molt d'anys la turba. Si la saturació no és de llargs períodes, sinó pocs dies, ja parlem de l'**horitzó O**.

Pel que fa als horitzons principals, que se solen trobar gairebé a tots els sòls tenim:

- **L'horitzó A**, que conjuntament amb l'H i l'O, són els horitzons superficials. Està situat sota l'horitzó O i format per material mineral i per porcions de matèria orgànica. És un dels horitzons més foscos després de l'H i l'O, ja que aquests tres contenen una gran quantitat de matèria orgànica, que és la causant de donar aquest color. Aquesta matèria orgànica sol ser el conjunt de fulles i residus que durant un determinat període de temps s'han anat acumulant i han entrat en fase de descomposició. A causa de tot això esmentat anteriorment, al llarg de l'horitzó A podríem parlar d'estructura sorrenca o granular.
- **L'horitzó E**, és un dels horitzons subsuperficials, situat sota l'horitzó A. Aquests dos horitzons es poden diferenciar molt bé a simple vista ja que es pot percebre un gran canvi de color a causa la poca quantitat de matèria orgànica i l'acumulació d'argiles i òxids de Ferro i Alumini de l'horitzó E. Podríem dir que té una estructura laminar, dèbil i poc desenvolupada.
- **L'horitzó B**, és un dels altres horitzons subsuperficials situat sota l'horitzó E. Aquests dos horitzons es poden diferenciar pel petit canvi de color, ja que l'horitzó B és d'un to més clar, i també per l'estructura més angular, prismàtica o columnar que adquireix aquest. Aquests canvis són deguts a la precipitació o lixiviació de substàncies dels horitzons superiors, com ara carbonats, Ferro, Alumini, etc.

- **L'horitzó C**, també és un dels altres horitzons subsuperficials i està situat sota l'horitzó B. Aquests dos horitzons es poden diferenciar entre si pel canvi de color, composició i estructura, ja que l'horitzó C està format per la roca "mare" en diferents graus de meteorització, però sense presència matèria orgànica.
- **L'horitzó D o R**, l'últim dels horitzons subsuperficials, està format per la roca mare sense cap mena d'alteració.



Imatge 11: Horitzons O, A, E, B, C, D o R del sòl

## 1.6. Formació del sòl

Existeixen una sèrie de factors que condicionen la formació del sòl: el clima, la topografia, la roca mare, els organismes que hi habiten, el temps que ha transcorregut i l'acció humana. Cada factor anterior contribueix de diferent forma a la formació d'un sòl.

Aquesta formació comença amb l'alteració de la roca mare quan està en contacte amb la superfície, ja sigui per meteorització física, química o biològica.

- La **meteorització física** es dona mitjançant una sèrie de processos de fragmentació, esmicolament i polvorització de la roca sense comportar canvis en la composició química d'aquesta. Aquesta meteorització pot ser produïda pels agents atmosfèrics, com ara canvis de temperatura del dia a la nit, que causen la contracció i la dilatació de les roques i posteriorment la seva ruptura, processos de glaç i desglaç que

comporten la gelifracció, disminució de la pressió atmosfèrica a causa d'una erosió prèvia i el contacte amb la superfície, que comporta la descompressió i per tant l'aparició de diàclasis i fissures, etc. També cal esmentar als éssers vius com a responsables d'aquesta meteorització, com ara bacteris, fongs, cucs, líquens, vegetals, etc. Un cop morts, les seves restes s'incorporen al sòl en forma de matèria orgànica formant l'humus. En aquest cas podríem parlar de **meteorització biològica**.

La **meteorització química** canvia la composició de la roca. Aquesta meteorització és causada per la reacció dels minerals amb algunes substàncies presents al seu voltant, principalment dissoltes en aigua. Així tenim la **dissolució**, que té lloc principalment en les roques calcàries i evaporites, la **hidratació**, quan alguns minerals poden incorporar aigua a la seva estructura cristal·lina, la **hidròlisi**, quan s'incorporen ions  $H^+$  i  $OH^-$  de l'aigua a l'estructura cristal·lina dels minerals i destrueixen les xarxes cristal·lines de la majoria dels silicats, l'**oxidació**, quan l'oxigen dissolt en l'aigua es combina amb alguns elements com ara el ferro i dóna lloc als colors vermellorsos que molts cops podem apreciar, i la **descarbonatació**, quan l'aigua de la pluja incideix sobre les roques superficials, i a causa de la seva acidesa pel  $CO_2$  atmosfèric que porta dissolt, pot provocar reaccions com la següent:



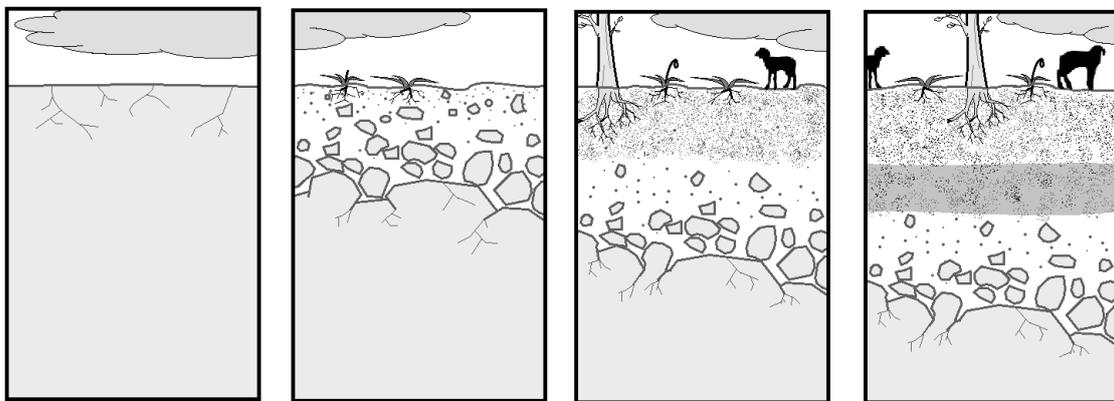
A causa d'aquesta reacció es poden originar paisatges càrstics sobre les roques formades per carbonats, com ara calcàries i dolomies, molt abundants en la superfície terrestre.

Anteriorment també hem esmentat que el clima, la topografia i el temps transcorregut són factors importants.

Com ja hem vist abans, el clima condiona el tipus de meteorització, i depenent de la temperatura, la humitat o la sequedat, succeeix una cosa o una altre.

Pel que fa a la topografia, si tenim un relleu amb un pendent pronunciat, els fragments de roca meteoritzada són arastrats cap a altres llocs i per tant és més difícil que en aquests indrets es formi un sòl evolucionat. I si parléssim d'un relleu amb pendent suau, succeiria just el contrari.

Finalment, el temps transcorregut és un factor molt important ja que el procés de formació d'un sòl és molt lent, començant per la meteorització de la roca mare. Segons el temps transcorregut, els sòls es consideren més o menys evolucionats.



Imatge 12: Procés de formació del sòl.

### 1.7. Classificació dels sòls.

Actualment podem distingir dos tipus de Classificacions reconegudes a nivell mundial, la Soil Taxonomy, presentada per el Soil Survey Staf (SSS) dels Estats Units, i la desenvolupada per la FAO-UNESCO (Organització per l'Alimentació i l'agricultura de les Nacions Unides - Organització de les Nacions Unides per l'Educació, la Ciència i la Cultura) per a l'obtenció d'un mapa mundial de sols.

Per tal de fer un petit esment als tipus de sols que existeixen, em basaré en la classificació duta a terme per la FAO-UNESCO l'any 2006.

Dins aquesta classificació es poden distingir 32 grups de sols diferents, que aquests grups també es poden classificar segons les seves característiques;

- **Sols Orgànics:** Histosòls.
- **Sòls condicionats per la influència humana:** Androsòls i Tecnosòls.
- **Sòls limitats per l'arrelament:** Leptosòls i Criosòls.
- **Sòls molt influenciats per la presència d'aigua:** Vertisòls, Fluvisòls, Solonchaks, Solonetz i Gleysòls.
- **Sòls en els quals la química del Ferro (Fe) i l'Alumini (Al), són molt importants en la seva formació:** Andosòls, Podzòls, Plantisòls i Ferralsòls.
- **Sòls amb aigua superficial:** Plantosòls i Estagnosòls.
- **Sòls de regions estepàries rics en humus:** Chernozems, Kastanozems i Phaeozems.
- **Sòls de regions seques amb acumulació de guix:** Gypsisòls, Durisòls i Calcisòls.
- **Sòls amb un subsòl ric en argila:** Albeluvisòls, Alisòls, Acrisòls, Luvisòls, Lixisòls i Nitisòls.
- **Sòls poc desenvolupats o bé sorres homogènies:** Umbrisòls, Arenosòls, Cambisòls i Regosòls.

Dins aquest conjunt de grups de sòls, cal remarcar-ne un de determinat, els Andosòls, un tipus de sòl característic de la Garrotxa, la zona la qual es tracta el treball.

## **ELS ANDOSÒLS**

Com hem dit abans els Andosòls són un tipus de sòl pertanyents al grup on la química del Ferro (Fe) i l'alumini (Al) tenen molta importància en la seva formació. Són sòls volcànics formats a partir de materials piroclàstics procedents d'erupcions volcàniques recents o no molt antigues. Habitualment són d'un color obscur, molt porós, lleuger, permeable, d'una molt bona estructura i fàcil de treballar (Terra cremada o Terra volcànica).

Els Andosòls es caracteritzen per la presència de horitzons com ara l'àndic o el vítric, característics de sòls volcànics. Són un tipus d'horitzons subsuperficials, pertanyents als horitzons A, E, B o C, per tant formats per material mineral i petites porcions de matèria orgànica. Dins el tipus d'horitzó àndic, hi podem reconèixer un predomini del Sílice (ric en al·lofanes, un tipus d'argiles capaces de retenir gran quantitat d'aigua i nutrients), o bé d'alumini o de matèria orgànica.

### **Característiques hidrològiques**

Els Andosòls són un tipus de sòl, com ja hem dit abans, molt porós. Per tant té la capacitat d'absorbir molta aigua però també amb un molt bon drenatge intern.

### **Característiques mineralògiques**

No a tot arreu després d'una erupció volcànica i la formació d'aquest tipus de sòl, hi ha les mateixes quantitats de "material volcànic", és a dir feldspats, quars, minerals ferro-magnesians, com ara olivina, piroxè, entre altres.

Els factors determinats d'aquestes variacions són; l'edat del sòl, el pH, la humitat, la quantitat i composició de la matèria orgànica del sòl i altres successos naturals produïts després de l'erupció volcànica.

### Característiques Físiques

Els Andosòls tenen una **molt bona** estabilitat entre els agregats i juntament amb l'alta permeabilitat d'aquests, resulten uns sòls que solen ser resistents a la erosió hídrica.

La seva **densitat** es d'uns  $1,0 \text{ mg/m}^3$  aproximadament.

Aquest tipus d'argiles, si amb els temps estiguessin sotmeses a situacions de sequera, perdrien les seves propietats i característiques, com ara la capacitat d'intercanvi iònic, la retenció d'aigua, la cohesió entre les partícules, entre altres. Juntament amb aquesta pèrdua, amb el pas del temps, les al·lofanès anirien desapareixent.

### Característiques Químiques

Les principals característiques químiques dels andosòls, són el pH i la Capacitat d'Intercanvi Iònic.

Els andosòls tenen una alta **capacitat d'intercanvi iònic** degut no només a la gran quantitat de matèria orgànica, sinó també a les argiles, concretament les al·lofanès, que com he dit abans, es caracteritzen per la gran capacitat de retenir aigua i nutrients. La presència i quantitat d'aquest tipus d'argiles també condiciona el **pH**, ja que com més al·lofanès, més bàsic és el pH.

## 2. ELS FESOLS DE SANTA PAU

Ja fa unes quantes dècades els Fesols de Santa Pau aconseguiren una gran fama gràcies a les seves característiques i qualitats organolèptiques: de bon coure, sense percepció de la pell al degustar-los, suaus i melosos al paladar.

L'any 1889, els organitzadors de l'Exposició Universal de París ja varen demanar una mostra de fesols al consistori del poble per exposar-los al certamen, amb la qual cosa ens indica que ja en aquells temps aquest producte ja havia travessat fronteres a causa de la saviesa popular, que atribuïa a la terra volcànica la seva qualitat organolèptica.

Molta gent dels pobles i comarques veïnes es desplaçaven al poble de Santa Pau per tal de comprar un bon grapat d'aquests fesols per passar els hiverns. Aquest conreu era molt manual, i per tant, absorbia molta mà d'obra a les cases de pagès, que en aquells moments abundava. La posterior mecanització del camp va arribar a tots els conreus excepte el del fesol. Amb la desaparició de l'obra barata a les cases de pagès, aquest conreu s'anà perdent. No obstant això el mercat continuava la seva demanda, fet que va propiciar la pirateria. Va ser l'any 1988 quan es creà l'associació de cultivadors de fesols de Santa Pau, amb l'objectiu de mecanitzar el conreu, fent més fàcil la producció i augmentant-la, per tal d'abastir la demanda i promocionar i distingir aquests fesols al mercat.

Més tard es va creure la necessitat de donar-los una protecció oficial atorgant-los una denominació d'origen protegida (DOP) per així salvaguardar el producte i els interessos d'una gent que havia estat sempre fidel a una tradició i a una manera de fer, que havia cregut sempre en aquest producte únic.

## 2.1. Estudis previs

Per aconseguir la documentació per sol·licitar la DOP, una garantia que atorga Brussel·les, es necessita avalar amb paràmetres científics el que sempre havia dit la saviesa popular. Va ser per això que es va contactar amb l'Escola Superior d'Agricultura de BCN, justament quan estaven tramitant la IGP de Fesols del Ganxet. Ja existien estudis previs que posaven de manifest que les característiques químiques dels fesols cultivats als sòls volcànics de Santa Pau eren diferents als cultivats en altres indrets (veure la taula següent).

<b>PARÀMETRE</b>	<b>Cultivat en sòl no volcànic</b>	<b>Cultivat en sòl volcànic</b>
<b>Proteïna bruta</b>	23,77	28,52
<b>Fibra Bruta</b>	6,26	5,40
<b>Extracte eteri</b>	1,52	1,52
<b>M.E.L.N. (Glúcids)</b>	63,99	59,84

Taula 2: Ens indica la diferència de les característiques químiques, en aquest cas, entre els fesols cultivats en sòl volcànic, i fesols cultivats en sol no volcànic. Aquesta taula està extreta a partir de les dades de Canalies i Herrero l'any 1988.

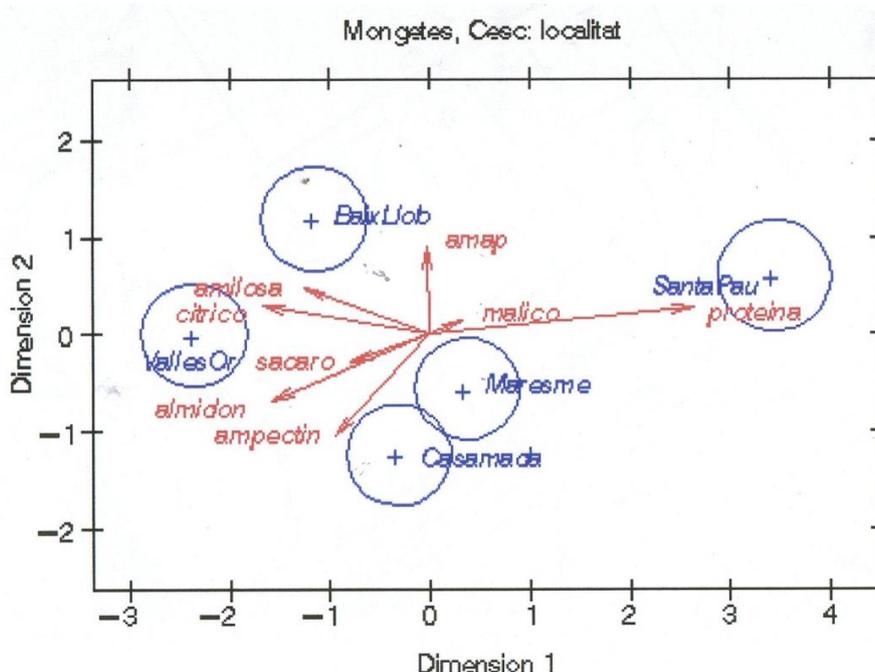
Altres estudis, com ara els de tast de Roser Romero del Castillo, juntament amb el seu equip, duts a terme l'any 2008, ens certifiquen la diferència esmentada anteriorment. En aquest cas els paràmetres emprats foren de tipus organolèptic: el temps de cocció de les mongetes, la quantitat que quedaven senceres un cop cuites, la rugositat i la percepció de la clova seminal. La taula que podem observar a continuació ens mostra els resultats obtinguts.

Àrea	Temps de cocció	% de fesols sencers	Rugositat de la coberta seminal	Percepció de la coberta seminal	Melositat	Tast
Astúries	103,7	52,1	3,17	4,16	4,87	4,29
Vallès	82,2	57,6	4,45	2,68	3,07	3,85
Santa Pau	63,8	27,1	1,78	4,21	3,87	4,57

Taula 3: Comparació de caràcters culinaris i sensorials de les dos DOP. Taula extreta de l'article "Protected Designation of Origin in beans (*Phaseolus vulgaris* L.): towards an objective approach based on sensory and agromorphological properties", de Romero del Castillo R., Almirall A., Valero, J., Casañas, F.

La conclusió extreta d'aquest estudi no va ser res més que constatar la diferència organolèptica dels Fesols de Santa Pau respecte els fesols de qualsevol altre lloc. A partir d'aquí, calia trobar què els feia diferent, la terra? La varietat?

Seguidament, Francesc Casañas juntament amb el seu equip varen dur a terme un altre estudi en el que van analitzar 5 varietats de fesols diferents cultivats tots ells en 5 indrets diferents, determinant el seu contingut de proteïna, midó, sacarosa, àcid màlic, àcid cítric i amilopectina. Els resultats obtinguts van ser els següents, exposats a la taula que podem observar a continuació.



Taula 4: Anàlisi multi factorial discriminant.

Amb aquest estudi es pot concloure que totes les varietats de fesols típiques de Catalunya són diferents pel que fa a la composició química, ni millors ni pitjors, sinó diferents, quan són conreades a terres de Santa Pau.

Amb la informació de tots aquests estudis anteriors, podem arribar a la conclusió que la diferència entre els Fesols de Santa Pau i els fesols de qualsevol altre indret del món no és una qüestió de la varietat. Per tant podem concloure que la diferència és el sòl, però la pregunta és, Quina és la característica dels sòls volcànics de Santa Pau que fa que els fesols surtin diferents respecte als conreats en altres indrets?

## 3. CARACTERÍSTIQUES EDAFOLÒGIQUES DELS SÒLS

### 3.1. Anàlisi d'un sòl

Encara que, com veurem a continuació, en aquest treball ens centrarem en l'anàlisi que determina la presència o absència d'al·lofanos, també comentarem d'altres paràmetres:

- El **pH**, que és una mesura quantitativa de l'acidesa o la basicitat d'una dissolució, que en aquest cas seria la mostra de terra agafada diluïda amb aigua (unes mesures ja prèviament establertes per aquest tipus d'anàlisi). El pH es defineix científicament com el logaritme de base negatiu de l'activitat química del ió hidrogen en la solució. Va de 0 a 14, sent 7 el pH neutre, per sobre de 7, bàsic, i per sota, àcid. El pH es considera una variable molt important en els sòls, ja que és el que "controla" molts processos químics i microbiològics que hi tenen lloc.

Segons el pH, el sòl també es pot classificar de les següents formes:

- Sòl Neutre: 6 - 7,5
- Sòl Bàsic: >7,5
- Sòl àcid: < 6

Per dur a terme aquesta anàlisi, cal agafar una mostra de terra d'uns 20g aproximadament. Es col·loquen en un vas de precipitats i s'hi afegeixen 50 ml d'aigua destil·lada. Es remena duran uns 10 minuts i es llegeix el pH mitjançant un aparell específic anomenat pH-metre durant un minut aproximadament, o també es pot utilitzar el paper indicador del pH.

Finalment només cal observar què ens diu el pH-metre o bé comparar els colors del paper indicador del pH, i classificar el sòl que hem analitzat amb, àcid, neutre o bàsic.



Imatge 13: Eines necessàries per mesurar el pH. Paper indicador del pH (en aquest cas ens ha sortit un pH d'aproximadament 7).



- La **matèria orgànica**, que prové de la descomposició d'organismes que anteriorment havien estat vius. La matèria orgànica dels sòls sol ser restes d'animals com ara cucs, insectes, entre d'altres, restes de plantes, fulles, etc. Com ja he explicat anteriorment, aquesta part del sòl, s'anomena humus.

El sòl també es pot classificar segons la quantitat de matèria orgànica de la següent forma:

- Molt baix: < 1 %
- Regular: 1 – 2 %
- Acceptable: 2 – 3 %
- Bo: < 3 %

Per dur a terme aquesta anàlisi, cal col·locar sobre una càpsula de porcellana 25 g (P1) de mostra del sòl que es vol analitzar prèviament dessecat a 100 °C durant les 24h anteriors. Aquesta mostra es crema durant uns 15 minuts aproximadament. Es deixa refredar i es torna a pesar (P2). El resultat és la diferència entre els dos pesos, que ens indica la quantitat de matèria orgànica descomposta.



Imatge 14: Preparació de la mostra per ser cremada a l'estufa elèctrica.

$$\text{M.O.} = (P1) - (P2) \times 100$$

- **El test de carbonats és una** anàlisi per determinar la quantitat de carbonats presents en el sòl, formats a partir de l'alteració o degradació de la roca mare.

Per determinar la presència o absència de carbonats i la gran o poca quantitat – anàlisi semiquantitativa -, es faran caure unes gotes de Àcid clorhídric (HCl) diluït al 10% sobre la mostra de sòl. Si en caure les gotes s'observen bombolles, estem en presència d'un sòl amb carbonats, i si l'efervescència és important, la quantitat de carbonats al sòl és elevada. La presència o absència ens determina el tipus de sòl que tractem.

### 3.2. Característiques edafològiques dels sòls volcànics de la Garrotxa

CIC (cmol+)/kg)	pH H2O	MO (%)	Municipi	Ús	Coordenada 1	Coordenada 2
<u>Sòls NO volcànics</u>						
28,1	7,5	4	Santa Pau	Agrícola	461307	4666428
26,1	6,7	4,3	Santa Pau	Ramader	459541	4666125
24,2	7,9	3,5	Santa Pau	Agrícola	461903	4665434
19,6	7,4	3,9	St. Feliu de Pallerols	Agrícola	460707	4662877
16,4	6,7	2,6	Olot	Ramader	459203	4670271
16,6	6,3	3,1	Olot	Agrícola	461416	4669470
11,1	7,4	1,8	Sant Aniol de Finestres	Ramader	464587	4663788
14	6,8	3,3	Olot	Agrícola	458920	4670919
12,9	7,7	2,9	Olot	Agrícola	459250	4670981
12,6	6,7	2,8	Olot	Agrícola	458947	4670113
10,7	7,6	1,9	Santa Pau	Agrícola	461032	4665555
10,6	7,3	1,9	Les Preses	Agrícola	460449	4665402
11,6	7,2	2,5	Olot	Agrícola	459830	4671168
12,1	7,2	3,3	Olot	Ramader	459203	4670271
9,8	8	2,3	Santa Pau	Altres	464109	4664617
9,6	8,1	2,2	Santa Pau	Agrícola	459119	4665637
10,2	7,2	2,8	Les Preses	Ramader	457725	4665856
7,6	8	1,8	Santa Pau	Agrícola	458540	4666070
7,7	7,9	1,9	Santa Pau	Agrícola	459101	4665755
13,7	6,9	5,2	Santa Pau	Ramader	459808	4665339
8,2	7	2,5	Olot	Agrícola	458933	4670573
9,8	7,5	3,7	Les Preses	Ramader	460232	4665180
11,1	7,6	5	Santa Pau	Ramader	461314	4665471
8,1	7,4	3,8	Santa Pau	Agrícola	460703	4665415
8,5	7,6	4,6	Olot	Agrícola	459907	4671081
<b>Mitjana</b>	<b>13,3</b>	<b>7,3</b>				
<b>Màxim</b>	<b>28,1</b>	<b>8,1</b>				
<b>Mínim</b>	<b>7,6</b>	<b>6,3</b>				
<b>Desviació</b>	<b>5,7</b>	<b>0,48</b>				

CIC (cmol(+)/kg)	pH H <sub>2</sub> O	MO (%)	Municipi	Ús	Coordenada 1	Coordenada 2
<b>Sòls Volcànics</b>						
28	7,9	6,73	Can Roura, Santa Pau	Agrícola	No disponibles	
48,7	7,5	10,1	Can Maia, Santa Pau	Agrícola	No disponibles	
18,3	7	2,88	Camp Solà, Batet	Agrícola	No disponibles	
35	7,2	3,97	Colom, Santa Pau	Agrícola	No disponibles	
35,5	7,2	4,66	Colom, Santa Pau	Agrícola	No disponibles	
31,5	2,8	5,7	Santa Pau	Agrícola	No disponibles	
27,5	6,8	3,19	Santa Pau	Agrícola	No disponibles	
27,5	6,8	3,39	Collell	Agrícola	No disponibles	
24	6,8	3,48	Collell	Agrícola	No disponibles	
<b>Mitjana</b>	<b>30,7</b>	<b>6,7</b>				
<b>Màxim</b>	<b>48,7</b>	<b>7,9</b>				
<b>Mínim</b>	<b>18,3</b>	<b>2,8</b>				
<b>Desviació</b>	<b>8,6</b>	<b>1,5</b>				
<b>Pova t Student</b>	<b>17,4</b>	<b>0,67</b>				
<b>Significació</b>	<b>99%</b>	<b>No sign.</b>				

Taula 5 : Anàlisi de sòls duts a terme per als pagesos els quals conreen les terres.

Quina és la característica dels sòls volcànics que determina la diferència dels fesols plantats a aquí respecte a als fesols plantats a un altre indret?

Com podem observar amb la taula anterior, la principal diferència entre els sòls volcànics de la Garrotxa i els sòls no volcànics, és la CIC – Capacitat d’intercanvi catiònic–. En canvi, pel que fa al pH i a la M.O. no hi ha diferències estadísticament significatives, i per tant podem descartar que aquests dos últims paràmetres siguin els responsables d’aquesta diferència entre característiques dels fesols.

### 3.3 Capacitat d’intercanvi Catiònic

La Capacitat d’intercanvi Catiònic (CIC) és la capacitat que té un sòl per a retenir, alliberar i bescanviar ions positius amb la solució del sòl. La CIC està relacionada amb el contingut i les característiques de les argiles i del humus.

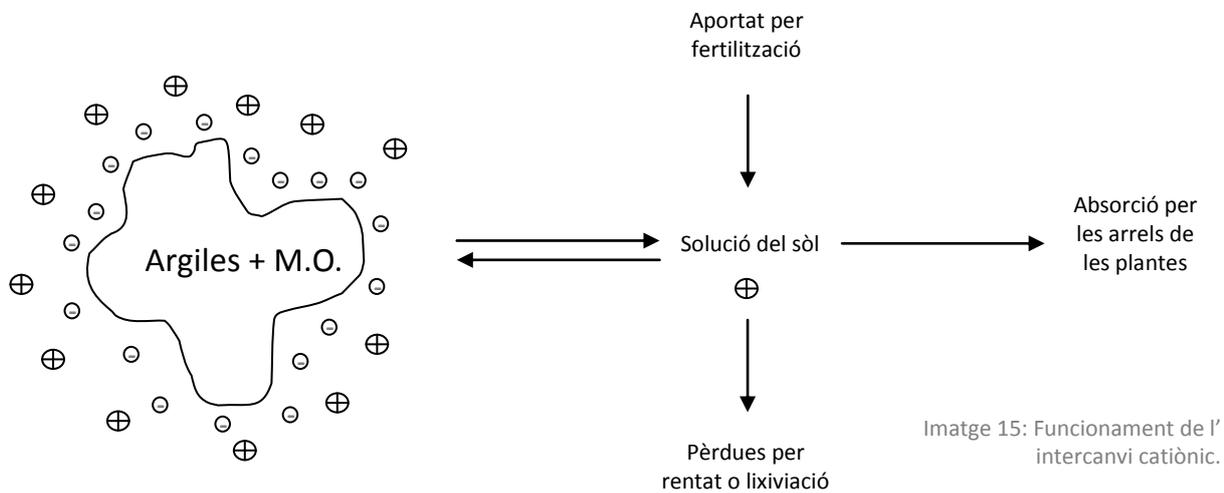
Aquests components estan carregats negativament, i per tant tenen capacitat per retenir ions positius.

El procés d'intercanvi té lloc quan les partícules sòlides del sòl -en aquest cas i parlant de la CIC, les argiles i la matèria orgànica-, entren en contacte amb la solució aquosa d'aquest. Els ions positius (cations) presents en la fase líquida poden ser captades per la fase sòlida, alliberant al mateix temps altres cations que inicialment es trobaven associats a aquesta part sòlida i així establir un equilibri entre ambdues fases.

Aquest fenomen, anomenat intercanvi iònic, afecta tant als anions com als cations, però aquí ens centrem en l'intercanvi catiònic que és l'habitual a la majoria de sòls. A causa d'aquest intercanvi, els ions absorbits queden en una posició assimilable i per tant constitueixen la reserva de nutrients minerals per les plantes.

L'intercanvi iònic té lloc quan la concentració d'un determinat catió a la solució aquosa del sòl varia per algun motiu -per rentat, perquè la planta n'ha assimilat-. L'equilibri entre les càrregues de les partícules del sòl i la solució queda alterat i per refer-lo, s'alliberen cations presents a la fase sòlida cap a la fase líquida. Per tant, gràcies a l'existència de la CIC, les plantes tenen al seu abast, no només els ions de la dissolució aquosa del sòl, sinó també els de la fase sòlida també anomenada complex de canvi.

Naturalment passa just el contrari quan la concentració d'un catió a la fase líquida s'incrementa per l'adició de fertilitzants. L'equilibri queda alterat i es restableix mitjançant intercanvis de cations des de la fase líquida cap al complex de canvi. Quan un catió de la fase líquida passa al complex de canvi, algun pertanyent a aquest anterior ha de "marxar", ja que la capacitat d'emmagatzematge és limitada.



Quan tots els cations del complex de canvi estan ocupats, diem que el complex està saturat.

Els cations lligats o bé captats per la fase sòlida no poden perdre's mai per rentat, de manera que sempre estan presents com a reserva per les plantes. Podem concloure que una alta capacitat d'intercanvi catiònic, a més d'altres funcions, afavoreix positivament a la fertilitat del sòl.

Com hem mencionat anteriorment, la capacitat d'intercanvi catiònic es deu a un cert tipus de partícules sòlides presents en el sòl, que són les argiles i la matèria orgànica. Amb les dades de la taula anterior (Taula 4), s'ha pogut descartar que la matèria orgànica sigui la responsable de diferenciar els sòls volcànics dels que no ho són. Per tant, podem arribar a la conclusió de que la característica diferencial són les argiles.

### 3.4 Les al·lofanes

Les al·lofanes són un tipus d'argiles presents en sòls volcànics i que s'han originat principalment a partir de la meteorització de les cendres i altres materials volcànics.

La seva principal característica és que és un material amb una composició no cristal·lina, és a dir, no ordenada. La cendra volcànica compleix aquest requisit ja que es genera amb un refredament molt ràpid del material piroclàstic. Dins el nom d'al·lofanes, s'amaguen un conjunt de minerals com l'al·lofana - d'aquí prové el nom de l'argila -, la imogolita i la hisingerita.



Imatge 16: Mineral al·lofana (dalt) i hisingerita (esquerre).

## 4. METODOLOGIA

L'objectiu d'aquest treball, com ja hem dit abans, és comprovar si la causa de la diferència entre les característiques químiques i les propietats organolèptiques dels fesols cultivats en sòls volcànics de Santa Pau i de fesols conreats en d'altres indrets, és la presència d'un tipus d'argiles anomenades al·lofanos, normalment presents en els sòls volcànics. Com també hem mencionat abans, per dur a terme aquest estudi ens basarem en el mètode de Fields & Perrot.

També s'intentarà relacionar si :

- La presència d'aquestes argiles és funció de l'edat del volcà del qual prové el sòl.
- Els sòls de Santa Pau considerats tradicionalment bons per al conreu del fesols tenen presència o no d'al·lofanos.

### 4.1. Selecció de mostres

La selecció de mostres utilitzades per dur a terme l'estudi s'ha fet seguint uns criteris determinats:

- En primer lloc, sòls agrícoles generats pels diferents volcans de la Garrotxa, basant-se en el mapa de sòls volcànics de la Garrotxa, el geològic i el del cadastre.
- Sòls agrícoles de Santa Pau on la tradició diu que són bons per conrear-hi fesols (molts d'aquests ja estan inclosos en la categoria anterior. Estan marcats de color negre al mapa de sòls volcànics).
- Sòls de Santa Pau on la tradició diu que no són bons per conrear-hi fesols però són volcànics.

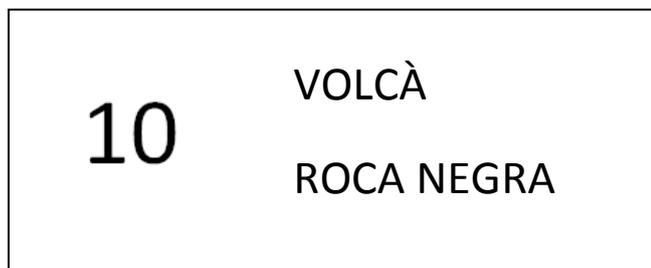
- Sòls no volcànics.

Cada una d'aquestes mostres prèviament seleccionades, està identificada amb els següents paràmetres:

- Un nº que equival al número de la mostra.
- El municipi del qual prové.
- Si el seu origen és o no volcànic segons el mapa de sòls volcànics de la Garrotxa.
- Les seves coordenades XY.
- El seu número de polígon i parcel·la (mitjançant el SIGPAC).
- El seu ús.

Un cop extretes les mostres de cada camp mitjançant una pala i una aixada per recollir la terra, i una bossa per emmagatzemar-la, es duu a terme l'etiquetatge mitjançant una etiqueta on exposa el número de la mostra i la seva procedència.

Imatge 17: Exemple d'etiqueta, en aquest cas del volcà Rocanegra de Santa Pau



## 4.2. Mètode de Fields & Parrot

### **Material**

- Diferents mostres de terra determinades
- Diversos embuts
- Paper de Filtre
- Cullereta
- Solució alcohòlica neutra de fenolftaleïna a l'1%
- Solució de 1N de NaF
- Pipeta de 5 ml
- Guants

### **Disseny Experimental**

En un embut d'uns 5 cm de diàmetre aproximadament, s'hi col·loca un paper de filtre i a dins, la mostra de terra. Posteriorment tot el conjunt s'amara amb la solució de NaF i seguidament s'hi afegeixen unes gotes de Fenolftaleïna. L'aparició ràpida d'una coloració rosa púrpura (rosa mexicana), significarà la presència de productes al·lofànics.

**Variable dependent** : Tipus de sòl

**Variable independent** : Presència o absència d'al·lofanos

**Control**: Mostres no volcàniques

#### 4.2.1 Preparació dels reactius

##### **FLUORUR DE SODI ; NaF**

Aquest reactiu està dissenyat per tal de fer un estudi ràpid de la presència de minerals no cristal·lins en el sòl, com ara les al·lofanès, imogolites o hisingerites.

El pH inicial del fluorur de sodi es de 7,5 – 7,8 aproximadament. Quan barregem aquest reactiu amb el sòl, els anions fluorur ( $F^-$ ) reaccionen amb els minerals del sòl, especialment els menys cristal·lins, desplaçant els ions hidroxil ( $OH^-$ ). El pH del reactiu de NaF, augmenta o es basifica, quan els ions hidroxil s'alliberen de la solució.

Cal esmentar que per a dur a terme la preparació d'aquest reactiu, s'ha de disposar d'una molt bona higiene i seguretat, ja que el NaF és un reactiu verinós. Per tant cal utilitzar roba protectora i protecció facial, concretament per als ulls.

##### **Material**

- Aigua destil·lada d'alta puresa
- NaF sòlid (en pols)
- Vas de precipitats
- Garrafa de plàstic (mida segons la quantitat de reactiu que es vol preparar, en aquest cas una garrafa de 5L).
- Vareta de vidre
- Embut
- Balança (dos decimals)
- Guants de plàstic
- pH-metre

- Protecció facial

### **Procediment**

Per tal d'aconseguir els 5 L de la solució 1 N de NaF, s'han de pesar 250g de NaF sòlid dins un vas de precipitats, en una balança prèviament tarada. Posteriorment es barreja l'aigua destil·lada amb els 250 g de NaF amb la vareta de vidre per tal de que l'aigua destil·lada es saturi. Un cop dut a terme tot això, es deixa en repòs durant uns 3 dies. El tercer dia, s'observa la precipitació de l'excés NaF sòlid al fons. Aquest precipitat es treu buidant el contingut de solució de NaF de la garrafa a una altra garrafa de plàstic, tot deixant el precipitat a la primera garrafa. Posteriorment agafem uns 50 ml de la solució per mesurar-ne el pH, el qual ha d'estar entre 7,5 – 7,8. Si no és així, es pot regular el pH amb HF (en el cas de que el pH sigui més bàsic que el corresponent) o bé NaOH (en el cas de que el pH sigui més àcid que el corresponent), tenint en compte que el pH inicial no pot superar els valors de 8,2 aproximadament.

En aquest cas, al tercer dia em vaig trobar amb un pH de 9,7 – 9,8, i per tal de no llançar aquest reactiu, vaig pensar de neutralitzar-lo fins a aconseguir el pH adequat afegint HCl a la solució.

### **FENOLFTALEÏNA 1%**

La fenolftaleïna és un indicador àcid – base. És incolora si es troba a pH inferiors a 8,2, i rosa fúcsia si es barreja amb quelcom amb un pH superior a 10, és a dir un pH molt bàsic. Això passa perquè, depenent del pH del medi en què es trobi, l'estructura molecular de la fenolftaleïna canvia (es dissocia).

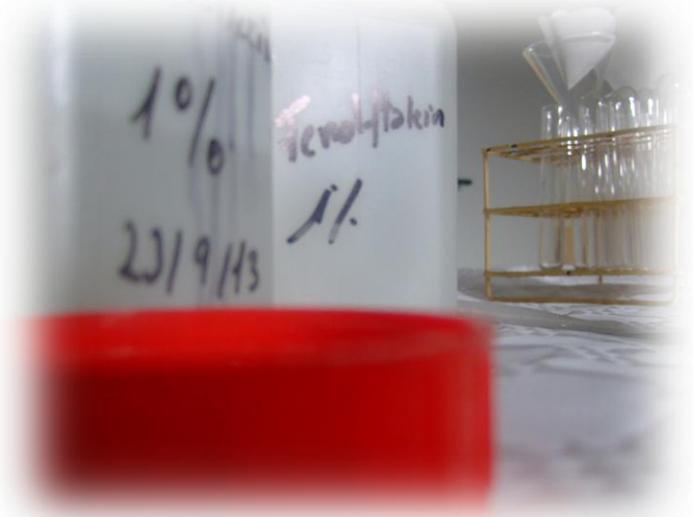
## Material

- Fenolftaleïna en pols
- Alcohol

## Procediment

Per tal de preparar Fenolftaleïna al 1%, s'ha de dissoldre 1 g de Fenolftaleïna en pols en alcohol fins a aconseguir 100 ml de dissolució.

En aquest cas vam utilitzar 20 g de Fenolftaleïna en pols ja que vam crear uns 2 L (2000ml) de dissolució a l'1% aproximadament.



Imatge 18: Fenolftaleïna

## 5. RESULTATS I DISCUSSIONS

Les dades obtingudes en els experiments explicats anteriorment s'indiquen a les taules següents. Primer apareix els resultats generals (taula 1) i posteriorment s'expressen els resultats referents a les mostres de terra obtingudes de camps volcànics de Santa Pau on és habitual que s'hi conreïn fesols(Taula 2), els marcats de color negre a els mapes

# RESULTATS GENERALS

Núm. Mostra	Població	Tipus de Sòl	Procedència / Procedència Volcànica	Camp de Procedència			Plantació / ús	Resultat	Edat volcans (anys)
				Coordenades Geogràfiques	Polígon	Parcel·la			
1	Santa Pau	Volcànic	Volcà del puig de la Costa	X: 461.195,46 m Y: 4.666.291,55 m	19	1	Fesols	+	11.000
2	Santa Pau	Volcànic	Volcà del puig de la Costa	X: 461.239,50 m Y: 4.665.593,52 m	18	3	Fesols	+	11.000
3	Santa Pau	Volcànic	Volcà del puig de la Costa	X: 461.268,11 m Y: 4.665.314,22 m	17	9	Hort	+	11.000
4	Santa Pau	Volcànic	Volcà del puig de la Costa	X: 461.421,88 m Y: 4.666.114,32 m	18	1	Fesols	+	11.000
5	Santa Pau	Volcànic	Volcà Puig de Mar	X: 463.809,39 m Y: 4.667.201,51 m	5	15	llaurat	-	80.000-140.000
6	Santa Pau	Volcànic	Volcà Puig de Mar	X: 463.752,18 m Y: 4.665.953,79 m	15	25	Blat de Moro	?	80.000-140.000
7	Santa Pau	Volcànic	Volcà Puig de Mar	X: 463.778,65 m Y: 4.665.928,93 m	15	70	Hort	+	80.000-140.000
8	Santa Pau	Volcànic	Volcà Puig de Mar	X: 464.031,27 m Y: 4.666.213,87 m	5	33	Ray Gras	-	80.000-140.000
9	Santa Pau	Volcànic	Volcà del Puig de Martinyà	X: 462.434,68 m Y: 4.666.769,72 m	5	3	Ray Gras.	+	Anterior a 11.000
10	Santa Pau	Volcànic	Volcà del Puig de Martinyà	X: 462.500,48 m Y: 4.666.807,79 m	3	13	Ray Gras	+	Anterior a 11.000
11	Santa Pau	Volcànic	Volcà del Puig de Martinyà	X: 462.949,60 m Y: 4.667.087,14 m	3	5	Fesols	+	Anterior a 11.000
12	Santa Pau	Volcànic	Volcà del Puig de Martinyà	X: 464.459,75 m Y: 4.666.447,52 m	6	4	Ray gras	+	Anterior a 11.000
13	Santa Pau	Volcànic	Volcà del Puig de Martinyà	X: 462.986,46 m Y: 4.667.106,64 m	5	10	Fesols	-	Anterior a 11.000
14	Santa Pau	Volcànic	Volcà Rocanegra	X: 463.204,12 m Y: 4.665.665,81 m	15	31	Blat de Moro	+	28.000
15	Santa Pau	Volcànic	Volcà Rocanegra	X: 464.369,13 m Y: 4.666.056,70 m	15	7	Fesols	+	28.000
16	Santa Pau	Volcànic	Volcà Rocanegra	X: 463.113,65 m Y: 4.665.659,21 m	15	40	Blat de Moro	+	28.000

Taula 1: Anàlisi de la presència  
d'al·lofanos en les poblacions  
de la Garrotxa

Núm. Mostra	Població	Tipus de Sòl	Procedència / Procedència Volcànica	Camp de Procedència			Plantació / ús	Resultat	Edat volcans (anys)
				Coordenades Geogràfiques	Polígon	Parcel·la			
17	Santa Pau	Volcànic	Volcà de Simó	X: 464.620,77 m Y: 4.665.025,64 m	14	137	Herba de pastura	+	11.000
18	Santa Pau	Volcànic	Volcà de Simó	X: 464.572,27 m Y: 4.665.167,45 m	14	137	Hort	+	11.000
19	Santa Pau	Volcànic	Volcà del Puig Subià	X: 463.673,11 m Y: 4.665.281,65 m	14	125	Herba de Pastura	+	Desconeguda
20	Santa Pau	Volcànic	Volcà del Puig Subià	X: 463.805,57 m Y: 4.665.005,36 m	14	125	Herba de Pastura	-	Desconeguda
21	Santa Pau	Volcànic	Volcà Santa Margarita	X: 462.786,25 m Y: 4.666.121,27 m	15	37	Fesols	+	11.500
22	Santa Pau	Volcànic	Volcà Santa Margarita	X: 462.808,69 m Y: 4.666.005,01 m	15	35	Patates	+	11.500
23	Santa Pau	Volcànic ta	Volcà Santa Margarida	X: 463.055,47 m Y: 4.665.584,27 m	15	40	Fesols	-	11.500
24	Santa Pau	Volcànic	Volcà Croschat	X: 462.164,89 m Y: 4.666.800,24 m	4	17	Colze	+	7.340
25	Santa Pau	Volcànic	Volcà Croschat	X: 462.175,74 m Y: 4.666.839,04 m	4	18	Fesols	+	7.340
26	Santa Pau	Volcànic	Volcà del Puig Jordà	X: 459.088,16 m Y: 4.666.171,06 m	20	31	Prat Natural	+	Anterior 11.000
27	Santa Pau	Volcànic	Volcà del Puig Jordà	X: 459.463,56 m Y: 4.666.085,87 m	20	30	Prat Natural	+	Anterior 11.000
28	Santa Pau	Volcànic	Volcà el Torrent o Comadega	X: 461.423,59 m Y: 4.666.108,83 m	18	1	Fesols	+	Posterior 11.000
29	Santa Pau	Volcànic	Volcà el Torrent o Comadega	X: 461.476,21 m Y: 4.665.842,02 m	16	15	Fesols	+	Posterior 11.000
30	Santa Pau	Volcànic	Volcà el Torrent o Comadega	X: 461.542,94 m Y: 4.665.499,99 m	16	21	Fesols	+	Posterior 11.000
31	Santa Pau <small>Coordenades coincidents amb el municipi de Sant Feliu de Pallerols)</small>	Volcànic	Volcà de Fontpobra	X: 461.741,15 m Y: 4.663.769,84 m	10	10	Rostoll d'ordi	-	37.000
32	Santa Pau	Volcànic	Volcà de Fontpobra	X: 461.383,38 m Y: 4.663.608,49 m	10	5	Userda	-	37.000

Taula 1: Anàlisi de la presència  
d'al·lofanos en les poblacions  
de la Garrotxa

Núm. Mostra	Població	Tipus de Sòl	Procedència / Procedència Volcànica	Camp de Procedència			Plantació / ús	Resultat	Edat volcans (anys)
				Coordenades Geogràfiques	Polígon	Parcel·la			
33	Santa Pau	Volcànic	Volcà de Fontpobra	X: 461.980,26 m Y: 4.663.544,12 m	10	3	Prat Natural	-	37.000
34	Santa Pau	Volcànic	Volcà de Pla sa Ribera	X: 465.712,67 m Y: 4.665.062,57 m	12	13	Prat Natural	+	Anterior 28.000
35	Santa Pau <small>Coordenades coincidents amb el municipi d'Olot)</small>	Volcànic	Volcans de Cabrioler	X: 458.878,04 m Y: 4.668.182,90 m	22	81	Hort	+	Anterior 11.000
36	Santa Pau <small>Coordenades coincidents amb el municipi d'Olot)</small>	Volcànic	Volcans de Cabrioler	X: 458.851,69 m Y: 4.667.617,02 m	23	127	Prat Natural	+	Anterior 11.000
37	Santa Pau <small>Coordenades coincidents amb el municipi d'Olot)</small>	Volcànic	Volcans de Cabrioler	X: 458.753,45 m Y: 4.666.673,76 m	20	33	Hort	+	Anterior 11.000
38	Santa Pau	Volcànic	Indefinida "Cal teixidor"	X: 465.449,94 m Y: 4.666.515,70 m	6	44	Fesols	+	Desconeguda
39	Santa Pau	Volcànic	Indefinida "Cal teixidor"	X: 465.658,69 m Y: 4.666.421,07 m	12	2	Llaurat	+	Desconeguda
40	La Canya	Volcànic	Volcà de la Canya	X: 459.482,97 m Y: 4.673.044,08 m	3	18	Blat de Moro	+	Desconeguda
41	La canya	Volcànic	Volcà de la Canya	X: 459.516,60 m Y: 4.673.040,36 m	3	18	Blat de Moro	+	Desconeguda
42	Sant Joan	Volcànic	Volcà del Rapàs	X: 460.419,05 m Y: 4.673.504,64 m	3	27	- (llaurat)	+	Desconeguda → "antic"
43	Sant Joan	Volcànic	Volcà del Rapàs	X: 461.046,55 m Y: 4.673.686,15 m	2	61	- (llaurat)	-	Desconeguda → "antic"
44	Sant Joan	Volcànic	Volcà d'Aiguaneagra o Cairat	X: 460.282,80 m Y: 4.672.469,63 m	3	120	Estripat (hi neix ordi)	-	Desconeguda
45	Sant Joan	Volcànic	Volcà d'Aiguaneagra o Cairat	X: 460.167,84 m Y: 4.672.659,13 m	3	120	Herba de Pastura	-	Desconeguda
46	Sant Joan, Begudà	Volcànic	Volcà de Claperols	X: 461.227,29 m Y: 4.672.322,12 m	3	83	Blat de Moro	+	Desconeguda
47	Sant Joan, Begudà	Volcànic	Volcà de Claperols	X: 461.188,31 m Y: 4.672.321,46 m	3	36	Blat de Moro	-	Desconeguda

Taula 1: Anàlisi de la presència d'al·lofanés en les poblacions de la Garrotxa

Núm. Mostra	Població	Tipus de Sòl	Procedència / Procedència Volcànica	Camp de Procedència			Plantació / ús	Resultat	Edat volcans (anys)
				Coordenades Geogràfiques	Polígon	Parcel·la			
48	Sant Joan, Begudà	Volcànic	Volcà del'Estany	X: 461.264,25 m Y: 4.671.472,92 m	4	13	Colze	-	45.000
49	Sant Joan, Begudà	Volcànic	Volcà del'Estany	X: 461.395,21 m Y: 4.671.445,72 m	4	13	Fesols	-	45.000
50	Sant Joan, Begudà	Volcànic	Volcà de Bellaire	X: 461.099,04 m Y: 4.670.751,83 m	4	62	Blat de Moro	-	45.000
51	Sant Joan, Begudà	Volcànic	Volcà de Bellaire	X: 461.159,02 m Y: 4.670.703,84 m	4	62	Userda	-	45.000
52	Sant Joan, Begudà	Volcànic	Volcà de Gengí	X: 461.119,60 m Y: 4.670.946,35 m	4	12	Blat de Moro	-	45.000
53	Sant Joan, Begudà	Volcànic	Volcà de Gengí	X: 461.246,36 m Y: 4.670.958,01 m	4	12	Userda	-	45.000
54	Sant Joan, Begudà	Volcànic	Volcà Puig de l'Ós	X: 462.869,25 m Y: 4.670.852,39 m	5	68	Feixes de Pastura	-	Desconeguda → "antic"
55	Sant Joan, Begudà	Volcànic	Volcà Puig de l'Ós	X: 462.897,68 m Y: 4.670.869,01 m	5	68	Cràter	-	Desconeguda → "antic"
56	Sant Joan, Begudà	Volcànic	Volcà de Rapassot	X: 460.922,96 m Y: 4.673.134,89 m	3	37	Herba de Pastura	+	Desconeguda
57	Olot	Volcànic	Volcà la Garrinada	X: 458.052,66 m Y: 4.670.893,77 m	19	69	Rostoll de blat de moro	-	130.000
58	Olot	Volcànic	Volcà la Garrinada	X: 458.047,47 m Y: 4.670.914,99 m	19	70	llaurat	-	130.000
59	Olot	Volcànic	Volcà Montsacopa	X: 457.574,89 m Y: 4.670.853,38 m	18	53	Hort	-	35-120.000
60	Olot	Volcànic	Volcà Montsacopa	X: 457.581,20 m Y: 4.670.871,00 m	18	53	Hort	-	35-120.000
61	Olot	Volcànic	Volcà Montsacopa	X: 457.568,35 m Y: 4.670.796,93 m	18	53	Hort	-	35-120.000
62	Olot	Volcànic	Volcà de les Bisaroques	X: 458.781,59 m Y: 4.670.028,59 m	20	84	Hort	+	Posterior 121.000
63	Olot	Volcànic	Volcà de les Bisaroques	X: 458.770,83 m Y: 4.670.081,18 m	20	84	Hort	+	Posterior 121.000

Taula 1: Anàlisi de la presència d'al·lofanès en les poblacions de la Garrotxa

Núm. Mostra	Població	Tipus de Sòl	Procedència / Procedència Volcànica	Camp de Procedència			Plantació / ús	Resultat	Edat volcans (anys)
				Coordenades Geogràfiques	Polígon	Parcel·la			
64	Olot	Volcànic	Volcà Montolivet	X: 456.324,41 m Y: 4.669.713,34 m	26	19	Rostoll de Blat de Moro	+	Desconeguda → "jove"
65	Olot	Volcànic	Volcà Montolivet	X: 456.466,87 m Y: 4.669.825,46 m	26	30	Rostoll de Blat de Moro	+	Desconeguda → "jove"
66	Olot	Volcànic	Volcà de Montolivet	X: 457.052,89 m Y: 4.669.514,53 m	90	9000	Hort	+	Desconeguda → "jove"
67	Olot	Volcànic	Volcà del Bac de les Tries	X: 459.417,00 m Y: 4.670.816,82 m	20	119	Prat	-	Desconeguda
68	Olot, Batet de la Serra	Volcànic	Volcà de Can Barraca	X: 458.992,57 m Y: 4.668.674,93 m	9	11	Blat de Moro	-	Desconeguda → "molt antic"
69	Olot, Batet de la Serra	Volcànic	Volcà de Can Barraca	X: 458.984,05 m Y: 4.668.734,14 m	9	11	Blat de Moro	-	Desconeguda → "molt antic"
70	Olot, Batet de la Serra	Volcànic	Volcà del Puig Astrol	X: 460.912,74 m Y: 4.667.711,32 m	12	13	Fesols	-	11.000
71	Olot, Batet de la Serra	Volcànic	Volcà del Puig Astrol	X: 460.827,63 m Y: 4.667.865,44 m	13	17	Herba de Pastura	-	11.000
72	Olot, Batet de la Serra	Volcànic	Volcà del Puig de la Garsa	X: 461.911,28 m Y: 4.668.383,79 m	5	24	Estripat de rostoll de blat.	-	Desconeguda
73	Olot, Batet de la Serra	Volcànic	Volcà del Puig de la Garsa	X: 461.814,31 m Y: 4.668.273,83 m	5	18	Fressat	-	Desconeguda
74	Olot, Batet de la Serra	Volcànic	Volcà de Pujalós	X: 461.636,58 m Y: 4.668.552,16 m	5	8	Llaurat	-	Desconeguda → "molt antic"
75	Olot, Batet de la Serra	Volcànic	Volcà de Pujalós	X: 461.336,34 m Y: 4.669.072,96 m	5	5	Rostoll de Colze	-	Desconeguda → "molt antic"
76	Les Preses	Volcànic	Volcà del Racó	X: 456.759,99 m Y: 4.666.654,61 m	6	4	Prat Natural	-	121.000
77	Les Preses	Volcànic	Volcà del Racó	X: 456.867,17 m Y: 4.666.639,82 m	6	4	Ray Gras	-	121.000
78	Les Preses	Volcànic	Volcà del Racó	X: 456.073,83 m Y: 4.668.179,94 m	2	20	Hort	+	121.000
79	Sant Feliu de Pallerols	Volcànic	Volcà de Can Tià	X: 462.477,56 m Y: 4.663.334,70 m	8	1	Prat Natural	-	73.500

Taula 1: Anàlisi de la presència  
d'al·lofanos en les poblacions  
de la Garrotxa

Núm. Mostra	Població	Tipus de Sòl	Procedència / Procedència Volcànica	Camp de Procedència			Plantació / ús	Resultat	Edat volcans (anys)
				Coordenades Geogràfiques	Polígon	Parcel·la			
80	Sant Feliu de Pallerols	Volcànic	Volcà de Can Tià	X: 462.393,84 m Y: 4.663.352,82 m	8	1	Prat Natural	-	73.500
81	Sant Feliu de Pallerols	Volcànic	Volcà de Sant Marc	X: 460.223,51 m Y: 4.657.257,29 m	1	151	Userda	-	28.900
82	Sant Feliu de Pallerols	Volcànic	Volcà de Sant Marc	X: 459.740,41 m Y: 4.657.763,21 m	1	142	Blat de Moro	-	28.900
83	Les Planes	Volcànic	Volcà Traiter	X: 461.464,21 m Y: 4.661.936,86 m	3	3	Rostoll de Girasol	-	44.000
84	Les Planes	Volcànic	Volcà Traiter	X: 461.363,97 m Y: 4.661.287,81 m	4	3	Userda	+	44.000
85	Les Planes	Volcànic	Volcà Traiter	X: 461.343,64 m Y: 4.661.138,54 m	4	10	Rostoll de Blat	+	44.000
86	Les Planes	Volcànic	Volcà Traiter	X: 460.296,69 m Y: 4.659.855,98 m	7	35	Fressat	+	44.000
87	Sant Martí de Llémena, Granollers de Rocacorba	Volcànic	Volcà de Granollers de Rocacorba	X: 471.440,33 m Y: 4.657.923,22 m	5	41	Prat Natural	-	Desconeguda
88	Sant Martí de Llémena, Granollers de Rocacorba	Volcànic	Volcà de Granollers de Rocacorba	X: 471.370,94 m Y: 4.657.718,07 m	5	41	Bosc	-	Desconeguda
89	Sant Martí de Llémena, Granollers de Rocacorba	Volcànic	Volcà del Puig de Montaner	X: 471.814,25 m Y: 4.657.545,02 m	5	69	Hort (Fesols)	+	Desconeguda
90	Santa Pau	No volcànic (segons el mapa de sòls)	"Can Xart"	X: 463.993,40 m Y: 4.664.499,03 m	14	141	Userda	-	
91	Santa Pau	No volcànic (segons el mapa de sòls)	"Can Coll"	X: 463.952,03 m Y: 4.664.775,20 m	14	127	Hort	-	

Taula 1: Anàlisi de la presència d'al·lofanès en les poblacions de la Garrotxa

Núm. Mostra	Població	Tipus de Sòl	Procedència / Procedència Volcànica	Camp de Procedència			Plantació / ús	Resultat	Edat volcans (anys)
				Coordenades Geogràfiques	Polígon	Parcel·la			
92	Sant Joan, Begudà	No volcànic (segons el mapa de sòls)	"La Barrina"	X: 459.976,25 m Y: 4.672.141,32 m	3	120	Rostoll de civada de flor.	+	
93	Les Preses	No volcànic (segons el mapa de sòls)	-	X: 455.880,20 m Y: 4.667.225,94 m	4	60	Blat de Moro	-	
94	Sant Feliu de Pallerols, Sant Iscle	No volcànic (segons el mapa de sòls)	-	X: 458.560,12 m Y: 4.660.938,93 m	8	43	Blat de Moro	+	
95	Sant Feliu de Pallerols, Cogolls	No volcànic (segons el mapa de sòls)	-	X: 459.990,31 m Y: 4.658.872,90 m	6	28	Llaurat	-	
96	Sant Feliu de Pallerols	No volcànic (segons el mapa de sòls)	Volcà del Puig Roig	X: 460.250,05 m Y: 4.657.161,63 m	1	5	Prat de Pastura	-	93.500
97	Sant Feliu de Pallerols	No volcànic (segons el mapa de sòls)	Volcà del Puig Rodó	X: 463.092,87 m Y: 4.661.518,53 m	1	40	Prat de Pastura	-	Desconeguda
98	Sant Feliu de Pallerols	No volcànic (segons el mapa de sòls)	Volcà del Puig Rodó	X: 463.177,67 m Y: 4.661.449,15 m	1	35	Prat de Pastura	-	Desconeguda
99	Sant Feliu de Pallerols	No volcànic (segons el mapa de sòls)	Volcà Puig de les Medes	X: 463.427,93 m Y: 4.660.781,40 m	1	34	Prat de Pastura	-	93.500
100	Sant Feliu de Pallerols	No volcànic (segons el mapa de sòls)	Volcà de Llacunagra	X: 463.102,57 m Y: 4.661.337,73 m	1	35	Prat de Pastura	-	93.500

Taula 1: Anàlisi de la presència  
d'al·lofanes en les poblacions  
de la Garrotxa

Núm. Mostra	Població	Tipus de Sòl	Procedència / Procedència Volcànica	Camp de Procedència			Plantació / ús	Resultat	Edat volcans (anys)
				Coordenades Geogràfiques	Polígon	Parcel·la			
101	Sant Martí de Llémena, Granollers de Rocacorba	No volcànic (segons el mapa de sòls)	-	X: 470.971,97 m Y: 4.656.639,10 m	5	62	Ray gras	-	
102	Santa Pau	Sí volcànics segons el mapa de sòls, però no considerats bon sòls com a conreu	La Clota de baix"	X: 465.885,49 m Y: 4.666.751,46 m	7	18	Rostoll de Blat	-	
103	Santa Pau		"La Clota del mig"	X: 465.713,40 m Y: 4.667.089,66 m	7	18	Rostoll de blat	-	
104	Santa Pau		"La Clota de dalt"	X: 465.604,85 m Y: 4.667.370,13 m	7	18	Rostoll de blat	+	
105	Santa Pau		"Can Creuet"	X: 466.147,61 m Y: 4.666.518,95 m	6	49	Ray gras	-	
106	Santa Pau		"Can Formiga"	X: 466.746,09 m Y: 4.666.659,82 m	8	20	Herba de prat		
107	Santa Pau		"Can Formiga"	X: 466.954,55 m Y: 4.666.761,09 m	8	20	Herba de prat	-	

Taula 1: Anàlisi de la presència  
d'al·lofanès en les poblacions  
de la Garrotxa

# RESULTATS REFERENTS ALS CAMPS DE SANTA PAU ON S'HI CONREEN FESOLS

Núm. Mostra	Població	Tipus de Sòl	Procedència / Procedència Volcànica	Camp de Procedència			Plantació / ús	Resultat	Edat volcans (anys)
				Coordenades Geogràfiques	Polígon	Parcel·la			
				X: 461.195,46 m Y: 4.666.291,55 m	19	1	Fesols	+	11.000
<b>2</b>	<b>Santa Pau</b>	Volcànic	Volcà del puig de la Costa	X: 461.239,50 m Y: 4.665.593,52 m	18	3	Fesols	+	11.000
<b>4</b>	<b>Santa Pau</b>	Volcànic	Volcà del puig de la Costa	X: 461.421,88 m Y: 4.666.114,32 m	18	1	Fesols	+	11.000
<b>11</b>	<b>Santa Pau</b>	Volcànic	Volcà del Puig de Martinyà	X: 462.949,60 m Y: 4.667.087,14 m	3	5	Fesols	+	Anterior a 11.000
<b>13</b>	<b>Santa Pau</b>	Volcànic	Volcà del Puig de Martinyà	X: 462.986,46 m Y: 4.667.106,64 m	5	10	Fesols	-	Anterior a 11.000
<b>15</b>	<b>Santa Pau</b>	Volcànic	Volcà Rocanegra	X: 464.369,13 m Y: 4.666.056,70 m	15	7	Fesols	+	28.000
<b>21</b>	<b>Santa Pau</b>	Volcànic	Volcà Santa Margarita	X: 462.786,25 m Y: 4.666.121,27 m	15	37	Fesols	+	11.500
<b>23</b>	<b>Santa Pau</b>	Volcànic	Volcà Santa Margarida	X: 463.055,47 m Y: 4.665.584,27 m	15	40	Fesols	-	11.500
<b>25</b>	<b>Santa Pau</b>	Volcànic	Volcà Crosbat	X: 462.175,74 m Y: 4.666.839,04 m	4	18	Fesols	+	7.340
<b>28</b>	<b>Santa Pau</b>	Volcànic	Volcà el Torrent o Comadega	X: 461.423,59 m Y: 4.666.108,83 m	18	1	Fesols	+	Posterior 11.000
<b>29</b>	<b>Santa Pau</b>	Volcànic	Volcà el Torrent o Comadega	X: 461.476,21 m Y: 4.665.842,02 m	16	15	Fesols	+	Posterior 11.000
<b>30</b>	<b>Santa Pau</b>	Volcànic	Volcà el Torrent o Comadega	X: 461.542,94 m Y: 4.665.499,99 m	16	21	Fesols	+	Posterior 11.000
<b>38</b>	<b>Santa Pau</b>	Volcànic	Indefinida "Cal teixidor"	X: 465.449,94 m Y: 4.666.515,70 m	6	44	Fesols	+	Desconeguda
<b>39</b>	<b>Santa Pau</b>	Volcànic	Indefinida "Cal teixidor"	X: 465.658,69 m Y: 4.666.421,07 m	12	2	Llaurat	+	Desconeguda

Taula 2: Anàlisi de la presència d'al·lofanès de camps de Santa Pau on habitualment s'hi conreen fesols.



Imatge 22: Resultat positiu (imatge de dalt a la esquerra). Resultat dubtós (imatge de dalt a la dreta) i resultat negatiu (imatge de sota).



### LLEGENDA

Resultat positiu, presència d'al·lofanès	+
Resultat negatiu, absència d'al·lofanès	-
Resultat dubtós	?

Com es pot observar en la taula anterior, en la majoria dels sòls volcànics procedents de colades volcàniques més “joves” de fins a 28.000 anys o bé d'aquesta edat, es pot comprovar la presència d'al·lofanès en la seva composició.

No obstant això, com ja es sap, en la naturalesa hi ha moltes irregularitats, i per tant, en aquest cas també, això sí, justificables.

Com podem veure les mostres número 13 i 23, són l'excepció que confirma la regla. Totes dues mostres són d'un camp on la composició del seu sòl és volcànica, procedents de volcans (la primera del volcà de Martinyà i la segona del volcà Santa Margarida) d'aproximadament 11.000 anys. Tot i complint aquests requisits, l'anàlisi surt negatiu. Això és degut que, a vegades els volcans no dipositen la lava d'una manera uniforme, sinó formant colades que es dispersen per diversos vessants, o bé que la lava procedent d'un volcà, ha quedat colgada per sediments no volcànics. Per aquest motiu, puc deduir que en aquests casos concrets, la mostra de terra que vaig recollir era de justament una part del camp on la colada de lava no havia incidit o bé havia quedat colgada.

A les mostres 5, 42, 62, 63, entre altres, són també una excepció que confirma la regla, però aquest cas, completament a l'invers que l'anterior. Aquest conjunt de mostres són procedents d'un camp on la seva composició és volcànica (segons el mapa de sòls), procedents de volcans que volten els 100.000 anys d'antiguitat. No obstant això, el resultat de l'anàlisi per determinar la presència o absència d'al·lofanès és positiu. Segons els estudis realitzats anteriorment això no és coherent, ja que les al·lofanès, aquest tipus d'argiles presents en els sòls volcànics, es degraden amb el pas dels anys. Malgrat tot això, si a aquests indrets hi ha presents aquest tipus d'argiles, puc deduir que és a causa d'una sedimentació de materials volcànics procedents de volcans “joves”.

Al mateix temps, podem fer un petit esment a la taula 2, que, com ja he dit abans, fa referència a el conjunt de sòls volcànics de Santa Pau on la tradició diu que són bons per conrear-hi fesols.

Podem observar que tots els resultats són positius excepte dos, el 13 i el 23, els quals ja hem explicat el perquè abans.

## 6. CONCLUSIONS

Amb les dades obtingudes a partir dels resultats anterior, es pot concloure que aquest tipus d'argiles anomenades al·lofanos, són les causants de la diferència entre el sòls de Santa Pau, respecte a la resta de sòls d'arreu de la Garrotxa, i per tant, en conseqüència, també són les responsables de que el conreu de productes en aquestes terres, com ara els Fesols de Santa Pau, sigui tant bo. Es pot observar clarament a la taula 2 present en l'apartat de resultats, ja que a la majoria dels camps de procedència volcànica on tradicionalment es conreen fesols a Sant Pau, les al·lofanos hi són presents. També a partir dels resultats obtinguts es pot concloure que no a tots els sòls volcànics succeeix el mateix, només a aquells on l'edat del volcà el qual la lava d'aquest ha format el sòl és més petita respecte 27-28.000 anys.

A partir dels resultats obtinguts i la conclusió d'aquest treball, es pot demostrar que realment els Fesols de Santa Pau són únics gràcies a la meravellosa terra que els "alimenta".

Aquesta conclusió podria ser útil per als conreadors de Fesols de Santa Pau, ja que tindrien un argument o un paràmetre més amb el qual podrien justificar aquesta diferència, un paràmetre més per tenir en compte per poder decidir si una terra és apte o no per entrar dins de la DOP (Denominació d'origen protegida), ja que el consell regulador necessita arguments científics per decidir quan algú vol inscriure les seves parcel·les dins la DOP, i fer més fàcil el funcionament del manual que s'utilitzarà en el funcionament de la DOP referent a els Fesols de Santa Pau.

D'aquesta forma no s'haurien de preocupar més per les possibles imitacions d'aquest producte tant especial, ja que un cop demostrat el perquè del seu valor, aquests el podrien utilitzar com a argument per contraposar a la gent que intenta ser més "llest" i vendre allò que no és.

Cal però seguir investigant perquè es creu que hi ha molts altres factors que influeixen en la qualitat dels fesols collits a aquestes terres.

## 7. AGRAÏMENTS

*A totes aquelles persones que amb la seva col·laboració han fet possible la realització d'aquest treball de recerca, com ara a tota aquella gent la qual m'ha ajudat a localitzar els camps volcànics de les valls, gent gran fixada al territori coneixedora de la terra que els envolta.*

*A tots els que han col·laborat cedint-me material bibliogràfic, com ara la Montse Grabolosa i la Fina Roca.*

*A la meva família, que ha tingut paciència i m'han ajudat al llarg de la realització del treball, ja sigui anant a buscar mostres de terra o bé donant la seva opinió.*

*A tots els tècnics del SIGMA, com ara l'Esther Sala i la Victòria Picart, però especialment a en Xevi Pujol, que m'ha ajudat sempre en tot el que ha pogut, i ha estat present per qualsevol problema que sorgís.*

*A en Pep Saña, que amb els seus coneixements i la seva experiència m'ha servit de gran suport i m'ha ajudat en tot moment en la realització del treball.*

*I finalment, a la meva tutora del treball, Helena Cases, que des d'un bon principi m'ha ajudat a encaminar el treball, i m'ha proporcionat ajuda quan l'he necessitat .*

*Gràcies*

## 8. VALORACIÓ PERSONAL

Ara que he acabat el treball, puc dir que he gaudit realitzant-lo. Potser no hagués dit el mateix quan el vaig començar, ja que ho veia tot molt difícil i molt gran per mi, i aleshores, encara, no havia començat la part pràctica. Un cop vaig començar a recollir mostres de terra i endinsar-me en totes les parts de la Zona Volcànica de la Garrotxa, moltes desconegudes per mi, i vaig dur a terme les primeres anàlisis de mostres, ràpidament es va canviar el punt de vista des del qual em mirava el treball, d'un treball feixuc va passar a ser un treball curiós i interessant, que cada vegada em captivava més .

Sembla quelcom molt gran i difícil d'aconseguir, però val la pena realitzar-lo, ja que pot arribar a ser una molt bona experiència i una gran oportunitat per conèixer el territori.

Ara si que puc dir que sóc una bona Garrotxina, he estat a tots els volcans de la Garrotxa!

## 9. REFERÈNCIES

### 9.1. Bibliografia

SAÑA VILASECA, Josep. MOREÉ RAMOS, Joan Carles. COHÍ RAMON , Alfred. *La gestión de la fertilidad de los suelos*. 1ra Ed. Madrid: Ministerio de agricultura pesca y alimentación, secretaria general técnica, centro de publicaciones, 1996

MALLARACH I CARRERA, Josep Maria. *Els volcans*. 1ra Ed. Girona, diputació de Girona 1989.

MALLARACH I CARRERA, Josep Maria. *El vulcanisme prehistòric de Catalunya*. 1ra Ed. Girona: Diputació de Girona, 1998.

BECH, J. CORREIG, T.M. CRUSELLES, A. DE MANUEL, J. TEJERO, F. *Ciències de la terra i del medi ambient*. 1ra Ed. Barcelona: Editorial Teide, 2009.

GELABERT, José. *Los volcanes extinguidos de la provincia de Gerona*. Ed. única. Sant Feliu de Guíxols: Imprès per Octavio Viader, 1904.

TOLA, José. VILELLA, Cristina. *Atlas Bàsic de Geografia física*. 1ra Ed. Barcelona: Parramón Ediciones S.A., Setembre 2002.

DURÁN I GILABERT, Hortencia. GOLD I GORMAZ, Guillermo. TABERNER I HERNÁNDEZ, Concepción. *Atlas de Geologia*. 1ra Ed. Barcelona: Editbook S.A., 1995.

DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, REMADERIA, PESCA, ALIMENTACIÓ I MEDI AMBIENT. L'agricultura i la remaderia del Parc Natural de la Zona volcànica de la Garrotxa. 1ra Ed. Olot: Impremta Aubert, Abril 2011.

FIELDS, M. and PERROT, K.W. *The nature of allophone in Soils. Part3, Rapid field and laboratory test for allophone.* 1ra Ed. Nova Zelanda: Department of Scientific and industrial Research, National government, 1966.

ROMERO DEL CASTILLO, Roser. ALMIRALL, Antoni. Valero, Jordi. CASAÑAS, Francesc. *Protected designation of Origin in beans (Phaseolus vulgaris L.): towards an objective approach based on sensory and agromorphological properties.* Journal of the Science of Food and Agriculture, 2008.

ROMERO DEL CASTILLO, Roser. FERREIRA, Juan José. PÉREZ-VEGA, Elena. ALMIRALL, Antoni. CASAÑAS, Francesc. *Culinary alternatives for common bean (Phaseolus vulgaris L.): sensory characteristics of immature seeds.* Wiley Interscience, Maig 2010.

## 9.2. Webgrafia

- <http://edafologia.ugr.es/introeda/tema01/perfil.htm>  
[Consultat al 08/08/2013]
- [http://www1.igc.cat/web/gcontent/pdf/mapes/igc\\_CVZVG25M\\_v1g.pdf](http://www1.igc.cat/web/gcontent/pdf/mapes/igc_CVZVG25M_v1g.pdf)  
[Consultat al 12/08/2013]
- [http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//750/989/html/1\\_formacin\\_del\\_suelo.html](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//750/989/html/1_formacin_del_suelo.html)  
[Consultat al 22/08/2013]

- <http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/curso/Material%20de%20lectura/COMPOSICION/procesos.pdf>  
[Consultat al 22/08/2013]
- <http://onlinelibrary.wiley.com/>  
[Consultat al 23/08/2013]
- <http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/curso/Material%20de%20lectura/COMPOSICION/composicion.pdf>  
[Consultat al 03/09/2013]
- [ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706s/x6706s07.htm](ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s07.htm)  
[Consultat al 03/09/2013]
- <http://www.miliarium.com/Proyectos/SuelosContaminados/Manuales/clasificacionsuelos2.asp>  
[Consultat al 10/09/2013]
- <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/11/23/140258>  
[Consultat al 10/09/2013]
- [http://www20.gencat.cat/docs/parcsnaturals/Home/Zona%20Volcanica%20de%20la%20Garrotxa/Coneixenos/Centre%20de%20documentacio/Fons%20documental/Publicacions%20del%20parc/2011%20Punts%20de%20llibre%20de%20volcans/2011\\_punts\\_llibre\\_volcans\\_Gtx.pdf](http://www20.gencat.cat/docs/parcsnaturals/Home/Zona%20Volcanica%20de%20la%20Garrotxa/Coneixenos/Centre%20de%20documentacio/Fons%20documental/Publicacions%20del%20parc/2011%20Punts%20de%20llibre%20de%20volcans/2011_punts_llibre_volcans_Gtx.pdf)  
[Consultat al 17/09/2013]

## 10. ANNEXOS

### 10.1. Annex 1: Imatges



Imatge 19: Recollint mostres de terra del volcà de Can Tità



Imatge 19: Recollint mostres de terra de Fontpobra



Imatge 21: Recollint mostres de terra del volcà d'Aiguanegra o Cairat



Imatge 22: Mostres de terra.



Imatge 23: Anàlisi de les mostres amb el mètode de Fields & Parrot



Imatge 24: Observació del resultat de l'anàlisi.

## 10.2. Annex 2 : Circular informativa

Carta que vaig passar a els propietaris de les finques i a els pagesos que conreaven aquells camps

*Benvolgut Sr. / Sra.*

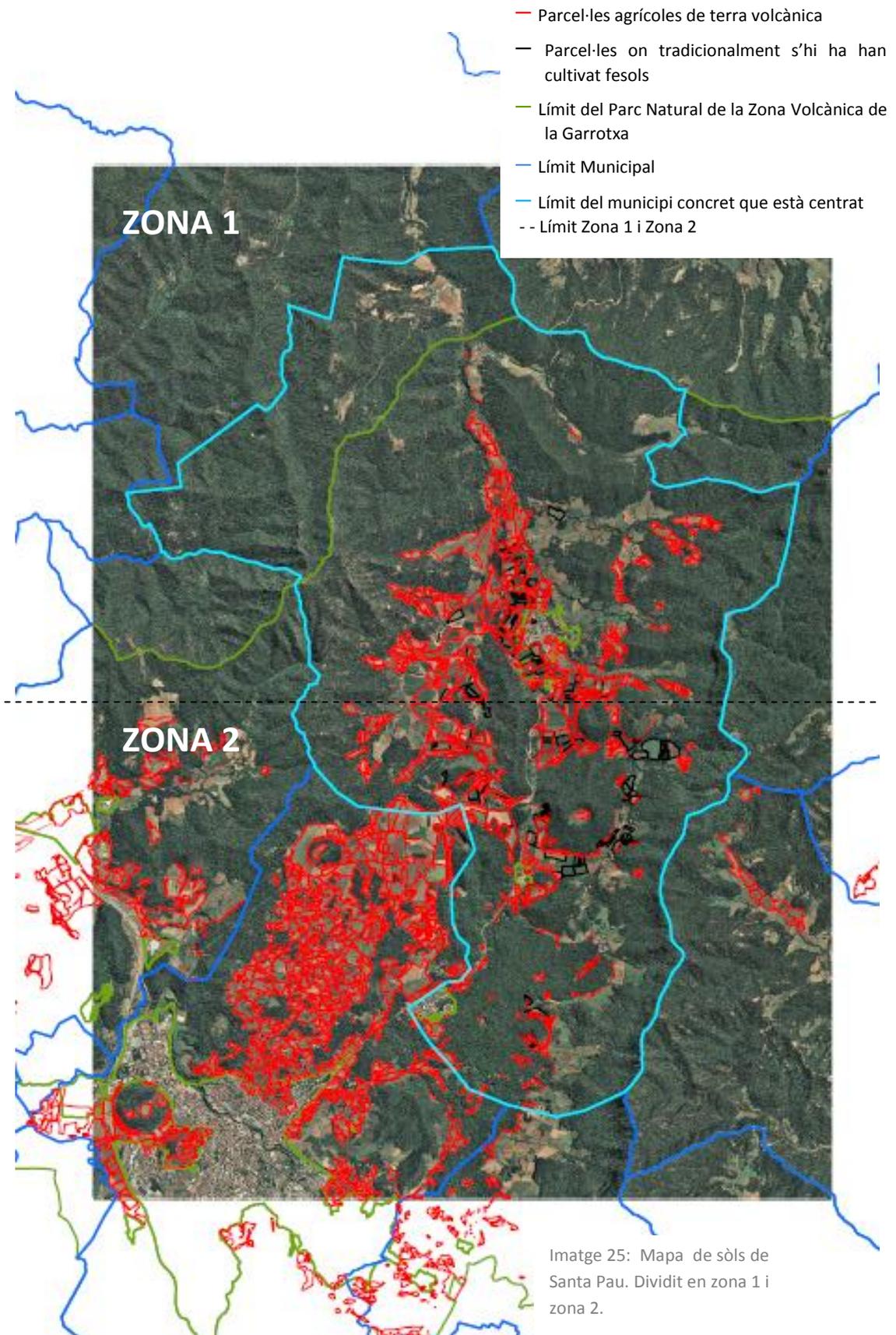
*Em dic Mireia Suñer i visc a Santa Pau. Sóc una estudiant de Batxillerat de l'INS Montsacopa d'Olot. Enguany em toca realitzar el treball de recerca. El meu treball va sobre l'estudi d'un tipus d'argiles anomenades al·lofanos que es localitzen a les terres volcàniques d'aquesta comarca. El que vull arribar a concloure és si aquest tipus d'argiles influeixen en les propietats i característiques dels productes que es conreen en aquests indrets, com ara els Fesols de Santa Pau. Per tal d'aconseguir la màxima informació i arribar a una conclusió, necessitaria prendre diverses mostres de cada camp o parcel·la, i algunes d'aquestes parcel·les, si és possible, serien de la vostra explotació. Es tracten d'unes mostres de terra d' aproximadament 500 g d'una petita eina expressa per a aquest cas.*

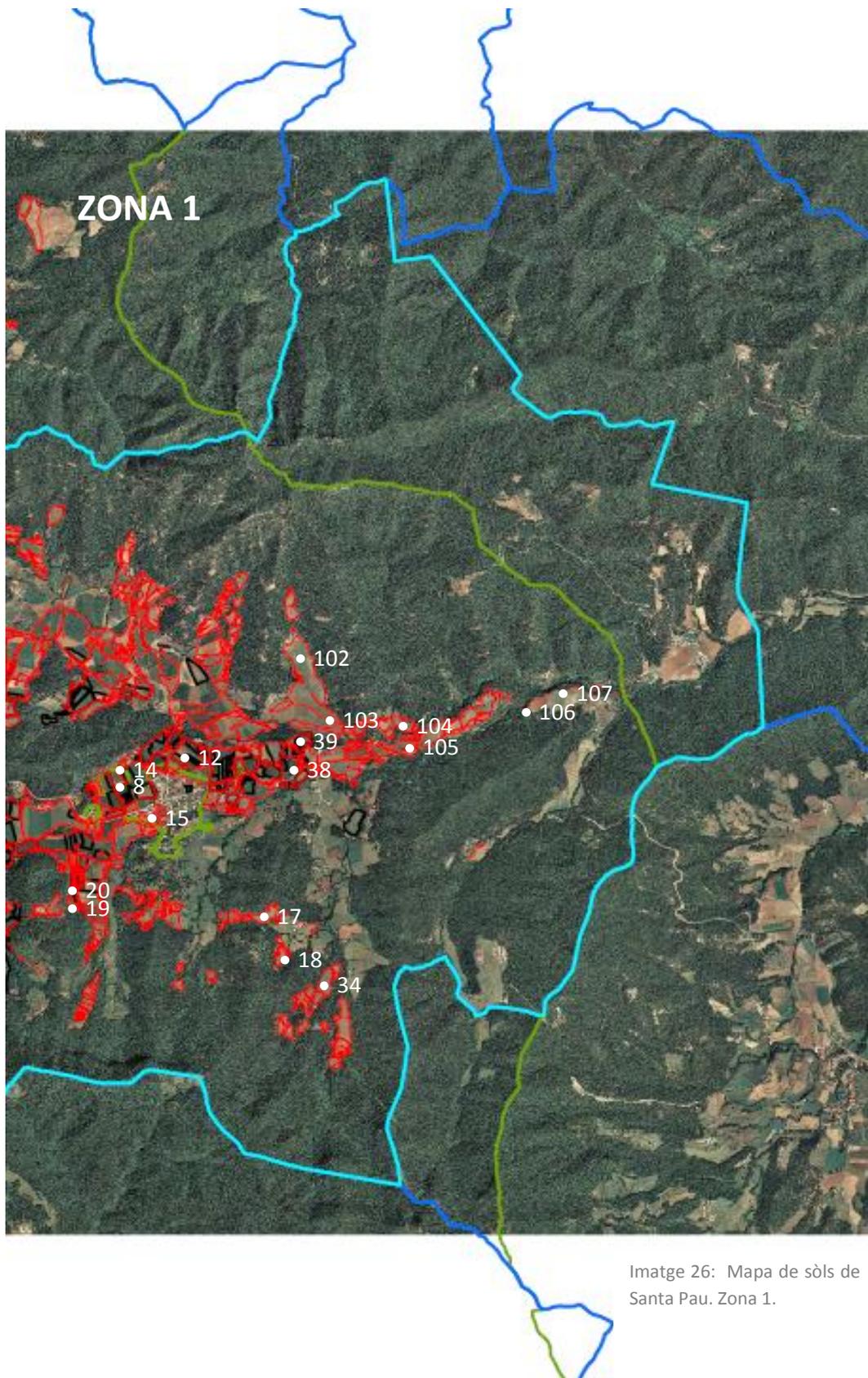
*Espero amb molt de gust, la vostra col·laboració, i sobretot, que no us causi cap molèstia.*

Atentament,

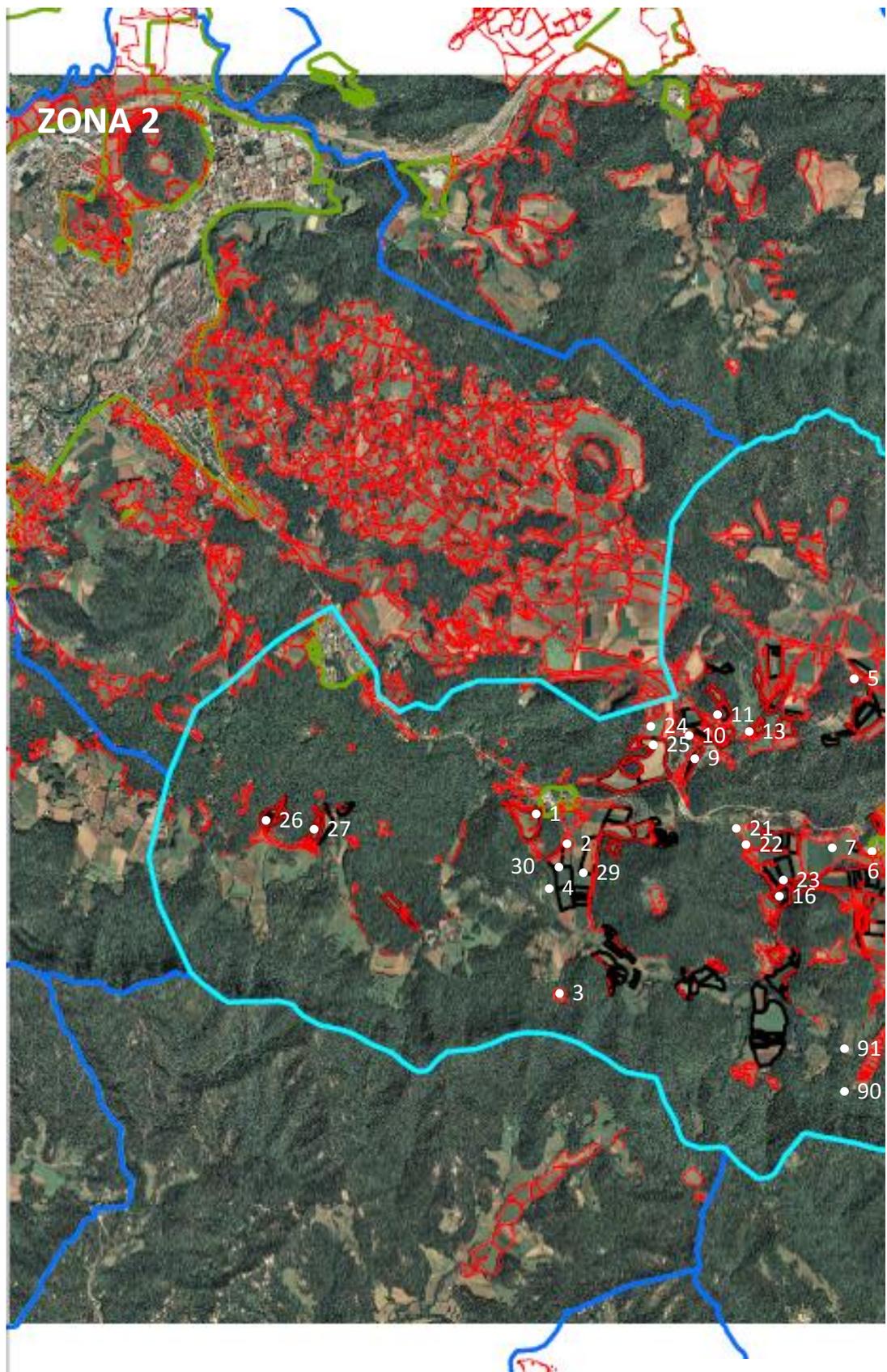
Mireia Suñer  
Santa Pau, Estiu 2013

### 10.3. Annex 3 : Mapes

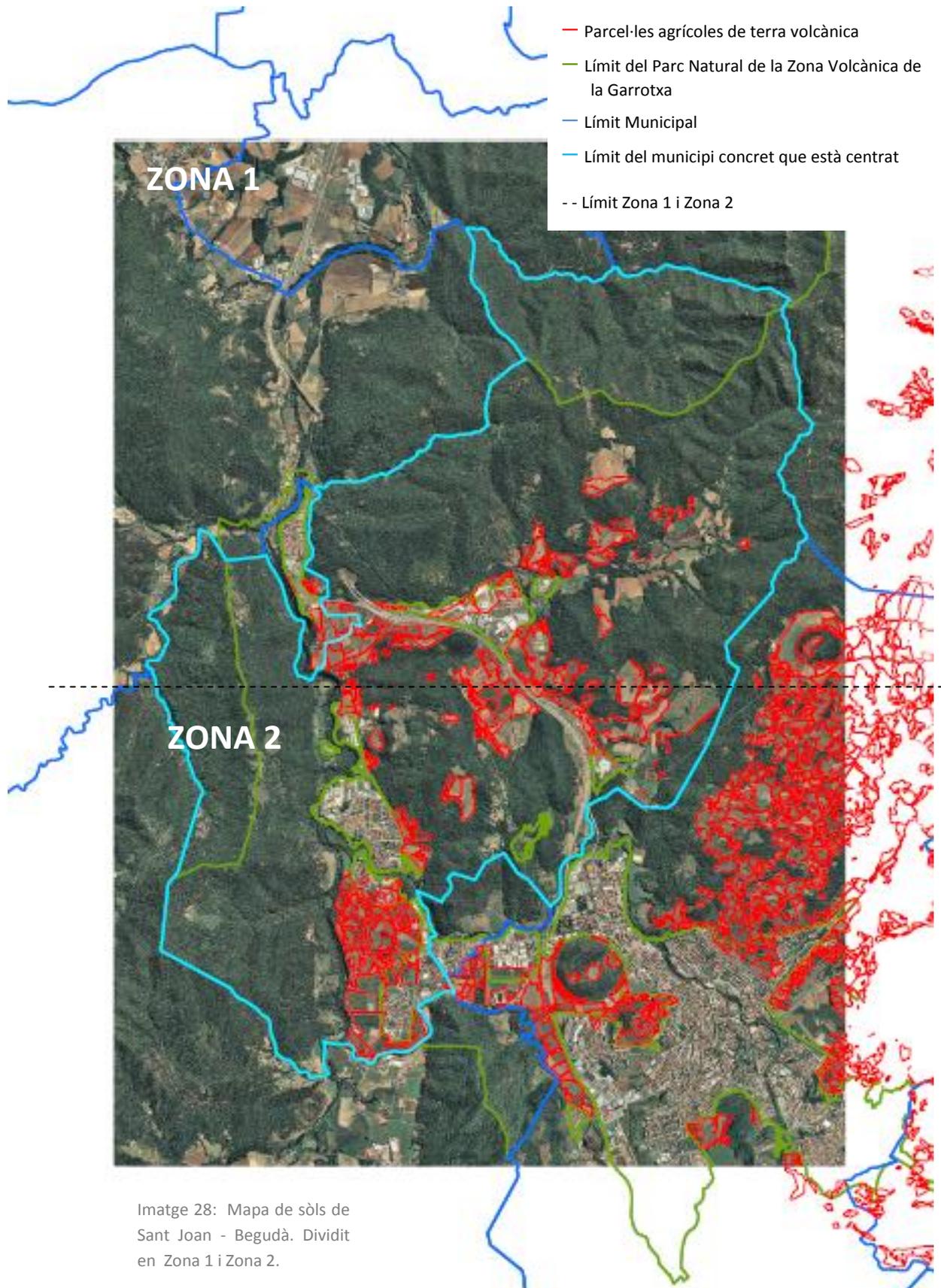


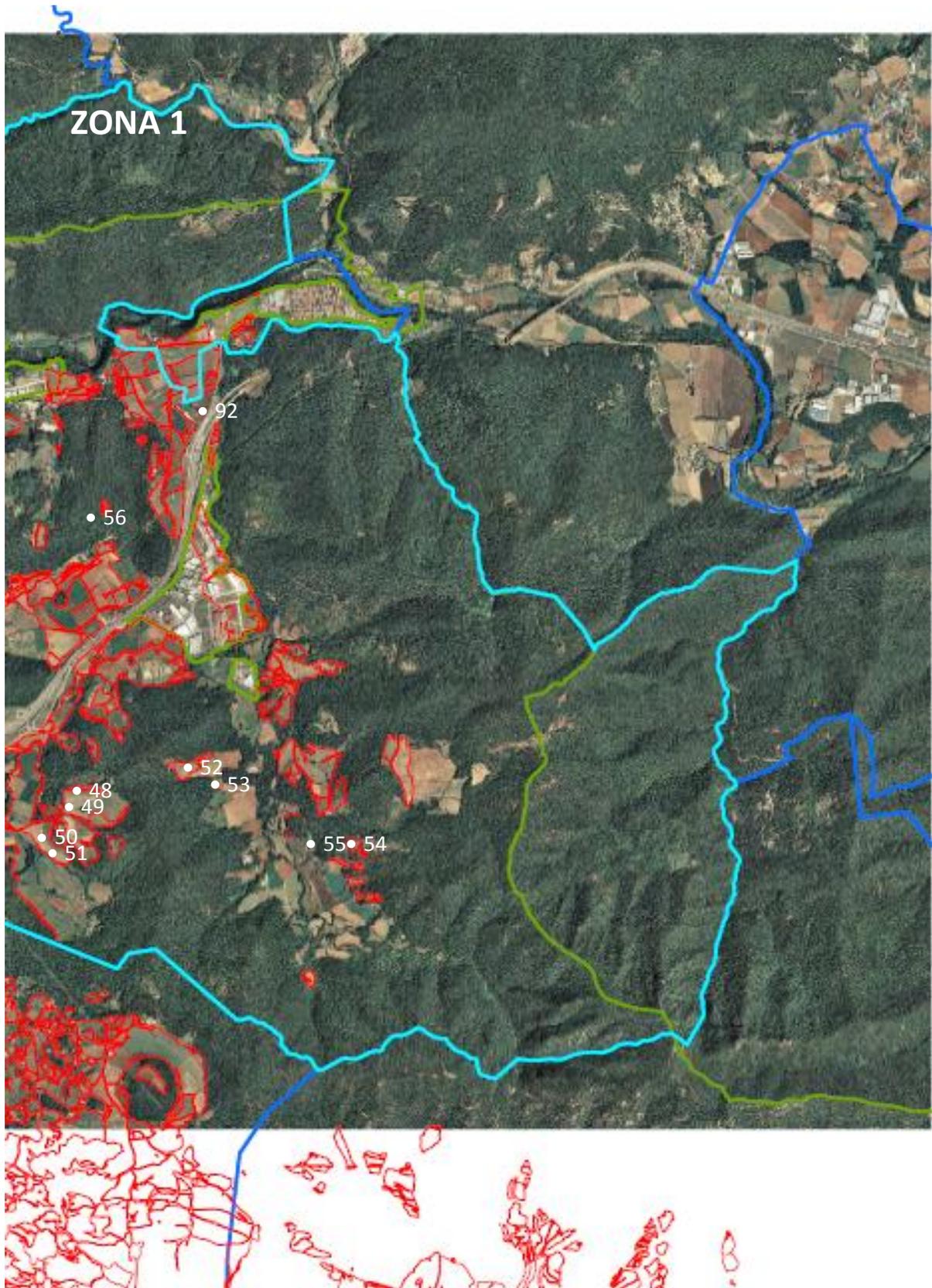


Imatge 26: Mapa de sòls de Santa Pau. Zona 1.

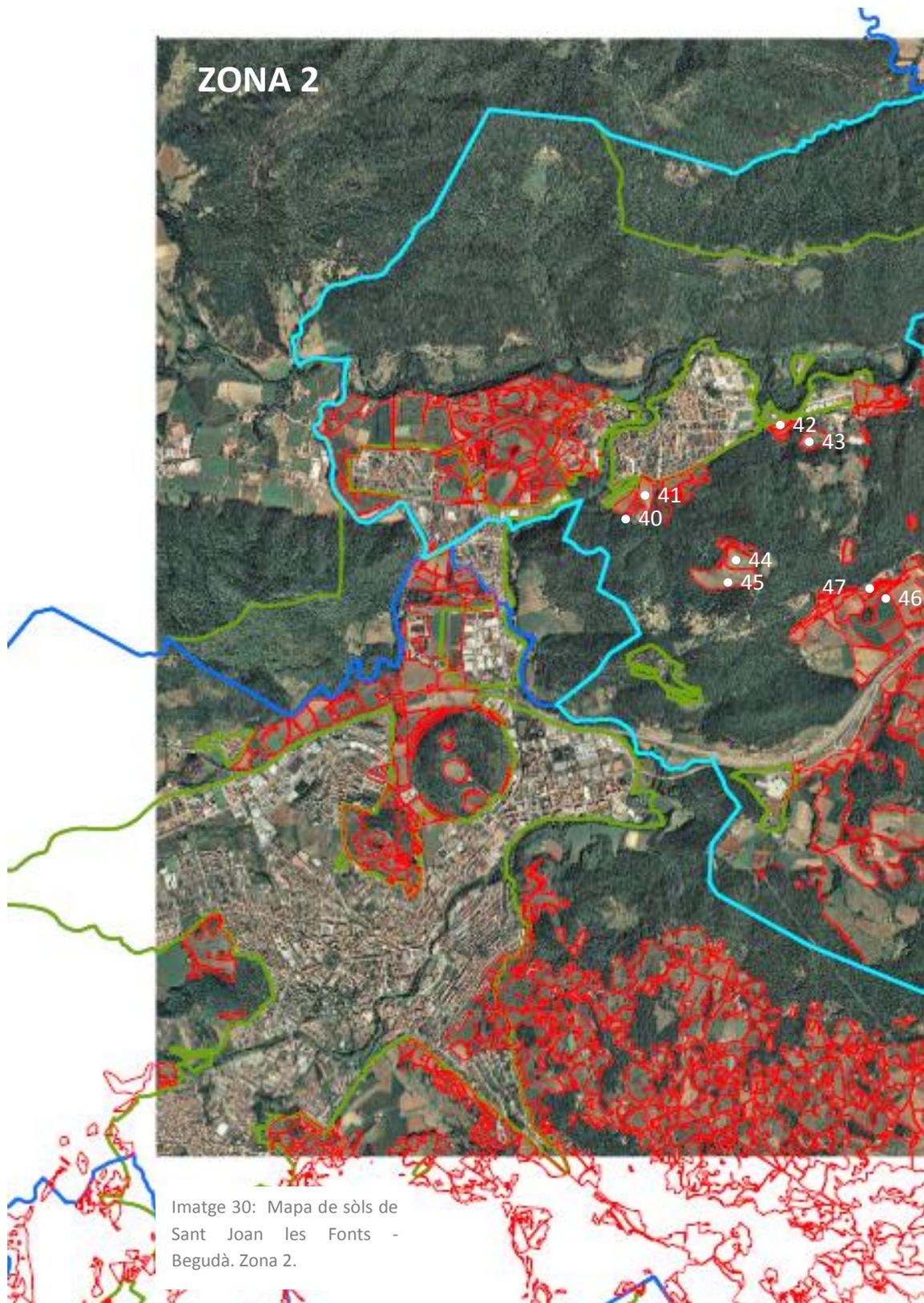


Imatge 27: Mapa de sòls de Santa Pau. Zona 2.

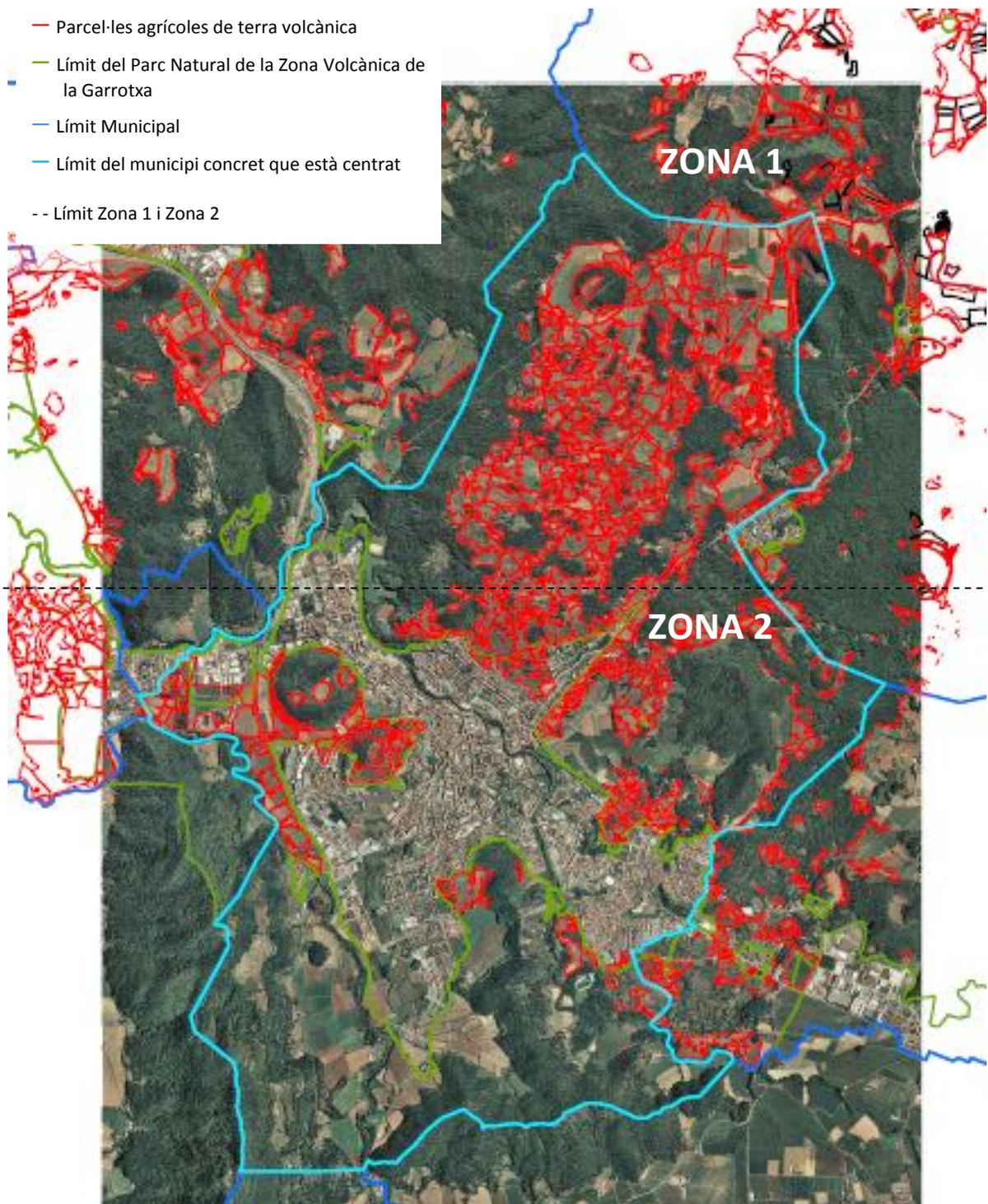




Imatge 29: Mapa de sòls de Sant Joan - Begudà. Zona 1.



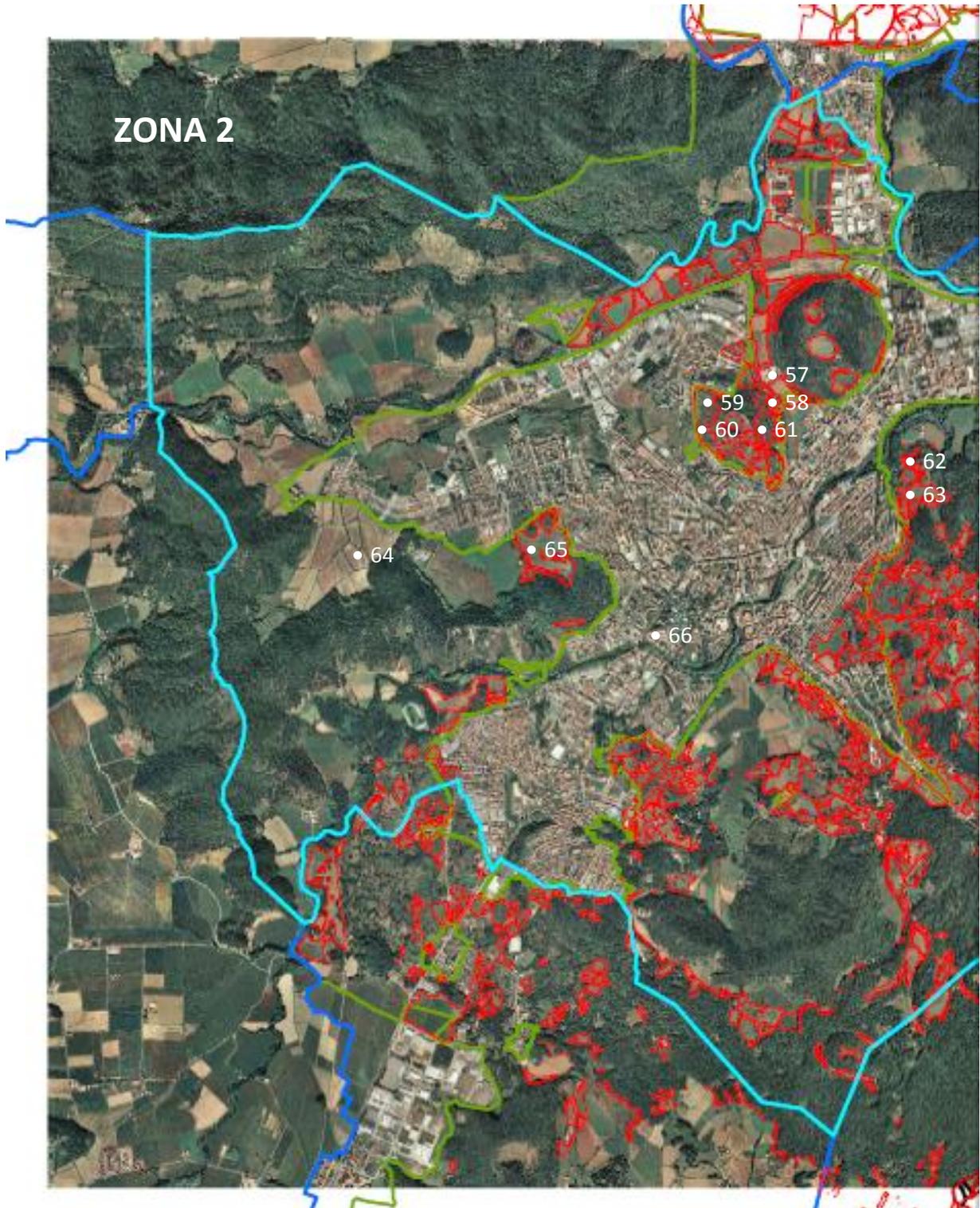
Imatge 30: Mapa de sòls de Sant Joan les Fonts - Begudà. Zona 2.



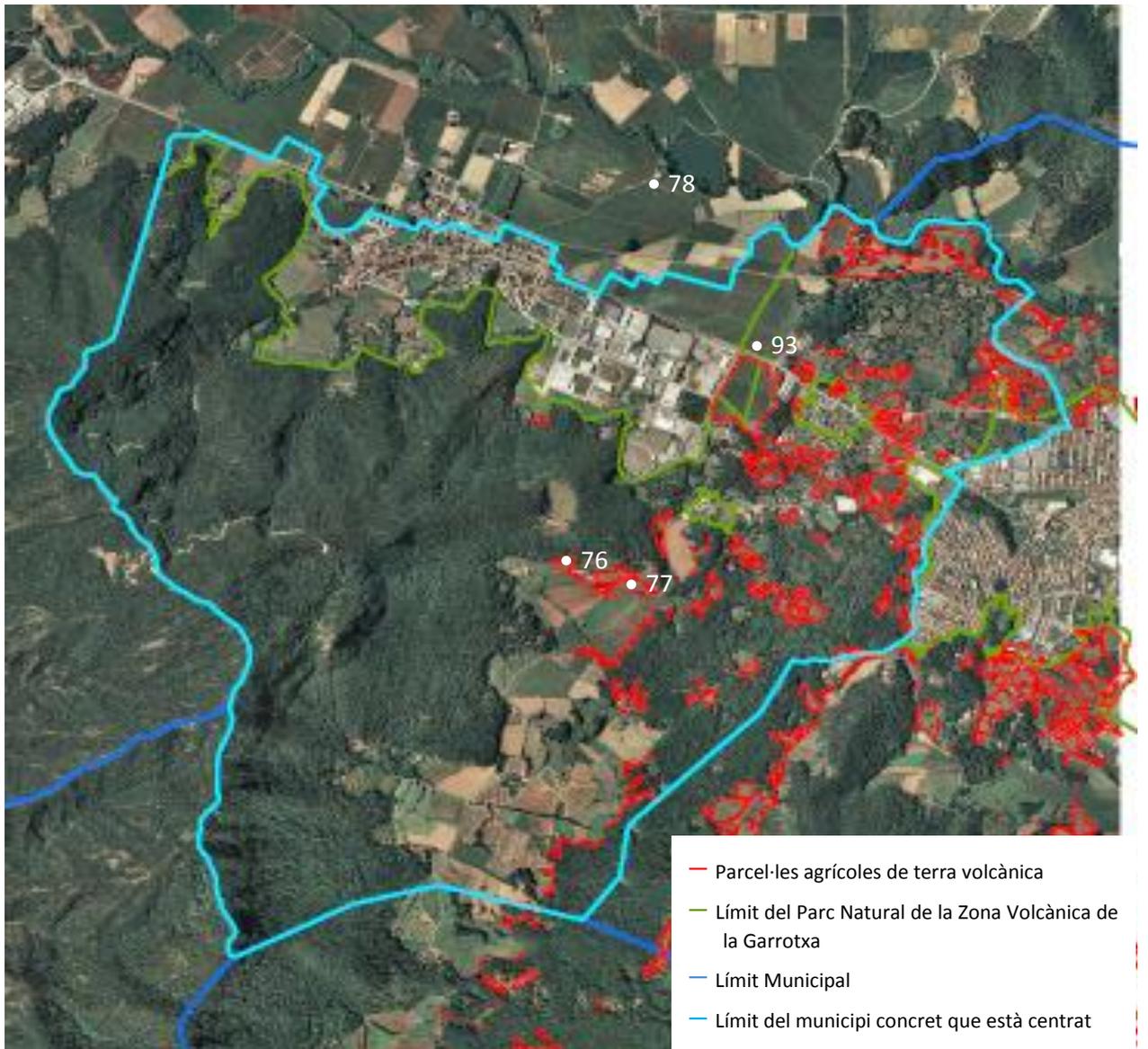
Imatge 31: Mapa de sòls d'Olot – La Canya - Batet. Dividit en Zona 1 i Zona 2.



Imatge 32: Mapa de sòls d'Olot – La Canya - Batet. Zona 1.

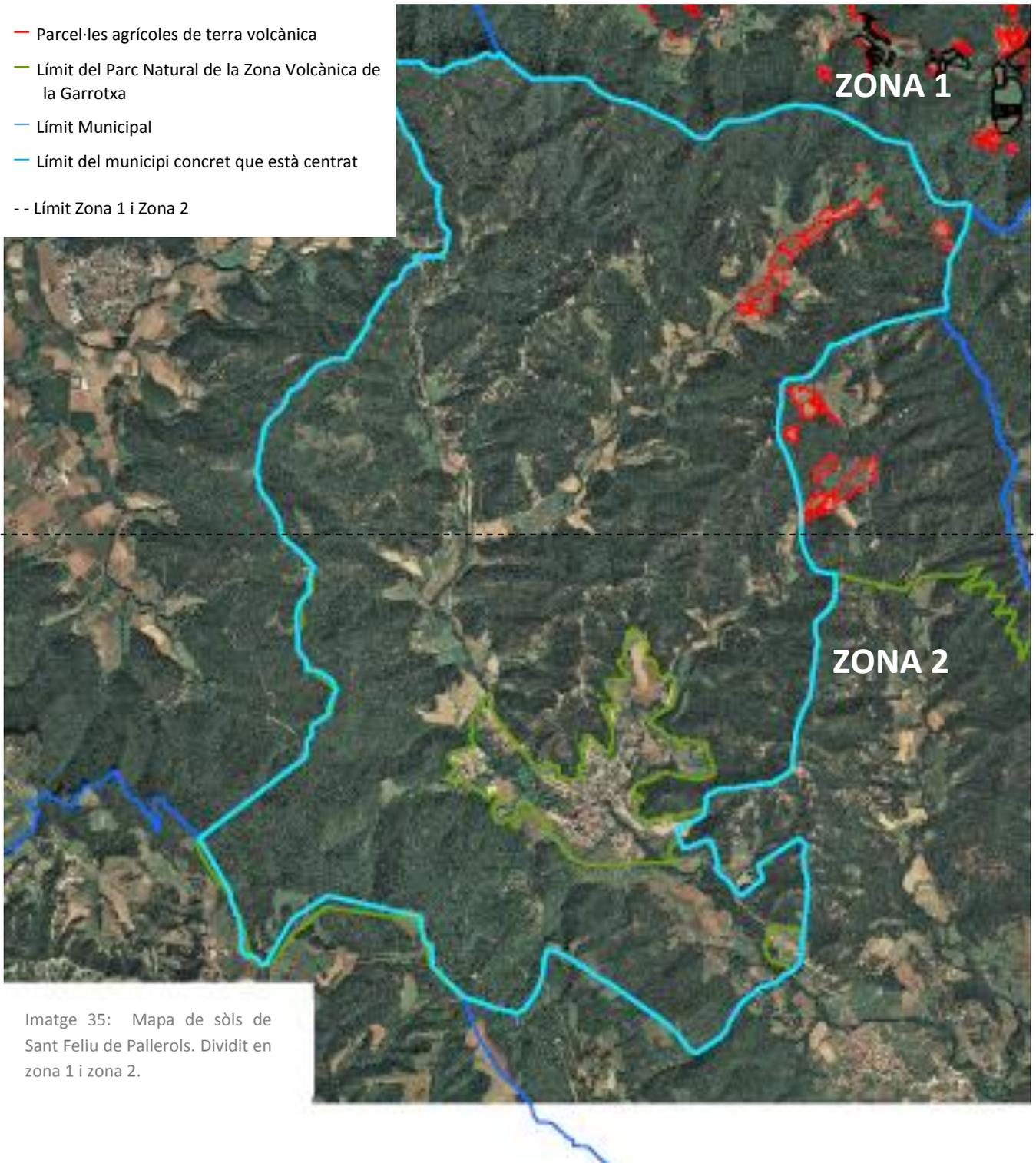


Imatge 33: Mapa de sòls d'Olot – La Canya - Batet. Zona 2.

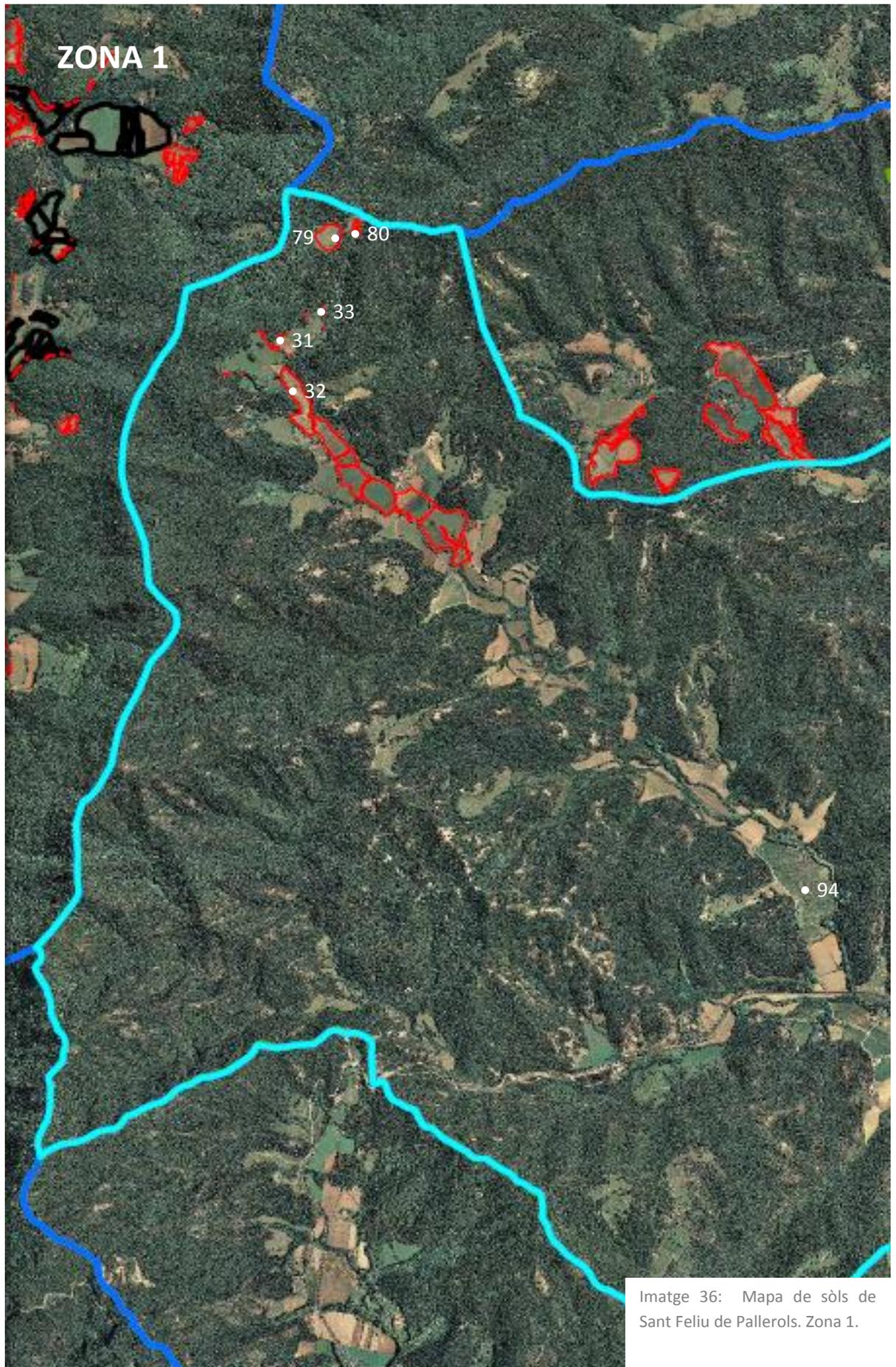


Imatge 34: Mapa de sòls de Les Preses

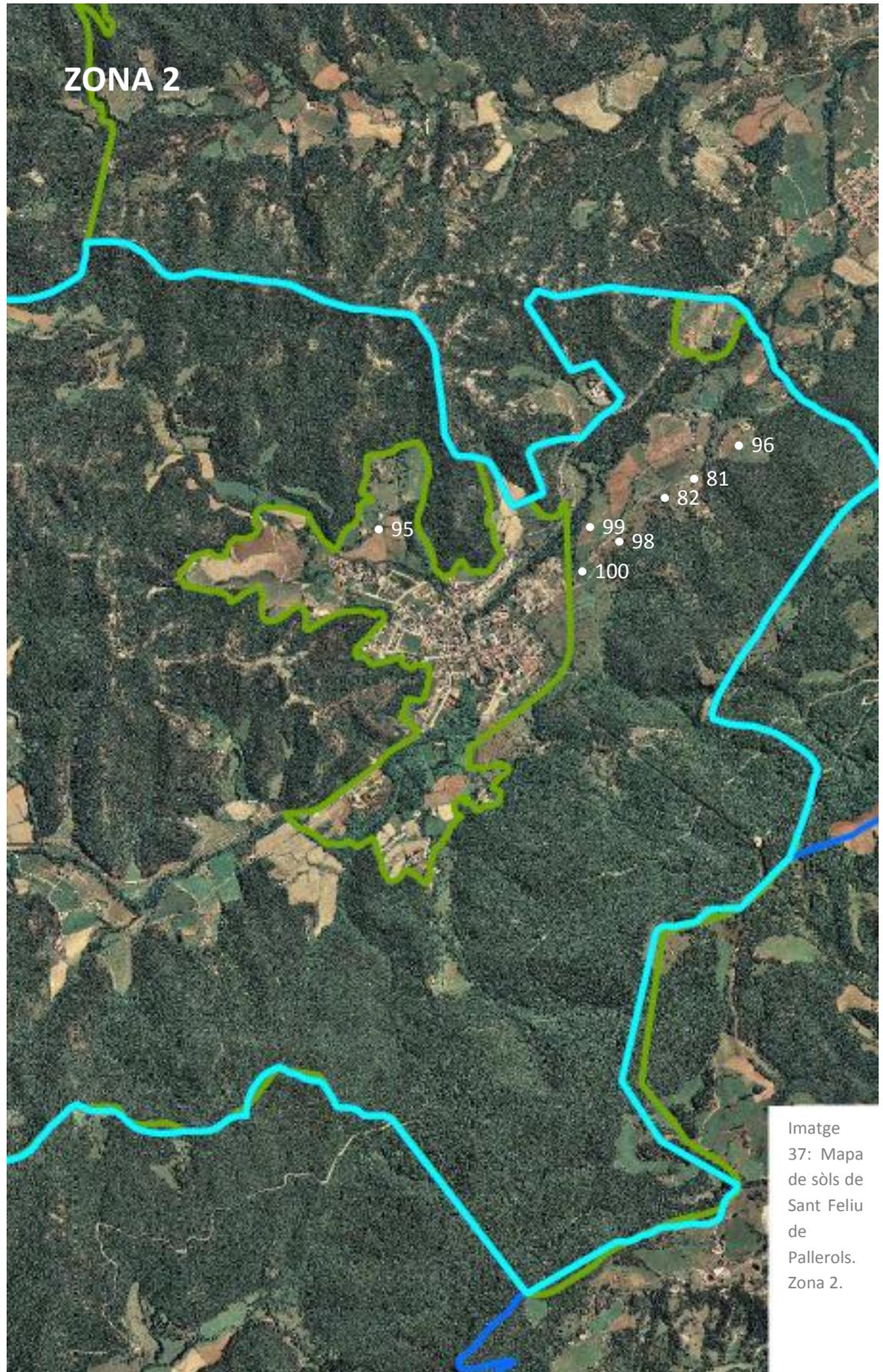
- Parcel·les agrícoles de terra volcànica
- Límit del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa
- Límit Municipal
- Límit del municipi concret que està centrat
- - Límit Zona 1 i Zona 2

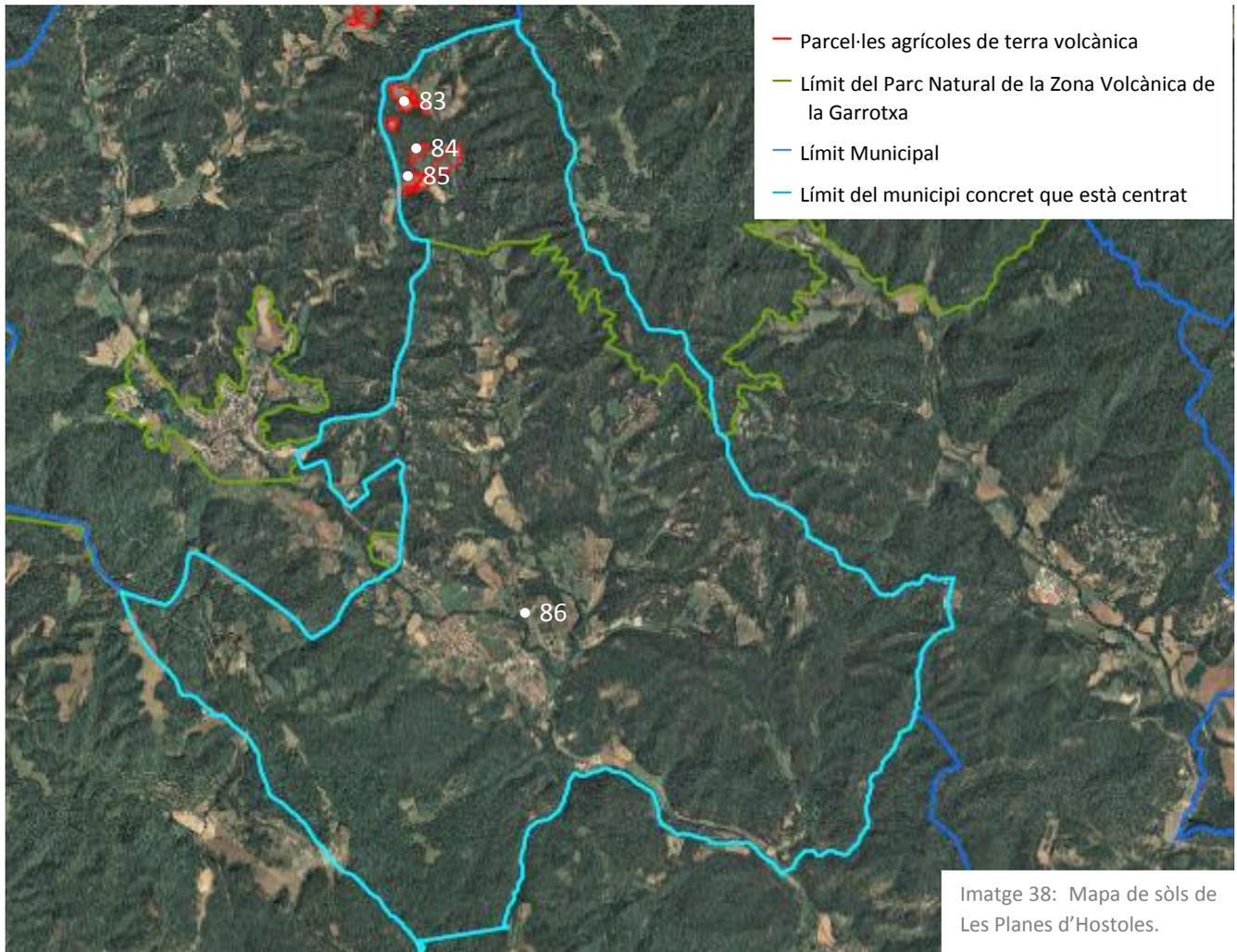


Imatge 35: Mapa de sòls de Sant Feliu de Pallerols. Dividit en zona 1 i zona 2.



Imatge 36: Mapa de sòls de Sant Feliu de Pallerols. Zona 1.





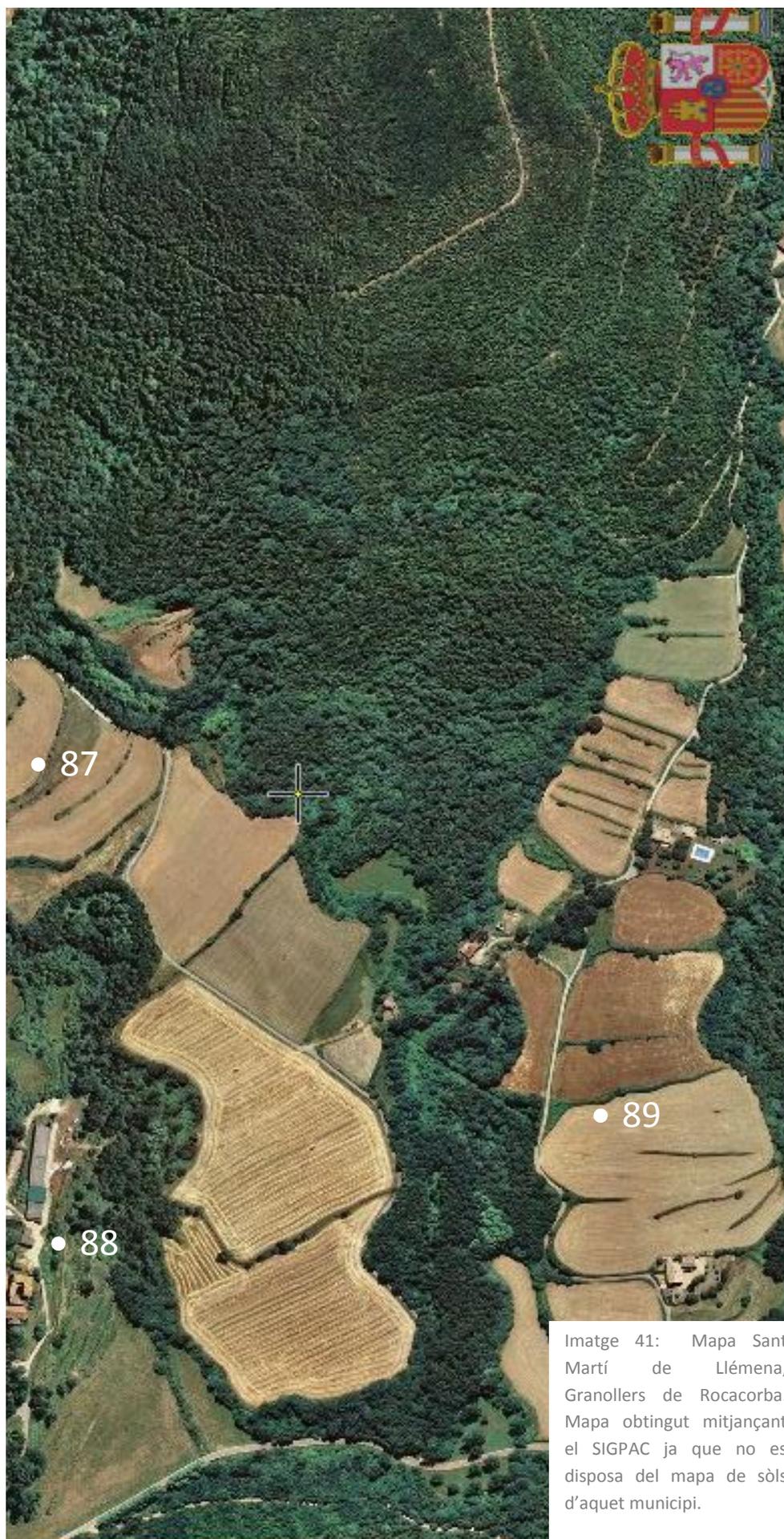


-- Límit Zona 1 i Zona 2

Imatge 39: Mapa Sant Martí de Llémena, obtingut mitjançant el SIGPAC ja que no es disposa del mapa de sòls d'aquet municipi.



Imatge 40: Mapa Sant Martí de Llémena, Granollers de Rocacorba. Mapa obtingut mitjançant el SIGPAC ja que no es disposa del mapa de sòls d'aquet municipi.



Imatge 41: Mapa Sant Martí de Llémena, Granollers de Rocacorba. Mapa obtingut mitjançant el SIGPAC ja que no es disposa del mapa de sòls d'aquet municipi.